PLAN ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURAS v2
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
CON CONEXIÓN A RED

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
TOROS DE GUISANDO I
SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS
COMUNIDAD DE MADRID



Noviembre 2024

START RIGHT NOW S.L.
M> +34 680 553 231 slizarraga@lizheringenieria.com

ÍNDICE GENERAL

BLOQUE I. DOCUMENTACIÓN INFORMATIVA

Memoria de información

Planos de información

BLOQUE II. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL

BLOQUE III. DOCUMENTACIÓN NORMATIVA

Proyecto instalación fotovoltaica con conexión a red “Toros de Guisando I”

Proyecto instalación de evacuación de instalación fotovoltaica “Toros de Guisando I”

BLOQUE I: DOCUMENTACIÓN INFORMATIVA

INDICE

1. OBJETO, ENTIDAD PROMOTORA Y LEGITIMACIÓN 5

2. JUSTIFICACIÓN DE LA CONVENIENCIA Y NECESIDAD DEL PLAN 5

3. LEGISLACIÓN APLICABLE 6

4. ÁMBITO GEOGRÁFICO 7

5. PLANEAMIENTO VIGENTE AFECTADO POR EL PLAN ESPECIAL (CLASIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DEL SUELO AFECTADO) 8

6. SITUACIÓN ACTUAL Y BASES DE DISEÑO 9

1. OBJETO, ENTIDAD PROMOTORA Y LEGITIMACIÓN

El objeto del presente documento es **definir y justificar un Plan Especial de Infraestructuras vinculado a la planta fotovoltaica "Toros de Guisando I", situada en Suelo Urbanizable No Sectorizado** del término municipal de San Martín de Valdeiglesias (Madrid), y a su línea de evacuación.

El promotor de la instalación solar es la empresa **START RIGHT NOW S.L.** con C.I.F.: B- 87904934, y domicilio social en Carretera del Mediodia nº 8 1ºA – 28055 Madrid.

A efectos de notificaciones el domicilio es el edificio de La Estrella junto a la calle del Polígono Industrial Berroa, número 4, oficina 311, 31192 Tajonar (Navarra).

Contacto: Susana Lizarraga: 680 553 231 / slizarraga@lizheringenieria.com

El proyecto ha sido realizado por el Ingeniero Industrial Susana Lizarraga Zúñiga colegiado nº 442, por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA CONVENIENCIA Y NECESIDAD DEL PLAN

El punto 4 del artículo 5 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, clasifica este tipo de instalaciones como "servicios generales" de la siguiente manera:

> *"4. A todos los efectos, las infraestructuras propias de las actividades del suministro eléctrico, reconocidas de utilidad pública por la presente ley, tendrán la condición de sistemas generales"*

Por otro lado, el artículo 36 de la ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid – modificada por la Ley 11/2022 de 21 de diciembre, de Medidas Urgentes para el Impulso de la Actividad Económica y la Modernización de la Administración de la Comunidad de Madrid–, establece:

> *"2. El conjunto de los elementos de la red pública son susceptibles de distinguirse, a efectos de la presente Ley, desde el punto de vista funcional en los siguientes sistemas de redes:*
>
> *3º. Red de infraestructuras energéticas, tales como eléctricas y gasísticas.*
>
> *2.3. La implantación de este uso requerirá la aprobación de un Plan Especial únicamente cuando sea preciso definir parámetros específicos de ordenación o parcelación que hagan viable dicha implantación."*

Además, en los puntos 1 y 2 del artículo 50 de la citada Ley, se afirma lo siguiente:

> *"1. Los planes especiales tienen cualquiera de las funciones enunciadas en este apartado:*
>
> *a) Cualquier elemento integrante de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como las infraestructuras y sus construcciones estrictamente necesarias para la prestación de servicios de utilidad pública o de interés general, con independencia de su titularidad pública o privada.*
>
> *2. Los planes especiales establecidos en el apartado 1.a) se referirán a la definición, mejora, modificación, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como las completas determinaciones de su ordenación urbanística incluidas su uso, edificabilidad y condiciones de construcción. Igualmente se actuará en relación con las infraestructuras, y sus construcciones estrictamente necesarias, para la prestación de servicios de utilidad pública o de interés general, con independencia de su titularidad pública o privada, que por su legislación específica se definan como sistemas generales, y sean equiparables a las redes*

públicas de esta Ley. En ningún caso generarán derecho a aprovechamiento urbanístico alguno."

Con ello se justifica la necesidad de redactar un Plan Especial de Infraestructuras para la instalación de la planta de generación de energía eléctrica a partir de la energía solar y su infraestructura de transporte y distribución hasta el punto de conexión.

3. LEGISLACIÓN APLICABLE

Normativa urbanística

- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley 9/1995, de 28 de marzo, de Medidas de Política Territorial, Suelo y Urbanismo.
- Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid.
- Ley 11/2022, de 21 de diciembre, de Medidas Urgentes para el Impulso de la Actividad Económica y la Modernización de la Administración de la Comunidad de Madrid.
- Decreto 131/1997, de 16 de octubre, por el que se fijan los requisitos que han de cumplir las actuaciones urbanísticas en relación con las infraestructuras eléctricas.
- Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Real Decreto 2187/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Disciplina Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana
- Real Decreto 3288/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.

Normativa de medioambiente

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

Otra normativa

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras del estado.
- Ley 3/1991, de 7 de marzo, de Carreteras de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminares, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT.

4. ÁMBITO GEOGRÁFICO

La instalación fotovoltaica denominada "Toros de Guisando I" y su línea de evacuación se van a situar en suelo urbanizable no sectorizado dentro del T.M. de San Martín de Valdeiglesias.

Previamente a la realización del proyecto, se ha realizado la petición a la compañía distribuidora del punto de conexión de la instalación, para la cesión de la energía producida por la instalación fotovoltaica.

Las condiciones del punto de conexión establecidas por la compañía son:

- Punto de conexión: ST TOROS DE GUISANDO
- Coordenadas UTM-ETRS89 del punto de conexión: [Huso: 30, X: 377.241, Y: 4.467.184]
- Tensión nominal (V): 15.000

A continuación, se detallan las parcelas en las que se ubicará tanto la planta fotovoltaica como el trazado de su línea de evacuación:

UBICACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

TOROS DE GUISANDO I					
Polígono	**Parcela**	**Referencia catastral**	**Localidad**	**Provincia**	**Uso**
19	178	28133A019001780000KZ	San Martín de Valdeiglesias	Madrid	Agrario

La instalación ocupará una superficie de aproximadamente **8 Ha.**

UBICACIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN

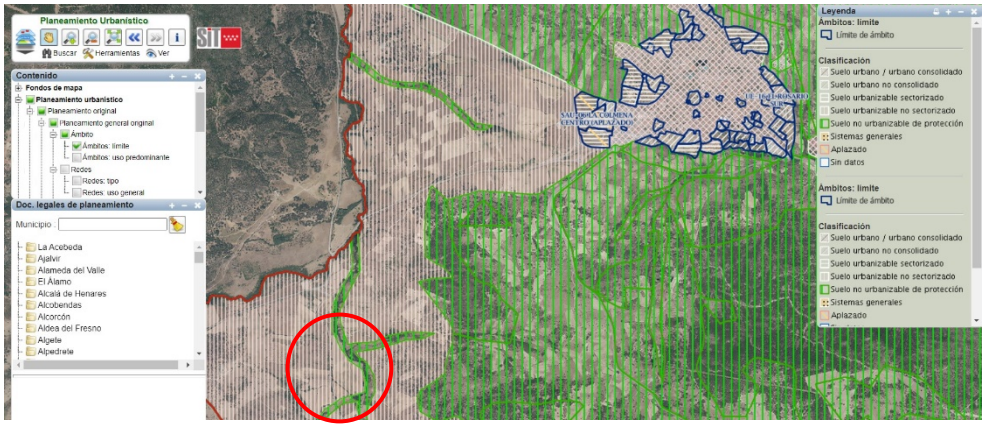
Tipo	Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Municipio	Superficie (m^2)	Naturaleza del terreno
CSM	19	178	28133A019001780000KZ	San Martín de Valdeiglesias	121.856	E- - Pastizal
LSAT	19	155	28133A019001550000KY	San Martín de Valdeiglesias	9.110	V - Viña secano
LSAT	19	331	28133A019003310000KD	San Martín de Valdeiglesias	4.478	C - Labor o Labradío secano
LSAT	19	158	28133A019001580000KP	San Martín de Valdeiglesias	5.336	V - Viña secano
LSAT	19	154	28133A019001540000KB	San Martín de Valdeiglesias	6.318	PD - Prados o praderas
LSAT	17	9001	28133A017090010000KA	San Martín de Valdeiglesias	28.545	VT - Vía de comunicación de dominio público
LSAT	17	9003	28133A017090030000KY	San Martín de Valdeiglesias	7.899	VT - Vía de comunicación de dominio público
LSAT	18	9001	28133A018090010000KE	San Martín de Valdeiglesias	37.013	VT - Vía de comunicación de dominio público
LSAT	18	12	28133A018000120000KU	San Martín de Valdeiglesias	10.044	C- Labor o Labradío secano
LSAT	18	6	28133A018000060000KE	San Martín de Valdeiglesias	15.743	PD - Prados o praderas



Imagen 1 - Situación instalación

5. PLANEAMIENTO VIGENTE AFECTADO POR EL PLAN ESPECIAL (CLASIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DEL SUELO AFECTADO)

Se ha analizado el Planeamiento General del municipio de San Martín de Valdeiglesias, en la zona ocupada por las infraestructuras mencionadas. Concretamente, se ha analizado la Clasificación y Calificación de Suelo, que determina que el suelo en el que se implanta la instalación fotovoltaica y por el que transcurre la línea de evacuación está categorizado como Suelo Urbanizable No Sectorizado, según puede observarse en el siguiente plano obtenido en el visor SIT (Sistema de Información Territorial) de la Comunidad de Madrid:



En la definición concreta del trazado de esta línea de evacuación se ha evitado o limitado la afección a los Suelos Urbanizables Sectorizados, independientemente de su grado de desarrollo, y al Suelo Urbano.

6. SITUACIÓN ACTUAL Y BASES DE DISEÑO

El consumo energético en la sociedad actual crece de forma notable cada año, por lo que llegará un momento en que los recursos naturales usados actualmente se agotarán o se verán reducidos en gran medida.

Además, los sistemas de generación energética tradicionales, como son las centrales nucleares y las centrales térmicas de carbón, tienen un impacto negativo sobre el medioambiente. Por todo ello, urge la necesidad de desarrollar proyectos de generación de energía mediante fuentes renovables, en los que la generación se realiza mediante fuentes inagotables y respetuosas con el medio ambiente.

En particular, la generación mediante energía solar fotovoltaica como fuente de generación renovable, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, siendo una de las fuentes más ecológicas debido al bajo impacto ambiental que presenta. Se caracteriza por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO2, NOx y SOx principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso que es una fuente inagotable.

De un tiempo a esta parte los costes de generación de energía mediante instalaciones solares fotovoltaicas se han reducido drásticamente, estando hoy en día al nivel de las energías convencionales, lo que permite desarrollar instalaciones de generación fotovoltaica en sustitución de las convencionales más caras.

Un sistema fotovoltaico con conexión a red es el que inyecta toda la energía que produce en la red general de distribución eléctrica.

Mediante el desarrollo de parques solares se fomenta también la generación distribuida, que hace que dicha generación esté más cerca de los lugares de consumo, lo que reduce las pérdidas energéticas en transporte de las líneas de alta tensión.

Por todo ello, se pretende realizar una instalación fotovoltaica con conexión a red eléctrica, dicha red propiedad de **I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.** La instalación se situará en una parcela categorizada como suelo no urbanizable, en el T.M. de San Martín de Valdeiglesias. La instalación tiene una potencia otorgada en el punto de conexión (POI) de **4.320 kVA**, una potencia nominal de **4.750 kVA** y una potencia pico de **5.540,40 kW$_p$**. Para controlar que la potencia inyectada nunca supere la potencia otorgada en el POI se instalará un Power Plant Controller (PPC).

Se pretende la explotación comercial de estas Instalaciones Fotovoltaicas, como sistema productor de energía eléctrica, consiguiendo el aprovechamiento de la energía solar, ahorrando así otras fuentes energéticas y fomentándose a la vez la incorporación de tecnologías energéticas avanzadas.

Para ello, se inició la tramitación con la solicitud del punto de conexión a la Compañía Distribuidora de la zona y/o al Gestor de la Red de Transporte y Operador del Sistema. Posteriormente, se realizaron las correspondientes consultas a los organismos afectados, tales como a la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, a la Dirección general de Carreteras de la Comunidad de Madrid, a la Confederación Hidrográfica del Tajo, etc. En este momento, el proyecto se encuentra a la espera de obtener la Autorización Administrativa Previa y en proceso de solicitar la Autorización Administrativa de Construcción.



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ANEXO I – PLANOS

M> +34 680 553 231 slizarraga@lizheringenieria.com

ÍNDICE DE PLANOS

01.01 Situación y emplazamiento

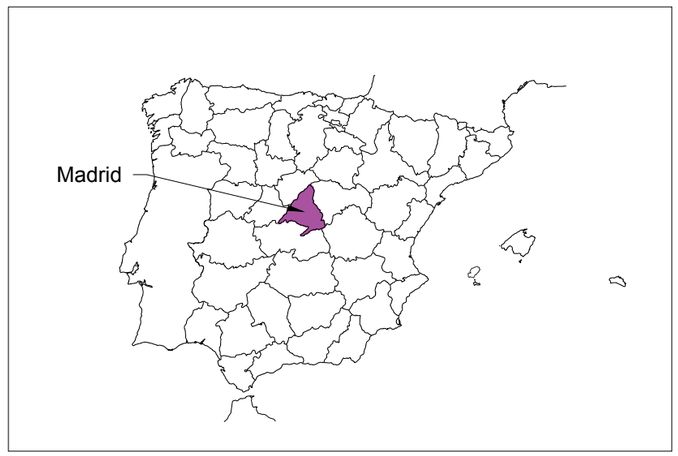
01.02 Referencias catastrales

01.03 Afecciones

01.04 Planeamiento municipal



ESCALA: 1:200.000





ESCALA: 1:20.000

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

NOMBRE ARCHIVO:
01.01 FP Situacion y emplazamiento

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño general

Nº PLANO: 01.01

FORMATO: A3

ESCALA: VARIAS

HOJA: =/+ 1/1

N

28133A01800015
28133A01700139
28133A01900310
28133A01900309
28133A01900308
28133A01900155
28133A01900159
28133A01900161
28133A01600229
28133A01600231
28133A01600221
28133A01700138
28133A01900166
28133A01900167
28133A01900168
28133A01900164
28133A01600391
28133A01700002
28133A01700003
28133A01800018
28133A01700120
28133A01900169
28133A01900170
28133A01609009
28133A01600243
28133A01600248
28133A01800044
28133A01700121
28133A01900171
28133A01900163
28133A01700122
28133A01909007
28133A01800019
28133A01900172
28133A01600390
28133A01700004
28133A01600234
28133A01600242
28133A01700119
28133A01600247
28133A01800020
28133A01700007
28133A01900174
28133A01600386
28133A01600238
28133A01600237
28133A01600388
28133A01600240
28133A01600241
28133A01700123
28133A01800046
28133A01700005
28133A01600385
28133A01600246
28133A01600245
28133A01700006
28133A01600451
28133A01800021
28133A01900178
28133A01600412
28133A01600308
28133A01600384
28133A01600383
28133A01600382
28133A01600413
28133A01700009
28133A01600450
28133A01600417
28133A01600452
28133A01600309
28133A01700113
28133A01600448
28133A01600453
28133A01600414
28133A01900175
28133A01600380
28133A01700010
28133A01600449
28133A01600415
28133A01600416
28133A01700008
28133A01700011
28133A01600401
28133A01609008
28133A01600311
28133A01600457
28133A01600458
28133A01900176
28133A01600379
28133A01700114
28133A01600313
28133A01600374
28133A01600378
28133A01900179
28133A01900177
28133A01600377
28133A01600343
28133A01600314
28133A01600369
28133A01600376
28133A01600342
28133A01600373
28133A01900178
28133A01600341
28133A01700012
28133A01700118
28133A01900180
28133A01600447
28133A01900187
28133A01600340
28133A01900284
28133A01700111
28133A01709001
28133A01900181
28133A01600375
28133A01900311
28133A01600459
28133A01600393
28133A01700060
28133A01600394
28133A01900184

TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

TOROS DE GUISANDO I						
Provincia	**Municipio**	**Polígono**	**Parcela**	**Referencia catastral**	**Uso**	**Sup. (Ha)**
Comunidad de Madrid	San Martín de Valdeiglesias	19	178	28133A019001780000KZ	Agrario	12,186

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: REFERENCIAS CATASTRALES

NOMBRE ARCHIVO: 01.02 FP Referencias catastrales.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (COMUNIDAD DE MADRID)

SECCIÓN: Diseño general

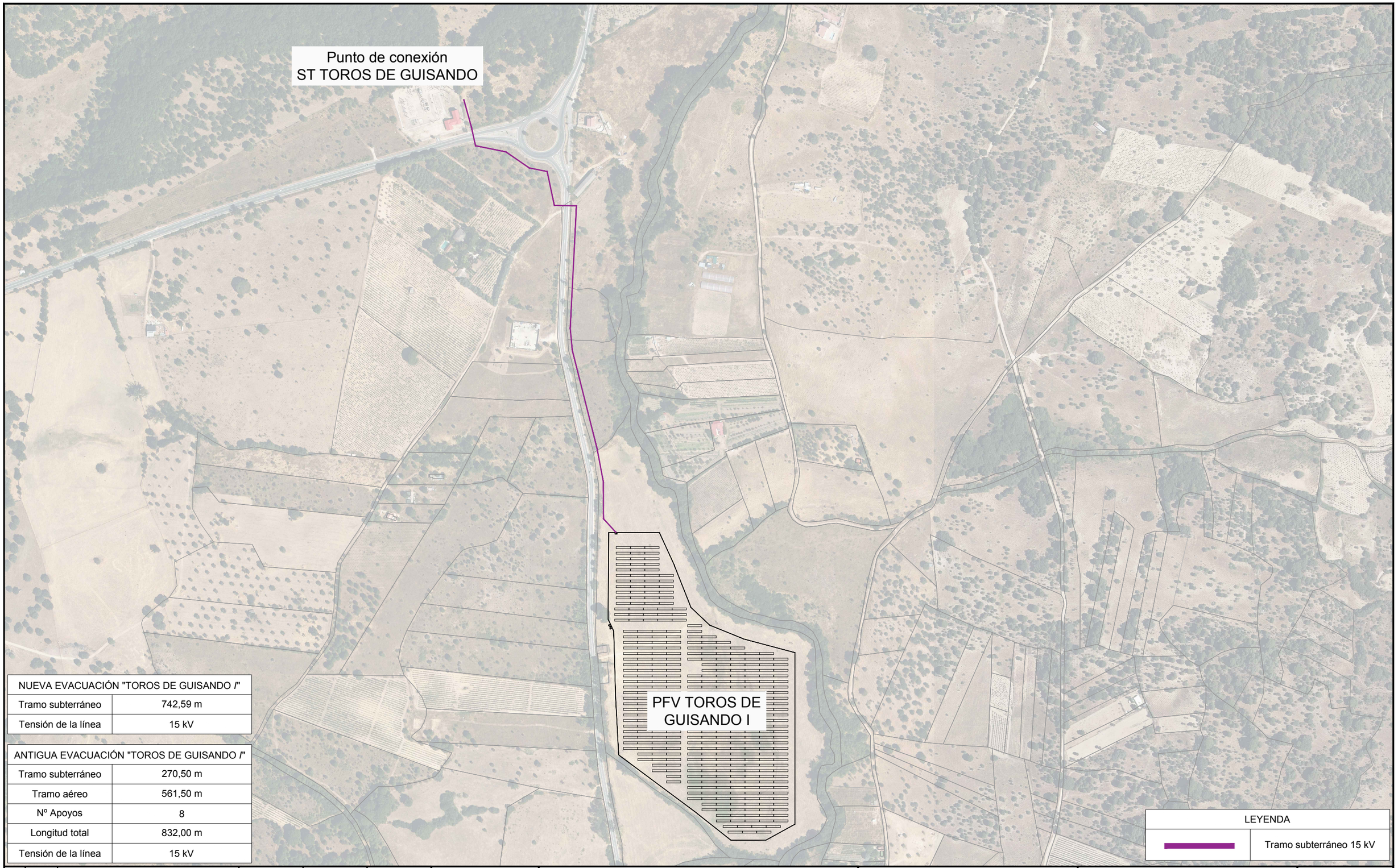
Nº PLANO: 01.02

FORMATO: A3

ESCALA: 1:4.000

HOJA: =/+ 1/1

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

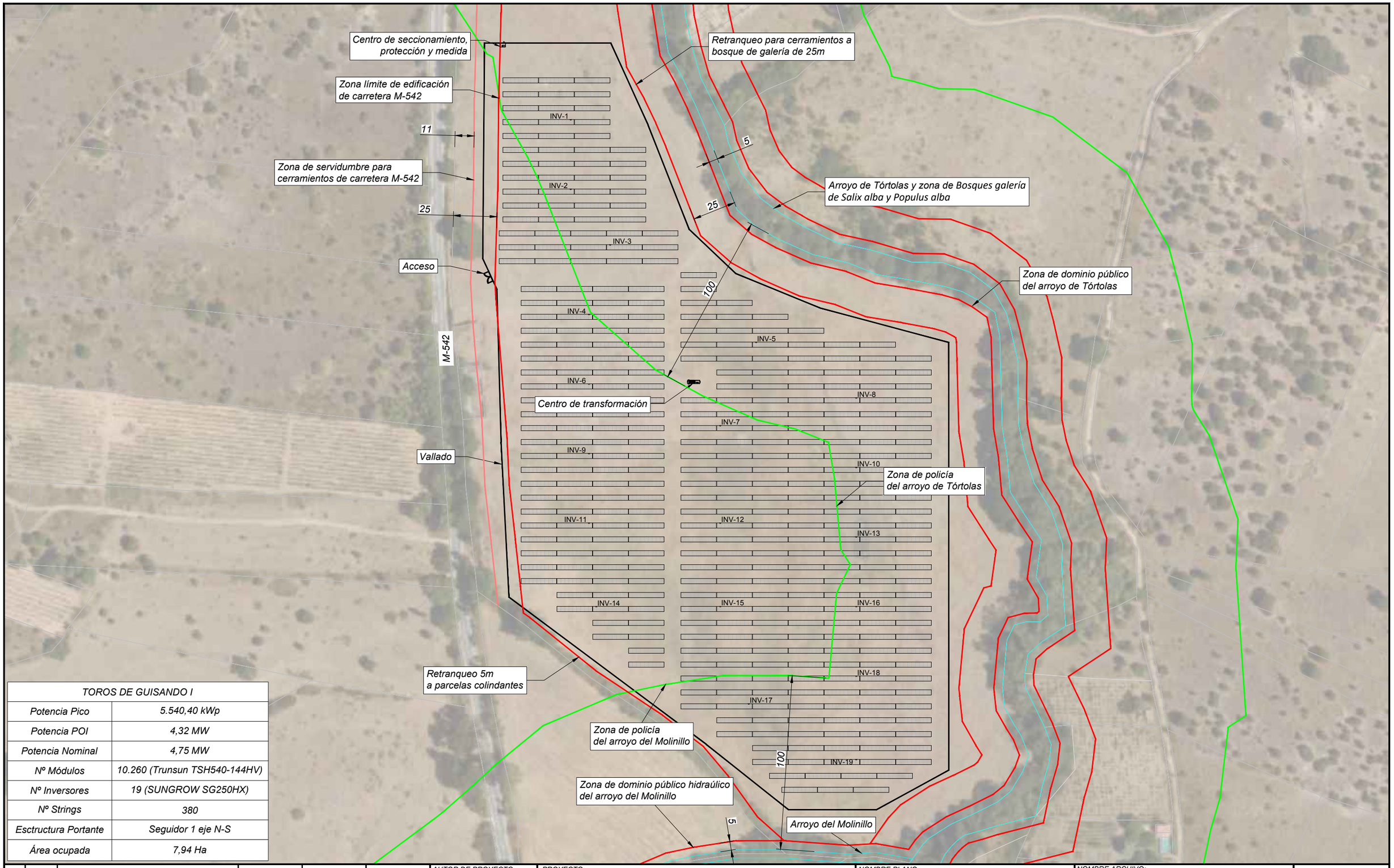
PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
LÍNEA DE EVACUACIÓN
VISTA GENERAL

NOMBRE ARCHIVO:
01.02 FP Línea de Evacuación.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.02	A3	1:5000	=/+ 1/5

N



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

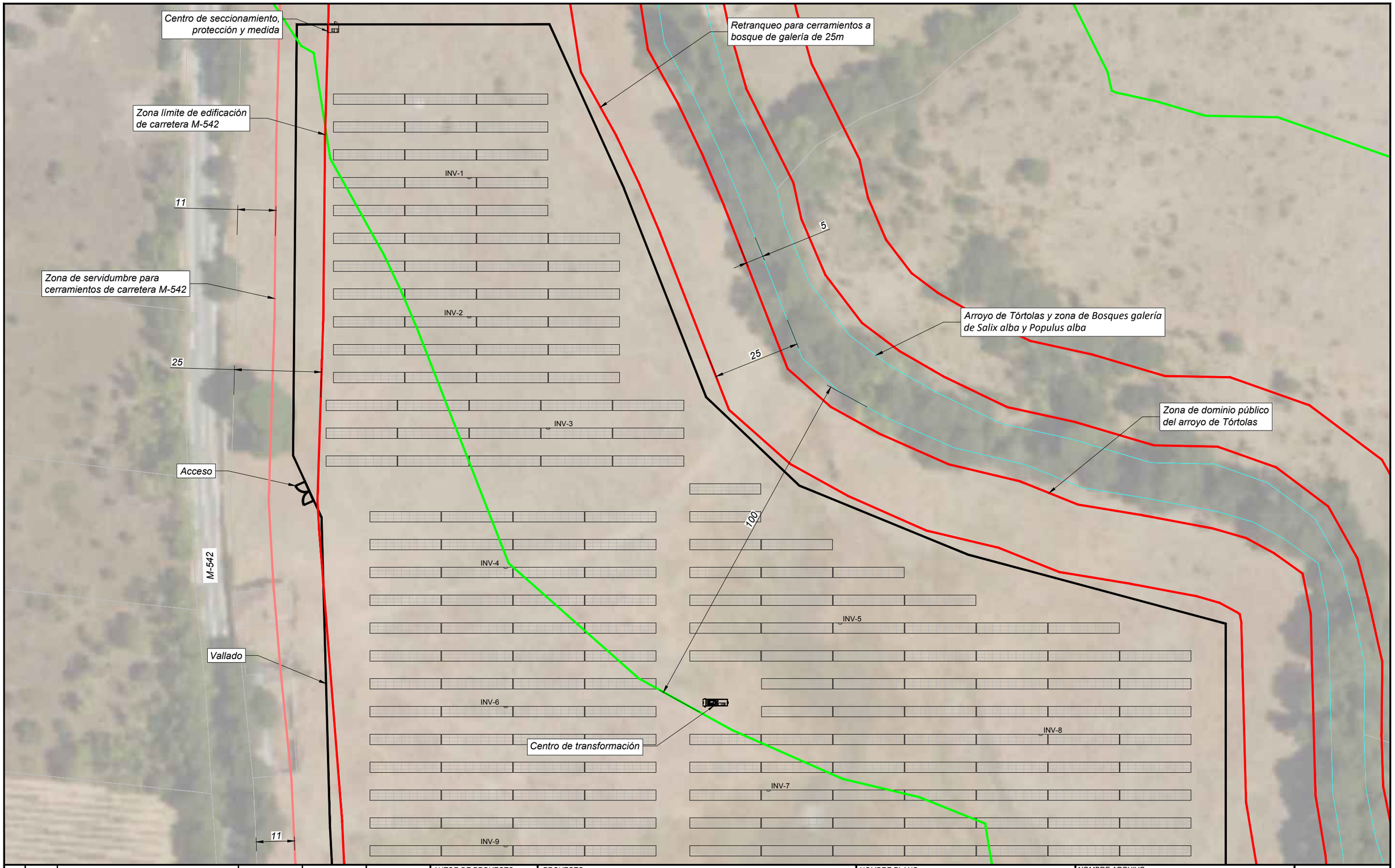
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: AFECCIONES

NOMBRE ARCHIVO: 01.03 FP Afecciones.dwg

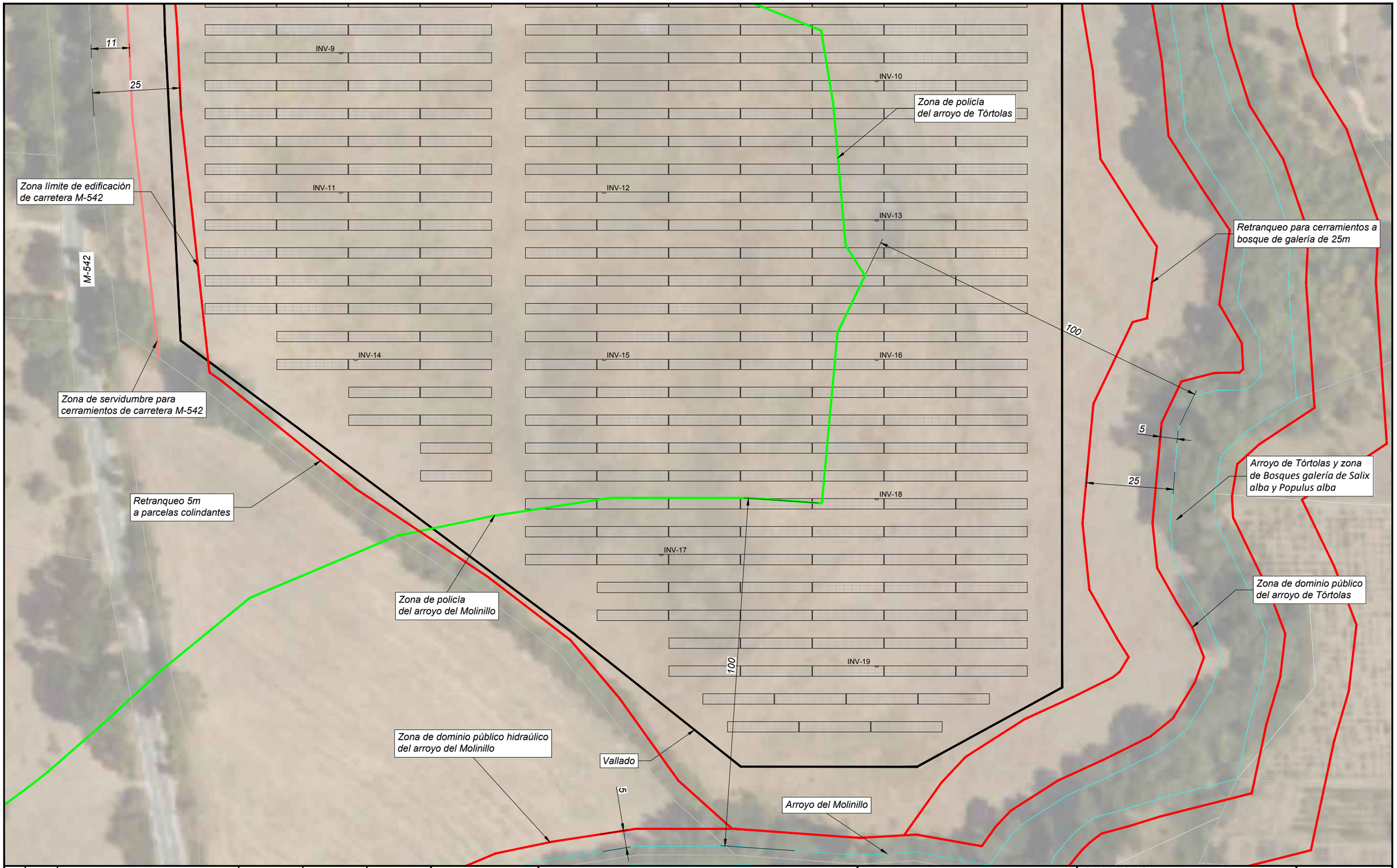
FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.03	A3	1:2.000	=/+ 1/3

N



						AUTOR DE PROYECTO	PROYECTO:	NOMBRE PLANO:	NOMBRE ARCHIVO:			
						LIZHER INGENIERIA	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I	AFECCIONES ZONA NORTE	01.03 FP Afecciones.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño General	Nº PLANO: 01.03	FORMATO: A3	ESCALA: 1:1.000	HOJA: =/+ 2/3
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA							

N



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

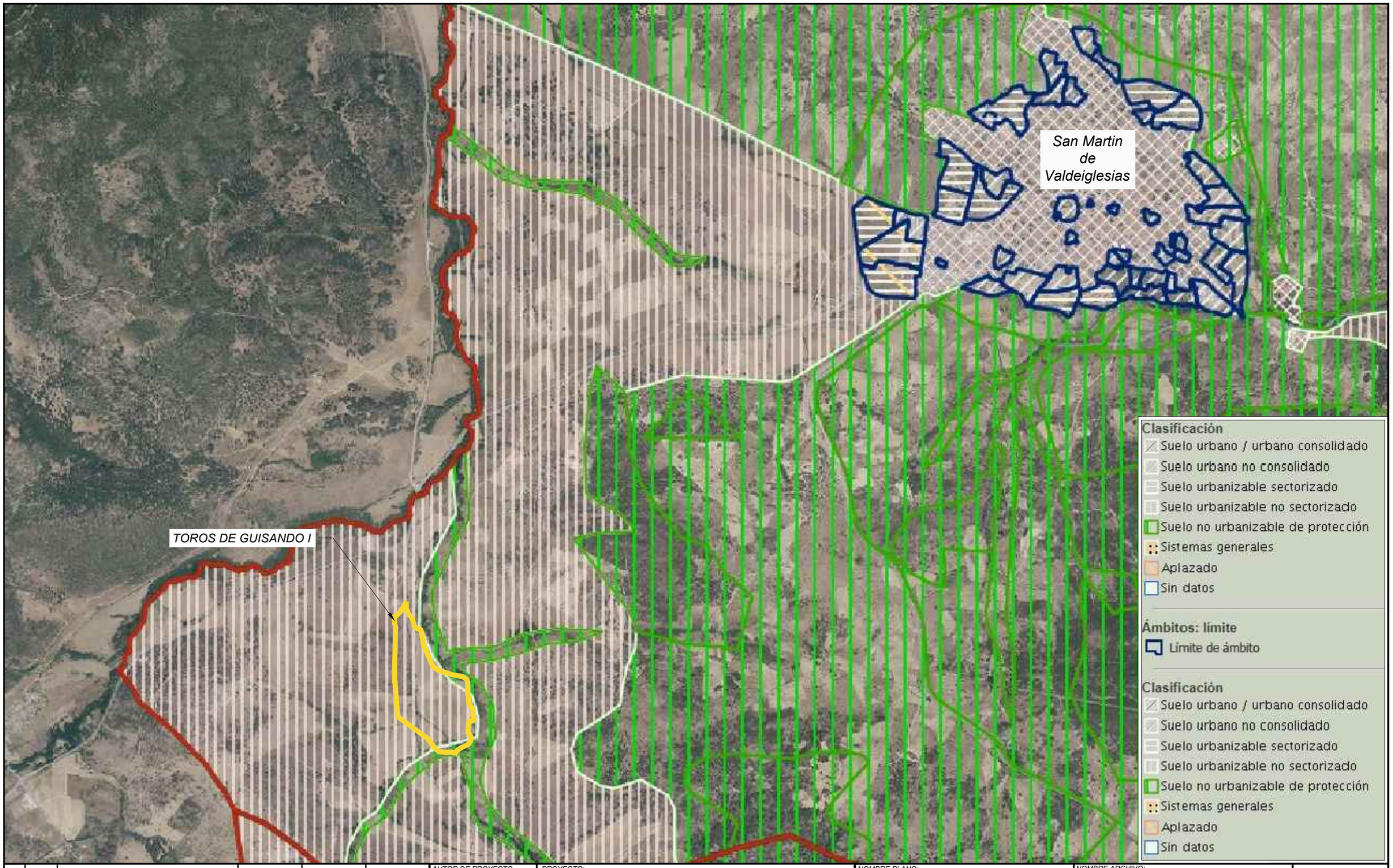
PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
AFECCIONES
ZONA SUR

NOMBRE ARCHIVO:
01.03 FP Afecciones.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.03	A3	1:1.000	=/+ 3/3

N



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

GENERYA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
SITUACIÓN EN PLANEAMIENTO MUNICIPAL

NOMBRE ARCHIVO:
01.04 FP Planeamiento Municipal.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (COMUNIDAD DE MADRID)

SECCIÓN: Diseño general

Nº PLANO: 01.04

FORMATO: A3

ESCALA: 1:15000

HOJA: =/+ 1/1

N

BLOQUE II: DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL

M> +34 680 553 231 slizarraga@lizheringenieria.com

Como se ha definido anteriormente, La sociedad mercantil START RIGHT NOW S.L. está realizando la legalización de un parque solar con una potencia otorgada en el punto de conexión de 4.320 kVA, una potencia nominal de 4.750 kVA y una potencia pico de 5.540,40 kWp en el término municipal de San Martín de Valdeiglesias – Comunidad de Madrid denominado "Toros de Guisando I", ocupando una superficie de 7,94 Ha.

El artículo 7 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, define el ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental y redirecciona a los anexos I y II en los que se recogen los proyectos que han de ser sometidos a evaluación de impacto ambiental tanto ordinaria como simplificada respectivamente.

Según lo establecido en el anexo I mencionado, los proyectos sometidos a evaluación de impacto ambiental ordinaria son:

> *"Grupo 3. Industria energética.*
>
> *j) Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie."*

Por otra parte, según lo establecido en el anexo II, los proyectos sometidos a evaluación de impacto ambiental simplificada son:

> *"Grupo 4. Industria energética.*
>
> *b) Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.*
>
> *i) Instalaciones para producción de energía eléctrica a partir de la energía solar, destinada a su venta a la red, no incluidas en el Anexo I ni instaladas sobre cubiertas o tejados de edificios o en suelos urbanos y que, ocupen una superficie mayor de 10 ha."*

Por tanto, en virtud de lo establecido en esta Ley, la planta fotovoltaica "Toros de Guisando I" y su línea de evacuación estarían exentas de someterse a evaluación de impacto ambiental. Sin embargo, se ha solicitado el pronunciamiento del órgano correspondiente de Medio Ambiente y se ha obtenido un informe que justifica la no necesidad de sometimiento a evaluación de impacto ambiental, el cual se adjunta a continuación.

BLOQUE III:
DOCUMENTACIÓN
NORMATIVA

M> +34 680 553 231 slizarraga@lizheringenieria.com

Para abordar con detalle las características de la instalación, se adjuntan a continuación los proyectos ejecutivos de la planta fotovoltaica “Toros de Guisando I” y de su línea de evacuación. En ellos se incluye información referida a los objetivos y justificación y datos generales de importancia. Además, se recoge la normativa en la que se enmarcan los proyectos y una descripción exhaustiva tanto de la instalación y sus características como de los organismos a los que afecta, añadiendo también un estudio de la producción estimada del parque fotovoltaico, los plazos de ejecución y el presupuesto de las instalaciones. En ambos proyectos se incluye, además, un pliego de condiciones y un estudio de seguridad y salud que contienen información de relevancia.

Con toda la información que se detalla en estos proyectos, quedan cubiertos los puntos a tratar en este apartado de documentación normativa, a excepción de los estudios de impacto por razón de género, de impacto por razón de orientación sexual, de impacto en la infancia y la adolescencia y la justificación de cumplimiento sobre accesibilidad universal, ya que no se consideran aplicables a este proyecto.

PROYECTO v2
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
CON CONEXIÓN A RED

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA TOROS DE GUISANDO I

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS
(COMUNIDAD DE MADRID)



Noviembre 2024

ÍNDICE GENERAL

I – MEMORIA

II – ANEXO I: CÁLCULOS

III – ANEXO II: GESTIÓN DE RESIDUOS

IV – ANEXO III: FICHAS TÉCNICAS

V – ANEXO IV: PRODUCCIÓN ESTIMADA

VI – ANEXO V: CÁLCULOS EM, VENTILACIÓN Y RUIDO

VII – ANEXO V: CÁLCULOS PAT

VIII – PLIEGO DE CONDICIONES

IX – PRESUPUESTO

X –ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD X XI – PLANOS

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 1
2. OBJETO Y ALCANCE 1
3. DATOS GENERALES 2
3.1 AUTOR DEL ENCARGO 2
3.2 AUTOR DEL PROYECTO 2
3.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN 2
3.4 CLASIFICACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA 3
3.5 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN 3
3.6 PUNTO DE CONEXIÓN COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA 4
4. DETERMINACIONES SOBRE EL DISEÑO SOLAR 4
5. NORMATIVA 5
6. ORGANISMOS AFECTADOS 8
7. JUSTIFICACIÓN AFECCIONES 8
7.1 AYUNTAMIENTO DE SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS 10
7.1.1. COMPATIBILIDAD DE USO DEL SUELO 10
7.2 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO 10
7.3 DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DE MADRID 10
8. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 11
8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL 11
8.2 GENERADORES FOTOVOLTAICOS 12
8.3 ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 13
8.4 INVERSOR DE CORRIENTE 13
8.5 POWER PLANT CONTROLLER (PPC) 14
8.6 PROTECCIONES ELÉCTRICAS 14
8.6.1. PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA 15
8.6.2. PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA 15
8.6.3. PROTECCIONES PROPIAS DEL INVERSOR 15
8.6.4. PROTECCIONES FRENTE A CONTACTOS DIRECTOS 16
8.6.5. PROTECCIONES FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS 16
8.7 PUESTA A TIERRA 17
8.8 CABLEADO INSTALACIÓN 17
8.8.1. CABLEADO CORRIENTE CONTINUA 17
8.8.2. CABLEADO CORRIENTE ALTERNA BAJA TENSIÓN 18
8.9 OBRA CIVIL 19
8.9.1. VALLADO PERIMETRAL 19
8.9.2. ZANJAS 19
8.9.3. CIMENTACIÓN ESTRUCTURA SOLAR 19
8.10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 19
8.10.1. OBRA CIVIL 19
8.10.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA 21
8.10.3. PUESTA A TIERRA 22
8.10.4. INSTALACIONES SECUNDARIAS 23
8.11 LÍNEA SUBTERRÁNEA INTERNA 15 kV 24
8.11.1. TRAZADO DE LA LÍNEA 24
8.11.2. CATEGORÍA DE LA RED 24
8.11.3. MATERIALES 24

8.11.4. CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA 24
8.11.5. INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS 25
8.11.6. PUESTA A TIERRA 25
8.11.7. PROTECCIONES 25
9. RECEPCIÓN Y PRUEBAS 27
10. PRODUCCIÓN ESTIMADA 28
11. PLAZO DE EJECUCIÓN 1

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El consumo energético en la sociedad actual crece de forma notable cada año, por lo que llegará un momento en que los recursos naturales usados actualmente se agotarán o se verán reducidos en gran medida.

Además, los sistemas de generación energética tradicionales, como son las centrales nucleares y las centrales térmicas de carbón, tienen un impacto negativo sobre el medioambiente. Por todo ello, urge la necesidad de desarrollar proyectos de generación de energía mediante fuentes renovables, en los que la generación se realiza mediante fuentes inagotables y respetuosas con el medio ambiente.

En particular, la generación mediante energía solar fotovoltaica como fuente de generación renovable, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, siendo una de las fuentes más ecológicas debido al bajo impacto ambiental que presenta. Se caracteriza por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO2, NOx y SOx principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso que es una fuente inagotable.

De un tiempo a esta parte los costes de generación de energía mediante instalaciones solares fotovoltaicas se han reducido drásticamente, estando hoy en día al nivel de las energías convencionales, lo que permite desarrollar instalaciones de generación fotovoltaica en sustitución de las convencionales más caras.

Un sistema fotovoltaico con conexión a red es el que inyecta toda la energía que produce en la red general de distribución eléctrica.

Mediante el desarrollo de parques solares se fomenta también la generación distribuida, que hace que dicha generación esté más cerca de los lugares de consumo, lo que reduce las pérdidas energéticas en transporte de las líneas de alta tensión.

Por todo ello, se pretende realizar una instalación fotovoltaica con conexión a red eléctrica, dicha red propiedad de **I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.** La instalación se situará en una parcela categorizada como suelo no urbanizable, en el T.M. de San Martín de Valdeiglesias. La instalación tiene una potencia otorgada en el punto de conexión (POI) de **4.320 kVA**, una potencia nominal de **4.750 kVA** y una potencia pico de **5.540,40 kW_p**. Para controlar que la potencia inyectada nunca supere la potencia otorgada en el POI se instalará un Power Plant Controller (PPC).

2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente proyecto es el de definir las características, tanto técnicas como económicas de la instalación, según los requisitos existentes en la legislación vigente.

El proyecto tiene como alcance el poder definir las características técnicas de la instalación mediante:

- Descripción del emplazamiento.
- Descripción del punto de conexión propuesto.
- Descripción general de los elementos que conformarán la instalación.
- Descripción de los criterios utilizados para el dimensionamiento de la instalación.

3. DATOS GENERALES

3.1 AUTOR DEL ENCARGO

El encargo del presente proyecto ha sido realizado por:

- Peticionario: START RIGHT NOW S.L.
- CIF: B-87904934
- Domicilio social: C/ Carretera del Mediodía nº8 1ºA
  28055 Madrid (Comunidad de Madrid)
- Domicilio para notificaciones: Calle del Polígono Industrial Berroa nº4, pl. 3ª, oficina 311
  31192 Tajonar (Navarra)
- Contacto:
  Susana Lizarraga (email: slizarraga@generya.com - slizarraga@lizheringenieria.com)

3.2 AUTOR DEL PROYECTO

El presente proyecto ha sido realizado por el Ingeniero Susana Lizarraga Zúñiga, colegiado nº 442 por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra.

3.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se detallan las principales características de la instalación:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"	
Potencia en el punto de conexión:	4.320,00 kVA
Potencia nominal instalada en inversores:	4.750,00 kVA
Potencia pico de la instalación:	5.540,40 kW_p
Tensión punto de conexión:	15 kV
Tensión salida inversor:	800 V
Tensión sistema (c.c.):	1.500 V_{cc}
Potencia del módulo fotovoltaico:	540 Wp
Potencia del inversor:	250 kVA
Nº Inversores:	19
Nº Mesas / Inversor:	20

3.4 CLASIFICACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

De acuerdo con la Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631, la instalación estaría clasificada como tipo B, ya que su punto de conexión es inferior a 110 kV y su capacidad máxima es igual o inferior a 5MW; entendiendo capacidad máxima como la máxima potencia activa que puede producir la instalación.

3.5 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La instalación fotovoltaica denominada "Toros de Guisando I" se va a situar en suelo no urbanizable dentro del T.M. de San Martín de Valdeiglesias, en las siguientes parcelas:

TOROS DE GUISANDO I					
Polígono	**Parcela**	**Referencia catastral**	**Localidad**	**Provincia**	**Uso**
19	178	28133A019001780000KZ	San Martín de Valdeiglesias	Madrid	Agrario

La instalación ocupará una superficie de aproximadamente **7,94 Ha**.



Imagen 1 - Situación instalación

3.6 PUNTO DE CONEXIÓN COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA

Previamente a la realización de este proyecto, se ha realizado la petición a la compañía distribuidora del punto de conexión de la instalación, para la cesión de la energía producida por la instalación fotovoltaica.

Las condiciones del punto de conexión establecidas por la compañía son:

- Punto de conexión: ST TOROS DE GUISANDO
- Coordenadas UTM-ETRS89 del punto de conexión: [Huso: 30, X: 377.241,21, Y: 4.467.183,61]
- Tensión nominal (V): 15.000
- Intensidad de cortocircuito trifásica máxima de diseño (A): 12.500
- Intensidad de cortocircuito monofásica máxima de diseño (A): 1.000

Hasta el punto de conexión otorgado, partirá una línea de 15 kV desde el centro de protección y medida a instalar en la planta fotovoltaica, no objetos del presente proyecto.

Las condiciones de suministro establecen **4,32 MW** en el punto de interconexión (POI). En la planta fotovoltaica se instalarán **475 MW** debido a las caídas de tensión en la línea de evacuación y pérdidas de potencia originadas en el transformador, así como para dar cumplimiento con el código de red. Para controlar que la potencia inyectada nunca supere la potencia otorgada en el POI se instalará un Power Plant Controller (PPC) definido en el apartado correspondiente.

La energía será transformada en las condiciones adecuadas para la cesión de esta, especificadas por la compañía distribuidora.

Las condiciones técnico-económicas de las instalaciones de AT que posibilitan dicha conexión en el punto indicado se encuentran detalladas en el correspondiente proyecto de las instalaciones de evacuación. En el presente proyecto únicamente se detallan las instalaciones correspondientes a la producción de energía en baja tensión de la instalación fotovoltaica.

4. DETERMINACIONES SOBRE EL DISEÑO SOLAR

La orografía y condiciones ambientales relativas a la ubicación de la instalación, tales como su grado de insolación y temperatura, hacen que la ubicación provista para la instalación sea adecuada para la producción de energía solar fotovoltaica.

Por otra parte, si merece la pena hacer una breve descripción de los métodos empleados y las soluciones adoptadas en lo que se refiere a la configuración y distribución de los elementos interiores que integran el parque fotovoltaico.

- En primer lugar, la alineación de las unidades fotovoltaicas se ha determinado en función de los lindes que limitan las parcelas, de modo que permite un aprovechamiento óptimo del espacio.
- Para la determinación de la separación de unidades en el interior del parque, tiene fundamental importancia realizar un estudio de sombreado de estas entre sí. Esto consiste en estudiar los recorridos de la sombra proyectada por una de las unidades en el desarrollo diurno y a su vez en las distintas épocas del año, poniendo mayor énfasis en el día más desfavorable del año en que el Sol alcanza menor altura en el horizonte.

5. NORMATIVA

Las instalaciones solares fotovoltaicas y sus componentes estarán diseñados con base en las siguientes leyes, decretos, reglamentos, normas y especificaciones nacionales e internacionales:

• Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

• Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.

• Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

• Reglamento UE 2016/631, de 14 de abril, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.

• Real Decreto 413/2014, de 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

• Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.

• Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

• UNE-HD 60364-7-712:2017 “Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).”

• UNE-EN 62446-1:2017/A1:2019 “Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.”

• UNE-EN 62058-11:2011 “Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Inspección de aceptación. Parte 11: Métodos generales de inspección de aceptación”.

• UNE 21310-3:1990 “Contadores de inducción de energía reactiva (varhorímetros)”.

• Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).

• CEC 503, los módulos estarán aprobados y homologados para cumplir los requerimientos de la Comisión Europea en el Centro de Investigación Comunitaria, demostrando la idoneidad del producto para su uso en las condiciones más adversas y su perfecto funcionamiento en ambientes con humedad hasta el 100% y rangos de Tª entre -40°C y +90°C y con velocidades de viento de hasta 180 km/h.

• TÜV Además de la homologación IEC 1215 los módulos deberán ser aprobados por TÜV para su uso con equipos Clase II aprobando su idoneidad para plantas fotovoltaicas con un voltaje de operación de hasta 1500 Vcc.

• Especificaciones técnicas de la compañía distribuidora.

• Código técnico de la Edificación, documento básico de Seguridad estructural del acero. SE-A.

• Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente NCSE-02.

• Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

• Real Decreto 1955/2000 Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica, así como sus actualizaciones

posteriores.

• Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

• Instrucción 21-01-04 Instrucciones de la Dirección General de Industria, Energía y Minas sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones conectadas a la Red.

• Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

• Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

• Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

• Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.

• Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

• Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

• Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

• Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

• Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

• Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

• Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

• Decreto 40/1998, de 5 de marzo, por el que se establecen Normas Técnicas en Instalaciones Eléctricas para la protección de la avifauna.

• Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

• Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

• Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

• Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

• Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

• 1999/519/CE: Recomendación del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)

- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- UNE-EN 60529:2018. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 62271-200:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN IEC 62271-102:2021. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-105:2013. Aparamenta de alta tensión. Parte 105: Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para tensiones nominales superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-103:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-1:2019. Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.
- MT.2.00.50. Criterios de Identificación y Rotulado de Elementos de Maniobra y/o Protección en Red Aérea.
- MT.2.03.96-II. Fichas Técnicas- Líneas Aéreas de Media Tensión (12/20 kV.).
- MT.2.21.04. Estudio mecánico de los conductores y cables de tierra para líneas aéreas de AT y MAT.
- MT.2.22.01. Instalación de elementos para la protección de la avifauna en líneas aéreas de alta tensión.
- MT.2.23.17. Conjuntos Constructivos. Líneas aéreas de MT hasta 30 kV con conductores desnudos. Armados en líneas de simple circuito.
- MT.2.23.30. Cimentaciones para apoyos de líneas aéreas hasta 66 kV (Con Anexo 1) (Modificación N.º 1 2000-01) (Modificación N.º 2 2000-02) (Modificación N.º 3 2006-05).
- MT.2.23.32. Construcción de líneas aéreas de media, alta y muy alta tensión. Ejecución de accesos y cimentaciones de los apoyos.
- MT.2.23.33. Construcción de líneas aéreas de media, alta y muy alta tensión. Ejecución del montaje de los apoyos.
- MT.2.23.35. Diseño de puestas a tierra en apoyos de LAAT de tensión nominal igual o inferior a 20 kV.
- MT.2.23.40. Cimentaciones en roca de pernos de anclaje para apoyos de líneas aéreas.
- MT.2.23.42. Aislamiento de líneas aéreas de alta tensión. Composición de las cadenas de aisladores.
- MT.2.23.43. Tablas de tendido de conductores desnudos de aluminio-acero galvanizado y cobre, para líneas aéreas de hasta 30 kV.
- MT.2.23.45. Guía para la utilización de apoyos de líneas aéreas en función de la configuración de los armados.
- NI 52.10.01 Apoyos de perfiles metálicos para líneas aéreas hasta 30 kV.
- NI 52.10.10 Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de baja y alta tensión.

- NI 54.63.01 Conductores desnudos de aluminio-acero para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- NI 54.66.01 Conductores desnudos de aleación de aluminio para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- NI 56.41.01 Conductores unipolares con cubierta para líneas aéreas hasta 24 kV.
- NI 74.18.01 Autoseccionadores (Seccionalizadores) para líneas aéreas hasta 36 kV.
- MT.2.31.01 Proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV.
- NI 56.43.01 Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.43.02 Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina (Z1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.80.02 Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.
- MT.2.11.01 Proyecto tipo para centro de transformación prefabricado de superficie.
- MT.2.11.33 Especificaciones Particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal ≤ 30 kV.
- MT.2.13.40 Procedimiento de selección y adaptación del calibre de los fusibles de MT para Centros de Transformación.
- MT.3.51.20 Especificaciones particulares para Sistemas de Telegestión y Automatización de Red. Instalación en nuevos Centros de Transformación.
- MT.2.80.14 Guía para la instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (hasta 132 kV).
- NI 42.71.01 Cuadros modulares y sin envolvente para medida en BT. Instalación interior.
- NI 42.72.00 Instalaciones de enlace. Caja de protección y medida.
- NI 76.50.01 Cajas general de protección (CGP).
- MT.2.03.20 Especificaciones Particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión.

6. ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se detalla una lista de los organismos que se ven afectados por la instalación:

ORGANISMO	AFECCIÓN
AYUNTAMIENTO DE SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS	Parcelas colindantes
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DE MADRID	Carretera M-542
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO	Arroyo de Tórtolas y arroyo del Molinillo

7. JUSTIFICACIÓN AFECCIONES

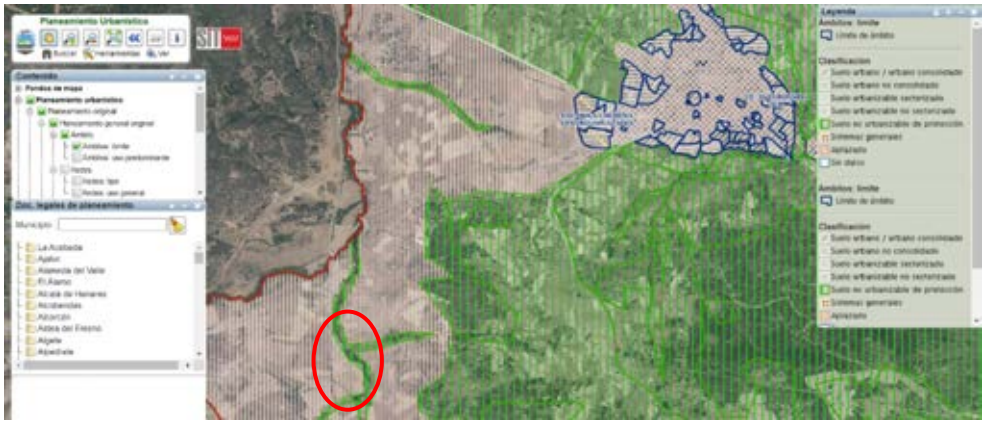
Para la implantación de la planta fotovoltaica se han tenido en cuenta todas las posibles afecciones a los diferentes organismos afectados, así como el Plan General de Ordenación Urbana de San Martín de Valdeiglesias, solicitando previamente informe de compatibilidad urbanística de la actividad, en las

parcelas referenciadas. En el plano de afecciones adjunto a este proyecto se puede comprobar cómo se cumplen en todo momento con las restricciones impuestas por cada uno de ellos.

7.1 AYUNTAMIENTO DE SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS

7.1.1. COMPATIBILIDAD DE USO DEL SUELO

Según el Plan General de Ordenación Urbana de San Martín de Valdeiglesias, la parcela sobre la que se pretende realizar la actuación está clasificada como Suelo Urbanizable No Sectorizado, según el plano mostrado a continuación.



7.2 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

Según el Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico

- Según el Art. 6 la zona de servidumbre se establece con una anchura de 5m y la zona de policía con 100m de anchura, ambas determinadas a partir del dominio público hidráulico.
- Según el Art. 9 para la ejecución de cualquier obra o trabajo en la zona de policía se precisará de autorización administrativa previa del Organismo de cuenca correspondiente.

7.3 DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DE MADRID

Según la Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras

- Según el Art. 29, la zona de dominio público se define con una anchura de 8 metros a cada lado de la vía en autopistas y autovías, y una anchura de 3 metros en carreteras convencionales, multicarril y vías de servicio, medidos horizontalmente desde la arista exterior de la explanación y perpendicularmente a dicha arista.
- Según el Art. 31, la zona de servidumbre se fija con una anchura de 25m en autovías y autopistas y 8m en carreteras convencionales y multicarril desde la zona de dominio público.
- Según el Art. 32, la zona de afección se establece con una anchura de 100m para autovías y autopistas y 50m para carreteras convencionales desde la zona de servidumbre.
- Según el Art. 33, la zona de limitación a la edificabilidad se establece en 50m a autopistas y autovías y en 25m en carreteras convencionales medidos horizontal y perpendicularmente a partir de la arista exterior de la carretera en cuestión.

8. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Una instalación fotovoltaica con conexión a red es aquella que transforma la energía que proviene del sol en energía eléctrica, para posteriormente verterla a la red de distribución eléctrica.

El sistema se basa en la generación de energía eléctrica a partir de la energía obtenida gracias a la radiación solar. De esto se ocuparán los módulos fotovoltaicos, que generarán esta energía en corriente continua.

Para poder verter esta energía a la red eléctrica se ha de adecuar a los parámetros dados por la compañía distribuidora. Es por esto, por lo que se utiliza el inversor de corriente que nos convierte esta energía en corriente alterna.

La energía convertida por los inversores es enviada al transformador de potencia, cuya función es elevar la tensión que nos da el inversor al valor que nos solicita la compañía distribuidora, en este caso 15 kV.

La potencia pico del campo fotovoltaico será de 5.540,40 kWp, obtenida mediante 10.260 módulos solares monocristalinos con tecnología PERC.

La potencia nominal en el punto de interconexión (POI) dada por las condiciones de la compañía distribuidora es de 4.320,00 kW. Sin embargo, la potencia instalada de la planta será de 4.750,00 kW, la cual se obtiene con la instalación de 19 inversores de 250 kW cada uno, debido a las caídas de tensión en la línea de evacuación y pérdidas de potencia originadas en el transformador, así como para dar cumplimiento con el código de red. Para controlar que la potencia inyectada nunca supere la potencia otorgada en el POI se instalará un Power Plant Controller (PPC) definido en el apartado correspondiente.

La configuración de la instalación fotovoltaica es la que podemos ver a continuación:

Configuración instalación	
Tensión punto de conexión:	15 kV
Tensión salida inversor:	800 V
Tensión sistema (c.c.):	1.500 V_{cc}
Módulos/Mesa:	27 ud.
Potencia del módulo fotovoltaico:	540 Wp
Potencia del inversor:	250 kW
Nº Inversores:	19
Nº Mesas / Inversor:	20

8.2 GENERADORES FOTOVOLTAICOS

El grupo generador fotovoltaico está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos, encargados de captar la luz del sol y transformarla en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiación solar recibida.

El módulo fotovoltaico utilizado será TRUNSUN (TSHM-144HV 540W) de 540 Wp, o similar. El módulo cumple con todas las especificaciones de calidad requeridas, y tiene una eficiencia de 20,89%.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, acreditándolo mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Además, cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2014/35/UE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnéticas (2014/30/UE).

Dentro de cada módulo, para cada fila de 24 células, está instalado un diodo by-pass para evitar el efecto “hot Spot” (punto caliente). De esta forma se evitan las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreamientos parciales.

Las células están encapsuladas entre vidrio templado de alta transmisión y bajo contenido de hierro, una lámina de material TPT y dos láminas de EVA para prevenir el ingreso de humedad dentro del módulo.

El marco es resistente de aluminio anodinado que proporciona alta resistencia al viento y un acceso fácil para el montaje.

Las características técnicas de cada uno de los módulos con los que se ha diseñado la instalación son:

Características físicas:

- Anchura (mm): 2.279 mm
- Altura (mm): 1.134 mm
- Espesor (mm): 35 mm
- Peso (kg): 28,6 kg
- Tamaño de las células: 182 x 91 mm
- Número de células: 144 (6 x 12 + 6 x 12)
- Diodos de protección: 3 by-pass
- Temperatura uso y alm.: -40 °C / +85 °C

Características eléctricas:

- Potencia máxima (Wp): 540 +3%
- Voltaje a potencia máxima (V): 41,61
- Voltaje máximo del sistema (V): 1.500
- Corriente a potencia máxima (A): 12,98
- Voltaje de circuito abierto (V): 49,46
- Corriente de cortocircuito (A): 13,86

Los módulos instalados tendrán unos valores eléctricos reales con respecto a sus condiciones estándar comprendidas entre un margen del +3% a los referidos en la ficha técnica de catálogo. Cualquier otro módulo deberá ser rechazado.

Así mismo, serán rechazados los que presenten defectos de fabricación como roturas o manchas o defectos en las células solares.

8.3 ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos se colocan sobre una estructura metálica fija hincada en el suelo de la parcela. Los módulos se colocarán con una orientación sur y una inclinación de 30º.

Se instalarán 378 estructuras, con 27 módulos cada una, colocándolos horizontalmente en 3 filas y 9 columnas.

Los datos técnicos de la estructura son los siguientes:

- Configuración estándar: 9 módulos por fila y 3 filas por mesa
- Estructura fija: Biposte
- Disposición módulos: Horizontal (3H)
- Máxima pendiente N-S: sin limitación
- Máxima pendiente E-O: hasta 20º de pendiente
- Adaptable a condiciones ambientales extremas

La estructura se realiza con perfiles de acero de alta resistencia S280GD-S350GD Z200-Z275.

8.4 INVERSOR DE CORRIENTE

La corriente generada en los módulos fotovoltaicos es corriente continua, y tendrá que ser convertida a corriente alterna con las mismas características que la red de distribución de electricidad, para poder ser cedida a ella. Esto se consigue a través de los inversores de corriente.

En la instalación fotovoltaica se dispone de un total de 19 inversores modelo SUNGROW SG250HX de 250 kW de potencia, o similar; para obtener la potencia nominal de la instalación de 4,75 MW.

El inversor cumplirá con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2014/35/UE), así como las directivas comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2014/30/UE).



Características físicas:

- Anchura (mm): 1.051 mm
- Altura (mm): 660 mm
- Profundidad (mm): 363 mm
- Peso (kg): 95 kg
- Grado protección: IP66
- Temperatura uso y alm.: -30 °C / +60 °C

Características eléctricas:

- Voltaje máximo entrada (V): 1.500
- Tensión mínima/Arranque (V): 600
- Nº MPPT: 12
- Nº Conexiones entrada por MPPT: 2
- Máx. Corriente entrada PV: 26 A * 12
- Máx. Corriente por conector de entrada (A): 30
- Máx. Corriente cortocircuito CC (A): 50 A * 12

8.5 POWER PLANT CONTROLLER (PPC)

Se instalará un Power Plant Controller (PPC) en la planta, que funciona independientemente de la monitorización y control de las instalaciones, de modo que se pueda regular en planta la potencia inyectada a la red, estipulada en las condiciones de conexión. En este caso, la potencia total de los inversores es de **4,75 MW**, sin embargo con este controlador quedará limitada a **4,32 MW**.

Se adjunta anexo con la ficha técnica del PPC para comprobar sus características de manera que, aunque la potencia total instalada supera la capacidad de acceso otorgada en el permiso de acceso, este dispositivo impide que la potencia activa que esta pueda inyectar a la red supere dicha capacidad de acceso.

8.6 PROTECCIONES ELÉCTRICAS

La instalación deberá contar con un sistema de protecciones adecuado, para que la unión entre la instalación fotovoltaica y la red de distribución se realice en condiciones adecuadas de seguridad, tanto para las personas como para los elementos que integran la red.

Se deberá cumplir lo especificado en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, así como la modificación de los límites de las protecciones de tensión y frecuencia especificados en el RD 413/2014.

La instalación contará con todas las protecciones de líneas e interconexión preceptivas según el reglamento de baja tensión y de acuerdo también con las normas de la compañía distribuidora.

En cumplimento del REBT, cada circuito dispondrá de las protecciones eléctricas de sobreintensidades, protecciones contra contactos directos, puesta a tierra de la instalación y protección contra contactos indirectos, asimismo se instalará un sistema de protección contra sobretensiones, tanto en la parte de corriente continua, como en la parte de alterna.

8.6.1. PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA

El material eléctrico de corriente continua debe considerarse bajo tensión, tanto cuando el lado de la corriente alterna esté desconectado de la red, como cuando el inversor está desconectado del lado de la corriente continua.

El material eléctrico, como por ejemplo módulos fotovoltaicos, sistema de canalización, cableado, etc. utilizados en el lado de la corriente continua (hasta los medios de conexión en corriente continua del inversor fotovoltaico) debe ser de aislamiento de clase II o equivalente.

En un grupo fotovoltaico con N_s cadenas en paralelo (más de dos cadenas), deben instalarse dispositivos de protección para proteger cada cadena fotovoltaica cumpliendo la siguiente condición:

$$1{,}35 \cdot I_{MOD_MAX_OCPR} < (N_s\text{-}1) \cdot I_{SC,MAX}$$

Siendo:

$I_{MOD_MAX_OCPR}$: máxima corriente inversa que soporta el módulo fotovoltaico

N_s: número de cadenas en paralelo

$I_{SC,MAX}$: máxima corriente de cortocircuito de la cadena

En un grupo fotovoltaico con una o dos cadenas fotovoltaicas en paralelo, no se requiere un dispositivo protector de sobre intensidad.

Como el inversor tiene varios sistemas independientes de seguimiento del punto de funcionamiento a potencia máxima y la corriente inversa no puede circular de una a otra debido al diseño del inversor, N_s es el número de cadenas conectadas a una entrada individual en corriente continua.

Todas las cadenas conectadas en paralelo deben tener la misma tensión nominal, es decir, que cada cadena tiene el mismo número de módulos equivalentes conectados en serie.

Cuando se requieren dispositivos de protección en el lado de corriente continua, ambas polaridades deben protegerse independientemente de la configuración de la instalación.

8.6.2. PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA

Cuando se define la corriente nominal del dispositivo de protección contra las sobreintensidades del cable de alimentación en corriente alterna, debe tenerse en cuenta la corriente de diseño del inversor.

La corriente de diseño del inversor es la corriente alterna máxima indicada por el fabricante del inversor, o en su defecto, 1,1 veces su corriente nominal alterna.

El cable de alimentación fotovoltaico en corriente alterna, proveniente de los inversores, se protegerá de los efectos de cortocircuito por un dispositivo de protección contra las sobreintensidades instalado en la conexión al cuadro de baja tensión ubicado en el centro de transformación de la instalación (no objeto del presente proyecto).

8.6.3. PROTECCIONES PROPIAS DEL INVERSOR

Los inversores cuentan con protección contra sobretensiones tipo II y seccionador de corte en carga, en su lado de corriente continua, y protección contra sobretensiones tipo II también en su lado de alterna.

El inversor incorpora un sistema que cumple con la función de transformador de aislamiento galvánico, de manera que se garantice la separación física entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica, según se exige en la Norma UNE 60742.

En el caso de que la red de distribución a la que se conecta la instalación fotovoltaica se desconecte por cualquier motivo, el inversor no mantendrá la tensión en la línea de distribución.

Se garantiza el no funcionamiento de la instalación en isla, gracias al interruptor automático de interconexión del inversor, que desconecta la instalación fotovoltaica de la red cuando las condiciones de tensión y/o frecuencia no están dentro del rango de valores admisible.

Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia, formado por el relé de frecuencia que estará calibrado entre los valores máximo de 51 Hz y mínimo de 48 Hz, con una temporización máxima de 0,5seg y de 3seg respectivamente. Esta protección vendrá incorporada en los inversores de corriente y las maniobras automáticas de desconexión-conexión son realizadas por este. En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

Protección para la interconexión de máxima y mínima tensión, formado por el relé de tensión que estará calibrado entre los valores máximo de 1,15 Um y mínimo de 0,85 Um, y cuyo tiempo de actuación será inferior a 1,5seg para la sobretensión-fase 1 y la tensión mínima, y 0,2seg para la sobretensión–fase2, tal como se indica en la tabla siguiente. Esta protección estará incorporada en los inversores de corriente, y las maniobras automáticas de desconexión-conexión son realizadas por este.

8.6.4. PROTECCIONES FRENTE A CONTACTOS DIRECTOS

La instalación se ejecuta en su totalidad con elementos de doble aislamiento o Clase II, separándose las partes accesibles de la instalación de sus partes activas mediante un doble aislamiento o aislamiento reforzado.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Las barreras o envolventes deben de fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Los protectores deben impedir los contactos no intencionados con las partes activas en el caso de intervenciones en equipo bajo tensión durante el servicio.

8.6.5. PROTECCIONES FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto.

La tensión límite para instalaciones a la intemperie es de 24 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales.

8.7 PUESTA A TIERRA

Se unirán al sistema de tierra las partes metálicas de las estructuras, así como las carcasas de los inversores y todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación.

Se tenderá un hilo de cobre desnudo de 35mm^2 aprovechando las zanjas a ejecutar.

Los electrodos estarán formados por picas de cobre o acero cobrizado de 14,2 mm de diámetro mínimo, longitud de 2m, enterradas a una profundidad mínima de 0,5m y con una separación entre ellas superior a su longitud.

Se instalará una arqueta de verificación de tierras, con tapa de registro, situada según se detalla en planos.

Durante la dirección de obra, se podrá pedir al instalador realizar los ensayos necesarios para comprobar la resistividad del terreno y la resistencia de las tomas de tierra.

La continuidad de todas las conexiones a tierra deberá ser comprobada antes de la puesta en servicio de la instalación y en las revisiones periódicas.

8.8 CABLEADO INSTALACIÓN

8.8.1. CABLEADO CORRIENTE CONTINUA

La conexión entre los módulos se realizará con terminales multicontacto (MC-4) que facilitan la instalación y además aseguran el aislamiento.

A partir del módulo, los positivos y negativos de cada grupo se conducirán por separado y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Serán del tipo H1Z2Z2-K, conductor de cobre estañado flexible, de 1,5/1,8 kV_{cc}, adecuado para instalaciones solares fotovoltaicas al exterior, doble aislamiento (clase II), aislamiento de HEPR termoestable, libre de halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humo y gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos. Apto para instalación directamente enterrada y resistente a la intemperie. Temperatura máxima del cable de 120 ºC. Fabricado según la norma UNE 21-123 y que presenta prestaciones elevadas frente a sobrecargas y cortocircuitos.

La sección del conductor será la adecuada para asegurar caídas de tensión menores del 1,5%, asegurando así el cumplimiento de la normativa vigente.

Para el cálculo de la sección del cable en continua se empleará la expresión:

$$v = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{S}$$

De donde:

v: caída de tensión.

ρ : resistividad del material conductor.

L: longitud del cable.

I: corriente que circula por el conductor

S: sección del conductor.

La cubierta de los conductores de corriente continua será goma libre de halógenos, de color:

- Rojo, polo positivo.
- Negro, polo negativo.

Los tendidos deberán tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito de personas.

8.8.2. CABLEADO CORRIENTE ALTERNA BAJA TENSIÓN

El cable utilizado para la corriente alterna en baja tensión será de conductor flexible de aluminio y, en ternas unipolares con aislamiento de XLPE y recubrimiento de XLPE, para los cables que van desde los inversores al cuadro de protección de baja tensión. Estarán fabricados de acuerdo con la norma UNE 21-123 y presentará unas prestaciones elevadas frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Serán de tipo XZ1 (S) AL, apto para instalaciones interiores, exteriores y enterrado. Libre de halógenos y no propagador de incendio. Tensión 0,6/1 kV y temperatura máxima del conductor 90ºC.

Tendrán una sección adecuada para asegurar caídas de tensión inferiores al 1,5%, incluidas las posibles pérdidas por terminales intermedios y los límites de calentamiento recomendados por el fabricante de los conductores, según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Para el cálculo de la sección del cable en alterna se emplea la expresión:

$$v = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{S}$$

De donde:

V= caída de tensión.

ρ= resistividad del material conductor.

L= longitud del cable.

I= corriente que circula por el conductor por cadena de paneles

cos φ = coseno de fi.

S= sección del conductor.

La distribución en alterna se realiza mediante tres conductores, marcados en sus extremos por los colores:

- Marrón, Negro o Gris, como conductores de fase.

Los tendidos deberán tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito de personas.

8.9 OBRA CIVIL

8.9.1. VALLADO PERIMETRAL

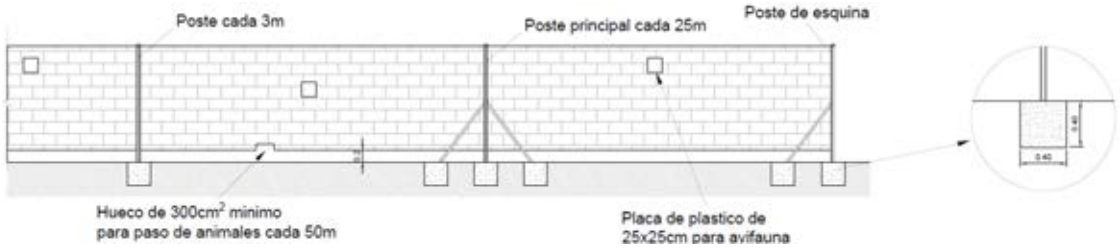
La instalación en su conjunto quedará limitada mediante vallado perimetral de dos metros de altura y malla cinegética, cuya función, además de delimitar la instalación será la de protegerla frente al robo. Estará fabricado mediante tubos de acero galvanizado en caliente anclados al terreno mediante dados de hormigón de 40x40x40 cm. La malla estará sujeta a los postes con alambres, tensores y abrazaderas.

Dispondrá de puerta de entrada de vehículos y mantenimiento, compuesta por dos hojas de 3m cada una.

La distancia entre los postes será de 5-6 metros con refuerzos cada 25 metros y en los cambios de orientación.

El vallado perimetral será permeable a la fauna, dejando un espacio libre desde el suelo de 20cm, así como un hueco de 30x30cm cada 50m de vallado.

Para hacerlo visible a la avifauna, se instalarán placas metálicas o de plástico de 25x25cm. Estas placas se sujetarán a cerramiento en dos puntos con alambre liso acerado para evitar su desplazamiento, colocándose al menos una placa por vano entre postes y situadas en la parte superior del cerramiento.



8.9.2. ZANJAS

El cableado irá directamente enterrado. Las dimensiones de dichas zanjas varían en función del número de cables que contenga, tal y como se puede observar en el plano de detalles de zanjas.

8.9.3. CIMENTACIÓN ESTRUCTURA SOLAR

Los postes de la estructura irán anclados al terreno por medio de hincas, siempre y cuando el terreno no sea demasiado duro y haya que definir una solución más específica por zonas.

8.10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se instalará un centro de transformación. Dicho edificio será prefabricado de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica. La acometida al mismo será subterránea y la energía tendrá una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 HZ. Desde este edificio partirá una línea de alta tensión hasta el centro de seccionamiento y medida, a instalar en la misma parcela.

8.10.1. OBRA CIVIL

8.10.1.1. LOCAL

El centro estará ubicado en una caseta o envolvente independiente, destinada únicamente a esta finalidad. En ella se instalará toda la aparamenta y demás equipos eléctricos.

Para el diseño del centro se han observado las normativas vigentes, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

8.10.1.2. EDIFICIO

El edificio prefabricado de hormigón está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanqueidad quedará garantizada por el empleo de juntas de gomas esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 300 kg/cm2. La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.
Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.
Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.
En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada del cableado.

8.10.1.3. CIMENTACIÓN

Para la ubicación del centro prefabricado se realizará una excavación, con dimensiones según planos adjuntos, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm2.

8.10.1.4. SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cableado, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador se disponen dos perfiles en forma de “U”, que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cableados eléctricos y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformación y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de “V” invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

El centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonores superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas.

8.10.1.5. CUBIERTA

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre esta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

8.10.1.6. PINTURAS

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

8.10.1.7. VARIOS

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m^2.
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m^2 (144 km/h).
- Sobrecarga de nieve: 400 kg/m^2.

8.10.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8.10.2.1. CALIDAD DE LA RED

La red de la cual que acomete en el centro es de tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 324,38 MVA según datos proporcionados por la compañía distribuidora.

8.10.2.2. APARAMENTA A.T.

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos de mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.
El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.
Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparamenta del centro.
Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo

se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de estos.
Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

Un ≤ 20 kV:

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 145 kV

El transformador es trifásico reductor de tensión, con refrigeración natural en aceite, una potencia de 5.000 kVA y una relación de tensión 15/0,8 kV. Se dispone de una rejilla metálica para defensa del transformador.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de 10 (D+d), siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

8.10.2.3. APARAMENTA B.T.

El cuadro de baja tensión posee en su zona superior un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar que evita la entrada de agua al interior. Dentro de este compartimento existen 4 pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador. Más abajo existe un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

La conexión entre el transformador y el cuadro B.T. se permite realizar mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura. Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables. El circuito se realizará con cables de 240 mm2.

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas de alta tensión.

8.10.3. PUESTA A TIERRA

8.10.3.1. TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

8.10.3.2. TIERRA DE SERVICIO

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra de servicio se realizará con cable de 50 mm2 de cobre aislado 0,6/1 kV.

8.10.4. INSTALACIONES SECUNDARIAS

8.10.4.1. ALUMBRADO

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos de este. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

8.10.4.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se incluirá un extintor eficacia 89B. La resistencia al fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de reacción al fuego de materiales de suelos, paredes y techos será A1 según la clasificación europea de los productos para la construcción.

8.10.4.3. VENTILACIÓN

La ventilación del centro se realizará de modo natural mediante rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

8.10.4.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Solo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF6, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantallados, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de alta tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al centro estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso, y si las hubiera, las pantallas de protección llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del centro se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el centro y en un lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Para realizar maniobras en alta tensión, el centro dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

8.11 LÍNEA SUBTERRÁNEA INTERNA 15 kV

8.11.1. TRAZADO DE LA LÍNEA

La línea interconectará el centro de transformación con el centro de seccionamiento y medida, ambos ubicados en la misma parcela.

La longitud de la línea es de 308,43 m y tiene un nivel de tensión de 15 kV. Su recorrido afecta sólo a la parcela donde se emplazará la instalación fotovoltaica.

8.11.2. CATEGORÍA DE LA RED

La red tiene las siguientes características:

- Clase de corriente Alterna-trifásica
- Tensión nominal 15.000 Voltios
- Tensión más elevada 17.500 Voltios
- Frecuencia 50 Hz

8.11.3. MATERIALES

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435, UNE-EN 60071-1 y UNE-EN 60071-2. La tensión más elevada del material (Um) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde dicho material será instalado (Us). La tensión asignada del cable U_0/U se elegirá en función de la tensión nominal de la red (Un), o tensión más elevada de la red (Us), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra.
Con todo esto, el nivel de aislamiento de los cables a emplear será 12/20 (24) kV.

8.11.4. CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación. Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación. Podrán ser unipolares o tripolares.

Los cables utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los accesorios deberán ser asimismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de

vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termoretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

8.11.5. INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que puedan soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.
Los cables podrán instalarse en las formas que se indican a continuación:

- Directamente enterrados: La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos.
- En canalización entubada. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Se evitará en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.
- En galerías. Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.
- En atarjeas o canales revisables. Son canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared. Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones y otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a persona o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

8.11.6. PUESTA A TIERRA

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de estas estarán también puestas a tierra.

8.11.7. PROTECCIONES

PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de c.c. o sobrecarga sea la menor posible.

La protección contra c.c. por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. no exceda de la máxima admisible asignada en c.c.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 y ITC-RAT 13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2, UNE-EN 60099-1 y UNE-EN 60099-4.

9. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento donde conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y de mantenimiento.

Antes de la puesta en servicio, los elementos principales deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de los que existirá el certificado de calidad.

Una vez realizado el montaje de la instalación fotovoltaica se procederá a la puesta en marcha verificando un correcto funcionamiento. Para ello se seguirán los siguientes pasos:

- Primeramente, verificar que el equipo de interconexión está desconectado, así como los fusibles seccionadores a la entrada de los inversores.
- Comprobar la resistencia de aislamiento de los inversores, entre la parte de continua y la parte de alterna, y también en los relés de interconexión.
- Se verificará el voltaje de strings en V_{OC}, de manera que se pueda verificar que cumple las especificaciones de proyecto, y que se encuentra dentro del rango de voltaje admisible de los inversores.
- Seguidamente se comprobará el voltaje de entrada en los inversores, sin manipular aún los fusibles seccionadores. Se verificará que las lecturas obtenidas quedan encuadradas en el rango de tensiones de entrada establecidas por el fabricante.
- Si las lecturas son correctas se procederá a cerrar los seccionadores, alimentando así a los inversores.
- Se comprobarán los valores de tensión e intensidad obtenidos a la salida de los inversores, así como la lectura de armónicos para corroborar que la Tasa de Distorsión Armónica (THD) es inferior al valor que indica el fabricante.
- Se medirá la tensión en los bornes de llegada al cuadro de interconexión, comprobando que la caída de tensión en la línea no ha sido superior al 1 %.
- Es en este momento cuando se procederá a avisar a la Empresa Distribuidora para efectuar la interconexión de la instalación, esperando respuesta.
- Recibida la contestación se conectarán los relés de interconexión, ajustando los niveles de medida de los diferentes parámetros, verificando que funcionan correctamente y que no producen ningún disparo.
- A continuación, se conectarán el interruptor diferencial e interruptor magnetotérmico general, comprobando que el sistema responde adecuadamente, y que no sufre ningún disparo. En caso de disparo se habrá de ajustar los parámetros de los relés de control.
- Una vez todo quede dispuesto correctamente se hará saltar la protección diferencial comprobando su correcto funcionamiento.
- Y finalmente, rearmando el sistema se verificará que el contador de energía eléctrica efectúa la correspondiente medición de energía inyectada a la red.

10. PRODUCCIÓN ESTIMADA

A continuación, se realiza una estimación de la producción energética del parque solar, que será función de la ubicación y situación de la instalación, además del tamaño de la unidad.

La expresión para el cálculo de la producción energética es la siguiente:

$$E = K1\ K2 \sum P\ (H.S.P.)m\ dm$$

Siendo:

K1, un parámetro que tiene en cuenta el rendimiento global de la instalación. Atendiendo a una serie de factores el valor de K1 para esta instalación es de 0,76.

K2, es un parámetro que tiene en cuenta la orientación de los paneles, es decir, la desviación que tiene respecto a norte-sur. El valor de esta constante para la instalación es de 0,885, ya que la instalación tiene un ángulo de inclinación de 30º.

P, es la potencia pico total instalada en un generador solar fotovoltaico. Se corresponde con 5.540,40 kWp.

(H.S.P.)m Hm; que se corresponde con las horas de sol pico en cada mes sobre la superficie inclinada.

La producción estimada para un sistema con seguidor solar de 5.540,40 kWp de potencia en la ubicación seleccionada es:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
E_m	528,0	567,6	738,7	791,5	877,3	887,7	971,9	942,7	809,1	672,7	515,4	519,2
H_m	113,9	123,7	164,7	181,7	206,3	215,5	240,1	231,6	193,0	154,6	113,2	112,1
SD_m	127,6	98,5	101,2	71,5	66,0	36,3	26,4	23,1	41,3	76,5	86,9	72,6

Siendo:

E_m: Media mensual de producción eléctrica en MWh.

H_m: Irradiación global por metro cuadrado recibida por la instalación (kWh/m^2).

SD_m: Derivación de la producción de electricidad año a año (MWh).

11. PLAZO DE EJECUCIÓN

PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN DE PFV TOROS DE GUISANDO I

ACTIVIDAD	Duración	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15
1 EJECUCIÓN DE LA OBRA PFV TOROS DE GUISANDO I	105 días															
1.1 OBRA CIVIL PFV QUINTO I	30 días															
1.1.1 Trabajos Previos	11 días															
1.1.2 Obra Civil: Caminos y Accesos	10 días															
1.1.3 Obra Civil: Zanjas	16 días															
1.1.4 Remates Obras Civil y Restauración	5 días															
1.2 MONTAJE PFV QUINTO I	85 días															
1.2.1 Montaje: Instalación Mecánica	24 días															
1.2.2 Montaje: Instalación Eléctrica	37 días															
1.2.3 Instalación Sistema de Seguridad	10 días															
1.2.4 Sistema Monitorización y Estación Meteorológica	11 días															
1.2.5 Ajuste Vallado Metálico	11 días															
1.3 LINEA ELÉCTRICA 15 kV	56 días															
1.3.1 Obra Civil Acondicionamiento Terreno	9 días															
1.3.2 Cimentación	13 días															
1.3.3 Instalación de apoyos	46 días															
1.3.4 Montaje aparellaje	25 días															
1.3.5 Montaje Sistemas	17 días															
1.3.6 Puesta en Marcha	3 días															
1.4 PUESTA EN MARCHA	5 días															

Página 1

Pamplona, noviembre 2024

Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ANEXO I:
CÁLCULOS

INDICE CÁLCULOS

1. CÁLCULOS INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN 1
   1.1 OBJETO 1
   1.2 NÚMERO MÁXIMO DE MÓDULOS POR STRING 1
   1.3 CIRCUITOS DE STRINGS 1
   1.4 CIRCUITOS DE INVERSORES 1
   1.5 MÉTODO DE CÁLCULO 2
      1.5.1. CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 2
      1.5.2. CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN 3
   1.6 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CABLEADO DE BAJA TENSIÓN 4
   1.7 PROTECCIONES BT 4
      1.7.1. CIRCUITOS DE STRINGS 4
      1.7.2. CIRCUITOS DE LÍNEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR 5
   1.8 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN 5
      1.8.1. RED DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE 5
      1.8.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TOMA DE TIERRA 5
2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA INTERNA 15 KV 9
   2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 9
   2.2 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR 9
   2.3 REACTANCIA DEL CABLE 10
   2.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EN SERVICIO PERMANENTE 11
      2.4.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DEL CONDUCTOR 12
      2.4.2. FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA TEMPERATURA DEL TERRENO 12
      2.4.3. FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO 13
      2.4.4. FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA AGRUPACIÓN DE CIRCUITOS 14
      2.4.5. FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN 14
      2.4.6. RESULTADO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE 15
   2.5 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO 15
   2.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS 16
   2.7 PÉRDIDA DE POTENCIA 17
   2.8 CAÍDA DE TENSIÓN 18
   2.9 PROTECCIONES 18
      2.9.1. PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES 18
      2.9.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES 19
3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 19
   3.1 PUENTES DE MEDIA TENSIÓN 19
   3.2 PUENTES DE BAJA TENSIÓN 19
   3.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO 20
4. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA DEL CT Y LA LÍNEA INTERNA 21
   4.1 INTRODUCCIÓN 21
   4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN 21
      4.2.1. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN 21
      4.2.2. PUESTA A TIERRA DE SERVICIO 21
      4.2.3. SISTEMA ÚNICO PARA LAS PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO 21
   4.3 DATOS INICIALES 21
   4.4 RESISTIVIDAD DEL TERRENO 22
   4.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN 24
      4.5.1. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA 24
      4.5.2. NEUTRO AISLADO 24

4.5.3. NEUTRO A TIERRA 25
4.5.4. RESISTENCIA MÁXIMA DE LA PUESTA A TIERRA DE MASAS DEL CT 25
4.5.5. SELECCIÓN DEL ELECTRODO 25
4.5.6. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO 27
4.5.7. TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO 29
4.5.8. VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES 30
4.5.9. COMPROBACIÓN DE QUE CON EL ELECTRODO SELECCIONADO SE SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS 32
4.5.10. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO 32
4.5.11. SEPARACIÓN ENTRE LOS SITEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO 33
4.5.12. HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA 33
5. TABLAS DE CÁLCULO 43

1. CÁLCULOS INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

1.1 OBJETO

El objeto del presente apartado es el de definir las condiciones y criterios para el cálculo del cableado de baja tensión requeridos para el presente proyecto. Se dimensionará el cableado para bien de cumplir con las normativas vigentes. Además, se definirán las protecciones necesarias.

1.2 NÚMERO MÁXIMO DE MÓDULOS POR STRING

El número máximo de módulos conectados en serie viene limitado por la tensión máxima en circuito abierto de entrada al inversor.

$$N = \frac{V_{max,inv}}{V_{oc}}$$

Donde $V_{ocmáx}$ se calcula como la tensión de la celda para la temperatura mínima de diseño (-10 ºC). Por lo tanto, aplicando la siguiente fórmula obtenemos una tensión máxima en circuito abierto de:

$$V_{oc,max} = V_{oc} \cdot \left(1 + \left(\frac{CoefV_{oc}}{100}\right) \cdot (T_{cel} - 25)\right) = 49{,}46 \cdot \left(1 + \left(-\frac{0{,}29}{100}\right) \cdot (-10 - 25)\right) = 54{,}48\ V$$

Una vez conocido este valor ya somos capaces de determinar el máximo número de módulos por string:

$$N = \frac{V_{max,inv}}{V_{oc,max}} = \frac{1500\ [V]}{54{,}48\ [V/ud]} = 27{,}53 \rightarrow 27\ módulos$$

1.3 CIRCUITOS DE STRINGS

Los circuitos de strings son los encargados de la formación de las series de módulos hasta la acometida al inversor. Cada uno de los strings estará compuesto por un total de 27 módulos fotovoltaicos conectados en serie. Los módulos fotovoltaicos por instalar serán el modelo TRUNSUN TSHM540-144HV de 540 Wp, o similar.

Las características eléctricas de los strings en condiciones estándar de medida (STC) son:

- Número de módulos por string: 27 uds.
- Potencia pico del string, Pp: 14.580 Wp
- Intensidad a máxima potencia, Imp: 12,98 A
- Intensidad de cortocircuito, Isc: 13,86 A
- Tensión a máxima potencia, Vmp: 1.123,47 V
- Tensión a circuito abierto, Voc: 1.335,42 V

1.4 CIRCUITOS DE INVERSORES

Los circuitos de strings entran en los inversores, los cuales transforman la energía a corriente alterna y de estos partirá un circuito hacia el cuadro de protección BT, e irá directamente enterrado. Las características eléctricas de dichos circuitos son las que se muestran a continuación:

- Potencia máxima del inversor: 250 kVA
- Voltaje nominal CA: 800 V
- Rango voltaje CA: 680 – 880 V
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Conexión de fases: 3
- Máxima corriente de salida CA: 180,5 A

1.5 MÉTODO DE CÁLCULO

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de dos criterios diferentes:

- Intensidad admisible.
- Máxima caída de tensión.

Para la comprobación por cada uno de estos criterios será necesario establecer previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

1.5.1. CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad para la que será calculada cada uno de los circuitos se establecerá a partir de la potencia que deba transportar cada una de ellas, la tensión nominal y el factor de potencia, por aplicación de las siguientes expresiones, en función del tipo de corriente del circuito:

- Corriente continua:

$$I = \frac{P}{V}$$

Siendo:

V = Tensión (V)

P = Potencia (W)

I = Intensidad de corriente (A)

- Corriente alterna monofásica:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Siendo:

V = Tensión (V)

P = Potencia (W)

I = Intensidad de corriente (A)

$\cos\varphi$ = Factor de potencia

- Corriente alterna trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

Siendo:

V = Tensión de línea (V)

P = Potencia (W)

I = Intensidad de corriente (A)

$\cos\varphi$ = Factor de potencia

Se aplica para el cálculo por calentamiento lo expuesto en la norma **UNE 20460-5-523:2004**, equivalente a IEC-60364. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene marcada por las tablas **52-C1** a **52-C12**. En función del método de instalación adoptado de la tabla **52-B2**, determinaremos el método de referencia según **52-B1**, que en función del tipo de cable nos indicará la tabla de intensidades máximas que hemos de utilizar.

La intensidad máxima admisible del cable se ve afectada por una serie de factores, como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc. que generalmente reducen su valor. Hallaremos el factor por temperatura ambiente a partir de las tablas **52-D1** y **52-D2**. El factor por agrupamiento, de las tablas **52-E1**, **52-E2**, **52-E3 A** y **52-E3 B**. Si el cable está expuesto al Sol, o bien, se trata de un cable con aislamiento mineral, desnudo y accesible, aplicaremos directamente un **0,9**.

Para el cálculo de la sección, dividiremos la intensidad de cálculo por el producto de todos los factores correctores, y buscaremos en la tabla la sección correspondiente para el valor resultante. Para determinar la intensidad máxima admisible del cable, buscaremos en la misma tabla la intensidad para la sección adoptada, y la multiplicaremos por el producto de los factores correctores.

1.5.2. CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN

Para el cálculo de la caída de tensión en los circuitos del parque fotovoltaico se emplearán las siguientes expresiones, en función del tipo de corriente:

- Corriente continua:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot S \cdot V}$$

Siendo:

e = Caída de tensión (V)

V = Tensión (V)

S = Sección del cable (mm^2)

L = Longitud del tramo (m)

P = Potencia (W)

K = Conductividad (S/m)

- Corriente alterna monofásica:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot S \cdot V}$$

Siendo:

e = Caída de tensión (V)

V = Tensión (V)

S = Sección del cable (mm^2)

L = Longitud del tramo (m)

P = Potencia (W)

K = Conductividad (S/m)

- Corriente alterna trifásica:

$$e = \frac{P \cdot L}{K \cdot S \cdot V}$$

Siendo:

e = Caída de tensión (V)

V = Tensión de línea (V)

S = Sección del cable (mm^2)

L = Longitud del tramo (m)

P = Potencia (W)

K = Conductividad (S/m)

Se diseñarán los conductores para que la caída de tensión sea menor del 1,5%. Además, todos los cables utilizados en la instalación de baja tensión tendrán un nivel de aislamiento de 0,6/1 kVac – 1,5/1,5 kVcc.

1.6 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CABLEADO DE BAJA TENSIÓN

En el apartado X, se incluyen las tablas donde se muestra el cálculo de los cables de Baja Tensión.

El conductor empleado en los circuitos de strings será el siguiente:

- Sección: 6 mm^2
- Tipo de cable: H1Z2Z2-K
- Material conductor: Cobre estañado
- Aislamiento: Goma libre de halógenos
- Nivel de tensión: 1,5 kVcc
- Intensidad máxima (Aéreo/Enterrado): 63 A / 58 A

Los conductores empleados desde la salida de los inversores hasta el cuadro general de baja tensión serán:

- Sección: 240 / 300 mm^2
- Tipo de cable: XZ1 (S) AL
- Material conductor: Aluminio
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Nivel de tensión: 0,6 / 1 kV
- Intensidad máxima (Aéreo/Enterrado):
  - 240 mm^2: 409 A / 290 A
  - 300 mm^2: 471 A / 326 A

1.7 PROTECCIONES BT

1.7.1. CIRCUITOS DE STRINGS

En el caso que se asocien más de dos strings, se deberán proteger estos circuitos, la protección se realizará mediante fusible cilíndrico tipo gPV de intensidad nominal 20 A.

Según aplicación de la ITC-BT-22 del reglamento electrotécnico de baja tensión, para intensidades nominales entre 4 A y 16 A, la intensidad de actuación del fusible debe ser:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_F = 1{,}90 \cdot I_n$$

$$I_F \leq 1{,}45 \cdot I_z$$

El cable por instalar es del tipo H1Z2Z2-K de 6mm2 de sección, con una intensidad máxima admisible de 63 A, por lo que se cumple:

$I_b \leq I_n \leq I_z$ $\qquad$ $1{,}25 \cdot 13{,}86 = 17{,}33 \leq 20\ A \leq 63\ A$

$$I_F = 1{,}90 \cdot I_n \qquad I_F = 1{,}90 \cdot 20 = 38\ A$$

$$I_F \leq 1{,}45 \cdot I_z \qquad 38\ A \leq 1{,}45 \cdot 63\ A \qquad 38\ A \leq 91{,}35\ A$$

Con lo cual, los circuitos de strings quedan protegidos.

1.7.2. CIRCUITOS DE LÍNEA INDIVIDUAL DEL GENERADOR

Los circuitos de los inversores estarán protegidos mediante un interruptor magnetotérmico de caja moldeada de 3 polos y corriente nominal 250 A.

Según aplicación de la ITC-BT-22 del reglamento electrotécnico de baja tensión, las características del dispositivo de protección contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1{,}45 \cdot I_z$$

El cable por instalar es del tipo XZ1 (S) AL de 240 mm^2 de sección, con una intensidad máxima admisible de 290 A, por lo que se cumple:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad 1{,}25 \cdot 180{,}5 = 225{,}63 \leq 250\ A \leq 290\ A$$

$$I_2 \leq 1{,}45 \cdot I_z \qquad 1{,}30 \cdot I_n \leq 1{,}45 \cdot 290\ A \qquad 325\ A \leq 420{,}5\ A$$

El cable por instalar es del tipo XZ1 (S) AL de 300 mm^2 de sección, con una intensidad máxima admisible de 326 A, por lo que se cumple:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad 1{,}25 \cdot 180{,}5 = 225{,}63 \leq 250\ A \leq 326\ A$$

$$I_2 \leq 1{,}45 \cdot I_z \qquad 1{,}30 \cdot I_n \leq 1{,}45 \cdot 326\ A \qquad 325\ A \leq 472{,}7\ A$$

Con lo cual, los circuitos de inversores al cuadro de protección BT quedan protegidos.

1.8 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

1.8.1. RED DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE

La instalación de la puesta a tierra del parque fotovoltaico está formada por una red equipotencial que abarca toda la planta a la cual se conectan todas las estructuras eléctricas con un conductor de tierra (hilo de cobre desnudo de 35mm2) enterrado bajo zanja aprovechando las zanjas de BT a ejecutar, así como todas las estructuras metálicas y el anillo de tierras del centro de transformación.

A continuación, se realizará el cálculo de la red de tierras teórico. Sin embargo, una vez ejecutada la obra, siempre se realizan las pruebas correspondientes para medir la resistencia real final in situ y comprobar su cumplimiento.

1.8.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TOMA DE TIERRA

Los electrodos de la toma de tierra pueden ser barras, conductores desnudos, placas, mallas o anillos, armaduras de hormigón, u otras estructuras enterradas.

La profundidad de las tomas de tierra ha de ser mínimo 0,50 metros y además debe ser tal que las condiciones de humedad y temperatura del suelo no aumenten la resistencia por encima del valor previsto. El valor de la resistencia de las tomas de tierra debe diseñarse de forma que las masas no puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V, dado que es el máximo admisible en este caso según el REBT.

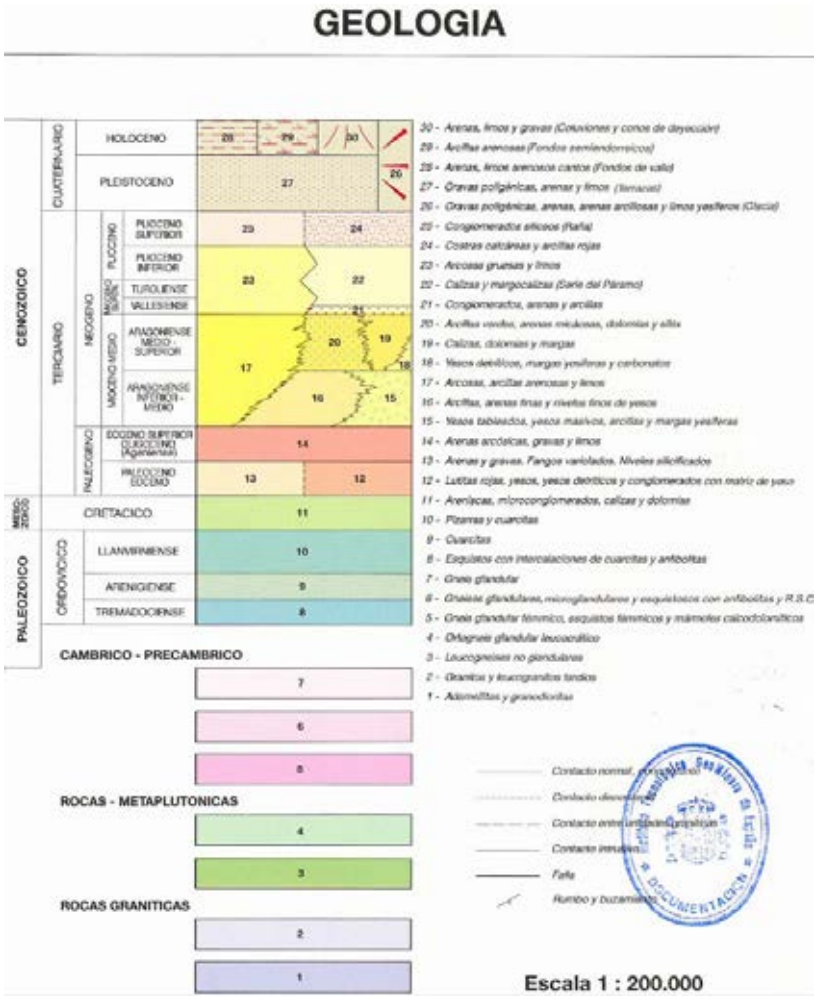
En función del electrodo, la resistencia de toma a tierra se puede calcular en base a las siguientes fórmulas:

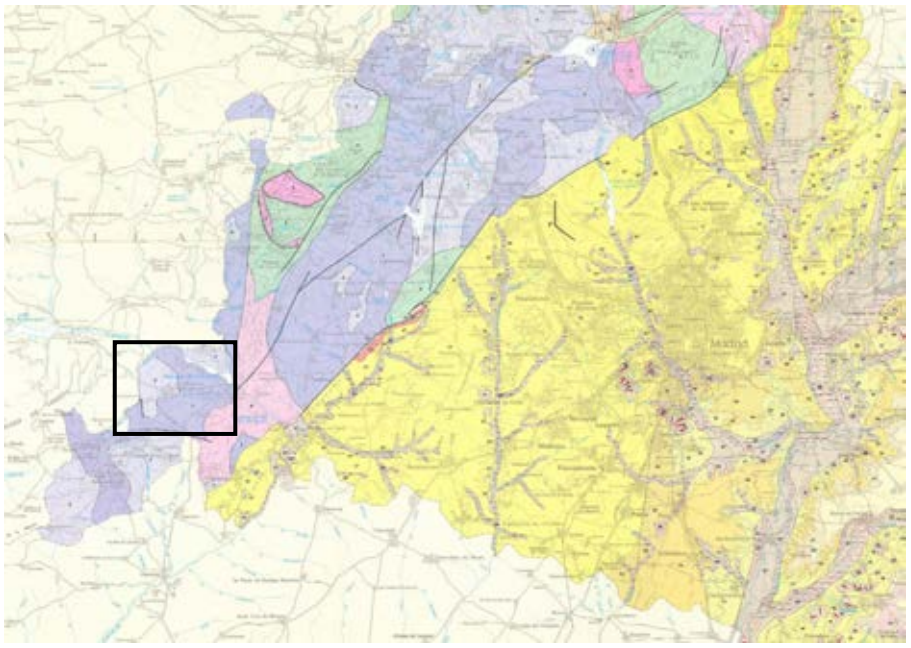
ELECTRODO	RESISTENCIA DE TIERRA (Ω)
Pica vertical	$R_{pica} = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L}$
Malla de tierra	$R_{malla} = \frac{\rho}{4\sqrt{\frac{S}{\pi})}} + \frac{\rho}{L}$

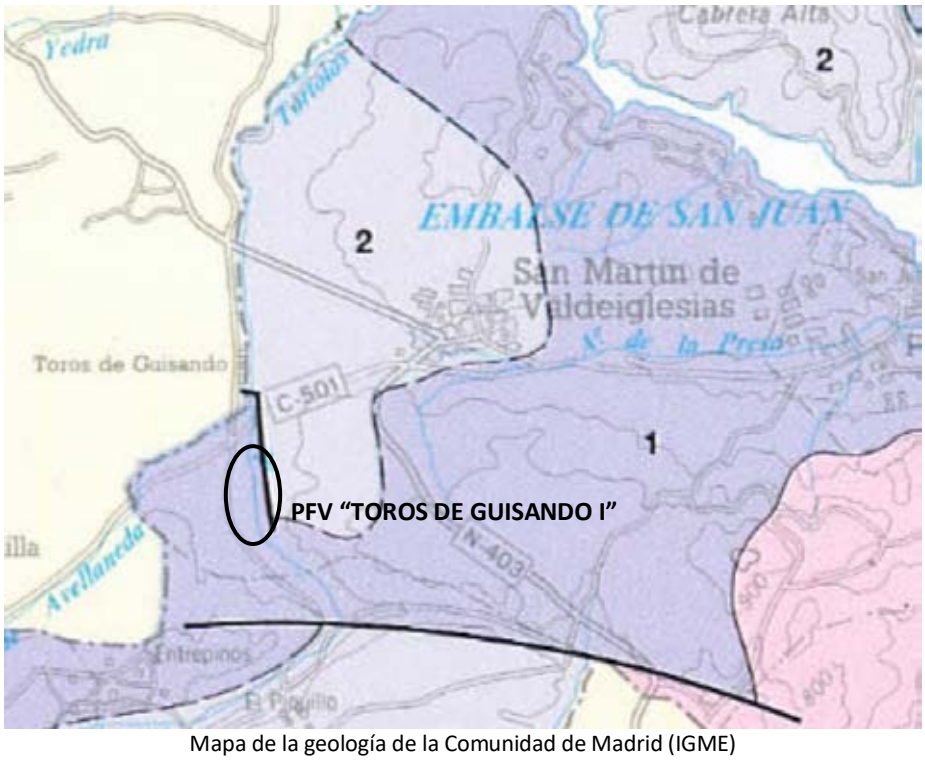
Donde:

- ρ = Resistividad del terreno (Ω·m)
- L = Longitud de la pica o conductor, y en la malla la longitud total de los conductores enterrados (m)
- S = Superficie cubierta por la malla (m2)

La resistividad del terreno es un dato que se determinará en detalle a partir del estudio geotécnico que se realizará más adelante. Mientras tanto, se ha consultado en la cartografía del IGME (Instituto Geológico y Minero de España) el tipo de terreno donde se ubicará la planta fotovoltaica:



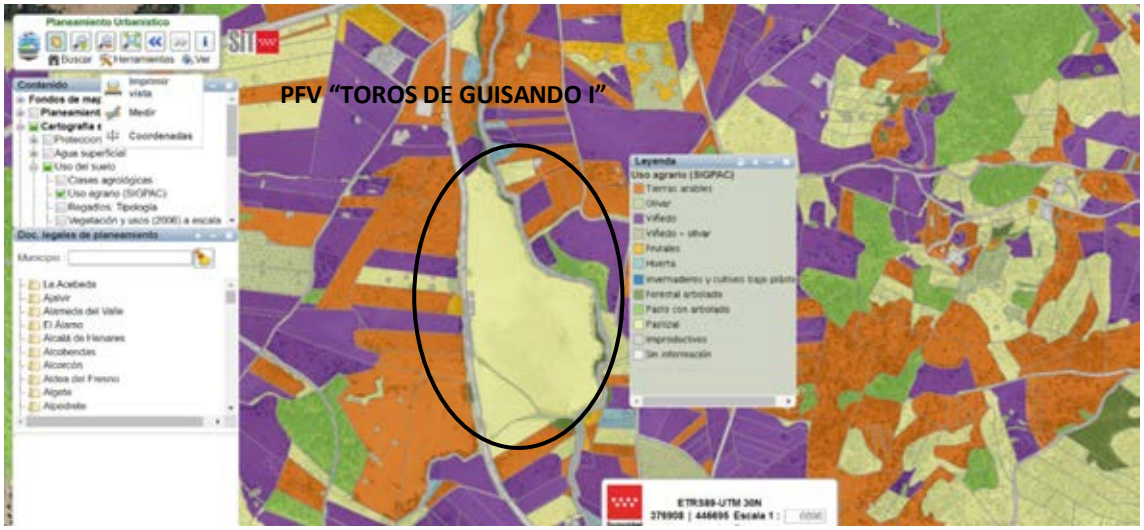




Mapa de la geología de la Comunidad de Madrid (IGME)

Como se puede observar, según el mapa, la zona de implantación de la instalación solar está formada por rocas graníticas.

Sin embargo, esta geología se entiende a profundidades relativamente altas, ya que tras consultar el visor del planeamiento urbanístico de la Comunidad de Madrid, se observa que estos terrenos también tienen la clasificación de Pastizales.



Según la siguiente tabla entonces se puede estimar la resistividad del terreno:

Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m.
Terrenos pantanosos.	de algunas unidades a 30
Limo.	20 a 100
Humus.	10 a 150
Turba húmeda.	5 a 100
Arcilla plástica.	50
Margas y arcillas compactas.	100 a 200
Margas del jurásico.	30 a 40
Arena arcillosa.	50 a 500
Arena silícea.	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped.	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo.	1500 a 3000
Calizas blandas.	100 a 300
Calizas compactas.	1000 a 5000
Calizas agrietadas.	500 a 1000
Pizarras.	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo.	800
Granitos y gres procedentes de alteración.	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados.	100 a 600
Hormigón.	2000 a 3000
Basalto o grava.	3000 a 5000

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, como caso extremo más desfavorable se tienen los granitos y gres procedentes de alteración, cuya resistividad oscila entre 1.500 y 10.000 Ω·m.

Con ambos datos, y teniendo en cuenta que, como ya se ha mencionado, la red de tierras conforma una malla equipotencial abarcando toda la superficie de la instalación, los valores en este caso son:

- ρ = 1.500 – 10.000 Ω·m
- L = 1.080,4 m
- S = 65.977,5 m^2

Con ello se tiene un valor de resistencia de puesta a tierra de:

$$R_{malla\ 1} = \frac{\rho}{4 \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}}} + \frac{\rho}{L} = \frac{1.500}{4 \cdot \sqrt{\frac{65.977,5}{\pi}}} + \frac{1.500}{1.080,4} = 3,98\ \Omega.$$

$$R_{malla\ 2} = \frac{\rho}{4 \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}}} + \frac{\rho}{L} = \frac{10.000}{4 \cdot \sqrt{\frac{65.977,5}{\pi}}} + \frac{10.000}{1.080,4} = 26,51\ \Omega.$$

A partir de este valor se puede calcular la tensión de contacto, que como se ha mencionado anteriormente, deberá ser inferior a 24V:

$$V_D\ [V] = I_D \cdot R_T \leq 24\text{V}.$$

Donde:

- V_D = Tensión de defecto (V)
- I_D = Corriente de defecto a tierra (A)
- R_D = Resistencia de tierra (Ω)

La corriente de defecto a tierra viene determinada por el interruptor diferencial de la parte de baja tensión. En este caso, el inversor está equipado con protección GFDI de 300 mA, según la norma IEC 62109-2.

Por tanto, en cualquier caso, se cumple:

$$\boldsymbol{V_{D\,1}\ [V]} = I_D \cdot R_{T\,1} = 0,300 \cdot 3,98 = \ \mathbf{1,19\ V \leq 24V}$$

$$\boldsymbol{V_{D\,2}\ [V]} = I_D \cdot R_{T\,2} = 0,300 \cdot 26,51 = \ \mathbf{7,95\ \leq 24V}$$

En cualquier caso, tal y como se ha mencionado anteriormente, una vez se disponga del ensayo geotécnico se actualizarán estos cálculos, además de, una vez finalizada su instalación, comprobar in situ los valores obtenidos para las tensiones de defecto para garantizar su cumplimiento con la normativa vigente.

2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA INTERNA 15 KV

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características del conductor que se detallan en la norma de referencia informativa **MT 2.31.01**.

2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Clase de corriente: Alterna trifásica
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión nominal: 15 kV
- Tensión más elevada de la red (Us): 17,5 kV
- Categoría de la red (según Norma UNE 211435): Categoría A

2.2 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90 ºC. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20\,℃} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20\ ℃))$$

Siendo:

α: Coeficiente de temperatura del aluminio (0,00403 $^{o}C^{-1}$)

θ: Temperatura máxima del conductor (105 ^{o}C)

$R_{20\,^{\circ}C}$: Resistencia del conductor a 20 ^{o}C

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C) (Ω/km)
	12/20 kV y 18/30 kV
1 x 50 (2)	0,641
1 x 95	0,320
1 x 150 (1)	0,206
1 x 240 (1)	0,125
1 x 400 (1)	0,008
1 x 630 (1)	0,047

En el caso particular que nos ocupa se ha escogido el cableado tipo RH5Z1-OL AL 12/20 kV 1x150 mm^2, por lo tanto, el valor de la resistencia para la temperatura máxima del conductor (90 ^{o}C) será:

$$R = R_{20\,^{\circ}C} \cdot \left(1 + \alpha \cdot (\theta - 20\,^{\circ}C)\right) = 0{,}206 \cdot \left(1 + 0{,}00403 \cdot (90 - 20)\right)$$

$$\boldsymbol{R = 0{,}264\ \Omega/km}$$

2.3 REACTANCIA DEL CABLE

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición de un conductor por tubo responderán a las siguientes fórmulas:

$$X_L = w \cdot L\ [\Omega/km]$$

Siendo:

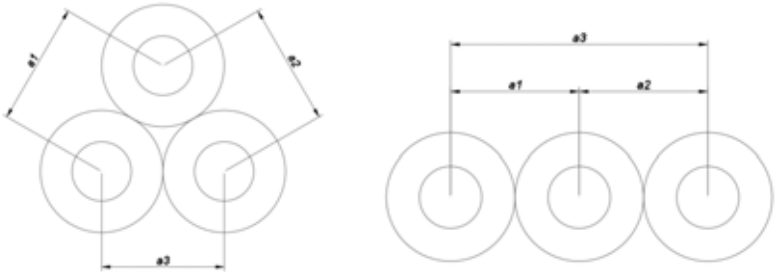
w = 2 · π · f = 2 · π · 50 = 100 · π

$L = \left(0{,}05 + 0{,}2 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot DMG}{\emptyset_C}\right)\right) \cdot 10^{-3}\ [H/km]$

Donde:

DMG: distancia media geométrica entre conductores [mm]

$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$



$\emptyset_C$: diámetro del conductor = 13,82 mm

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR MEDIO AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)
12/20 kV			
1 x 50/16 (1)	18,0	4,5	26,3
1 x 95/16	20,8	4,3	29,1
1 x 150/16 (1)	23,5	4,3	32,1
1 x 240/16 (1)	27,6	4,3	36,1
1 x 400/16 (1)	32,7	4,4	41,5
1 x 630/16	41,0	4,5	49,6

El cableado se tenderá en tresbolillo, por lo que sabiendo que el diámetro exterior del cable es 36,1 mm tenemos:

a1 = 32,1 mm

a2 = 32,1 mm

a3 = 32,1 mm

$$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3} = \sqrt[3]{32{,}1 \cdot 32{,}1 \cdot 32{,}1} = 32{,}1\ mm$$

$$L = \left(0{,}05 + 0{,}2 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot DMG}{\emptyset_C}\right)\right) \cdot 10^{-3} = \left(0{,}05 + 0{,}2 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot 32{,}1}{13{,}82}\right)\right) \cdot 10^{-3} = 0{,}0003557\ H/km$$

$$X_L = w \cdot L = 100 \cdot \pi \cdot 0{,}0003557$$

$$\boldsymbol{X_L = 0{,}112\ \Omega/km}$$

2.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EN SERVICIO PERMANENTE

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según se establece en la ITC-LAT-06, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la tabla 5.

Tabla 5. Cables aislados con aislamiento seco
Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente θs	Cortocircuito θcc (t ≤ 5 s)
Policloruro de vinilo (PVC)* S ≤ 300 mm² S > 300 mm²	 70 70	 160 140
Polietileno reticulado(XLPE)	90	250
Etileno – Propileno (EPR)	90	250
Etileno - Propileno de alto módulo (HEPR)	105 para Uo/U ≤ 18/30 kV 90 para Uo/U > 18/30 kV	250

* Solo para instalaciones de tensión asignada hasta 6 kV.

Los valores de intensidad máxima admisibles según la ITC-LAT-06 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la tabla 4:

- Temperatura máxima del conductor: 105 ºC.
- Profundidad de instalación: 1m.
- LSMT en servicio permanente con conductores directamente enterrados.
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W.
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25 ºC.
- Temperatura del aire ambiente: 40 ºC.

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

El cálculo de la intensidad admisible responde a la fórmula indicada a continuación:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp}$$

Siendo:

I_{adm}: intensidad máxima admisible en servicio permanente [A].

I: intensidad máxima admisible del conductor sin coeficientes de corrección [A].

F_{ct}: factor de corrección debido a la temperatura del terreno.

F_{crt}: factor de corrección debido a la resistividad del terreno.

F_{ca}: factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.

F_{cp}: factor de corrección debido a la profundidad de instalación.

2.4.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DEL CONDUCTOR

El conductor por instalar es de tipo RH5Z1-OL AL 12/20 kV 1x150 mm^2, el cual tiene un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Por lo cual, atendiendo a la tabla 6 de la ITC-LAT-06 la intensidad máxima admisible del conductor son **260 A**.

2.4.2. FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA TEMPERATURA DEL TERRENO

En la tabla 7 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección de la intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25 ºC, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

Temperatura °C Servicio Permanente θs	Temperatura del terreno, θ, en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Sabiendo que la temperatura máxima de nuestro conductor son 105 ºC y la temperatura del terreno considerada son 25 ºC tenemos un factor de corrección debido a la temperatura del terreno:

$$F_{ct} = 1,00$$

2.4.3. FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

En la tabla 8 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección para distintas resistividades térmicas del terreno.

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La tabla 9 de la ITC-LAT-06 muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Tabla 9. Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Considerando una resistividad del terreno de 1,5 K·m/W tenemos un factor de corrección debido a la resistividad del terreno:

$$F_{crt} = 1,00$$

2.4.4. FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA AGRUPACIÓN DE CIRCUITOS

En la tabla 10 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o ternos de cables unipolares y la distancia entre ternos o cables unipolares.

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Nuestra línea subterránea de alta tensión irá tendida en solitario por la zanja, por lo que tenemos un factor de corrección debido a la agrupación de circuitos:

$$F_{ca} = 1,00$$

2.4.5. FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN

En la tabla 11 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 1 metro.

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Sabiendo que el conductor se instalará a una profundidad de 1 metro tenemos un factor de corrección debido a la profundidad de instalación:

$$F_{cp} = 1,00$$

2.4.6. RESULTADO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE

Una vez conocida la intensidad máxima admisible del conductor y todos los factores de corrección debido a la temperatura del terreno, a la resistividad de este, a la agrupación de circuitos y a la profundidad de instalación tenemos que:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp} = 260 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$\mathbf{I_{adm} = 260{,}00\ A}$$

La máxima corriente que circulará por la línea la obtenemos tras la aplicación de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

I: máxima corriente que circulará por la línea

S: potencia máxima de la línea

U: tensión de la línea

$$I_{máx} = \frac{4.500 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 15.000}$$

$$\boldsymbol{I_{máx} = 173{,}21\ A}$$

La corriente máxima que circulará por la línea es menor que la máxima corriente admisible por el conductor, por lo que el conductor seleccionado es válido para el cálculo de corrientes máximas admisibles:

$$\mathbf{I_{adm} > I_{máx}}$$

260,00 A > 173,21 A

2.5 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor el valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3Adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{cc3Adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

$I_{cc3\ Adm}$: intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor

S: sección del conductor [mm^2]

K: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE. K = 94 A/mm^2, suponiendo una temperatura inicial antes del cortocircuito de 105 ºC y máxima durante el cortocircuito de 250 ºC.

t_{cc}: duración del cortocircuito en segundos (1s)

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm^2, para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm^2	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm^2	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* Δθ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

A continuación, se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito para el conductor empleado:

$$I_{cc3Adm} = 94 \cdot \frac{150}{\sqrt{1}}$$

I_{cc3Adm} = 14.100 A

Según los datos proporcionados por la compañía distribuidora, la máxima corriente de cortocircuito en el punto de conexión es:

$I_{cc3,máx}$ = 12.500 A (1 s)

Como este valor es menor que la intensidad máxima admisible de cortocircuito para el conductor empleado, podemos afirmar que el conductor propuesto cumple con las condiciones de cortocircuito:

$I_{cc3Adm} > I_{cc3,máx}$

14.100 A (1 s) > 12.500 A (1 s)

2.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito en la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta que la pantalla es de hilos de cobre se sección total 16 mm^2, con una temperatura inicial de 85 ºC y una temperatura final de la pantalla de 180 ºC.

Se comprobará, de acuerdo con la instalación proyectada, que las intensidades de cortocircuito por la pantalla calculadas en el punto de cortocircuito (cortocircuito monofásico) quedan por debajo de los valores de intensidad de cortocircuito máxima admisibles definidos en la siguiente tabla:

Tabla 23
Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA

Aislamiento	Sección	Duración en segundos								
	mm²	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01
XLPE	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Para el conductor empleado la intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla para una duración del cortocircuito de 1 segundo es de **2,12 kA**.

Según el catálogo técnico del cableado empleado, la intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla para una duración del cortocircuito de 1 segundo es de **2,88 kA**.

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1 s*** (A)	
	12/20 kV (pant. 16 mm²)	18/30 kV (pant. 25 mm²)
1 x 50 (2)	2880	
1 x 95	2880	4250
1 x 150 (1)	2880	4250
1 x 240 (1)	2880	4250
1 x 400 (1)	2880	4250
1 x 630 (1)	2880	4250

Según los datos proporcionados por la compañía distribuidora, la corriente de cortocircuito monofásico de diseño en el punto de conexión es:

$$\mathbf{I_{cc2} = 1.000\ A}$$

Como este valor es menor que la intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla para el conductor empleado, podemos afirmar que el conductor propuesto cumple con las condiciones de cortocircuito:

$$\mathbf{I_{cc2,Adm} > I_{cc2}}$$

$$\mathbf{2.880\ A > 1.000\ A}$$

2.7 PÉRDIDA DE POTENCIA

Las potencias de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$P_P = \frac{3 \cdot R \cdot L \cdot I^2}{1000} = \frac{3 \cdot 0{,}264 \cdot 355{,}35 \cdot 173{,}21^2}{1000}$$

$$\boldsymbol{P_P = 8.443{,}6W}$$

En valor porcentual:

$$P_P(\%) = \frac{P_P}{P} \cdot 100 = \frac{8.443{,}6}{4.500.000} \cdot 100 = \ 0{,}19\ \%$$

$$\boldsymbol{P_P(\%) = \ 0{,}19\ \%}$$

2.8 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo proyectado mediante la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$cdt = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{1000} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) = \frac{\sqrt{3} \cdot 173{,}21 \cdot 355{,}35}{1000} \cdot (0{,}264 \cdot 0{,}9 + 0{,}112 \cdot 0{,}4359)$$

$$cdt = 30{,}53\ V$$

En valor porcentual:

$$cdt\ (\%) = \frac{cdt}{U} \cdot 100 = \frac{30{,}53}{15.000} \cdot 100$$

$$\boldsymbol{cdt}\ (\%) = \mathbf{0{,}203}\ \%$$

2.9 PROTECCIONES

2.9.1. PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando estas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de este.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a esta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

El proyectista analizará la existencia de fenómenos de ferrorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en cuyo caso se utilizará de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

Protección contra cortocircuitos:

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 0,3 segundos, serán las indicadas en el capítulo 6 de la presente instrucción. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

Protección contra sobrecargas:

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

2.9.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1 PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad nominal demandada por el transformador en alta tensión es igual a:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{5.000.000}{\sqrt{3} \cdot 15.000} = 192{,}45\ A$$

Inferior al valor máximo admisible por el cable seleccionado RH5Z1-OL AL 12/20 kV 3x(1x150 mm^2), que es de **260 A**.

3.2 PUENTES DE BAJA TENSIÓN

Se justifica el puente previsto para el caso de transformador de 5.000 kVA con secundario B" (800 V), que según justificaremos a continuación está formado 14 ternas en 800 V.

Aplicando la siguiente fórmula se obtiene la intensidad máxima para cada conductor:

$$I = \frac{P}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{5.000.000}{14 \cdot \sqrt{3} \cdot 800}$$

$$\boldsymbol{I = 257{,}75\ A}$$

Según la tabla 11 de la ITC BT-07 para conductores de 240 mm2 de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible es de **420 A**.

La intensidad admisible se calcula a partir de la máxima admisible aplicándole los siguientes factores de corrección debidos a las condiciones particulares de instalación.

- Se considera una temperatura ambiente de 50 ºC, lo cual supone un factor de corrección de:

f_1 = 0,90

- El factor de corrección para la agrupación de 14 ternas en capa única sobre sistemas de bandejas perforadas horizontales o verticales es:

f_2 = 0,72

Con lo que, la intensidad admisible de cada conductor es:

$$I_{adm} = I_{máx} \cdot f_1 \cdot f_2 = 420 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}72$$

$$\boldsymbol{I_{adm} = 272{,}16\ A}$$

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la máxima o nominal, por lo que se concluye que los puentes están adecuadamente dimensionados:

$$\boldsymbol{I_{máx} < I_{adm}}$$

$$\boldsymbol{257{,}75\ A < 272{,}16\ A}$$

3.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

Siendo:

P: potencia del transformador [kVA]

E_{cc}: tensión de cortocircuito del transformador [%]

U_s: tensión en el secundario [V]

I_{ccs}: corriente de cortocircuito [kA]

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 5.000.000}{\sqrt{3} \cdot 8 \cdot 800}$$

$$\boldsymbol{I_{ccs} = 45{,}11\ kA < \ 50\ \text{kA}}$$

4. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA DEL CT Y LA LÍNEA INTERNA

4.1 INTRODUCCIÓN

El cálculo de la instalación de puesta a tierra se realiza según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría" elaborado por UNESA.

4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

4.2.1. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de AT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

4.2.2. PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37 Ω. Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un abonado, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V.

4.2.3. SISTEMA ÚNICO PARA LAS PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO

La reglamentación vigente permite la utilización de un único sistema de puesta a tierra de protección y servicio para el centro siempre y cuando se verifique que la tensión de defecto a tierra sea inferior a 1.000 V.

4.3 DATOS INICIALES

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

U: tensión de servicio de la red (V)

V_{bt}: nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V)

ρ: reistividad del terreno (Ω ·m)

a – b: dimensiones exteriores (ancho y largo) del local en planta (m)

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (tipo independiente o dependiente).

I_a': intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A)

t': relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s)

k, α: relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

k_v: factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 s (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (tiempo independiente o dependiente).

I_a'': intensidad de arranque del relé tras el reenganche rápido (A)

t'': relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras el reenganche rápido.

k, α: relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

k_v: factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Para el caso de red con neutro aislado:

C_a: capacidad homopolar de la línea aérea (F/km). Normalmente se adopta C_a=0,006 µF/km.

L_a: longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (km)

C_c: capacidad homopolar de la línea subterránea (F/km). Normalmente se adopta C_c=0,25 µF/km.

L_c: longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (km)

ω: pulsación de la corriente ($\omega=2\cdot\pi\cdot f$)

Para el caso de red con neutro a tierra:

Rn: resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

Xn: reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

4.4 RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 16kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite, que además de medir, se pueda estimar la resistividad del terreno.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente, en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	**Resistividad (Ω·m)**
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200

Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y res procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda utilizar el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.

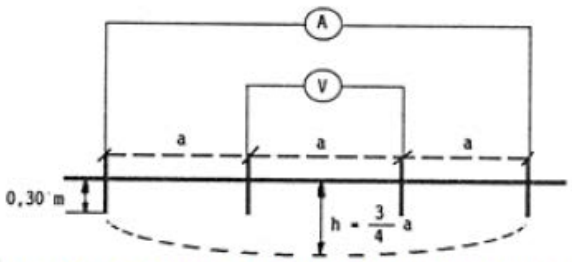


Figura 1.- *Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno*

Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CT (h), calcularemos la distancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que una las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot U}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{U}{I}$$

La resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

Siendo:

ρ_h: resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h (Ω·m)

r: lectura del equipo de medida (Ω)

a: distancia entre picas en la medida (m)

4.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

4.5.1. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

4.5.2. NEUTRO AISLADO

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación que alimenta el CT.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima de defecto a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Donde:

c: factor de tensión (c=1,1)

I_d: intensidad máxima de defecto a tierra (A)

R_t: resistencia de la puesta a tierra de protección del centro (Ω)

El resto de las variables tienen la definición y unidades en el apartado 3.3.

4.5.3. NEUTRO A TIERRA

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Esto supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no se aplicará en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que sí se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Donde:

c: factor de tensión (c=1,1)

I_d: intensidad máxima de defecto a tierra (A)

R_t: resistencia de la puesta a tierra de protección del centro (Ω)

R_N: resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

X_N: reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

4.5.4. RESISTENCIA MÁXIMA DE LA PUESTA A TIERRA DE MASAS DEL CT

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red de distribución.

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del centro, es decir, se debe verificar que:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del centro la podemos calcular por la expresión:

$$R_t \leq \frac{V_{bt}}{I_d}$$

4.5.5. SELECCIÓN DEL ELECTRODO

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo con las fórmulas contenidas en la siguiente tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$

Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

R: resistencia de tierra del electrodo (Ω)

ρ: resistividad del terreno (Ω·m)

L: longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.

r: radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodo de entre las configuraciones tipo de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

A: dimensión del lado mayor del electrodo (dm)

B: dimensión del lado menor del electrodo (dm)

C: profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm)

D: número de picas

E: longitud de las picas (m)

Electrodos con picas alineadas

A / BC

A: profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm)

B: número de picas

C: longitud de las picas (m)

Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma, dimensiones exteriores de la planta del centro y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r) debe verificar:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$$

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA sus parámetros característicos:

K_r: valor unitario de la resistencia de puesta a tierra (Ω/Ω·m)

K_p: valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación (V/Ω·m·A)

K_c: valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación (V/Ω·m·A)

4.5.6. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO

A continuación, se calculan los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (V_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado:

$$R'_t = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto a tierra:

Para neutro aislado:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Para neutro a tierra:

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

En general, la tensión de paso en el exterior (V'_p) y la tensión de paso en el acceso al centro (V'_{pacc}) se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = I'_d \cdot \rho \cdot K_p$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{pacc} = I'_d \cdot \rho \cdot K_c$$

Al existir un mallazo equipotencial en la solera del centro conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior, por lo tanto:

- **Agrupación de electrodos en paralelo:**

Cuando no sea posible alcanzar un valor de resistencia de puesta a tierra adecuado que verifique que las tensiones de paso y contacto sean admisibles utilizando un solo electrodo, se agruparán varios electrodos en paralelo. En este caso se procederá de la siguiente manera:

La resistencia equivalente del electrodo (R'_t) resultante de la agrupación en paralelo de los N electrodos individuales se obtendrá a partir de la resistencia de cada electrodo individual (R'_{ti}) mediante la expresión:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{R'_{ti}}}$$

Si suponemos la resistividad del terreno constante alrededor del centro, la resistencia individual de cada electrodo dependerá de su valor unitario de resistencia (K_{ri}) que será diferente según su configuración geométrica:

$$R'_{ti} = \rho \cdot K_{ri}$$

Con lo que resulta:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{K_{ri}}}$$

Dado que los electrodo se conectan en paralelo, la tensión de defecto será la misma para todos ellos y se calculará como el producto de la resistencia equivalente y la intensidad de defecto total obtenida mediante las expresiones dadas en el apartado anterior según el modo de instalación del neutro de la red (neutro aislado o a tierra):

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

La corriente de defecto que atravesará cada uno de los electrodos individuales será inversamente proporcional a su resistencia de puesta a tierra:

$$I'_{di} = \frac{V'_d}{R'_{ti}}$$

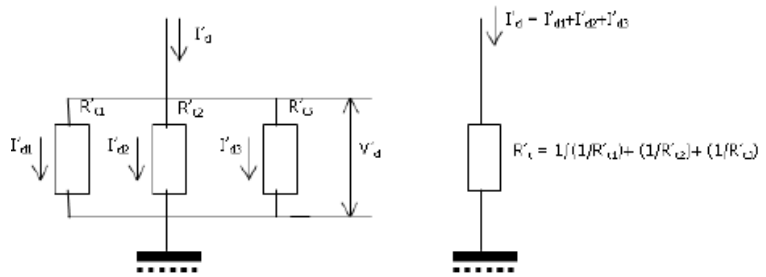


Figura 2.-*Circuito equivalente. Agrupación de electrodos en paralelo*

La tensión de paso en la superficie sobre cada electrodo puede considerarse, con suficiente aproximación, igual a la calculada a partir de su valor unitario de tensión de paso exterior (Kpi) y de la intensidad de defecto que lo atraviesa (I'_{di}):

$$V'_{pi} = I'_{di} \cdot \rho \cdot K_{pi}$$

Se adoptará como tensión de paso de cálculo (V'_p) el máximo de los valores de las tensiones de paso para cada electrodo individual:

$$V'_p = máx(V'_{pi})$$

De manera análoga calcularemos la tensión de paso en el acceso (V'_{pacc}) como:

$$V'_{p(acc)i} = I'_{di} \cdot \rho \cdot K_{ci}$$

$$V'_{pacc} = máx(V'_{p(acc)i})$$

4.5.7. TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

Las líneas de MT que alimentan los centros disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^{\alpha} - 1} \cdot k_v$$

Siendo:

I'd: intensidad de defecto (A)

I'a: intensidad de ajuste del relé de protección (A)

α, k: constantes características de la curva de protección

k_v: factor de tiempo de ajuste de relé de protección

t': tiempo de actuación del relé de protección (s)

En la tabla siguiente se dan valores de la constante (K') del relé para los tres tipos de curva (n') más utilizadas:

Normal inversa (α=0,02)	**Muy inversa (α=1)**	**Extremadamente inversa (α=2)**
0,13	13,5	96

En el caso de que exista reenganche rápido (menos de 0'5 segundos), el tiempo de actuación del relé tras el reenganche será:

Relé a tiempo independiente:

$$t' = cte$$

Relé a tiempo pendiente:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^{\alpha} - 1} \cdot k_v$$

La duración total de falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más de la desconexión posterior al reenganche típico.

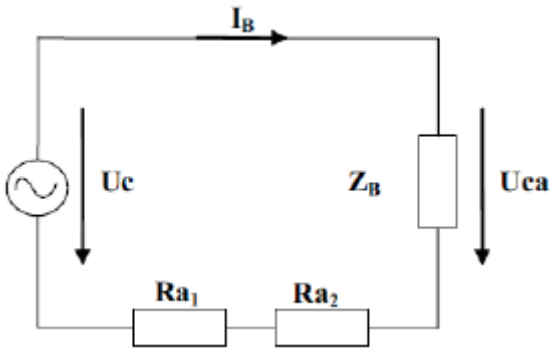
$$t = t' + t''$$

4.5.8. VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES

De acuerdo con lo establecido en la ITC RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta, según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la falta t_F (s)	**Tensión de contacto aplicada admisible V_{ca} (V)**
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, V_c y V_p, considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

V_{ca}: tensión de contacto aplicada admisible

V_{pa}: tensión de paso aplicada admisible (V_{pa}=10·V_{ca} según ITC RAT-13)

Z_B: impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000 Ω)

I_B: corriente a través del cuerpo

V_c: tensión de contacto máxima admisible en la instalación

V_p: tensión de paso máxima admisible en la instalación

R_{a1}: resistencia adicionales (calzado)

R_{a2}: resistencia adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, V_c y V_p, considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$V_c = V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right] = V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5 \cdot \rho_s}{1000}\right]$$

$$V_p = V_{pa} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right] = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000}\right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000 Ω.
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de 3·ρ_s, donde ρ_s es la resistividad del terreno.
- Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000 Ω para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de dicha capa por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0{,}106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho *}}{2 \cdot h_s + 0{,}106}\right)$$

Siendo:

C_s: coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial

ρ: resistividad del terreno natural

ρ*: resistividad de la capa superficial

h_s: espesor de la capa superficial en metros

4.5.9. COMPROBACIÓN DE QUE CON EL ELECTRODO SELECCIONADO SE SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

- **Tensiones de paso y contacto en el interior del centro:**

La solera del centro estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, por tanto, no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que serán prácticamente nulas.

- **Tensión de contacto en el exterior del centro:**

Las puertas y rejas metálicas que dan al exterior del centro no tienen contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto a tierra, por lo que no es necesario realizar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

- **Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al centro:**

La tensión de paso en el exterior del centro, calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$V'_p \leq V_p$$

De igual modo, la tensión de paso en el acceso al centro para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$V'_{p(acc)} \leq V_{p(acc)}$$

- **Protección del material:**

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del centro:

$$V'_d \leq V_{bt}$$

- **Garantía de eliminación de la falta:**

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I'_d > I'_a \;\; y \;\; I'_d > I''_a$$

- **Corrección y ajuste del diseño inicial:**

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones indicadas en el apartado anterior, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R'_t, y en consecuencia los valores de V'_p y $V_{p(acc)}$.

4.5.10. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Como ya se ha indicado anteriormente, para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los clientes, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de servicio de 37 Ω.

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$k'_r = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (*Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA*) de manera que su valor unitario de resistencia (K_r'') cumpla la condición:

$$k''_r \leq k'_r$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R'_{bt}) es menor de 37 Ω:

$$k'_{bt} = k''_r \cdot \rho \leq 37\ \Omega$$

4.5.11. SEPARACIÓN ENTRE LOS SITEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio requerida para garantizar que, ante posibles defectos a tierra, no se transfieran tensiones peligrosas se calcula mediante la fórmula:

$$D > \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot V_i} \approx \frac{\rho \cdot I_d}{6.283}$$

Siendo:

D: distancia entre circuitos de puesta a tierra (m)

ρ: resistividad media del terreno (Ω·m)

I_d: intensidad de defecto (A)

V_i: tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de servicio (V). Se adopta V_i = 1.000 V

4.5.12. HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

En la práctica, para un determinado centro en proyecto, los datos de partida, los electrodos seleccionados, los resultados obtenidos de los cálculos y la comprobación con los valores máximos admisibles, se recogen en unas hojas de cálculo, cuyos formatos se adjuntan a continuación según sea el sistema de puesta a tierra del neutro de la red.

ANEXO 4

PROCESO DE JUSTIFICACIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO

ANEXO 4.2

PROCESO DE JUSTIFICACIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO (NEUTRO AISLADO)

0.- REFERENCIA DEL CT

* Código: CT TOROS DE GUISANDO I
* Población: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

1.- DATOS DE PARTIDA

1.1.- Características iniciales

* Tensión de servicio	U =	15.000	V
* Red aérea			
- Longitud total	L_a =		km
- Capacidad	C_a =		µF/km
* Red subterránea			
- Longitud total	L_c =	0,308	km
- Capacidad	C_c =	0,294	µF/km

* Duración de la falta

☑ Desconexión inicial

☑ Relé a tiempo independiente	t' =	1	s
☐ Relé a tiempo dependiente			
Constantes del relé — K' =			
Constantes del relé — n' =			
Intensidad de arranque	I'_a =		A

☐ Reenganche en menos de 0,5 segundos

☐ Relé a tiempo independiente	t'' =		s
☐ Relé a tiempo dependiente			
Constantes del relé — K'' =			
Constantes del relé — n'' =			
Intensidad de arranque	I''_a =		A

* Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT del CT	V_{bt} =	10.000	V

* Red subterránea de AT de suficiente conductibilidad

☑ NO

☐ SI (ver justificación en apartado 7)

- Superficie del círculo de igual área que la cubierta por la malla	S_m =		m^2
- Longitud total de los cables existentes en la malla con cubierta conductora	L =		m
- Longitud total de las picas verticales incluidas en la malla	L' =		m

1.2.- Características del CT

☑ En edificio

☑ Aislado

☐ Destinado a otros usos

Dimensiones del local — a = 7,118 m; b = 2,05 m

☐ Sobre apoyo

☐ Sobre 1 apoyo

☐ Sobre 2 apoyos

2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

* Resistividad del terreno ρ = 250 Ω·m

3.- OBSERVACIONES

4.- CÁLCULO

4.1.- Resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT (R_t) e intensidad de defecto (I_d)

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \ (3R_t)^2}}$$

I_d = 234,06 A

R_t = 37 Ω

4.2.- Selección del electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas del ANEXO 2 del documento UNESA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación")

* "Valor unitario" máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{37}{250}$$

$K_r \leq$ 0,148 Ω/(Ω·m)

* Dimensiones horizontales del electrodo — a' = 8 m; b' = 3 m

* Picas alineadas

☐ Sí Separación entre picas

☑ No

* Sección del conductor de cobre desnudo: 50 mm^2

* Picas alineadas

☐ 0,50 m

☑ 0,80 m

* Número de picas	* Longitud de las picas L_p (m)
☐ 0	☑ 2
☐ 2	☐ 4
☐ 3	☐ 6
☑ 4	☐ 8
☐ 6	
☐ 8	

* Electrodo seleccionado (indicar código de la configuración): 80-40/8/42

- Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia	K_r =	0,069	$\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$
De la tensión de paso	K_p =	0,0105	$\frac{V}{(\Omega \cdot m)(A)}$
De la tensión de contacto exterior	K_c =	0,0329	$\frac{V}{(\Omega \cdot m)(A)}$

4.3.- Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adoptan las siguientes medidas de seguridad:

4.3.1.- CT interior

a ☑ Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

b ☑ En el piso del CT se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra de protección del CT.

c ☐ Empleo de pavimentos aislantes

d ☐ Otras

4.3.2.- CT sobre apoyo

a ☐ Se colocará un mallazo que sobresalga 1m en todas las direcciones respecto a la base del apoyo, que se conectará a la tierra de protección, cubriéndolo luego con una capa de hormigón de 10cm de espesor

b ☐ Empleo de pavimentos aislantes

c ☐ Otras

4.4.- Valores de resistencia de puesta a tierra (R'_t), intensidad de defecto (I'_d) y tensiones de paso (V'_p y $V'_{p(acc)}$) del electrodo tipo seleccionado, para la resistividad del terreno medida (ρ)

* Resistencia de puesta a tierra ($R'_t \leq R_t$)

$R'_t = K_r \cdot \rho =$ 0,069 x 250 → $R'_t =$ 17,25 Ω

* Intensidad de defecto

$$I'_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \ (3R'_t)^2}}$$

$I'_d =$ 0,74 A

* Tensión de paso en el exterior

$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d =$ 0,0105 x 250 x 0,74 → $V'_p =$ 1,94 V

* Tensión de paso en el acceso al CT

$V'_c = K_c \cdot \rho \cdot I'_d =$ 0,0329 x 250 x 0,74 → $V'_{p(acc)} = V'_c =$ 6,08 V

* Tensión de defecto

$V'_d = R'_t \cdot I'_d =$ 17,25 x 0,74 → $V'_d =$ 12,75 V

4.5.- Duración total de la falta

☑ Desconexión inicial

☑ Relé a tiempo independiente → $t' =$ 1 s

☐ Relé a tiempo dependiente:

Constantes del relé → K' = ; n' =

Intensidad de arranque → $I'_a =$ A

$$t' = \frac{K'}{\left[\frac{I'_d}{I'_a}\right]^{n'} - 1}$$ → $t' =$ s

☐ Reenganche a menos de 0,5 segundos

☐ Relé a tiempo independiente t'' = [ ] s

☐ Relé a tiempo dependiente:

Constantes del relé K'' = [ ] n'' = [ ]

Intensidad de arranque I''_a = [ ] A

$$t'' = \frac{K'}{\left[\frac{I''_d}{I''_a}\right]^{n''} - 1} = \frac{[\ ]}{[\ ]^{[\ ]} - 1}^{-1}$$

t'' = [ ] s

Duración total t = t' + t'' t = [1] s

4.6.- <u>Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección (masas) y de servicio (neutro de B.T.)</u>

☐ Sistema de puesta a tierra único (V'd <= 1.000 V)

☑ Sistemas de puesta a tierra separados e independientes

* Distancia mínima de separación (tabla 6 página 22)

$$D = \frac{\rho \cdot I'_d}{2{,}000 \cdot \pi} = \frac{250 \times 0{,}74}{6283{,}19}$$

D ≥ 0,029 m

5.- <u>VALORES ADMISIBLES</u> [Tabla 1 (ITC-RAT 13)]

t = 1 s (según apartado 4.5 de este ANEXO)

t (s)	Vca (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10	50

* Tensión de paso en el exterior

$$V_p = V_{pa} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1}+R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right] = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000}\right] = 10 \cdot 107 \cdot \left[5 + 0{,}006 \cdot 250\right]$$

V_p = 6.955 V

* Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{p(acc)} = V_{pa} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1}+R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right] = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3\rho + 3\rho'}{1000}\right]$$

$$V_{p(acc)} = 10 \cdot 107 \cdot \left[5 + 0{,}003 \cdot 250 + 0{,}003 \cdot 3000\right]$$

$V_{p(acc)}$ = 15.783 V

6.- COMPROBACIÓN DE QUE LOS VALORES CALCULADOS SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

6.1.- Tensiones de paso y contacto en el interior

☑ Se han adoptado las medidas de seguridad "b" o "c" del aptdo. 4.3.1, o la "a" ó "b" del aptdo. 4.3.2., por lo que no será preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente cero.

☐ Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de paso y contacto interiores.

6.2.- Tensiones de paso y contacto en el interior

☑ Se ha adoptado la medida de seguridad "a" del aptdo. 4.3.1., por lo que no será preciso calcular la tensión de contacto exterior, ya que ésta será prácticamente cero.

☐ Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o el correspondiendiente cálculo y comprobación de la tensión de contacto exterior.

6.3.- Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT

Concepto	Valor calculado		Condició	Valor admisible	
Tensión de paso en el exterior	V'_p =	16,19	≤	V_p =	6.955
Tensión de paso en el acceso al CT	$V'_{p(acc)}$ =	50,86	≤	V'p(acc) =	15.783

6.4.- Tensión e intensidad de defecto

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	V'_d = 12,75 V	≤	V_{bt} = 10.000 V

7.- JUSTIFICACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA RED DE CABLES SUBTERRÁNEOS

* Radio del círculo de igual superficie que el área cubierta por la malla

$$r = \sqrt{\frac{S_m}{\pi}} = \sqrt{\frac{\square}{3{,}14}}$$

r = ☐ m

* Valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra formada por los cables subterráneos de alta tensión con cubierta conductora y las picas conectadas a la misma, ampliada con los cables de cubierta aislante

$$R'_m = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L + L'} = \frac{\square}{4 \cdot \square} + \frac{\square}{\square + \square}$$

R'_m = ☐ Ω

* Intensidad de defecto

$$I'_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \, (3R'_m)^2}} =$$

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1 + [10^{-6}(1{,}9 \cdot L_a + 78{,}5 \cdot L_c)]^2 \cdot 9 \cdot (R'_m)^2}}$$

$$\frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \left[1{,}9 \cdot \square + 78{,}5 \cdot \square \right] \cdot \square}{\sqrt{1 + \left[10^{-6}(1{,}9 \cdot \square + 78{,}5 \cdot \square) \right]^2 \cdot 9 \cdot \square^2}}$$

I'_d = ☐ A

* Tensión de defecto

$V'_d = R'_t \cdot I'_d =$ ☐ x ☐ ⟶ V'_d = ☐ V

$V'_d \leq$ 1.000 V

5. TABLAS DE CÁLCULO

- **Datos módulo fotovoltaico**

Fabricante:	Trunsun
Modelo:	TSHM540-144HV
P_{max}=	540 Wp
V_{mp}=	41,61 V
I_{mp}=	12,98 A
I_{sc}=	13,86 A

- **Condiciones ambientales**

Temperatura ambiente (ºC):	35,00 ºC
Temperatura terreno (ºC):	25,00 ºC
Resistividad terreno (K·m/W):	1,50 K·m/W

	Circuito	Tipo Conductor	Potencia (W)	cos φ	Tensión (V)	I_b (A)	L_T (m)	Sección Normalizada (mm^2)	I_z (A)	Coef. Agrup.	Coef. Tª	Coef. Resistividad	I_z' (A)	$I_b < I_z'$	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
INV-1	CC_01.01	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,97 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,00 V	0,36%
	CC_01.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,93 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,05 V	0,45%
	CC_01.03	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,28 V	0,29%
	CC_01.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	22,13 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,61 V	0,32%
	CC_01.05	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,56 V	0,23%
	CC_01.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	13,33 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,18 V	0,19%
	CC_01.07	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,85 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,11 V	0,19%
	CC_01.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	7,92 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	1,29 V	0,12%
	CC_01.09	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,83 V	0,25%
	CC_01.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	16,61 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,71 V	0,24%
	CC_01.11	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_01.12	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
	CC_01.13	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	56,88 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,64 V	0,41%
INV-2	CC_02.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_02.02	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	22,13 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	1,81 V	0,16%
	CC_02.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_02.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_02.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_02.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_02.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_02.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_02.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_02.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
	CC_02.11	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	54,58 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,45 V	0,40%
INV-3	CC_03.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_03.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_03.03	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	53,14 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,34 V	0,39%
	CC_03.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_03.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_03.06	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	61,94 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,05 V	0,45%
	CC_03.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_03.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_03.09	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	67,77 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,53 V	0,49%
	CC_03.10	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	76,59 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,25 V	0,56%
	CC_03.11	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	85,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,98 V	0,62%
	CC_03.12	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	108,04 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	8,82 V	0,78%
	CC_03.13	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	94,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,69 V	0,68%
	CC_03.14	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	116,84 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	9,53 V	0,85%

INV-4	CC_04.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_04.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_04.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_04.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_04.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_04.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_04.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_04.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_04.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_04.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
INV-5	CC_05.01	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	22,13 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	1,81 V	0,16%
	CC_05.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_05.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_05.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_05.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_05.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	71,19 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	11,62 V	1,03%
	CC_05.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_05.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_05.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	79,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	13,05 V	1,16%
	CC_05.10	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	102,65 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	8,38 V	0,75%
	CC_05.11	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	27,72 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,52 V	0,40%
INV-6	CC_06.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_06.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_06.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_06.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_06.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_06.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_06.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_06.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_06.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_06.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
INV-7	CC_07.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,97 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,99 V	0,71%
	CC_07.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	22,13 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,61 V	0,32%
	CC_07.03	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,28 V	0,29%
	CC_07.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	13,33 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,18 V	0,19%
	CC_07.05	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,56 V	0,23%
	CC_07.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	7,81 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	1,27 V	0,11%
	CC_07.07	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,11 V	0,19%
	CC_07.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	16,62 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,71 V	0,24%
	CC_07.09	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,83 V	0,25%
	CC_07.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,42 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,15 V	0,37%
	CC_07.11	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,55 V	0,32%
	CC_07.12	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,22 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,58 V	0,50%
	CC_07.13	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	52,26 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,26 V	0,38%

INV-8	CC_08.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_08.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_08.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_08.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_08.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_08.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_08.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_08.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_08.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_08.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
INV-9	CC_09.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_09.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_09.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_09.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_09.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_09.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_09.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_09.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_09.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_09.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
INV-10	CC_10.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_10.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_10.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_10.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_10.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_10.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_10.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_10.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_10.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_10.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
INV-11	CC_11.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_11.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_11.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_11.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_11.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_11.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_11.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_11.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_11.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_11.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%

INV-12	CC_12.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,93 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,05 V	0,45%
	CC_12.02	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,97 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,00 V	0,36%
	CC_12.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	22,13 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,61 V	0,32%
	CC_12.04	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,28 V	0,29%
	CC_12.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	13,33 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,18 V	0,19%
	CC_12.06	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,56 V	0,23%
	CC_12.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	7,81 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	1,27 V	0,11%
	CC_12.08	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,11 V	0,19%
	CC_12.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	16,62 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,71 V	0,24%
	CC_12.10	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,83 V	0,25%
	CC_12.11	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,42 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,15 V	0,37%
	CC_12.12	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,55 V	0,32%
	CC_12.13	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,22 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,58 V	0,50%
INV-13	CC_13.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_13.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_13.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_13.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_13.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_13.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_13.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_13.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_13.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_13.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
INV-14	CC_14.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	53,59 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	8,75 V	0,78%
	CC_14.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	53,59 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	8,75 V	0,78%
	CC_14.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_14.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_14.05	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	17,95 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	1,46 V	0,13%
	CC_14.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_14.07	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	7,81 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	0,64 V	0,06%
	CC_14.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_14.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_14.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
	CC_14.11	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	56,88 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,64 V	0,41%
	CC_14.12	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	65,68 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,36 V	0,48%
INV-15	CC_15.01	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,97 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,00 V	0,36%
	CC_15.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	22,13 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,61 V	0,32%
	CC_15.03	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,28 V	0,29%
	CC_15.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	13,33 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,18 V	0,19%
	CC_15.05	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,56 V	0,23%
	CC_15.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	7,81 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	1,27 V	0,11%
	CC_15.07	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,11 V	0,19%
	CC_15.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	16,62 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,71 V	0,24%
	CC_15.09	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,83 V	0,25%
	CC_15.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,42 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,15 V	0,37%
	CC_15.11	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,55 V	0,32%
	CC_15.12	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,22 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,58 V	0,50%
	CC_15.13	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	2	1.123,47 V	31,19 A	52,26 m	6,0 mm2	58,00 A	1,75	0,96	1,28	124,72 A	SI	4,21 V	0,37%
	CC_15.14	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	3	1.123,47 V	45,05 A	61,06 m	6,0 mm2	58,00 A	2,75	0,96	1,28	195,99 A	SI	4,90 V	0,44%

INV-16	CC_16.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_16.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_16.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_16.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_16.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_16.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_16.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_16.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_16.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_16.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
INV-17	CC_17.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,97 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,99 V	0,71%
	CC_17.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_17.03	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	26,75 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,18 V	0,19%
	CC_17.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_17.05	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	17,94 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	1,46 V	0,13%
	CC_17.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_17.07	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	7,81 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	0,64 V	0,06%
	CC_17.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	21,23 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,46 V	0,31%
	CC_17.09	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,21 V	0,29%
	CC_17.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,04 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,90 V	0,44%
	CC_17.11	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,92 V	0,35%
	CC_17.12	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	56,88 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	9,28 V	0,83%
	CC_17.13	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	2	1.123,47 V	31,19 A	48,73 m	6,0 mm2	58,00 A	1,75	0,96	1,28	124,72 A	SI	3,92 V	0,35%
INV-18	CC_18.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	40,17 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,56 V	0,58%
	CC_18.02	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,31 V	0,65%
	CC_18.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	31,37 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,12 V	0,46%
	CC_18.04	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,87 V	0,52%
	CC_18.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_18.06	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_18.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	34,66 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,66 V	0,50%
	CC_18.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	39,28 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	6,41 V	0,57%
	CC_18.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	43,46 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,09 V	0,63%
	CC_18.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	48,08 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,85 V	0,70%
INV-19	CC_19.01	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,93 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	5,05 V	0,45%
	CC_19.02	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	53,59 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,37 V	0,39%
	CC_19.03	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	22,13 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,61 V	0,32%
	CC_19.04	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	44,79 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,65 V	0,33%
	CC_19.05	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	13,33 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,18 V	0,19%
	CC_19.06	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	35,99 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	2,94 V	0,26%
	CC_19.07	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	25,86 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,22 V	0,38%
	CC_19.08	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	30,48 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,97 V	0,44%
	CC_19.09	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	46,62 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	7,61 V	0,68%
	CC_19.10	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	27,21 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,44 V	0,40%
	CC_19.11	H1Z2Z2-K	14.580,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	47,65 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	3,89 V	0,35%
	CC_19.12	H1Z2Z2-K	29.160,00 W	1	1.123,47 V	17,33 A	24,98 m	6,0 mm2	58,00 A	0,75	0,96	1,28	53,45 A	SI	4,08 V	0,36%

- Datos inversor

Fabricante:	Sungrow
Modelo:	SG250HX
Corriente salida [I_{out}]:	180,50 A
Tensión salida [V_{out}]:	800,00 V
Potencia máxima [kVA]:	250,00 kVA

- Condiciones ambientales

Temperatura ambiente (ºC):	35,00 ºC
Temperatura terreno (ºC):	25,00 ºC
Resistividad terreno (K·m/W):	1,50 K·m/W

Circuito	Tipo Conductor	Potencia (W)	cos φ	Tensión (V)	I_b (A)	L_T (m)	Sección Normalizada (mm^2)	I_z (A)	Coef. Agrup.	Coef. Tª	Coef. Resistividad	I_z' (A)	$I_b < I_z'$	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
CA-INV-1	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	241,58 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	10,25 V	1,28%
CA-INV-2	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	200,78 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	8,52 V	1,07%
CA-INV-3	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	144,99 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	6,15 V	0,77%
CA-INV-4	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	128,61 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	5,46 V	0,68%
CA-INV-5	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	70,90 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	3,01 V	0,38%
CA-INV-6	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	87,81 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	3,73 V	0,47%
CA-INV-7	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	52,28 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	2,22 V	0,28%
CA-INV-8	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	115,73 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	4,91 V	0,61%
CA-INV-9	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	120,86 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	5,13 V	0,64%
CA-INV-10	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	156,53 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	6,64 V	0,83%
CA-INV-11	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	161,66 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	6,86 V	0,86%
CA-INV-12	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	109,40 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	4,64 V	0,58%
CA-INV-13	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	197,33 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	8,38 V	1,05%
CA-INV-14	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	214,90 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	9,12 V	1,14%
CA-INV-15	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	158,36 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	6,72 V	0,84%
CA-INV-16	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	238,13 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	10,11 V	1,26%
CA-INV-17	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	231,67 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	9,83 V	1,23%
CA-INV-18	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	278,93 m	240,0 mm2	305,00 A	0,65	1	1,28	253,76 A	SI	11,84 V	1,48%
CA-INV-19	XZ1 (S) AL	250.000,00 W	1	800,00 V	180,50 A	327,89 m	300,0 mm2	350,00 A	0,65	1	1,28	291,20 A	SI	10,85 V	1,36%

Pamplona, noviembre 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ANEXO II:
GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE GESTIÓN DE RESIDUOS

1. ANTECEDENTES 1

2. NORMATIVA 1

3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 2

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD EN M^3 Y T DE CADA TIPO (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) 2

4.1 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS 2
4.2 CODIFICACIONES Y ESTIMACIONES (M^3 Y T DE CADA TIPO SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) 5

5. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS DE OBRA 6

5.1 DISEÑO DEL PROYECTO 6
5.2 PLANIFICACIÓN DE LAS COMPRAS Y SUBCONTRATAS 6
5.3 OPERACIONES Y ACTIVIDADES PROPIAS DE LA OBRA 6

6. OPERACIONES ENCAMINADAS A LA POSIBLE REUTILIZACIÓN, SEPARACIONES Y VALORIZACIÓN DE ESTOS RESIDUOS 6

6.1 DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS 7
6.2 REUTILIZACIÓN 7
6.3 RECICLAJE 7
6.4 TRATAMIENTOS ESPECIALES 7
6.5 SEGREGACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA 7
6.6 DESTINO RESIDUOS 9

7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS, QUE FORMARÁ PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO 9

8. PLIEGO DE CONDICIONES 9

8.1 PRESCRIPCIONES GENERALES 11
8.2 PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR 11

9. CONCLUSIÓN 14

1. ANTECEDENTES

Con la entrada en vigor del R.D. 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, entre las obligaciones que se imponen al productor, destaca la inclusión en el proyecto de obra de un estudio de gestión de los residuos de construcción y demolición que se producirán en ésta, que deberá incluir, entre otros aspectos, una estimación de su cantidad, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, el destino previsto para los residuos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión que deberán formar parte del presupuesto del proyecto.

El poseedor, por su parte, estará obligado a la presentación a la propiedad de la obra de un plan de gestión de los residuos de construcción y demolición en el que se concrete cómo se aplicará el estudio de gestión del proyecto, así como a sufragar su coste y a facilitar al productor la documentación acreditativa de la correcta gestión de tales residuos. A partir de determinados umbrales, se exige la separación de los residuos de construcción y demolición en obra para facilitar su valorización posterior, si bien esta obligación queda diferida desde la entrada en vigor del real decreto en función de la cantidad de residuos prevista en cada fracción.

Así pues, éste Anexo tiene por objeto establecer definir la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción, cumpliendo así la legislación indicada.

De acuerdo con el RD 105/2008, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, se presenta el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 3, con el siguiente contenido:

1.1- Identificación de los residuos (según OMAM/304/2002).

1.2- Estimación de la cantidad que se generará (en Tn y m3).

1.3- Medidas de segregación “in situ”.

1.4- Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos (indicar cuales).

1.5- Operaciones de valorización “in situ”.

1.6- Destino previsto para los residuos.

1.7- Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.

1.8- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

2. NORMATIVA

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE num. 96, de 22.04.1998).
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante deposito en vertedero (BOE num. 25, de 29.01.2002).
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos (BOE num. 43, de 19.02.2002).
- Ley 6/2003, de 20 de marzo, del impuesto de depósito de residuos.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE num. 255, de 24.10.2007).
- Orden de 23 abril de 2003, por la que se regula la repercusión del impuesto sobre depósito de residuos.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE num. 38, de 13.02.2008).

3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Se procederá a la construcción de la planta en 3 fases diferentes en los que trabajaran diferentes empresas con diferentes instaladores y montadores, siempre cumpliendo lo establecido por el reglamento.

Fase 1: Obra Civil

La primera fase de la obra consiste en la preparación del terreno y el material que va a utilizarse, así como a la obra civil:

- Preparación y adecuación de los terrenos.

- Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.

- Construcción de los accesos y viales internos.

- Excavaciones zanjas para cables.

- Cimentación de bastidores de las estaciones (Centro de inversores/transformación).

- Hincado de las estructuras sobre las que se montarán después los módulos fotovoltaicos.

- Vallado perimetral de la instalación.

Fase 2: Montajes de los diferentes equipos que se requieren en la instalación:

Primero se montará la parte mecánica de la planta y a continuación la parte eléctrica y todo el cableado de los equipos.

Fase 3: Prueba y Puesta en Marcha:

Hay que destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos.

- El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, el movimiento de tierras en las zonas donde se tenga que realizar se minimizará en la manera de lo posible, para realizar la mínima gestión de las tierras.

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD EN M^3 Y T DE CADA TIPO (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

4.1 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS

Se establecen dos tipos de residuos:

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

Los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

En la siguiente tabla adjunta se ven estos residuos marcando con una X los que se van a producir en esta obra:

A.1.: Nivel I		
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
A.2.: Nivel II		
RCD: Naturaleza no pétrea		
	1. Asfalto	
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
	2. Madera	
X	17 02 01	Madera
	3. Metales	
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	4. Papel	
X	20 01 01	Papel
	5. Plástico	
X	17 02 03	Plástico
	6. Vidrio	
	17 02 02	Vidrio
	7. Yeso	
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
RCD: Naturaleza pétrea		
	1. Arena Grava y otros áridos	
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
	2. Hormigón	

X	17 01 01	Hormigón
	3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
	4. Piedra	
	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
	1. Basuras	
	20 02 01	Residuos biodegradables
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
	2. Potencialmente peligrosos y otros	
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos, …)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor, …)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

4.2 CODIFICACIONES Y ESTIMACIONES (M^3 Y T DE CADA TIPO SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

La estimación se realizará en función de la categoría del punto 5.1

Para la estimación de los diferentes volúmenes de residuos en obra nueva se partirá del siguiente porcentaje en peso (%) de generación de los diferentes residuos:

Tipo de residuos	Kg	%
Arena, grava y otros áridos	2.002,28	6,20
Hormigón	17,19	0,05
Ladrillos azulejos y otros cerámicos	0,00	0,00
Piedra	630,44	1,95
Asfalto	0,00	0,00
Madera	11.858,00	36,69
Metales	15.800,84	48,89
Papel, cartón	1.610,90	4,98
Plásticos	398,09	1,23
Vidrio	0,00	0,00
Yeso	0,00	0,00
Residuos peligrosos	0,00	0,00
Residuos sólidos urbanos	0,00	0,00
Total kg	**32.317,73**	

Una parte de la construcción y montaje es modular, viniendo los diferentes elementos en piezas que se ensamblan en la obra.

La mayor parte de los residuos que se generan en la obra son de naturaleza no peligrosa. Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implican un manejo cuidadoso, teniendo en cuenta en cada momento el destino de cada uno de los RCD. Entre ellos predominan los residuos precedentes de la demolición, de la apertura de rozas en la albañilería para el paso y la colocación de instalaciones empotradas, así como otros restos de materiales inertes. Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implica un manejo cuidadoso.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que se vayan empleando. El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos a formalizar con los subcontratistas la obligación de éstos de retirar de la obra todos los residuos generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

En cualquier caso, por lo general siempre serán necesarios, como mínimo, los siguientes elementos de almacenamiento:

- Una zona específica para almacenamiento de materiales reutilizables.
- Un contenedor para residuos pétreos.
- Un contenedor y/o un compactador para residuos banales.
- Un contenedor para materiales contaminados.

5. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS DE OBRA

Como medidas para la prevención de los residuos en obra, estas se estudian en 3 etapas diferentes donde cada organismo afectado estudia la mejor manera de gestionarlos:

- Diseño del proyecto
- Planificación de las compras y subcontrataciones
- Operaciones o actividades propias de la obra.

5.1 DISEÑO DEL PROYECTO

Como principal actividad en la minimización de la generación de los residuos se ha establecido que el balance de tierras en los movimientos de tierras y explanaciones sea el mínimo posible. Para ello, en el diseño del proyecto se ha tenido muy en cuenta la necesidad de la elección de un terreno que cumpla mayoritariamente las características necesarias para este tipo de instalaciones.

En el proyecto de esta Planta Solar Fotovoltaica, se podrá reutilizar gran parte de las tierras de excavación en rellenos de zanjas y creación de caminos. No obstante, si existiera un excedente, será enviado a graveras de la zona o a vertederos.

Otro aspecto del diseño que influye en la minimización de los residuos es la aplicación modular. El diseño y construcción de los componentes principales de la planta fotovoltaica, como son los paneles solares y las estructuras que los sostienen, es completamente modular. Esto, no sólo reduce los costes de construcción, sino que también reduce el transporte y la gestión de los residuos. Los útiles para el transporte son homogéneos y pueden ser reutilizados y los materiales vienen en tramos a ensamblar, reduciéndose los sobrantes.

5.2 PLANIFICACIÓN DE LAS COMPRAS Y SUBCONTRATAS

A la hora de abordar las compras y subcontrataciones, se especifica la minimización de envases y embalajes, el empleo de útiles de transporte reciclables o reutilizables, así como otras medidas encaminadas a la minimización de residuos.

5.3 OPERACIONES Y ACTIVIDADES PROPIAS DE LA OBRA

Se establecen obligaciones contractuales con los subcontratistas para la minimización y segregación de los residuos, tales como las establecidas en el capítulo 6 de este estudio.

6. OPERACIONES ENCAMINADAS A LA POSIBLE REUTILIZACIÓN, SEPARACIONES Y VALORIZACIÓN DE ESTOS RESIDUOS

Dentro de este apartado se contempla las operaciones encaminadas a la posible reutilización, separación y valorización de los residuos generados en la obra, especialmente en lo relativo a la segregación en fracciones.

Se debe diferenciar entre:

- Deposición de residuos
- Reutilización
- Reciclaje
- Tratamientos especiales

6.1 DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

Los residuos que no son valorizables son en general depositados en vertederos.

También hay residuos de naturaleza tóxica o contaminante y que, por lo tanto, resultan potencialmente peligrosos. Estos residuos, deben disponerse de manera tal que no puedan causar daños a las personas ni a la naturaleza y que no se conviertan en elementos agresivos para el paisaje.

6.2 REUTILIZACIÓN

La reutilización es la recuperación de materiales sobrantes de la obra con las mínimas transformaciones posibles.

Este método, no solamente reporta ventajas medioambientales sino también económicas.

Los elementos constructivos valorados en función del peso de los residuos poseen un valor bajo, pero, si pueden ser regenerados o reutilizados directamente, su valor económico es más alto. En este sentido, la reutilización es la manera de minimizar los residuos originados, de forma menos compleja y costosa que el reciclaje.

Es habitual la reutilización de tierras sobrantes como material de relleno o árido necesario para viales o rellenos. También la madera suele ser un elemento típicamente reutilizable.

6.3 RECICLAJE

Es la recuperación de algunos materiales que componen los residuos, sometidos a un proceso de transformación en la composición de nuevos productos.

La naturaleza de los materiales que componen los residuos de la construcción determina cuáles son sus posibilidades de ser reciclados y su utilidad potencial. Los residuos pétreos - hormigones y obra de fábrica, principalmente- pueden ser reintroducidos en las obras como granulados, una vez han pasado un proceso de criba y machaqueo. Los residuos limpios de hormigón, debido a sus características físicas, tienen más aplicaciones y son más útiles que los escombros de albañilería. En función de su volumen, también puede considerarse el reciclaje de envases y embalajes, vidrio, y metales.

6.4 TRATAMIENTOS ESPECIALES

Esto consiste en la recuperación de los residuos potencialmente peligrosos susceptibles de contener sustancias contaminantes o tóxicas a fin de aislarlos y de facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada.

También forman parte de los residuos especiales de construcción algunos materiales que pueden contener sustancias contaminantes, e incluso tóxicas, que los llegan a convertir en irrecuperables. La deposición no controlada de estos materiales en el suelo constituye un riesgo potencial importante para el medio natural. Por ello, los materiales potencialmente peligrosos deben ser separados del resto de los residuos para facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada a que deben ser sometidos.

Siempre es necesario prever las operaciones de desmontaje selectivo de los elementos que contienen estos materiales, la separación previa en la misma obra y su recogida selectiva.

6.5 SEGREGACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separase en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón 160 t
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 80 t

- Metal: 4 t
- Madera:2 t
- Vidrio: 2 t
- Plásticos: 1 t
- Papel y cartón: 1 t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan, tal como se realizará en el proyecto objeto de este estudio. Se han previsto dentro del emplazamiento diferentes áreas para llevar a cabo tal actividad. Los residuos, en función de su naturaleza podrán estar dispuestos directamente sobre el terreno, en contenedores y sacos o bien, para el caso de los peligrosos, en contenedores homologados, para su posterior retirada por gestor autorizado.

Se han previsto las siguientes áreas y medios ara la segregación y almacenamiento de los residuos:

Área de contenedores de segregación de residuos no pétreos:

- Contenedores de papel/vidrio/embalajes
- Contenedores de RSU
- Contenedores restos maderas
- Contenedores ferrallas

Área de contenedores de segregación de residuos pétreos:

- Contenedores y/o acopios de tierras /gravas /arena

Área recogida restos hormigones y limpieza de canaletas:

- Zona de limpieza canaletas hormigones y restos de hormigones

Para los contenedores de segregación de residuos no peligrosos e inertes se ha previsto un emplazamiento adecuado. Estas zonas de contenedores podrán variar a lo largo del avance de la obra según las producciones de residuos y estarán próximos a las zonas donde se generen los residuos.

Las zonas de acopios de tierras, gravas y arenas se han distribuido por toda la planta. Estos espacios deberán delimitarse para no mezclar materiales y puedan convertirse en inservibles y den lugar a un residuo. Todas las áreas de residuos estarán perfectamente balizadas y señalizadas, debiéndose reponer los medios de balizamiento y señalización cuando se requiera.

Al final de la obra, los excedentes de tierras de excavación habrán sido reutilizados en los rellenos.

Este tipo de proyectos no suelen generar residuos peligrosos por lo que este tipo de almacén no está contemplado. En el caso de que se generen estos residuos se proyectará un almacén que deberá estar techado, tener el suelo impermeabilizado y con resaltes para contener los posibles derrames. En este almacén se seguirán las siguientes instrucciones:

- Los residuos peligrosos se separarán adecuadamente y se evitará las mezclas.
- Los tipos de residuos se envasarán y etiquetarán en recipientes homologados. El periodo de almacenamiento no podrá superar los seis meses.
- La cesión de los residuos siempre se realizará a un gestor autorizado.
- Se guardará la documentación relativa a la entrega de los residuos al gestor durante al menos 5 años.
- Se llevará un registro de los residuos producidos y gestionados y destino de estos.

6.6 DESTINO RESIDUOS

El destino de todos los residuos generados en las obras, serán plantas autorizadas de tratamiento y gestión de los residuos y vertederos autorizados. El proceso siempre se llevará a cabo a través de gestores autorizados.

Las operaciones de separación y recogida selectiva de los residuos se harán en el mismo lugar donde se producen, mejorando las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. La separación en el lugar de producción es imprescindible cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento, de tal forma que no se mezclen con otros no peligrosos.

Esta segregación, permite que los restos metálicos segregados en contenedores específicos puedan ser valorizados. De igual forma, los restos de madera pueden ser reutilizados o cedidos.

7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS, QUE FORMARÁ PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Prescripciones por incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

- La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento

correspondiente por parte de empresas homologadas.

- Certificación de los medios empleados
- Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.
- Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

8. PLIEGO DE CONDICIONES

De acuerdo con la reglamentación de aplicación es necesario diferenciar entre diferentes agentes en el cumplimiento de los requisitos legales. Al final de este capítulo se incluyen las prescripciones particulares a incluir en el proyecto para la gestión de los residuos, si bien antes se describen las obligaciones indicadas.

Para el Productor de Residuos

a) Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un "estudio de gestión de residuos", el cual ha de contener como mínimo:

- Estimación de los residuos que se van a generar.
- Las medidas para la prevención de estos residuos.
- Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
- Pliego de Condiciones
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.

b) Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por el gestor autorizado. Esta documentación se debe guardar al menos los 5 años siguientes.

c) Si fuera necesario, por así exigírselo, construir o garantizar que se asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la licencia, en la relación con los residuos.

Para el Poseedor de los Residuos en la Obra (Artículo 5RD 105/2008)

Los principios que debe observar son los siguientes:

a) Presentar ante el promotor un Plan que refleje como llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla el mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un gestor, debe igualmente poder acreditar quién es el gestor final de estos residuos. Dicho Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.
b) Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas.
c) Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al productor (promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
d) Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
e) El contratista deberá asegurar la capacitación medioambiental de todo el personal que se encuentre bajo su responsabilidad y cuyo trabajo pueda incidir directa o indirectamente sobre el medio ambiente, especialmente en lo relativo a la correcta gestión de los residuos generados en la obra.
f) Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
g) Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
h) Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello, se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
i) Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores en obra conozcan donde deben depositar los residuos.
j) Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales nuevos.

Para el personal de obra:

Los principios que debe observar son los siguientes:

a) Se encuentran bajo la responsabilidad del contratista y consecuentemente del poseedor de los residuos. El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga.
b) Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de estos.
c) Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
d) Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a derrames de residuos.

A continuación, se indican las especificaciones a incluir en los pliegos de prescripciones técnicas del proyecto relativas al almacenamiento, manejo, separación y en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

8.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

El contratista partirá del presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción como base para la redacción del Plan de Gestión de residuos que reflejará cómo llevar a cabo las obligaciones que le incumben en cuanto a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

Certificación de la correcta gestión de los residuos

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad, los certificados y documentaciones de la entrega de los residuos a gestor autorizado. En el caso de que la cesión se realice a un gestor que sólo se dedique a la recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de cesión debe figurar el gestor de valorización o de eliminación final, que debe estar autorizado.

Orden y limpieza de la obra y correcta segregación y almacenamiento de residuos

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros y otros residuos, como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias. Mientras los residuos se encuentren en su poder, debe mantenerlos en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que pudieran dificultar o impedir su posterior valorización o eliminación.

8.2 PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR

El contratista deberá disponer de los recursos necesarios, tanto humanos como económicos, para asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental en todo momento y particularmente en la correcta gestión de los residuos generados en la obra.

Control logístico de los residuos generados

En líneas generales los residuos que se generarán durante la obra se pueden clasificar en tres categorías:

- Residuos urbanos y asimilables: Cartones, embalajes, plásticos y envases vacíos que originariamente contuvieran productos no peligrosos.
- Residuos inertes y no peligrosos: Maderas, palets de maderas, chatarra metálica, ferralla, escombros y material de obra no peligroso (yesos, , cementos y hormigones).
- Residuos peligrosos: aceites usados, trapos impregnados con grasas y aceites, tierras contaminadas, siliconas, disolventes, desengrasantes, baterías gastadas, fluorescentes, lámparas de mercurio o sodio, pinturas en base disolvente, y en general, cualquier residuo con sustancias químicas peligrosas.

El contratista deberá proceder a la segregación de los residuos generados:

- Cartones y papeles
- Material plástico de envases rígidos, encofrados y retractilados
- Maderas y palets de madera
- Chatarra y ferralla
- Escombros y material de obra no peligroso

- Residuos peligrosos (aceites usados, tierra contaminada, trapos contaminados, disolventes, desengrasantes, batería gastadas, fluorescentes y lámparas de la Hg/Na.)

Almacenamiento:

El contratista habilitará zonas diferenciadas para el almacenaje de las diferentes categorías de residuos definidas. Dichas zonas deberán estar adecuadamente señalizadas e identificadas con carteles que permitan su lectura desde una distancia aproximada de 10 metros.

- Los residuos peligrosos se almacenarán bajo techado y de manera que no puedan entrar en contacto productos incompatibles entre sí (p.ej.: sustancias inflamables próximas a sustancias comburentes). Salvo excepciones debidamente justificadas, aquellos residuos peligrosos de naturaleza líquida y los envases que lo contienen estarán en el interior de un recinto hormigonado limitado por un borde perimetral levantado aproximadamente 20 cm del suelo que actuará como sistema de contención de derrames en caso de rotura de un bidón o contenedor.

- Los contratistas deberán habilitar los elementos necesarios para asegurar la correcta segregación y almacenamiento de los residuos generados (acondicionamiento del terreno, bidones, contenedores, carteles y señales, etc.) y su correcto mantenimiento (reposición de balizas, sacos defectuosos, etc.).

- Los contratistas se encargarán de realizar las tramitaciones necesarias para gestionar los residuos fuera de las instalaciones (contacto con transportistas y gestores autorizados). Como norma general, los residuos urbanos, asimilables a urbanos e inertes se enviarán a entidades que primen la reutilización de los residuos sobre el reciclado y éste sobre la valorización. Siempre que sea posible, se evitará el envío a vertederos autorizados.

En ningún caso, se permitirá el envío a vertederos no autorizados o ilegales.

Actuaciones para los RSU y asimilables, residuos no peligrosos e inertes:

Se enviarán a centros de reutilización, reciclaje, valorización o eliminación (por este orden), siendo el contratista responsable de asegurar el cumplimiento de la legislación vigente el circuito comprendido entre la recogida en las instalaciones y la gestión en el centro receptor. El contratista registrará la naturaleza y cantidades recogidas en la ficha de campo correspondiente. Así mismo, asegurará que las operaciones de carga de los residuos en los camiones se realizan correctamente y documentará cada fase del circuito con albaranes de recogida, entrega y certificados acreditativos de la gestión final del residuo.

Actuación para los residuos peligrosos:

El contratista cumplirá con los requisitos legales medioambientales establecidos en la normativa vigente sobre gestión de residuos peligrosos. Como norma general, se enviarán a centros gestores autorizados de residuos peligrosos a través de transportistas autorizados. El contratista registrará la naturaleza y cantidades recogidas en la ficha de campo correspondiente. Así mismo, asegurará que las operaciones de carga de los residuos en los camiones se realizan correctamente.

A continuación, se indican los aspectos más relevantes:

- Los contratistas deberán disponer del documento de aceptación de los residuos peligrosos expedido por el gestor autorizado correspondiente. Así mismo, se encargarán de solicitar el número de registro otorgado por la Consejería oportuna para la gestión de los residuos peligrosos correspondientes y vigilarán que dicho permiso esté en vigor.

- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

- Correcta cumplimentación del documento de identificación que acompañará al residuo desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino.

• El transportista que recoja los residuos peligrosos deberá estar autorizado para el transporte de residuos peligrosos. Al igual que para el caso de los gestores autorizado, se les exigirá el número de registro otorgado por la Consejería correspondiente para el transporte de los residuos peligrosos y se revisará que dicho permiso esté en vigor.

Finalmente, el contratista exigirá un certificado acreditativo de la gestión final del residuo peligroso. Los contratistas se encargarán de ponerse en contacto y contratar los servicios de recogida, envío y gestión de los residuos generados. Además, proporcionarán los certificados acreditativos de la gestión efectuada a los residuos:

• Solicitud de albaranes de recogida de residuos urbanos, asimilables e inertes por transportistas autorizados.

• Copia de las autorizaciones de transportistas y gestores (vigilar su vigencia).

• Copia de la aceptación de los residuos peligrosos por parte de los gestores autorizados.

• Copia de las notificaciones de envío a los gestores autorizados.

•Copia de los documentos de identificación de residuos peligrosos correspondiente.

Retirada de escombros y residuos en obras de demolición y preparación de los terrenos

- Los residuos generados como consecuencia de la demolición de edificios y de la limpieza de la parcela deberán ser segregados según los anteriormente indicados.
- Las obras de demolición de las edificaciones e infraestructuras existentes se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, empleo de estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.
- Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valorizables (cerámicos, mármoles...).
- Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinteras v demás elementos que lo permitan, que puedan segregarse para facilitar su posterior reutilización o reciclado.

Desmantelamiento de la instalación y limpieza de la zona de obras:

El Coordinador Ambiental comunicará a los contratistas los requisitos que deberán cumplir para llevar a cabo el desmantelamiento de instalaciones temporales e infraestructuras de obra.

Las actividades que se deberán ejecutar una vez finalizada la fase de construcción son las siguientes:

- Desmantelamiento de infraestructuras auxiliares, instalaciones y estructuras fijas temporales.
- Retirada y limpieza de escombros, materiales sobrantes (láminas de geotextiles, materias primas, etc.) y residuos (ferralla, tuberías, cables, madera, botes, etc.). La segregación se realizará de acuerdo a las indicaciones precedentes.
- Retirada de suelos contaminados por vertidos o derrames de aceites o grasas y tratamiento posterior como residuo peligroso.

9. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con los planos que acompañan la presente memoria y el presupuesto reflejado, el técnico que suscribe entiende que queda suficientemente desarrollado el Plan de Gestión de Residuos para el proyecto reflejado en su encabezado.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ANEXO III:
FICHAS TÉCNICAS

ÍNDICE FICHAS TÉCNICAS

1. ESTRUCTURA
2. MÓDULOS
3. INVERSORES
4. PPC

ADIWATT

Photovoltaics, a matter of expertise

ADIWATT is a company created in order to become a world leader in the manufacture and distribution of photovoltaic structures.

The goal of ADIWATT is to increase current market share and get closer to all their clients to make it much easier to fullfil their needs.

ADIWATT staff is technical and sales specialized in the PV market, with long experience in manufacturing, desing and marketing. From here, we welcome you to our group and hope to keep us in mind to your future projects.

As added value, ADIWATT has his own assembly staff, which throughout its extensive experience has developped the knowledge to install structures in any place and any condition.



2VBP

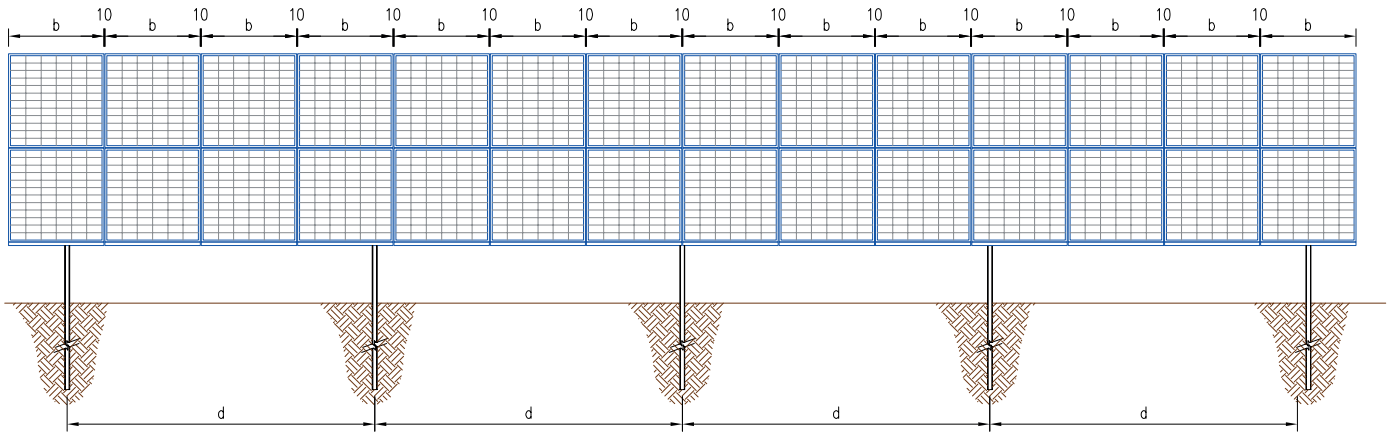
INNOVATIVE AND DISTINGUISING CHARACTERISTICS:

- Flexible placement of photovoltaic modules
- Easy and quick assembling.
- Options of foundation: Pilling, drilling and concrete blocks.
- Own engineering department: Structures designed according to customer requirements.
- Weight reduction: Tailored dimensions of profiles.
- Complete structure and all bulk materials needed delivered.

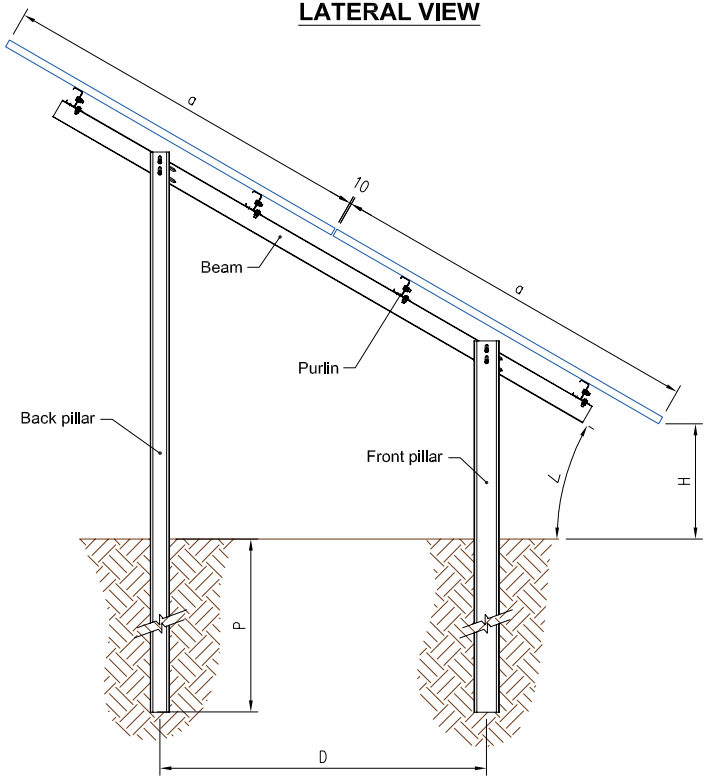
TECHNICAL CHARACTERISTICS:

- The quality of steel for the piles is S275JR or S355JR with a subsequent treatment of hot dip galvanized according to the norm UNE EN ISO 1461, which gives 25 years of warrany for C3 environment. It also gives us the possibility of increasing the galvanizing thicknesses to reach a 25 year guarantee for a C5 environment.
- The quality of stell for the aerial part is S280GD, S320GD or S350GD with a coating of ZM310, which give it a warranty of 25 years even in C5 environment.
- The structures are adapted to the different dimensiones and fixing characteristics of the panels in the market.
- Connections between all elements are bolted, not welded existing before or after the finishing process.
- Screws for the structure in ZINC/ NIQUEL and the panel in INOX (antibolt optional).

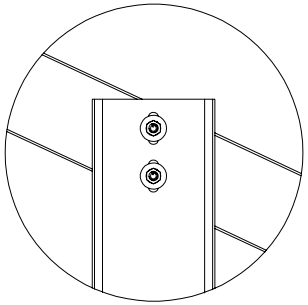
FRONT VIEW



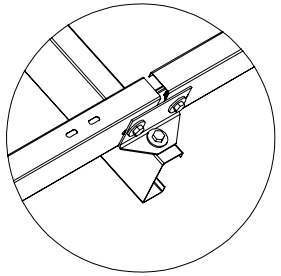
LATERAL VIEW



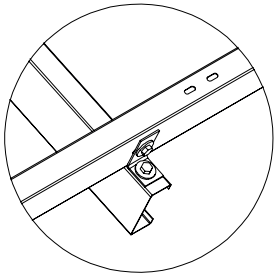
JOINT: PILLAR-BEAM



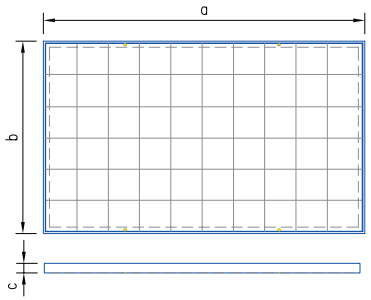
DOUBLE JOINT: PURLIN-BEAM-PURLIN



SIMPLE JOINT: PURLIN-BEAM



SOLAR PANEL



DuDrive Max Series
TSHM-144HV 535-545

Ultra High Efficiency Mono PERC Half-cell Solar Module (182)



ABOUT BEYONDSUN

Founded in 2008, Beyondsun is the world's leading PV manufacturer and one-stop solution provider. With multiple manufacturing bases and more than 8 branches around the world, our business covers cells, modules, aluminum frame and PV projects. With its advantages of continuous technological innovation, strong financial performance, and well-established global sales and service networks, Beyondsun has been highly recognized by its global partners. Until now, Beyondsun has distributed more than 8 GW PV products to over 30 countries all over the world. We are committed to collaborate with our partners in driving renewable energy together.

ULTRA HIGH MODULE EFFICIENCY
More power output with 182 MBB mono PERC half-cut cell

MORE ENERGY YIELD
Lower NMOT and better temperature coefficient by lower cell series resistance, helps boost energy yield

LOWER OPERATING TEMPERATURE, MORE RELIABLE
Lower operating temperature and hot spot temperature during the sunny day, making the module prevail during the sunny days

BETTER SHADING TOLERANCE
Thanks to paralleling circuit design, more power generated under shading condition and during morning & evening time

BETTER MICRO CRACK RESISTANCE
Minimize the impact by micro crack by limiting cell damage and potentially extending area by half-cut module architecture

1500V SYSTEM VOLTAGE
Approved IEC1500Vdc system voltage, saving on BoS cost

QUALIFICATIONS & CERTIFICATES

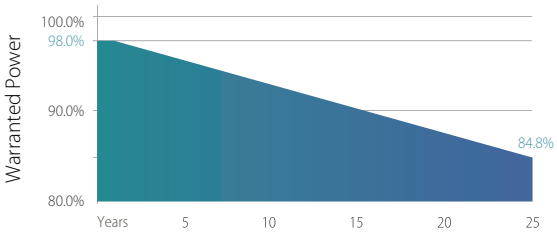
- IEC 61215 / IEC 61730
- ISO 9001: Quality Management System
- ISO 14001: Environment Management System
- OHSAS 18001: Occupational Health and Safety

INDUSTRY LEADING WARRANTY

25-Year Linear Performance Warranty

12-Year Product Material & Workmanship Warranty

LLOYD'S Product & Performance Insured by LLOYD'S



THE IDEAL SOLUTION FOR

Ground-mounted projects

Commercial / industrial rooftop projects

Version 2021.07 © Zhejiang Beyondsun Green Energy Technology Co., Ltd. All Rights Reserved.
E-mail: marketing@beyondsunpv.com Web: www.beyondsunpv.com

Beyondsun

DuDrive Max Series TSHM-144HV 535-545

ELECTRICAL PARAMETERS @ STC*

Module Type	TSHM535-144HV	TSHM540-144HV	TSHM545-144HV
Max. Power Output Pmax (W)	535	540	545
Power Tolerance	0~+3%	0~+3%	0~+3%
Max. Power Voltage Vmp (V)	41.45	41.61	41.77
Max. Power Current Imp (A)	12.91	12.98	13.05
Open Circuit Voltage Voc (V)	49.31	49.46	49.61
Short Circuit Current Isc (A)	13.79	13.86	13.93
Module Efficiency (%)	20.70%	20.89%	21.09%

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25 ℃, Air Mass 1.5

ELECTRICAL PARAMETERS @ NMOT*

Max. Power Output Pmax (W)	402	406	409
Max. Power Voltage Vmp (V)	38.59	38.74	38.89
Max. Power Current Imp (A)	10.41	10.47	10.53
Open Circuit Voltage Voc (V)	46.41	46.55	46.69
Short Circuit Current Isc (A)	11.12	11.18	11.23

*NMOT (Nominal Module Operating Temperature), Irradiance of 800W/ m², Spectrum AM 1.5, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s

TEMPERATURE COEFFICIENTS

Temperature Coefficients of Pmp	-0.36%/°C
Temperature Coefficients of Voc	-0.29%/°C
Temperature Coefficients of Isc	+0.048 %/°C
NMOT	41°C±3°C

MECHANICAL PARAMETERS

Cell Type	Mono, 182x91mm
Cell Arrangement	144pcs (2×(6×12))
Dimension (L×W×H)	2279x1134x35mm
Weight	28.6kg
Front Cover	3.2mm High Transmission, Low Iron, AR Coating Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4mm² solar cable, 400mm (customizable)
Connector	MC4 compatible

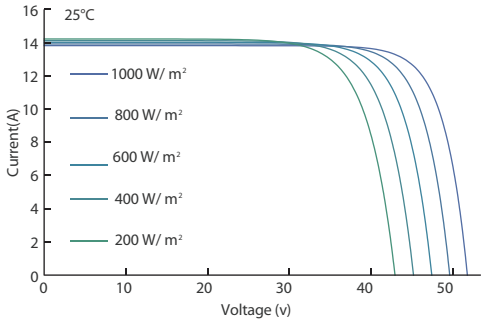
OPERATING PARAMETERS

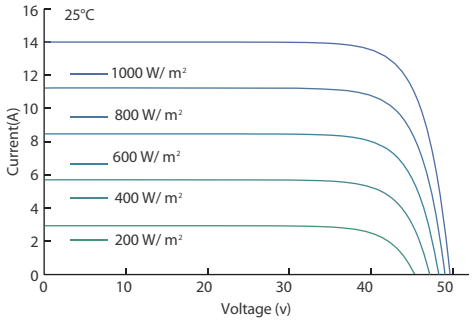
Maximum System Voltage(V)	1500(DC)
Operating Temperature(℃)	-40~+85
Max. Wind Load / Snow Load(Pa)	2400/5400
Max. Over Current(A)	25
Application Class	Class A
Fire Rating	Class C

PACKAGE INFORMATION

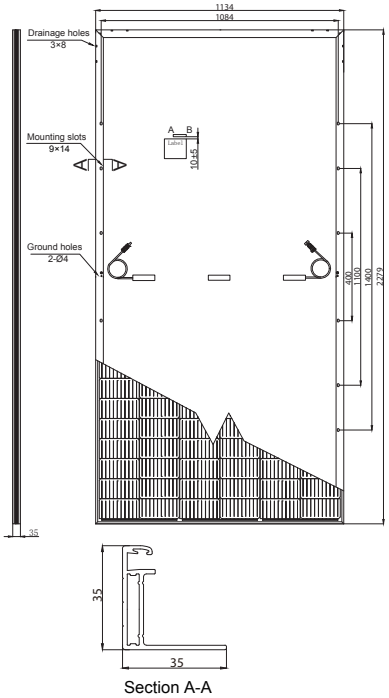
Quantity / Pallet	31 pcs
Container 40'HQ	20 pallets, 620 pcs

I-V CURVES





TECHNICAL DRAWINGS



Section A-A

*The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to ongoing innovation, R&D enhancement, Zhejiang Beyondsun Green Energy Technology Co., Ltd. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Beyondsun

SG250HX

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System

SUNGROW
Clean power for all



HIGH YIELD

- 12 MPPTs with max. efficiency 99%
- 30A MPPT compatible with 500Wp+ module
- Built-in Anti-PID and PID recovery function

SMART O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Smart IV Curve diagnosis*
- Fuse free design with smart string current monitoring

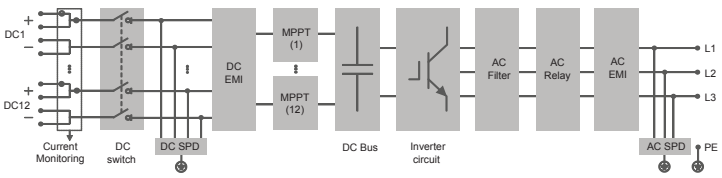
LOW COST

- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Power line communication (PLC)
- Q at night function

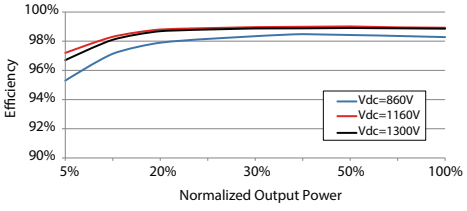
PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 anti-corrosion
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE



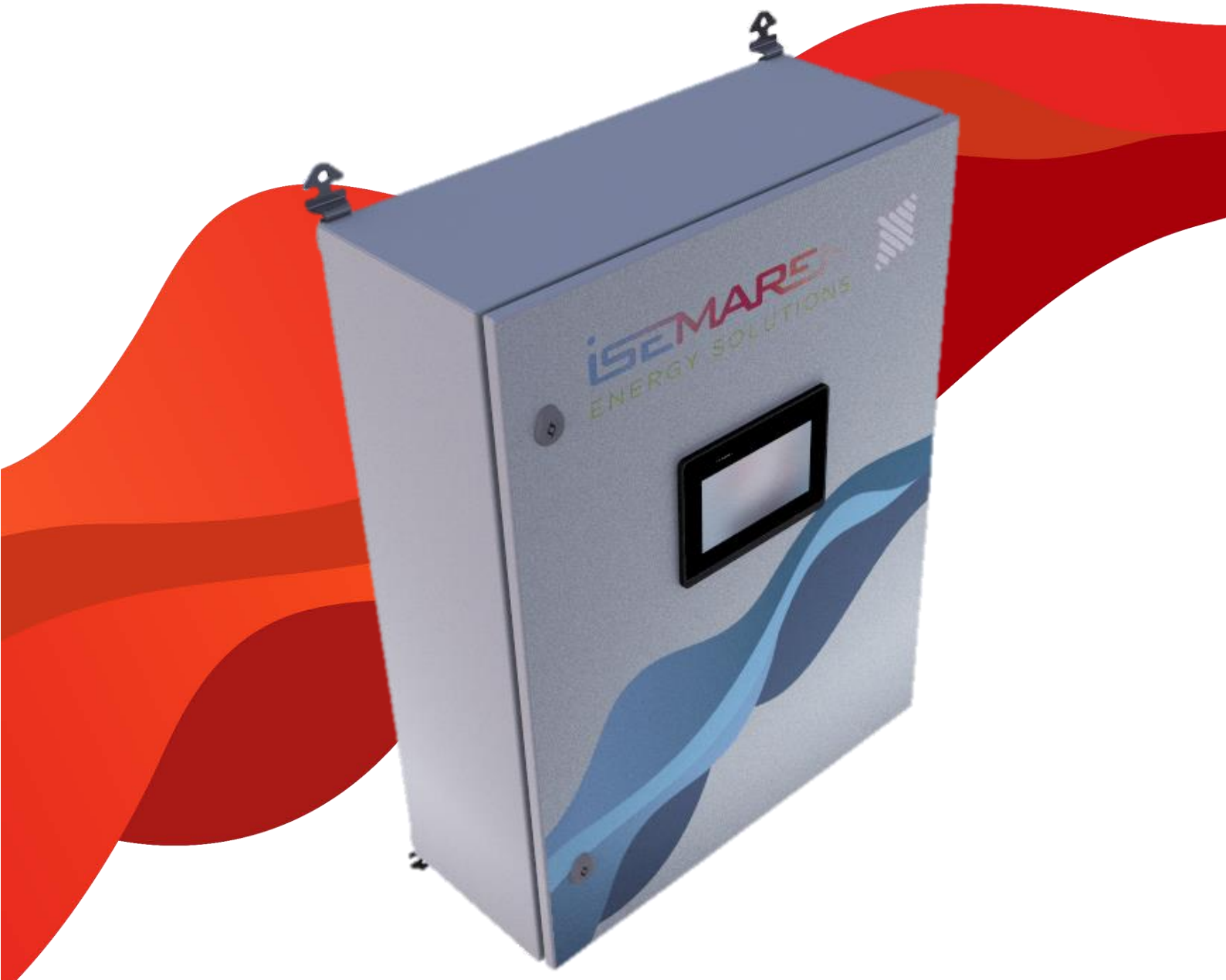
© 2020 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1.5.4

Type designation	SG250HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 500 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	30 A * 12
Max. DC short-circuit current	50 A * 12
Output (AC)	
AC output power	250 kVA @ 30 ℃ / 225 kVA @40 ℃ / 200 KVA @ 50 ℃
Max. AC output current	180.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency	99.0 %
European efficiency	98.8 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID and PID recovery function	Yes
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1051 * 660 * 363 mm
Weight	99kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 ℃
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+App
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	MC4-Evo2 (Max. 6 mm^2, optional 10mm^2)
AC connection type	OT/DT terminal (Max. 300 mm^2)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT,active & reactive power control and power ramp rate control

*: Only compatible with Sungrow logger and iSolarCloud

© 2020 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1.5.4

ISEMAREN
ENERGY SOLUTIONS



Open-PPC-X1

Joven Empresa Innovadora EA 0043 AENOR conform

PYME INNOVADORA

ISO 14001 SGS

ISO 9001 SGS

ISO 50001 SGS

Ignition SCADA Gold Certified

Microsoft Certified DATA ANALYST ASSOCIATE

DOCUMENTO/ARCHIVO	
Título: O&M Manual OPEN-PPC-X1	Nombre fichero: HUA_PET_MAN_PPC_DEVI_R01_SP
Fecha:04/11/2021	
Version: R01	

Registro de cambios			
Version	Páginas	Fecha	Reason for change
1	79	04/11/2021	Versión inicial

DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO	
Nombre	Persona / Entidad
	ISEMAREN

CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	PREPARADO	PREPARADO	PREPARADO
A. Araque, I. Pajares, P. Santiago T. Laso, D. Carcelen	D. Carcelen M. Calvo N. Bitti	S. Trinidad D. Carcelen	D. Hernanz

Índice

1. Acerca de este manual 1
1.1. Ámbito de aplicación del documento 1
1.2. Tabla de acrónimos 1
1.3. Nota sobre la propiedad intelectual 1
2. Seguridad 2
2.1. Etiquetas de seguridad 2
2.2. Condiciones de seguridad 2
2.2.1. Advertencias generales 2
2.3. Equipo de protección personal (EPP) 3
3. Descripción de la unidad 4
3.1. Visión general 4
3.2. Datos técnicos 7
3.3. Equipos y modelos 8
3.3.1. Codificación del PPC 8
3.3.2. Placa de identificación 8
3.3.3. OPEN X1 – Modelo ACAC- U-2-1-H 9
3.3.3.1. Cariil superior 10
3.3.3.2. Carril central 10
3.3.3.3. Carril inferior 11
3.3.4. Equipo 12
3.3.4.1. Fuente de alimentación 12
3.3.4.2. Módulo redundante 13
3.3.4.3. PLC TM251 Schneider Electric 14
3.3.4.4. Switch 15
3.3.4.5. Router 16
3.3.4.6. UPS 19
3.3.4.7. Medidor 20
3.3.4.8. Batería 21
3.3.4.9. HMI 22
3.4. Esquemas eléctricos 1
3.5. Esquemas mecánicos 9
4. Recepción, transporte y almacenamiento 12
4.1. Recepción 12
4.2. Transporte del equipo 12
4.3. Almacenamiento 12

4.4. Conservación 13
5. Montaje y puesta en marcha 14
5.1. Unpacking 14
5.2. Preparación 14
5.2.1. Condición ambiental 14
5.2.2. Fijación del equipo 15
5.3. Instalación 15
5.4. Conexiones 17
5.4.1. Conexión de la fuente de alimentación y los requerimientos del cable 17
5.4.2. Conexión de la alimentación auxiliar y conexión a tierra 17
5.4.3. Conexión de las señales del transformador de medición 18
5.5. Conexión de comunicaciones 18
5.5.1. Conexión de cable trenzado 19
5.5.2. Conexión de fibra óptica 19
5.6. Puesta en marcha 20
5.6.1. Conexión a tierra 20
5.6.2. Potencia interna del equipo 20
5.6.3. Puesta en marcha del analizador 20
5.6.4. Puesta en marcha de las comunicaciones 20
6. Acceso a PPC en la consola de ingeniería 22
6.1. Instalación/actualización del software de Schneider 22
6.2. Gestión de contraseñas 23
6.3. Acceso a los parámetros de PPC 23
6.4. Acceso a los datos y parámetros del sistema 24
7. Requisitos de mantenimiento 25
7.1. Operaciones de mantenimiento general 25
7.2. Mantenimiento de componentes 25
7.2.1. Operaciones de mantenimiento de cuadros montados en la pared 25
7.2.2. Operaciones de mantenimiento 26
7.2.3. Operaciones de mantenimiento de disyuntores 26
7.2.4. Operaciones de mantenimiento diferencial 26
7.2.5. Operaciones de mantenimiento de enchufes 26
7.2.6. Operaciones de mantenimiento de la fuente de alimentación 27
7.2.6.1. Uso 27
7.2.6.2. Montura 27
7.2.6.3. Conexión 27

7.2.6.4. Tensión de red 27
7.2.6.5. Salida 28
7.2.6.6. Características de la temperatura 28
7.2.7. Redundancia PRO DM 10 operaciones de mantenimiento 28
7.2.7.1. Uso 28
7.2.7.2. Montura 28
7.2.7.3. Conexión 28
7.2.7.4. Tensión de red y fusibles 29
7.2.7.5. Características de la temperatura 29
7.2.8. Operaciones de mantenimiento del controlador TM251MESE 29
7.2.9. Módulo TM3 operaciones de mantenimiento 32
7.2.10. Operaciones de mantenimiento del Switch Spider 8TX 32
7.2.11. Operaciones de mantenimiento del router RUT955 33
7.3. Mantenimiento del firmware PPC 34
8. Diagnóstico de averías 39
8.1. Pérdida de suministro 39
8.2. Pérdida de comunicación 39
8.2.1. Hacer ping a un equipo 41
8.2.2. Verificación de comunicaciones con Modbus Poll 42
8.2.3. Otras cuestiones a tener en cuenta 44
8.2.4. Inicio de sesión denegado 46
9. Desconectarse de las fuentes de voltaje 47
10. Desmantelamiento del producto 48
10.1. Manejo de residuos 48
11. Contacto 49
12. Declaración de conformidad EU / Responsabilidad 50

1. Acerca de este manual

1.1. Ámbito de aplicación del documento

El objetivo de este manual es describir el controlador de planta Open X1 de Isemaren y proporcionar la información adecuada para su correcta recepción, instalación, puesta en marcha, mantenimiento, y operación para garantizar el buen funcionamiento del producto.

Es muy importante que antes de comenzar a usar el equipo, se realice una lectura exhaustiva de este manual.

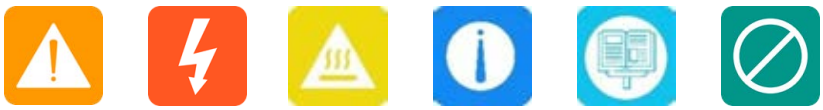
1.2. Tabla de acrónimos

TABLA DE ACRÓNIMOS	
PPC	Controlador de la central eléctrica - Power Plant controller
SD	Tarjeta de memoria, (en este caso, es usado por el PPC para el almacenamiento de datos)
CPU	Unidad Central de Procesamiento
POI	Punto de interconexión
HMI/SCADA	Interfaz hombre-máquina/Supervisión, Control y Adquisición de datos.
PLC	Controlador Lógico Programable
PPE	Equipo de Protección Personal
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional

1.3. Nota sobre la propiedad intelectual

Este documento, su contenido y revisiones ha sido realizado por Isemaren con un fin informativo. Contiene información privada relacionada con Isemaren y está referida únicamente a su destinatario. Por lo tanto, no puede ser publicado o distribuido sin una autorización previa.

2. Seguridad



2.1. Etiquetas de seguridad

Este manual utiliza varios símbolos para destacar y resaltar determinadas secciones. Los significados generales se explican a continuación.



Advertencia general.



Información general.



Peligro eléctrico.



Lea atentamente esta sección.



Superficie caliente.



Prohibición.

2.2. Condiciones de seguridad

Antes de manipular el equipo, preste atención a las advertencias de seguridad que se indican a continuación para evitar lesiones personales y/o daños al equipo.

El mantenimiento y la reparación de este producto, solo debe realizarse después de conocer los posibles riesgos que conlleva su manipulación. No prestar atención a los símbolos de advertencia de seguridad que se presentan más arriba podría provocar lesiones personales y poner en peligro su vida y la de otras personas.

El operario que realice el proceso de mantenimiento o reparación/sustitución de un componente debe comprender y conocer las precauciones de seguridad antes de manipularlo.

2.2.1. Advertencias generales

- Las operaciones descritas en este manual sólo deben ser realizadas por personal cualificado. El personal calificado cumplirá, como mínimo, con todas las normas de seguridad, reglamentos y normas aplicables a la instalación y operación de esta unidad, entre las que se encuentran: leyes de seguridad para trabajos eléctricos; y peligro de descarga eléctrica. El cumplimiento de las instrucciones de seguridad indicadas en este manual no implica la exención de otras normativas que sean específicas de la instalación, el lugar, o el país en el que se realicen los trabajos, así como cualquier otra circunstancia.
- Se debe tener especial cuidado al abrir la puerta del cuadro, una acción que no implica que no haya tensión en el interior. Siempre existe el riesgo de descarga eléctrica, incluso después de que todas las fuentes de energía se hayan desconectado del sistema. Solo el personal calificado puede abrirlo, siguiendo las instrucciones de este manual.

- Como medida de seguridad mínima para la operación, siempre se deben seguir las llamadas 5 reglas de oro:
  - Desconectar.
  - Evitar cualquier posible retroalimentación.
  - Comprobar que no hay voltaje.
  - Tierra y cortocircuito.
  - Proteger de elementos vivos, si los hay, y colocar señales de seguridad alrededor del área de trabajo.
- Isemaren no acepta ninguna responsabilidad por los daños causados por el uso inadecuado de la unidad. Cualquier obra que implique la modificación de las disposiciones eléctricas originales deberá ser comunicada a Isemaren para su estudio y aprobación.

2.3. Equipo de protección personal (EPP)

El operador usará el equipo de seguridad sugerido. Este equipo incluye:

- Gafas de seguridad.
- Guantes adecuados para la manipulación de equipos eléctricos.
- Calzado de seguridad.

Es importante saber que existe un riesgo eléctrico y que su manipulación sólo debe ser realizada por el personal autorizado, cualificado y provisto de las herramientas y medios necesarios para su tratamiento.

Si la normativa del país exige otro tipo de protección personal, deberá complementar adecuadamente el equipo recomendado por Isemaren.

3. Descripción de la unidad

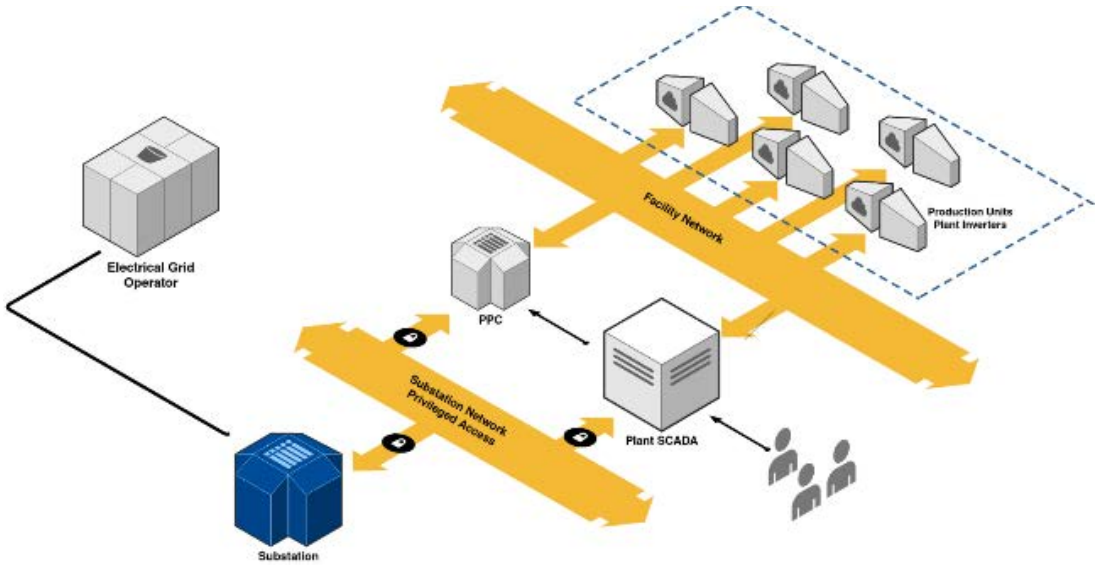
Este producto es el resultado del desarrollo de I+D de Isemaren. Diseñado a partir de la experiencia de nuestro equipo de desarrollo. Incorpora las principales mejoras según el estado del arte del mercado fotovoltaico. Implantado con éxito en diferentes países con sus respectivos códigos de red.

3.1. Visión general

Isemaren OPEN X1 está certificado según la UE 2016/631 incluyendo todas las características de regulación en potencia (activa/reactiva), frecuencia y tensión de la central.

- Compatible con cualquier inversor del mercado (tanto string como central). Soporte nativo de la mayoría de los buses de planta solar estandarizados.
- PLCs dobles redundantes para asegurar la disponibilidad y fiabilidad del sistema a largo plazo.
- Regulación dinámica personalizada según las características de la planta.
- Sistema de regulación predictive para respuestas rápidas.
- Interfaz de usuario basada en la web y pantalla táctil HMI de fácil manejo.
- Modelos de simulación certificados PSS/E y DigSILENT disponibles.
- Disponible con medidor de potencia interno o compatible con cualquier otro externo.
- Funcionalidades avanzadas: Amortiguación de oscilación de potencia (POD), sistemas de almacenamiento de energía en batería (BESS) e Inyección cero.
- Configurable para cualquier código de red.

La arquitectura que se suele utilizar entre los diferentes dispositivos que componen el sistema será la siguiente:



El operador de la red se comunica normalmente con la subestación RTU. SCADA y PPC leen/escriben desde la RTU para recibir consignas de ajuste o variables de estado y enviar respuesta al centro de control y al operador de red a través de ella.

O localmente, los usuarios que se conectan al SCADA pueden enviar instrucciones al PPC a través de esta interfaz y así, a través del SCADA, actuar sobre el sistema de control y regulación de la planta.

A través de SCADA o el HMI del PPC es posible que un usuario registrado cambie las consignas de regulación de frecuencia activa, reactiva y/o de frecuencia de salida de los inversores.

Las variables a intercambiar están definidas en los diferentes gobernadores y son personalizables.

Las variables que se intercambian entre el centro de control / operador de red, PPC y RTU se personalizan con los diferentes gobernadores PPC.

Isemaren OPEN X1 está programado en un PLC industrial. El código de programación se compilará e instalará en una tarjeta SD que se encuentra en la CPU del PPC.

El PPC lee desde el medidor ubicado en el POI. El medidor de potencia integrado se puede suministrar como una opción. La precisión del medidor debe ser de al menos 200 ms. Por lo tanto, el controlador PI o PID del PPC tendrá 10 iteraciones para alcanzar el valor del punto de set dentro de los 2 segundos posteriores al control.

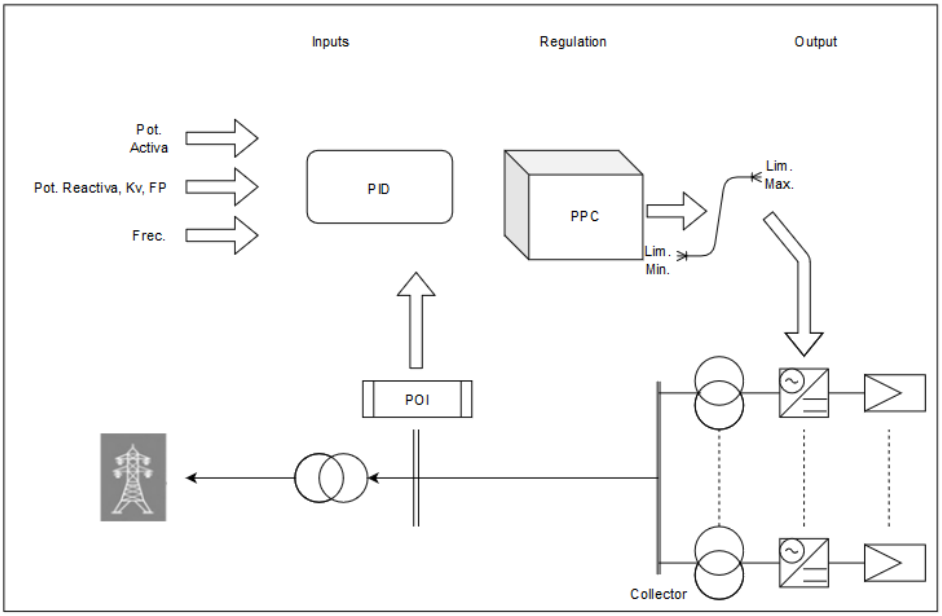


Diagrama de regulación de plantas fotovoltaicas 1

La comunicación entre el medidor y el PPC se realiza a través de ModBus con una frecuencia de actualización de al menos 200ms, o se puede implementar cualquier otro protocolo a través de pasarelas de comunicación, con la posibilidad de alcanzar velocidades de hasta 10ms siempre y cuando el equipo y las comunicaciones lo soporten.

El PPC se comunica con el contador de energía instalado en cada subestación de planta donde obtiene la referencia de red. Este equipo normalmente se comunica a través de ModBus, pudiendo implementar cualquier otro protocolo a través de pasarelas, dependiendo del alcance del proveedor.

Los parámetros de funcionamiento del inversor están configurados para actuar directamente en el software del inversor a nivel de planta a través del PPC. El inversor recibirá instrucciones de potencia que definen su rendimiento en condiciones normales de funcionamiento y contra perturbaciones de diferente naturaleza. El inversor es capaz de regular el voltaje, la potencia activa, la potencia reactiva y la frecuencia de la señal de salida, por lo tanto, trabajando en estos parámetros, puede seguir los puntos de consigna enviados desde el controlador de la planta.

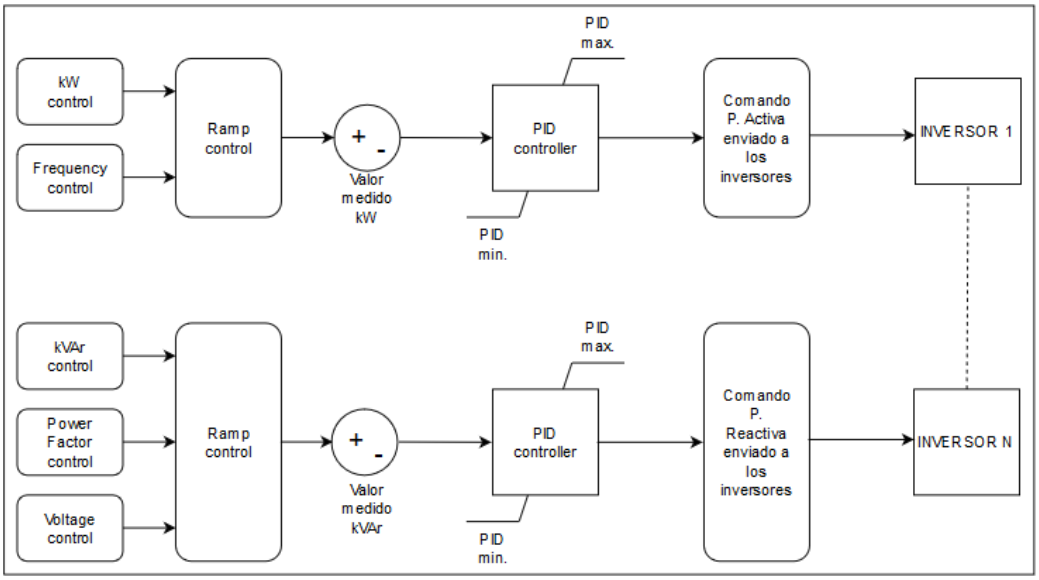
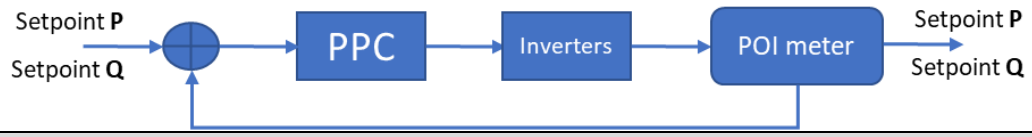


Diagrama de regulación de plantas fotovoltaicas 2

3.2. Datos técnicos

A continuación, puede ver la table de características técnicas del Open X1 de Isemaren.

Technical Characteristics	
Hardware	
PLC	Schneider Modicon TM251
Nº de PLCs	Dos (Redundancia activa).
Conmutador Ethernet	L2 6/8 Fast/Gigabit Ethernet (Opción: Switch L3 gestionable, con protocolos de redundancia y F.O).
HMI (optcional)	Pantalla táctil de 7" con terminal de servicio web remoto.
Medidor de red eléctrica (opcional)	Medidos de clase 0,2s según IEC 62053-22. 2ETH, medidas AC/DC.
Router	Router/Firewall Ethernet con 4G y GPS (NTP).
E/S Digitales / Entradas analógicas	Módulos de E/S opcionales.
Fuente de alimentación	Fuente de alimentación conmutada 24 V DC/5 A.
Nº PS	Dos (redundancia).
SAI	Fuente de alimentación SAI DC 12-48V/20A con batería 24Vdc / 1.3A/h.
Aislamiento	2.5kV
MTBF	>50.000 horas.
Protecciones	Interruptor magnetotérmico-diferencial.
Comunicaciones	
Protocolos de comunicación	Modbus / TCP, Modbus RTU (RS-485) Opcional: IEC 61850, IEC 60 870-5-101 / -104, DNP 3, Profibus/Profinet, Ethernet/IP.
Conectividad	Router 4G integrado con funcionalidad VPN y firewall para la puesta en marcha y el mantenimiento en remoto.
Temperatura de la habitación	0ºC – 55ºC
Humedad relativa	95% sin condensación.
Grado de protección IP	IP64 (IP52 con pantalla opcional)
Ventilación	Convección natural (opcional forzada)
Funciones de regulación	
Compatible con diferentes códigos de red.	
Ampliable con funciones adicionales (por ejemplo: control de celdas o control de generación automática).	
Modo Local/Remoto.	
Modo Manual/ Automático.	
Regulación de la potencia activa.	
Regulación de la potencia reactiva.	
Regulación del factor de potencia.	
Regulación de la tensión.	
Amortiguación de la Oscilación de la Potencia (POD) (Opcional)	
Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS) (Opcional)	
Inyección cero (Opcional)	
Diagrama de Bloques	
Visualización / Interfaz de Usuario / Registro de Datos	
	VPN integrada (IPSec, OpenVPN, SSL) para el control o mantenimiento en remoto. Servicio web integrado.
	Almacenamiento local de datos. Ampliable mediante tarjeta de memoria SD.
	Servicio FTP integrado. Copia de seguridad en caliente y restauración del firmware.
Homologaciones	

Certificados		P.O.12.2 NTS UE 2016/631 V2 SEPE v1 SENP ANSI/ISA, CSA, EAN. CE EN/IEC, CE, UL. UNE, Bureau Veritas,
ROHS		Cumplimiento

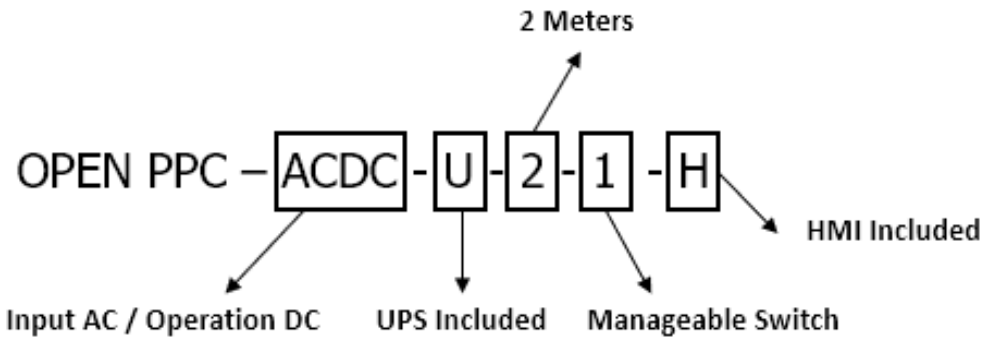
3.3. Equipos y modelos

El Open X1 es un PPC con diferentes opciones de equipamiento seleccionables, lo que permite ajustarse en todo momento a las necesidades de cada cliente. Las diferentes configuraciones que el Open X1 permite adoptar, establecen los diferentes modelos en los que se puede formar el equipo. En este apartado se muestran las diferentes posibilidades y los modelos que se pueden crear a partir de ellas.

3.3.1. Codificación del PPC

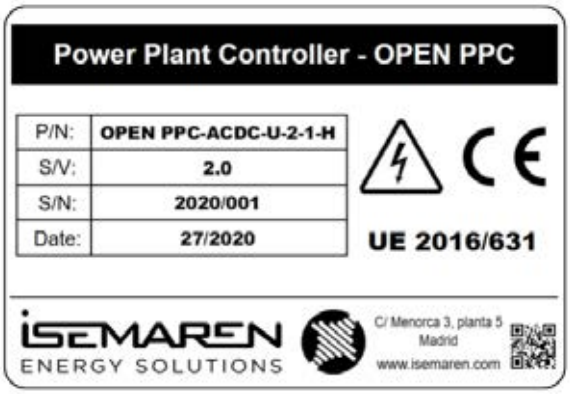
En función de los requerimientos del cliente, se pueden elegir diferentes opciones. A continuación, se muestra una tabla resumen con estas opciones y la codificación de los modelos distribuidos por Isemaren:

Como se puede ver en la tabla hay 5 elementos diferenciadores y seleccionables en Isemaren Open X1. Al elegir una opción u otra, se construyen los diferentes modelos seleccionables. A continuación se muestra un ejemplo de la codificación del PPC Open X1 y la etiqueta que llevaría el cuadro.



3.3.2. Placa de identificación

La placa de identificación para el modelo OPEN PPC-ACDC-U-2-1-H sería:



3.3.3. OPEN X1 - Modelo ACAC- U-2-1-H

Nuestro modelo de fábrica representa un PPC que incluye todos los elementos disponibles, así como los elementos de protección correspondientes, como se puede ver en la siguiente imagen y que, según la nomenclatura del producto vista en el apartado anterior, llevaría el nombre de OPEN X1 - ACAC - U - 2 - 1 - H.

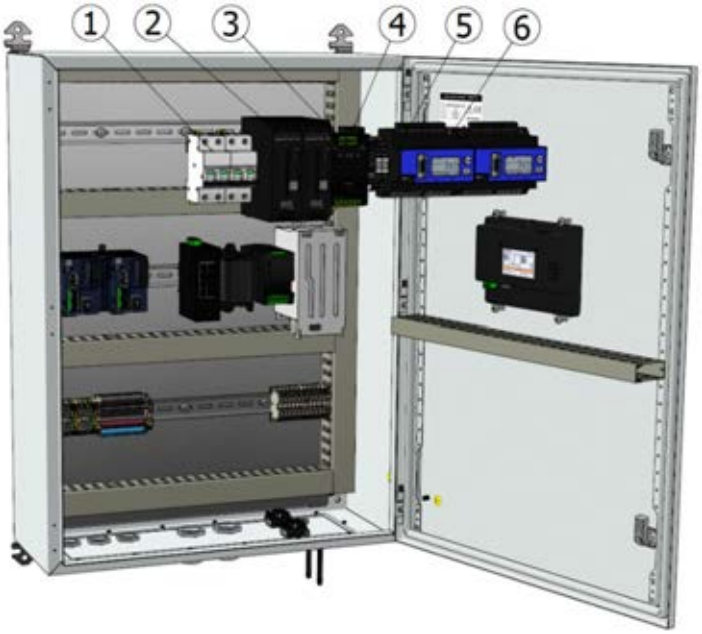
Este modelo de fábrica se muestra a continuación como un modelo 3D en el que se puede observar la colocación de los diferentes elementos vistos en los apartados anteriores:



A la derecha, en la imagen del Open X1 con la tapa cerrada, se puede ver la ubicación de la interfaz.

Dentro del modelo OPEN X1 - ACAC - U - 2 - 1 - H. (imagen izquierda), podemos distinguir tres niveles diferentes del cuadro (superior, intermedio e inferior) que se explican a continuación:

3.3.3.1. Cariil superior



1. Magnetotérmico
2. Fuente de alimentación
3. Módulo redundante.
4. Reset relay.
5. Bloque de terminales de alimentación.
6. Medidor

3.3.3.2. Carril central



7. PLC
8. Switch
9. Router
10. UPS
11. Batería

3.3.3.3. Carril inferior

12. Bloque de terminales I/O
13. Bloque de terminales del medidor



3.3.4. Equipo

Isemaren proporcionará al cliente la hoja de datos de cada dispositivo en el PPC. Las características técnicas generales del equipo se muestran a continuación.

3.3.4.1. Fuente de alimentación

La potencia de entrada y la potencia de funcionamiento pueden ser elegidas entre corriente alterna o corriente continua.



Características	
Fuente de alimentación conmutada, monofásica	
Salida	24 V DC/5 A (ajustable 21.6 - 27.6 V DC)
Entrada	85 - 264 V AC y 90 - 350 V DC
Carga completa hasta 60ºC	
Tecnología PFC	
Montaje vertical	
Funcionamiento en paralelo (2 dispositivos máximo)	
Funcionamiento en serie (2 dispositivos máximo con diodos externos)	
Datos técnicos	
Entrada (L, N)	
Tensión nominal	100 - 240 V AC
Rango de tensiones	85 - 264 V AC 90 - 350 V DC
Frecuencia de línea AC	47 - 63 Hz
Corriente nominal entrada 115/230 V AC típica	1.5 A/0.83 A
Corriente de entrada 115/230 V AC máx.	16 A/ 32 A (5 ms)
Fusible de entrada	5 A/250 V (interno)
Filtro de corrección del factor de potencia (PFC)	Sí
Aplicación bifásica	85 - 264 V AC (Debe conectarse un fusible o un disyuntor en el terminal N)
Salida (+, -)	
Potencia nominal de salida	120 W
Tensión nominal de salida	24 V DC
Corriente nominal de salida	5 A DC
Rango de ajuste de la tensión de salida	21.6 - 27.6 V
Protección sobre carga nominal	121% - 160%
Función de aumento de potenica	120%, máx. 10 sec.

Eficiencia típica	89%
Regulación de línea	±0.5 %
Regulación de carga	±1.5%
Coeficiente de temperatura	±0.05%/K
Ondulación y ruido	< 150 mV_{ss}
Tiempo de mantenimiento 115/230 V AC	>42 ms
Datos generales	
Tensión de aislamiento (entrada/salida)	3000 V AC/4242 V DC
Resistencia de aislamiento (entrada/salida)	100 MOhm
Temperatura ambiente de funcionamiento	-40 ºC - +70 ºC (UL: máx. 40 ºC)
Temperatura de almacenamiento	-40 ºC - +85 ºC
Humedad en funcionamiento	0 - 95 % RH, sin condensación
Grado de protección	IP 20

3.3.4.2. Módulo redundante

Características técnicas, sin prosa. Sin modelo ni marca. (Parecido SMA)






Características	
Módulo de redundancia para dos entradas	
Entrada	21 - 28 V DC
Corriente nominal	20 A
Salida de control de rele para cada entrada	
Montaje vertical	
Datos técnicos	
Tensión de aislamiento (entrada/salida)	100 V DC
Resistencia de aislamiento (entrada/salida)	100 MOhm
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25 ºC - +71 ºC
Temperatura de almacenamiento	-25 ºC - +85 ºC
Humedad en funcionamiento	20- 95 % RH
Número de entradas	2
Caída de tensión de salida	0.5 V
Corriente nominal de salida	20 A DC
Tensión inversa	30 V DC
Grado de protección	IP 20

3.3.4.3. PLC TM251 Schneider Electric

Características técnicas, sin prosa. Sin modelo ni marca. (Parecido SMA)



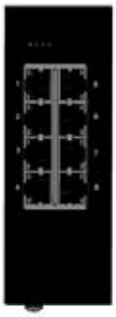


Características	
Tensión de alimentación asignada	24 V DC
Número de E/S del módulo de expansión	7 local 14 remoto
Capacidad de memoria Mantenido Ti24	8 MB para programa 64 MB RAM 128 MB Flash integrada para copia de seguridad <=16GB Tarjeta SD
Tipo de batería	BR2032 litio, no recargable, vida 4 años
Puerto Ethernet	Ethernet 1 10BASE-T/100BASE-TX - 2 cables cobre Ethernet 2 10BASE-T/100BASE-TX - 1 cable cobre
Servicios web	Servidor web
Datos técnicos	
Límites tensión de alimentación	20,4 - 28,8 V
Corriente de entrada	50 A
Consumo de energía	32,6 - 40,4 W
Tiempo de backup	2 años en 25ºC
Tiempo de ejecución por instrucción	0,022 µs
Velocidad de transmisión Longitud bus 15 m para RS485 Longitud bus 3 m para RS232 Longitud bus 3 m para USB	 1,2 - 115,2 kbit/s 1,2 - 115,2 kbit/s 480 Mb
Comunicaciones	
Servicios de comunicación	IEC VAR acceso Modbus TCP cliente Modbus TCP servidor Dispositivo esclavo Modbus TCP NGVL Cliente DHCP (Ethernet 1) DHCP server (Ethernet 2) Ethernet/IP originator (Ethernet 2) Ethernet/IP target (Ethernet 1 y 2) Ethernet/IP scanner (Ethernet 2) Scanner de E/S Ethernet/IP e Mensageiro (Ethernet 2)

	FDR Cliente/Servidor FTP SNMP client/server SQL client Enviar y recibir email desde el controlador basado en la biblioteca TCP/UDP Web server (WebVisu & XWeb system) OPC UA server DNS client
Número máximo de conexiones	8 Modbus sever 8 Modbus client 16 Ethernet/IP target 4 FTP server 10 servidores web 8 protocolo SoMachine
Número de esclavo	16 Ethernet/IP, estado 1 64 Modbus TCP, estado 1
Tiempo de ciclo	10 ms 16 Ethernet/IP 64 ms 64 Modbus TCP

3.3.4.4. Switch

Se puede elegir si se va a montar un switch simple o un switch inteligente.



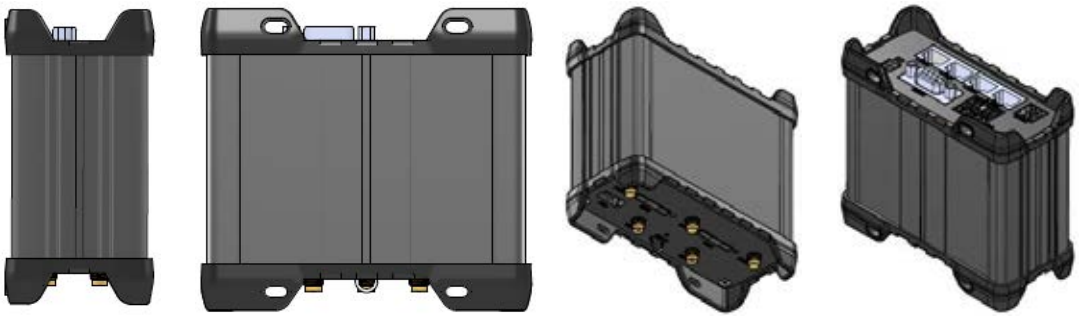


Características del PLC	
Grado de protección	IP30
Gestionable	Sí
Ethernet	Sí
Alimentación a través de Ethernet	No
Fast Ethernet	Sí
Gigabit Ethernet	No

Número de puertos 10/100 Mbps RJ45 Fast Ethernet	8
Protocolos soportados	PROFINET
Tipo de conexión eléctrica	Conexión Push-In
Datos técnicos de funcionamiento	
Tipo de tensión	CC
Tensión mínima de funcionamiento	12V
Tensión máxima de funcionamiento	48V
Corriente de entrada máxima	1,5A
Alimentación redundante	2 entradas de potencia
Temperatura mínima de funcionamiento	-40ºC
Temperatura máx. de funcionamiento	75ºC
Temperatura min. de almacenaje/transporte	-40ºC
Temperatura máx. de almacenaje/transporte	85ºC
Humedad relativa mín.	10%
Humedad relativa máx.	95%

3.3.4.5. Router

Características técnicas, sin prosa. Sin modelo ni marca. (Parecido SMA)



Móvil	
Módulo móvil 4G (LTE) 3G 2G	 4-150 Mbps Hasta 42 Mbps Hasta 236.8 kbps
Estado	Intensidad de señal, SINR, RSRP, RSRQ, Bytes enviados/recividos
Puente	Conexión directa entre el ISP móvil y el dispositivo en la LAN
SMS	Estado de los SMS, configuración de los SMS, envío/lectura de SMS mediante HTTP POST/GET, EMAIL a SMS, SMS a EMAIL, SMS a HTTP, SMS a SMS, SMS programados, autorespuesta de SMS, SMPP.
SIM Switch	2 tarjetas SIM
Wireless	
Modo inalámbrico	IEEE 802.11 b/g/n, punto de acceso (AP), Estación (STA)

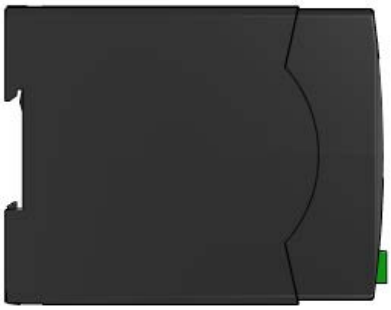
WiFi	WPA2-Enterprise (con servidor Radius externo/interno), WPA2-PSK, WPA-PSK, WEP, MAC Filter.
Seguridad WiFi	WPA2-Enterprise - PEAP, TLS, TTLS. AES-CCMP, TKIP, Modos de cifrado automático. Separación de clientes
SSID	Modo oculto de SSID y control de acceso basado en la dirección MAC
Usuarios WiFi	Hasta 100 conexiones simultaneas
Ethernet	
WAN	1 puerto WAN (puede configurarse como LAN) 10/100 Mbps. Estandar que cumple: IEEE 802.3 e IEEE 802.3u. Soporta auto MDI/MDIX
LAN	3 puertos LAN. 10/100 Mbps. Estandar que cumple: IEEE 802.3 y IEEE 802.3u. Soporta auto MDI/MDIX
Red	
Enrutamiento	Enrutamiento estático, dinámico (BGP, OSPF v2, RIP v1/v2)
Protocolos de red	TCP, UDP, IPv4, IPv, ICMP, NTP, DNS, HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, SSL v3, TLS, ARP, VRRP, PPP, PPPoE, UPNP, SSH, DHCP, Telnet, SMPP, MQTT, Wake On Lan (WOL)
DHCP	Asignación de IP estática y dinámica, DHCP Realy.
Cópias de seguridad de la red	Opciones VRRP, móvil, WAN por cable y WiFi WAN, cada una de las cuales puede utilizarse como copia de seguridad, utilizando la conmutación por error automática
Modbus	
TCP Slave	
Rango ID	1-255
Permite el acceso remoto	Permite el acceso a través de WAN
TCP Master	
Funciones soportadas	01, 02, 03, 04, 05, 06, 15, 16
Formato de datos soportado 8 bit 16 bit 32 bit float	 INT, UINT INT, UINT (MSB o LSB primero) Big endian, Big endian con byte-swapped, little endian, little endian con byte-swapped.
Datos Modbus al servidor. Protocolo	HTTP(S), MQTT, Azure MQTT
RTU Master (RS232)	
Velocidad de transmisión soportada	300-115200
Funciones soportadas	01, 02, 03, 04 y solo para alarmas: 05, 06, 15,16
Número de bits de datos	5-8
Número de bits de stop	1 o 2
RTU Master (RS485)	
Velocidad de transmisión soportada	300-115200

Funciones soportadas	01, 02, 03, 04 y solo para alarmas: 05, 06, 15,16
Número de bits de datos	8
Número de bits de stop	1
Características del sistema	
CPU	Atheros, Wasp, MIPS 74Kc, 550MHz
RAM	128 MB, DDR2
Memoria Flash	16 MB SPI Flash
Entradas/Salidas	
Entrada	1 entrada digital (0-3V), 1 entrada digital aislada galvánicamente (0-30V), 1 entrada analógica (0-24V), 1 entrada digital no aislada.
Salida	1 salida digital en colector abierto (30 V, 250 mA), 1 salida de relé SPST (40V, 4A), 1 salida digital en colector abierto (30V, 300mA)
Información técnica	
Tecnologías RF	2G, 3G, 4G, WiFi y GNSS
Potencia máxima de RF GSM WCDMA LTE WiFi	 33dBm 24dBm 23dBm 20dBm
Adaptador de potencia Entrada Salida	 0.4A 100-240VAC 9VDC, 1A, conector de 4 pines
Antena móvil VSWR<3	 698-960/1710-2690 MHz
Antena WiFi VSWR<2 VSWR<1.5	 2400-2483.5 MHz 1575.42-16025 MHz
Potencia	
Rango de voltaje de entrada	9 - 30 VDC (4 pines), protección contra polaridad inversa; protección contra sobretensiones > 31 VDC 10us máx.
Consumo de potencia	< 2 W en reposo, <7 W máx.
Entorno operativo	
Temperatura de operación	-40ºC - +75ºC
Humedad de operación	10% - +90%
MTBF	230000 h

3.3.4.6. UPS

Características técnicas, sin prosa. Sin modelo ni marca. (Parecido SMA)

Se puede elegir si se monta el UPS o no.

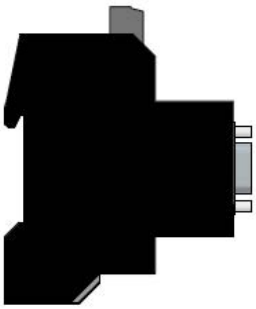




Datos técnicos	
Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Temperatura de funcionamiento Mínima Máxima	 -40ºC 71ºC
Humedad relativa Mínima Máxima	 20% 95%
Temp. de almacenamiento/transporte Mínima Máxima	 85ºC -40ºC
Grado de protección (IP)	IP20
Grado de contaminación	2
Ondulación y ruido	<0.1V
Resistencia de cohesión (entrada/salida)	360,00h
Tipo de batería	4/7/12 Ah
Conmutación a batería	22.5 V
Protección de salida de la batería	Fusible 40 A interno
Corriente de carga 2 - 5 Ah 5 - 10 Ah >10 Ah	 0.5 A 1 A 2.5 A
Tensión de carga nominal Mínimo Máximo	 26 V 27.2 V
Tensión de carga rápida máx.	28.5 V
Señal de contacto BAT DIS BAT FAIL DC IN OK	 Cerrado durante descarga de la batería Cerrado si control bateria negativo Cerrado si 22,5 V < VIN < 28V
Salida	
Tensión de salida Mínimo Máximo	24 V 22V 27.5 V
Corriente de salida	30 A
Entrada	
Tensión de entrada DC	

Mínimo Máximo	22.5 V 28 V
Corriente de entrada Máxima	 35 A

3.3.4.7. Medidor

Se puede elegir si se quiere montar un medidor o dos.

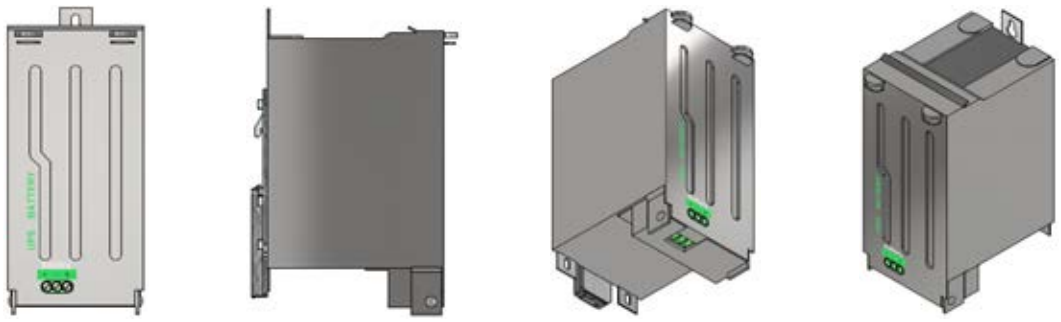




Protocolos de comunicación	
Profibus (DP/V0)	
Modbus (RTU, UDP, TCP, Gateway)	
TCP/IP	
BACnet (opcional)	
HTTP (configurable en la página de inicio)	
FTP (transferencia de archivos)	
SNMP	
TFTP	
NTP (tiempo de sincronización)	
SMTP (función email)	
DHCP	
Interfaces	
Ethernet	
RS232	
RS485	
Redes	
IT, TN y TT	
Redes de 3 y 4 fases	
Hasta 4 redes monofásicas	
Memoria de datos	
Flash de 128 Mbyte.	
5.000.000 valores guardados	
Rango de grabación hasta 2 años	
Grabación libremente configurable	
Lenguaje de programación: Jasic	
Tensión de alimentación	
230V Rango nominal Rango de operación Consumo de potencia	 95V a 240V (50/60Hz) / DC 135V a 340V ±10% del rango nominal Máximo 3.2W/9VA
90V	

Rango nominal Rango de operación Consumo de potencia	50V a 110V (50/60Hz)/ DC 50V a 155V ±10% del rango nominal Máximo 3.2W/9VA
24V Rango nominal Rango de operación Consumo de potencia	 20V a 50V (50/60Hz)/ DC 20V a 70V ±10% del rango nominal Máximo 5W/8VA
Condiciones ambientales	
Rango de temperatura de trabajo	-10ºC a +55ºC
Humedad relativa	5 a 95% (a +25ºC) sin condensación
Altitud de funcionamiento	0 a 2000 m sobre el nivel del mar
Entradas digitales (2) De pulsos, lógica, de control de estado y de conmutación HT/LT	
Frecuencia máxima	20Hz
Señal de entrada presente	18V a 28V DC (típica 4mA)
Señal de entrada no presente	0 a 5V, corriente menor a 0.5mA
Corriente nominal	5 A y 6 A
Tiempo de respuesta (Programa Jasic)	200 ms
Salidas digitales (2) De pulsos (kWh/kvarh), lógica, de conmutación y de valor umbral.	
Tensión de conmutación	Máx. 60V DC, 30V AC
Corriente de conmutación	Máx. 50mAeff AC/DC
Tiempo de respuesta (Programa Jasic)	200 ms
Salidas de caída de tensión	20 ms
Salidas de eventos de superación de tensión	20 ms
Frecuencia de conmutación	Máx. 20 Hz
Exactitud en las medidas	
Clase de energía	0.5S
Corriente y voltaje	0.2%
Calidad	
Interrupciones de corta duración	>20 ms
Registro de transitorio	>50 µs
Corrientes de arranque	>20 ms
Registro de valor efectivo de la onda completa	Hasta 4.5 minutos

3.3.4.8. Batería

Características técnicas, sin prosa. Sin modelo ni marca. (Parecido SMA)



Datos técnicos	
Entrada	
Tensión nominal de entrada	24 V DC
Periodo de buffer 20 A 25 A	 4.5 min 3 min
Salida	
Corriente de salida	Máx. 25 A
Conexión en paralelo	15
Conexión en serie	No
Fusible de salida	1 x 25 A
Datos generales	
Batería media de memoria	3.4 Ah
Grado de protección	IP20
Temperatura ambiente Funcionamiento Almacenamiento/transporte	 0ºC - 40ºC 0ºC - 40ºC
Humedad relativa máx. permitida	95%

3.3.4.9. HMI

Se puede elegir si montar la interfaz o no.

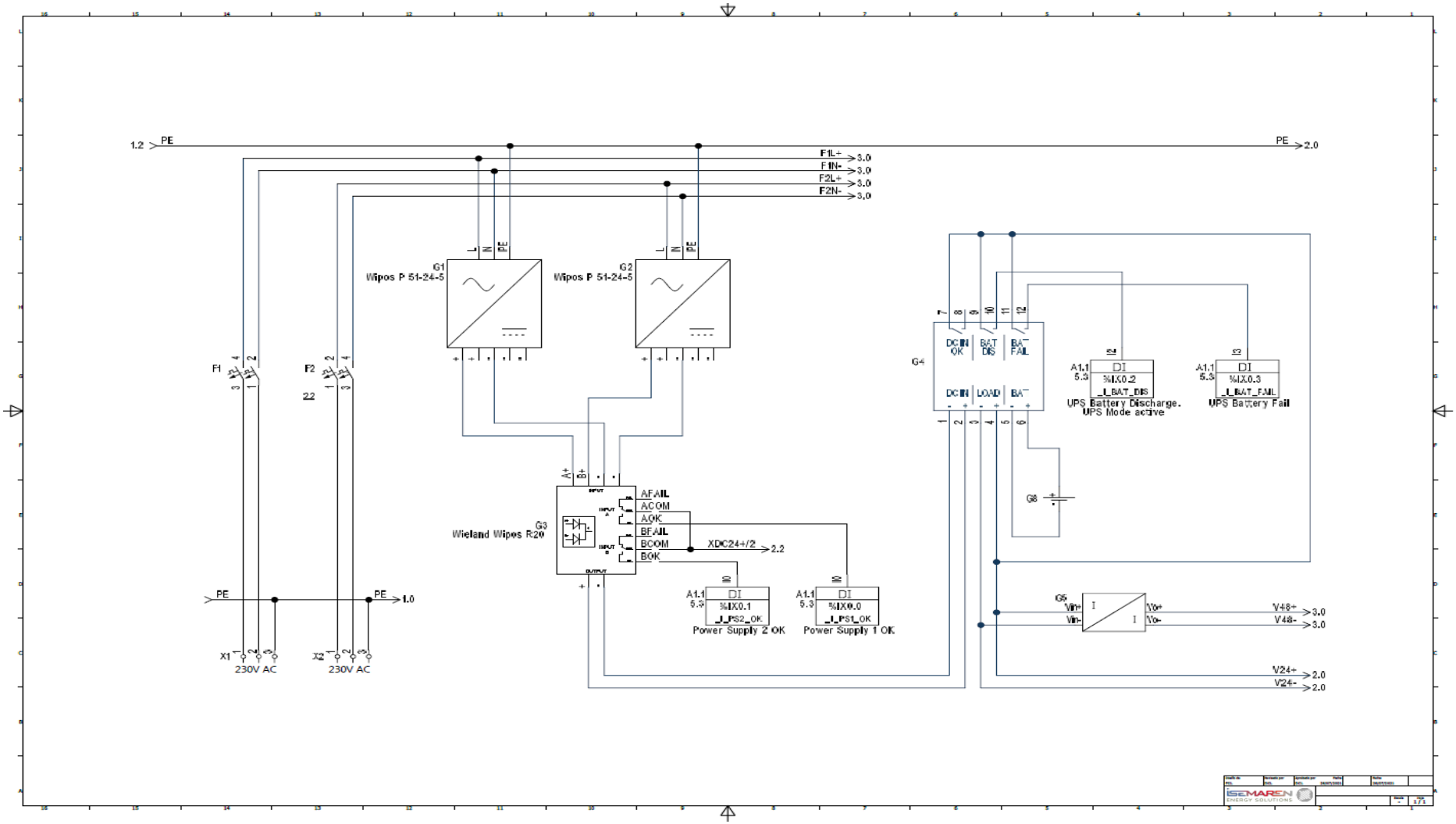


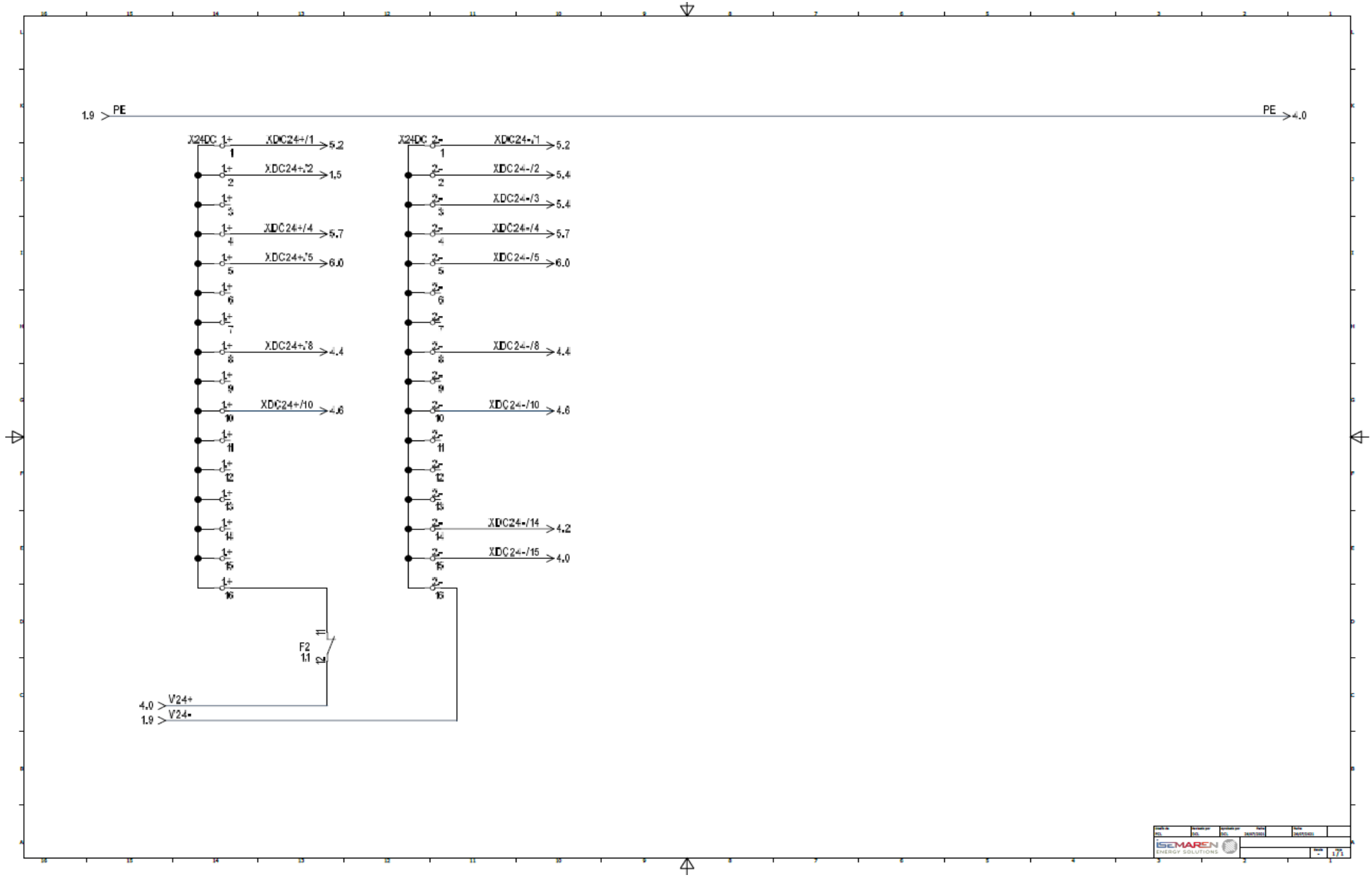
Características	
Tamaño de la pantalla	7 pulgadas (táctil)
Tipo de pantalla	LCD TFT color
Resolución de la pantalla	800 x 480 pixeles WVGA
Brillo	16 niveles
Tensión de alimentación	24 V DC
Corriente de entrada	30 A
Consumo de potencia	9 W
Frecuencia del procesador	800 MHz
Puerto Ethernet	10/100BASE
Memoria	Del dispositivo 1GB De datos de usuario 128 MB De backup 512 kB
Fuente del carácter	ASCII ASCII (caracteres europeos) Chino (simplificado) Japonés (ANK, Kanji) Katakana

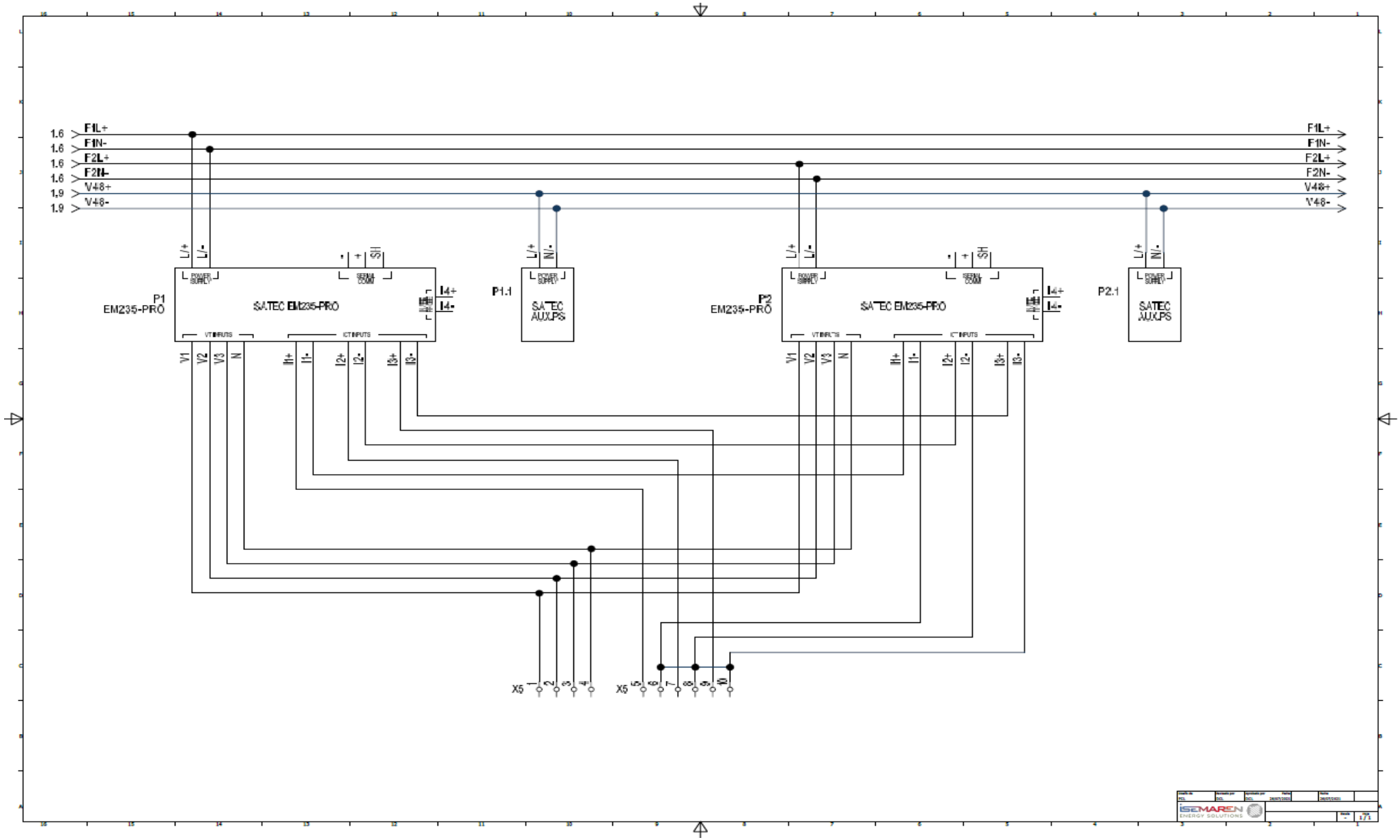
	Coreano Taiwanés (chino tradicional)

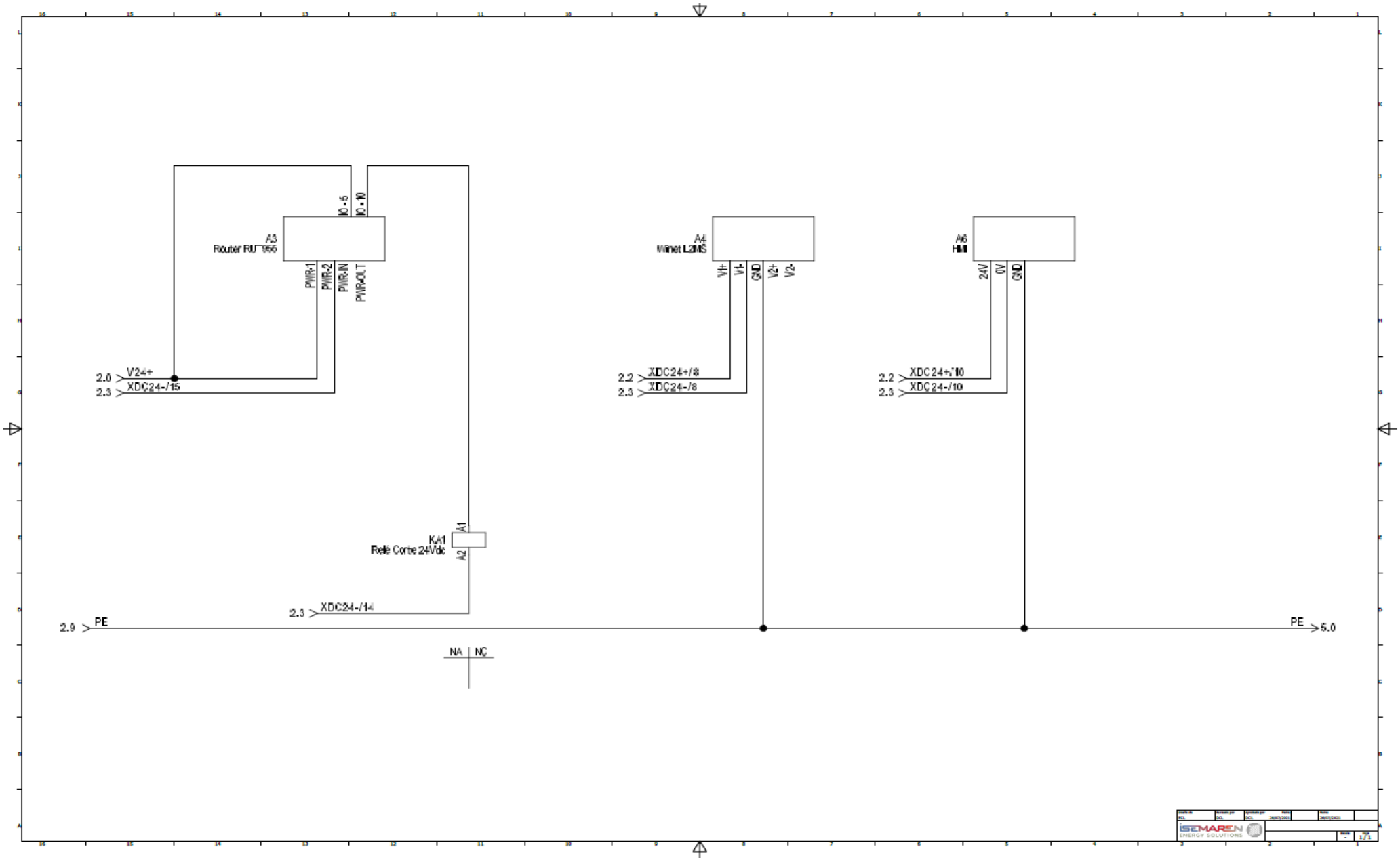
3.4. Esquemas eléctricos

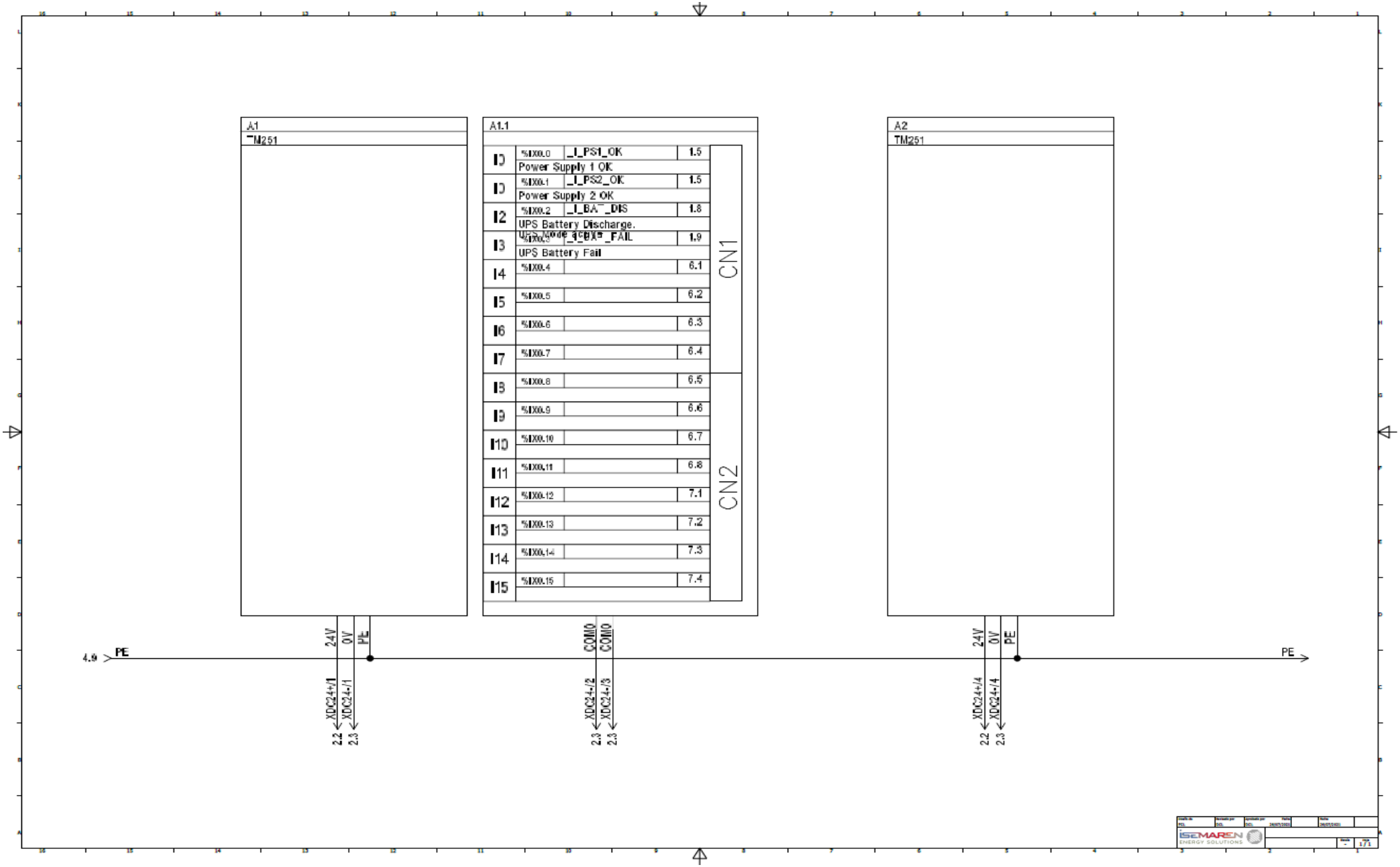
En las páginas siguientes se pueden ver los diagramas eléctricos, la arquitectura del PPC y el diagrama de comunicación del modelo de fábrica (OPEN X1 - ACAC - U - 2 - 1 - H).

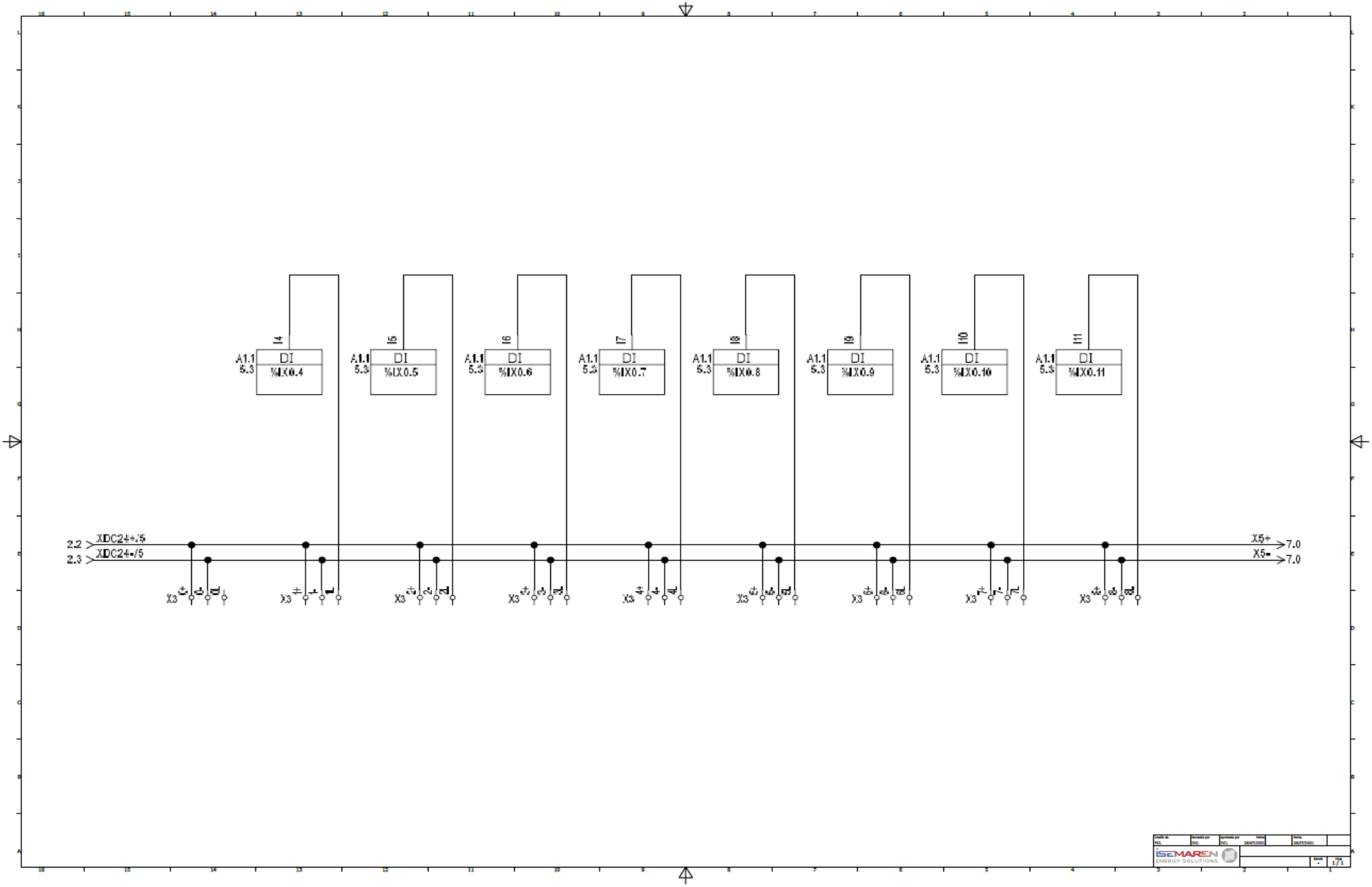


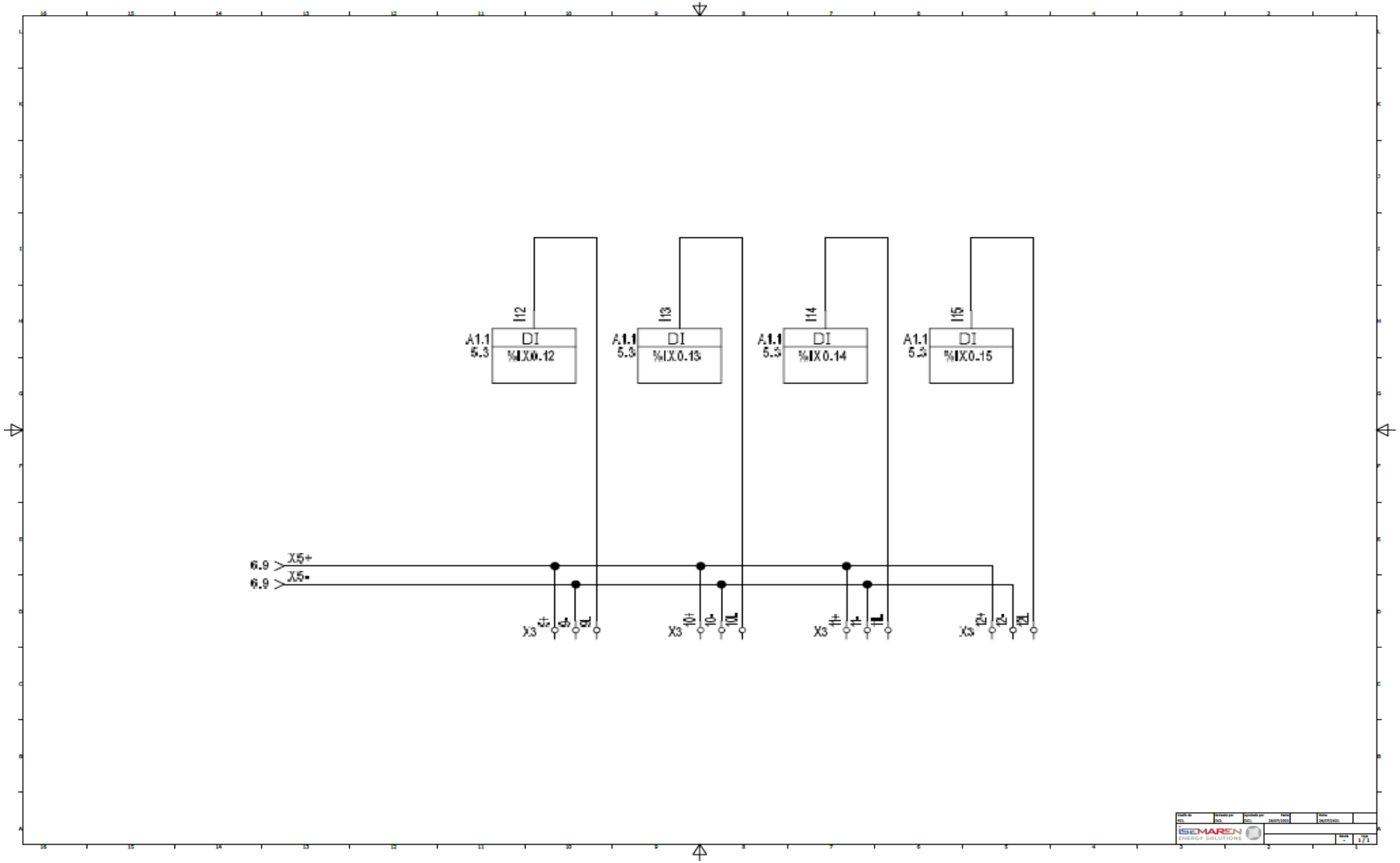

1.9 PE
PE 4.0
X24DC 1+
XDC24+/1 5.2
XDC24+/2 1.5
XDC24+/4 5.7
XDC24+/5 6.0
XDC24+/8 4.4
XDC24+/10 4.6
X24DC 2-
XDC24-/1 5.2
XDC24-/2 5.4
XDC24-/3 5.4
XDC24-/4 5.7
XDC24-/5 6.0
XDC24-/8 4.4
XDC24-/10 4.6
XDC24-/14 4.2
XDC24-/15 4.0
F2
1.1
11
12
4.0 V24+
1.9 V24-

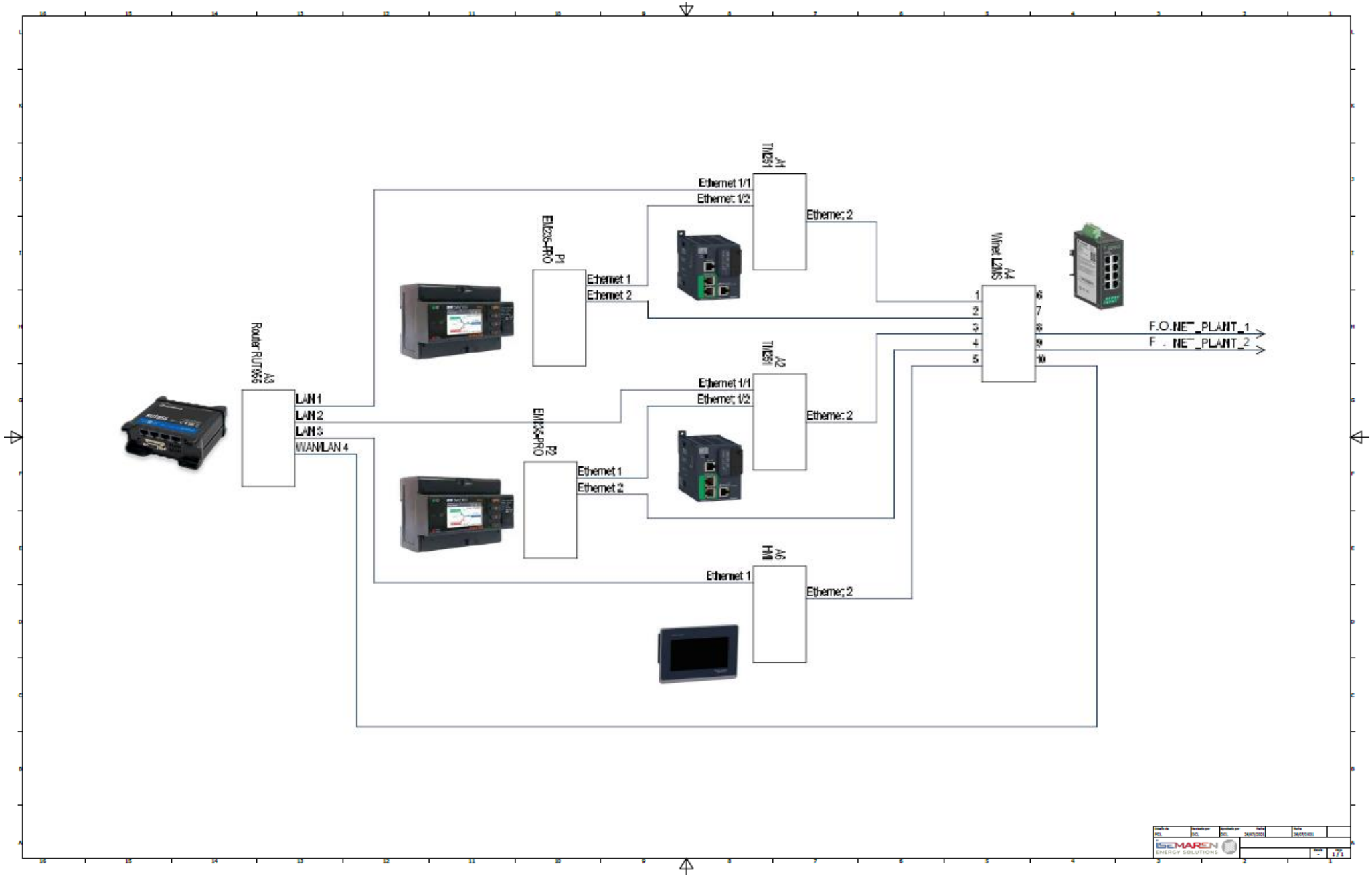

1.6 F1L+
1.6 F1N-
1.6 F2L+
1.6 F2N-
1.9 V48+
1.9 V48-
F1L+
F1N-
F2L+
F2N-
V48+
V48-
P1
EM235-PRO
SATEC EM235-PRO
P1.1
SATEC AUX.PS
P2
EM235-PRO
SATEC EM235-PRO
P2.1
SATEC AUX.PS
V1
V2
V3
N
I1+
I1-
I2+
I2-
I3+
I3-
I4+
I4-
X5
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


A3
Router RUT955
IO-5
IO-10
PWR+1
PWR+2
PWR+IN
PWR+OUT
2.0 V24+
2.3 XDC24-/15
A4
Winet L2MS
V1+
V1-
GND
V2+
V2-
2.2 XDC24+/8
2.3 XDC24-/8
A6
HMI
24V
0V
GND
2.2 XDC24+/10
2.3 XDC24-/10
KA1
Relé Corte 24Vdc
A1
A2
2.3 XDC24-/14
2.9 PE
PE 5.0
NA
NC


A1
TM251
A1.1
I0 %IX0.0 _I_PS1_OK 1.5
Power Supply 1 OK
I1 %IX0.1 _I_PS2_OK 1.5
Power Supply 2 OK
I2 %IX0.2 _I_BA_DIS 1.8
UPS Battery Discharge.
I3 %IX0.3 _I_BA_FAIL 1.9
UPS Battery Fail
I4 %IX0.4 6.1
I5 %IX0.5 6.2
I6 %IX0.6 6.3
I7 %IX0.7 6.4
I8 %IX0.8 6.5
I9 %IX0.9 6.6
I10 %IX0.10 6.7
I11 %IX0.11 6.8
I12 %IX0.12 7.1
I13 %IX0.13 7.2
I14 %IX0.14 7.3
I15 %IX0.15 7.4
CN1
CN2
A2
TM251
4.9
PE
24V
0V
PE
COM0
COM0
XDC24+/1
XDC24-/1
XDC24+/2
XDC24-/3
XDC24+/4
XDC24-/4
2.2
2.3

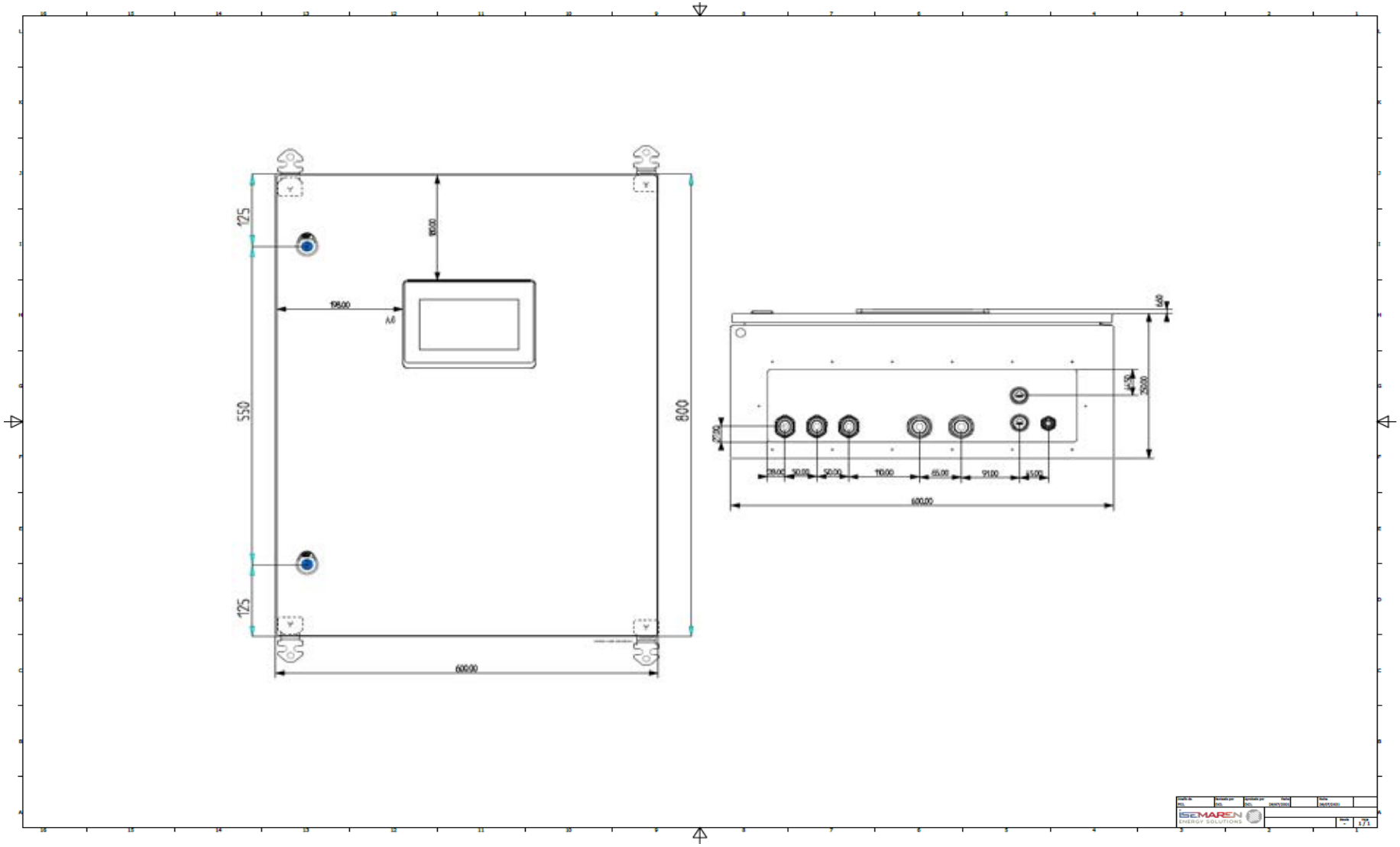

I4
I5
I6
I7
I8
I9
I10
I11
A1.1
5.3
DI
%IX0.4
%IX0.5
%IX0.6
%IX0.7
%IX0.8
%IX0.9
%IX0.10
%IX0.11
2.2
2.3
XDC24+/5
XDC24-/5
X5+
X5-
>7.0
>7.0
X3

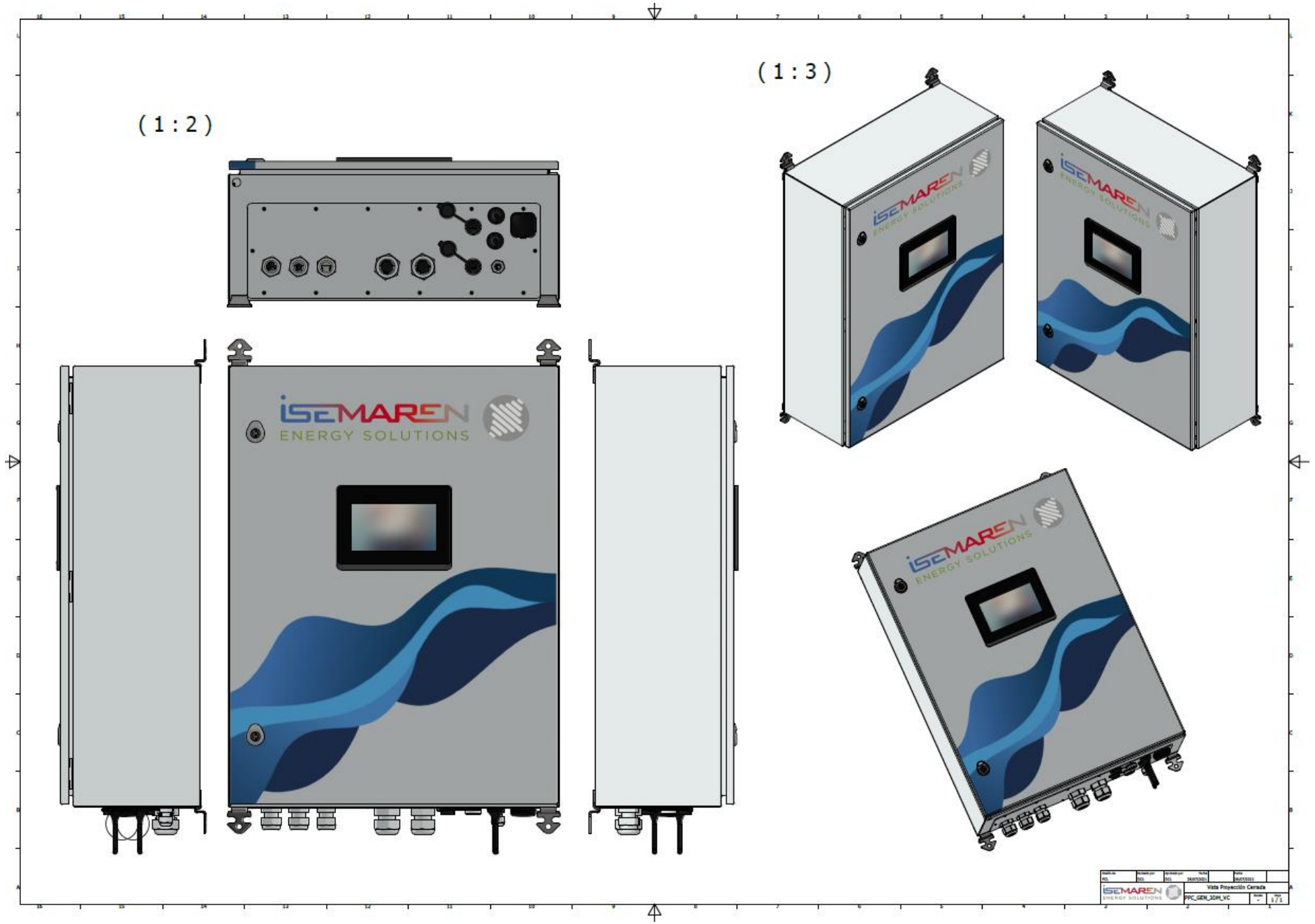

I12
I13
I14
I15
A1.1
5.3
DI
%IX0.12
%IX0.13
%IX0.14
%IX0.15
6.9
X5+
6.9
X5-
X3
9+
9-
9L
10+
10-
10L
11+
11-
11L
12+
12-
12L

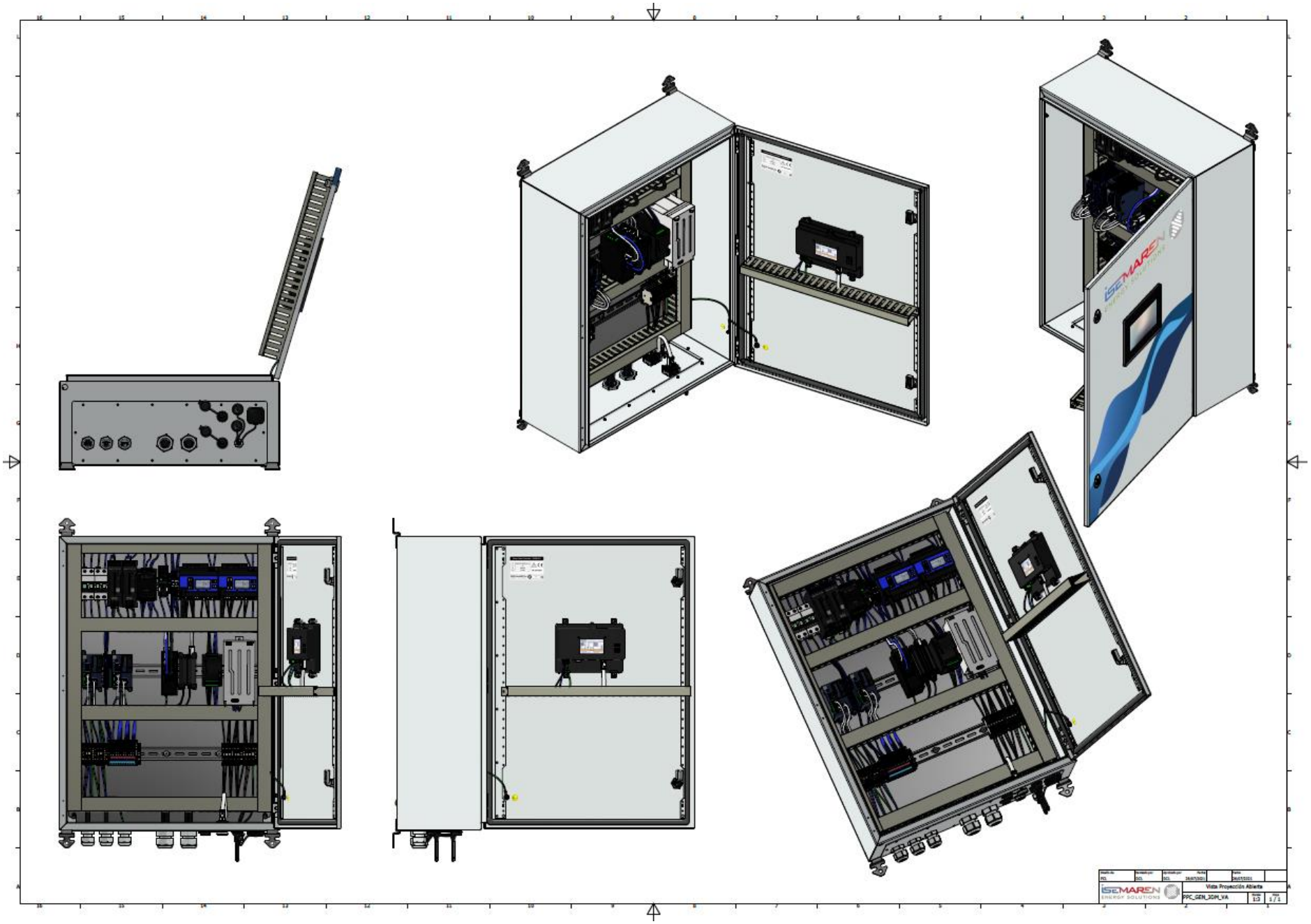

A3
Router RUT955
LAN 1
LAN 2
LAN 3
WAN/LAN 4
P1
EM235-PRO
Ethernet 1
Ethernet 2
P2
EM834-PRO
Ethernet 1
Ethernet 2
A1
TM251
Ethernet 1/1
Ethernet 1/2
Ethernet 2
A2
TM251
Ethernet 1/1
Ethernet 1/2
Ethernet 2
A5
HMI
Ethernet 1
Ethernet 2
A4
Wired LANs
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
F.O.NET_PLANT_1
F.O.NET_PLANT_2

3.5. Esquemas mecánicos

A continuación se muestran los esquemas mecánicos del modelo de fábrica (OPEN X1 - ACAC - U - 2 - 1 - H)




(1 : 2)
(1 : 3)
ISEMAREN
ENERGY SOLUTIONS


Vista Proyección Abierta
PPC_GEN_30M_VA

4.Recepción, transporte y almacenamiento



4.1. Recepción

El equipo debe conservarse en su embalaje hasta antes de la instalación, en posición horizontal siempre.

4.2. Transporte del equipo

El equipo debe estar protegido de cualquier otro producto o situación que pueda dañarlo o alterar su comportamiento, durante el transporte, de golpes mecánicos, vibraciones, salpicaduras de agua si llueve, etc. Si no está protegido adecuadamente, esto puede llevar a la pérdida de la garantía del producto, por lo que Isemaren no es responsable.

Transporte en transpaleta

Deberán seguirse al menos los siguientes requisitos:

- Los equipos empaquetados deben estar centrados con respecto a las horquillas.
- Deben ubicarse lo más cerca posible de la parte donde se encuentran las horquillas y la unidad de dirección.
- Debe observar las instrucciones del manual de usuario del transpaleta en todos los casos.

Transporte en carretilla elevadora

- Al menos se deben seguir los siguientes requisitos: Las unidades empaquetadas deben estar centradas con respecto a las horquillas.
- Deben ubicarse lo más cerca posible de la parte donde se encuentran las horquillas y la unidad de dirección. Asegúrese de que las horquillas estén perfectamente niveladas para evitar volcar el equipo.
- Debe observar las instrucciones del manual de usuario de la carretilla elevadora.

El equipo se puede desembalar una vez que haya sido transportado al lugar donde se va a ubicar y solo cuando se va a instalar.

Transporte del equipo desembalado

La unidad se puede transportar verticalmente a corta distancia sin embalaje. Debe seguir al menos los siguientes requisitos:

- Se seguirán los consejos ergonómicos necesarios para levantar pesas.
- No suelte el equipo hasta que esté perfectamente asegurado o colocado.
- Pedir a otra persona que guíe los movimientos que se realizarán.

4.3. Almacenamiento

Se deben considerar los siguientes puntos si el equipo no se instala inmediatamente después de la recepción, para evitar cualquier daño:

- Debe almacenar el equipo en su embalaje original y en posición horizontal.

- El equipo debe mantenerse libre de suciedad (polvo, grasa, etc.) y lejos de roedores.
- Manténgalo alejado de salpicaduras de agua, chispas de soldadura, etc.
- El equipo debe estar cubierto con un material protector transpirable para evitar la condensación debido a la humedad ambiental.
- Las unidades almacenadas no deben estar sujetas a condiciones climáticas.
- El equipo debe estar protegido de productos químicos que puedan causar corrosión.
- La unidad no debe almacenarse al aire libre.

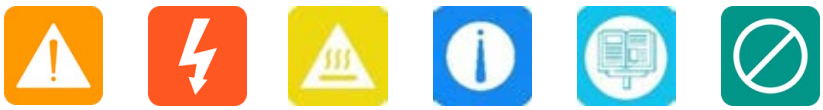
4.4. Conservación

Las unidades no deben retirarse de su embalaje original hasta que sea el momento de instalarlas, para conversarlas adecuadamente.

Se recomienda el uso de lugares secos evitando cambios bruscos de temperatura si el almacenamiento es prolongado.

Isemaren no se hace responsable en caso de no observar el deterioro del embalaje, que impida que las unidades se mantengan en condiciones óptimas antes de la instalación.

5. Montaje y puesta en marcha



5.1. Unpacking

El manejo correcto del producto es muy importante, se deben seguir las siguientes instrucciones:

- Para mantener el producto en óptimas condiciones, desde el envío hasta la instalación, el embalaje debe ser cuidado adecuadamente.
- Evite golpear o dejar caer el embalaje que podría dañarlo.
- Evitar el embalaje de vibraciones que puedan alterar el funcionamiento posterior.

Si se observa alguna anomalía, póngase en contacto con Isemaren inmediatamente.

Reciclaje de los envases

Todos los envases se pueden reciclar, dependiendo del material, en su propio contenedor.

5.2. Preparación

Para decidir la ubicación y la planificación de la instalación del equipo, se deben considerar los siguientes aspectos.

5.2.1. Condición ambiental

Las condiciones ambientales de funcionamiento indicadas en la ficha técnica deben tenerse en cuenta al elegir la ubicación de la unidad:

- El producto se puede instalar en el interior o en el exterior.
- Colocar el producto en un lugar accesible para trabajos de instalación y mantenimiento.
- Evitar ambientes corrosivos que puedan afectar al correcto funcionamiento del producto.
- Nunca colocar ningún objeto encima del producto.
- No exponer el producto a la luz solar directa.
- No instalar el producto en habitaciones habitadas.
- Un área de 0,3 m debe mantenerse libre alrededor de las paredes laterales, superiores, inferiores y frontales.

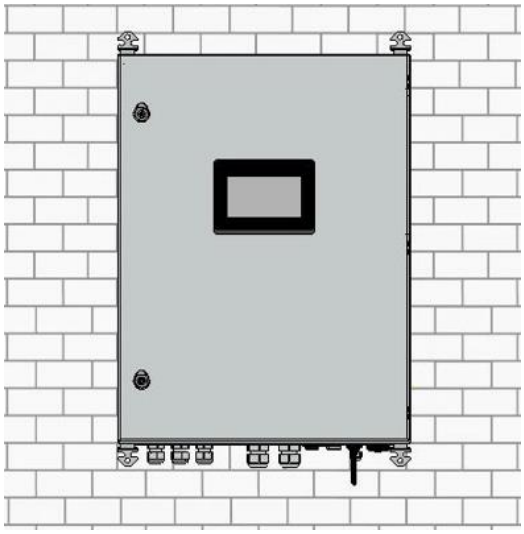
La atmósfera circundante debe estar limpia, la humedad relativa debe estar entre el 4% y el 50% y a temperaturas superiores a 40 ºC. Se toleran porcentajes más altos de humedad relativa de hasta el 95% a temperaturas inferiores a 30 ºC.

Tenga en cuenta que la condensación moderada puede ocurrir ocasionalmente debido a las variaciones de temperatura. Por esta razón, también será necesario monitorear el equipo una vez que se ponga en funcionamiento, incluso si las condiciones no son propicias para tales efectos.

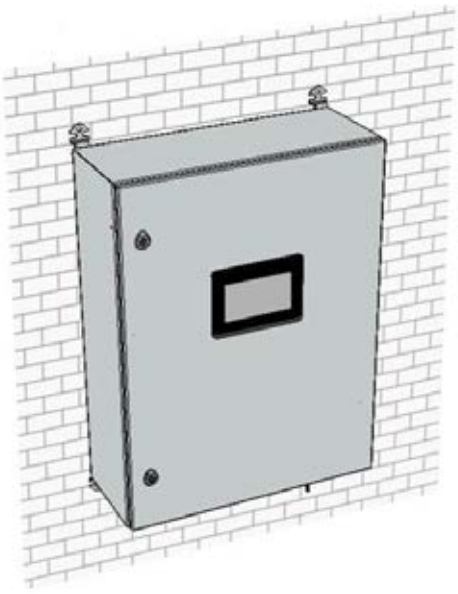
Nunca aplique voltaje a la unidad en caso de condensación.

5.2.2. Fijación del equipo

Para la correcta instalación del producto, la inclinación mínima positiva o negativa permitida será de 85º en relación con la horizontal.



El equipo debe instalarse sobre una superficie sólida, con posibilidad de perforación y en la que se utilizarán anclajes de pared y tornillos adecuados para soportar el peso de la unidad.



La superficie sobre la que se instala el equipo debe ser resistente al fuego y capaz de soportar el doble de peso.

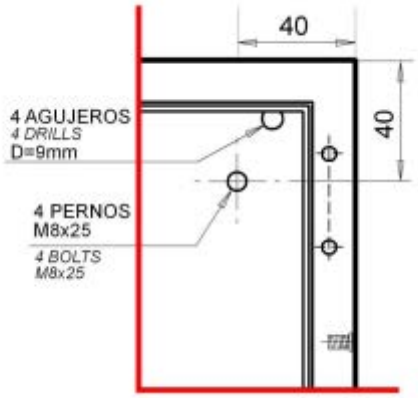
5.3. Instalación

No hay requisitos especiales para instalar el cuadro PPC, como recomendación, hay que instalarlo dentro de una habitación con aire acondicionado y lo más cerca posible del medidor de la planta de energía.

Antes de instalar el equipo, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Retirar el embalaje teniendo especial cuidado de no dañar la carcasa.
- Comprobar que no hay condensación dentro del envase. En caso afirmativo, seque completamente el equipo antes de la instalación
- El entorno y las piezas utilizadas en el resto de la instalación deben ser utilizadas para los equipos y cumplir con la legislación vigente.
- La ventilación debe ser adecuada para realizar tareas de mantenimiento de acuerdo con la normativa aplicable vigente.
- El espacio de trabajo debe regirse por la normativa aplicable vigente.
- Los dispositivos de conexión externa deben ser adecuados y lo suficientemente cercanos según la normativa vigente.
- Los cables de alimentación deben ser del calibre adecuado para la corriente máxima.
- Tener especial cuidado para asegurarse de que ningún elemento obstruya los elementos de enfriamiento.

Ensamblar el cuadro en la ubicación seleccionada en posición vertical, hay que tener cuidado con las medidas del cuadro y las distancias de los taladros destinados a soportarlo.



Puede encontrar datos/información más detallada y diagramas en la web del fabricante del cuadro

https://ide.es/eng/fichas-tecnicas/GN507020/SP

Estas unidades tienen un sistema para asegurarlas a la pared o apoyarlas mediante una placa.

Los pasos para fijar el equipo correctamente son los siguientes.

1. Marcar los puntos de fijación para las placas en la pared y perforar agujeros en la pared o soportar con una broca adecuada para los elementos de sujeción que se utilizarán para asegurar la placa a la pared más tarde.
2. Fijar la placa utilizando elementos de sujeción que sean apropiados para la pared o el soporte en el que se va a instalar y suspenda la unidad de la placa colocando las lamas en las aberturas en la parte posterior de la unidad.
3. Comprobar que el equipo está correctamente asegurado.

Nota: Se debe tener en cuenta el peso del equipo.

5.4. Conexiones

Una vez que la unidad se haya instalado correctamente, comenzará el proceso de conexión.

Realice las conexiones en el siguiente orden:

1. Conexión de la fuente de alimentación y requerimientos del cable.
2. Conexión de la alimentación auxiliar y conexión a tierra
3. Conexión de las señales del transformador de medición.
4. Conexión de comunicaciones.

5.4.1. Conexión de la fuente de alimentación y los requerimientos del cable

Relacionado con el suministro, soporta tensiones entre 100 y 240V AC a 50 a 60 Hz.

La sección de cableado debe estar en concordancia con la corriente máxima del cuadro y, como recomendación, el uso de cables de 1,5 $mm^{2.}$

5.4.2. Conexión de la alimentación auxiliar y conexión a tierra

Compruebe que la manguera de cableado esté desconectada de la fuente de alimentación antes de iniciar el proceso de conexión de la fuente de alimentación auxiliar.

Se deben seguir los siguientes pasos:

- Introducir la manguera correspondiente a la fuente de alimentación auxiliar a través de la glándula de embalaje más cercana.
- Cortar la manguera a la distancia correspondiente.
- Una vez cortada la manguera, pelar la última sección para los cables de alimentación a su aislamiento individual.
- Después de revelar los cables, cubrir el extremo de la manguera junto con el inicio de los cables individuales con un plástico termocontráctil.
- Aflojar los tornillos del terminal por debajo del terminal y retirar los últimos 1 cm de los cables e insértarlos en el terminal en el siguiente orden (de izquierda a derecha):
    - Fase
    - Neutral
    - Tierra
- Apretar los tornillos del terminal una vez que se hayan introducido los cables e insertar la manguera en las entradas inferiores del cable, de modo que la manguera vaya en el lado inferior, y en la parte superior salgan 3 cables individuales al terminal.

5.4.3. Conexión de las señales del transformador de medición

Es necesario verificar que la manguera del cable esté desconectada de cualquier fuente de alimentación, o que no fluya energía a través de los transformadores de medida, antes de iniciar el proceso de conexión de las señales del transformador del medida. Lo más importante es comprobar que no circula energía por el núcleo del transformador de corriente, ya que existe una tensión peligrosa en los circuitos secundarios de estos transformadores.

- Inserte la manguera correspondiente a las señales del transformador de medida a través de los dos prensaestopas situados a la derecha. El de la derecha es para transformadores de corriente y el de al lado es para transformadores de tensión. Además, es una buena idea dejar un pequeño lazo de manguera dentro de la unidad antes de cortarlos a la distancia correspondiente.
- Despegue la última sección para pelar los cables de alimentación a su aislamiento individual y, después de revelar los cables, cubra el extremo de las mangueras junto con el comienzo de los cables individuales de plástico termocontraíble en cada manguera.
- Afloje los tornillos de los terminales en la parte inferior y retire el último cm de los cables e insértelos en el terminal en el siguiente orden (de izquierda a derecha):
    1. Fase
    2. Neutro
    3. Tierra
- Apriete los tornillos del terminal nuevamente una vez que se hayan introducido los cables desnudos y retire el último cm de los cables e insértelos en el otro terminal en el siguiente orden (de izquierda a derecha):
    1. Secundaria 1 de la fase 1
    2. Secundaria 2 de la fase 1
    3. Secundaria 1 de la fase 2
    4. Secundaria 2 de la fase 2
    5. Secundaria 1 de la fase 3
    6. Secundaria 2 de la fase 3
- Una vez que se hayan introducido los cables, vuelva a apretar los tornillos terminales nuevamente.
- Inserte la manguera en las entradas inferiores del cable, de modo que la manguera vaya en el lado inferior, y en la parte superior los cables individuales salgan a los terminales.

5.5. Conexión de comunicaciones

Para la comunicación, se recomienda pero no es obligatorio el uso de cables de comunicación y enchufes al menos de categoría 6, el uso de cableado con categoría inferior se admite solo si se cuidan las distancias y cruces con cables de alimentación.

Es necesario verificar que los cables estén desconectados en el otro extremo, o si están conectados, que los dispositivos estén apagados, antes de iniciar el proceso de conexión de los cables de comunicación.

5.5.1. Conexión de cable trenzado

Ingrese el cable trenzado al equipo a través de la glándula de empaque ubicada a la derecha de los 4 cuadrados reservados para el cable de fibra óptica.

Dentro del switch de comunicaciones, observe dónde están conectados los disparadores de fibra óptica y los cables trenzados internos.

Observe dónde están conectados los disparadores de fibra óptica y los cables trenzados internos dentro del interruptor de comunicaciones.

Introduzca el cable RJ45 desde la instalación a cualquiera de los puertos libres de los switches.



5.5.2. Conexión de fibra óptica

El Controlador de Planta Isemaren cuenta con 2 patch-panels con gatillos preinstalados, con el fin de facilitar una buena conectividad de la fibra con el equipo. Para hacer una buena conexión, proceda de la siguiente manera:

- Retire las protecciones del carril y suelte uno de los paneles laterales del panel de parches con un destornillador.
- Introduzca las mangueras de fibra óptica a través de las glándulas de embalaje correspondientes.
- Antes de cortar la distancia correspondiente, reserve una sección de la manguera con un pequeño lazo y pecar los cables individuales hasta que deje una sección de 1 cm desnuda, e introdúzcalos a través de las glándulas de embalaje del panel de parches.

- Presione estos cables en los conectores correspondientes y apriete los pernos de sujeción con un destornillador.
- Reemplace los paneles de parches previamente retirados del carril.

5.6. Puesta en marcha

A continuación describiremos los procedimientos para poner en marcha el equipo. Si durante uno de los siguientes pasos hay un problema o no se cumplen las condiciones descritas, vaya a la sección Solución de problemas o notifique a Isemaren.

5.6.1. Conexión a tierra

Compruebe que todos los elementos internos estén conectados a tierra antes de arrancar el equipo. Por esta razón, es necesario verificar que haya continuidad entre todas las partes metálicas de la unidad y los diferentes terminales de puesta a tierra de los dispositivos internos. De lo contrario, asegúrese de que estos terminales y los cables amarillo-verdes estén apretados.

5.6.2. Potencia interna del equipo

El equipo sale de fábrica con todos los disyuntores en la posición de apagado. Conecte las diferentes partes del equipo a través de los interruptores correspondientes después de haber conectado todas las potencias y señales.

5.6.3. Puesta en marcha del analizador

Si el analizador ha llegado a la instalación sin estar configurado previamente, por el motivo que sea, deberá proceder a configurarlo tal y como se explica en el anexo correspondiente.

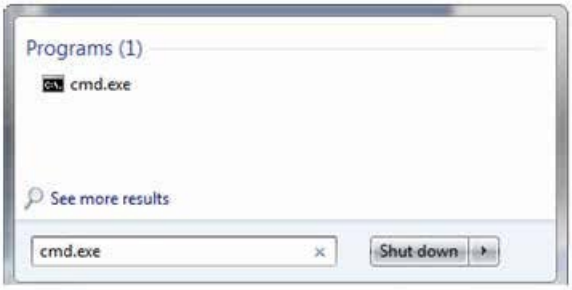
Una vez que el analizador esté encendido y configurado, proceda a verificar su estado.

1. Verifique que las relaciones de transformación de los transformadores de medición se introduzcan correctamente en la configuración del analizador.
2. Compruebe que la dirección de las intensidades es correcta y que el orden de las fases del cable al equipo corresponde al de los transformadores de medición.
3. Compruebe que los parámetros de configuración del analizador (dirección IP, máscara de subred y dirección de puerta de enlace) son los que corresponden a la instalación.

5.6.4. Puesta en marcha de las comunicaciones

Una vez asegurada la correcta conexión de los cables de comunicación entre los diferentes dispositivos, se procede a comprobar su conectividad. Para esto, use la herramienta "ping" disponible en los sistemas operativos Windows.

En Windows, puede ejecutar la ventana de comandos escribiendo "cmd.exe" en el campo "Ejecutar" en el panel de inicio.



Una vez abierta la ventana de comandos, puede realizar la operación "ping" con cada dispositivo, escribiendo "ping x.x.x.x", donde x.x.x.x es la dirección IP del dispositivo con el que está probando la conectividad.

Compruebe la conectividad de los siguientes dispositivos con la conexión de un cable trenzado entre el ordenador de prueba y el conector lateral del equipo:

- CPU
- Analizador de potencia
- Adaptador WiFi

6. Acceso a PPC en la consola de ingeniería



6.1. Instalación/actualización del software de Schneider

Paso 1.	Descargue el archivo MachineExpertInstaller-*-Setup.exe desde el sitio web de Schneider Electric website
Paso 2.	Haga doble clic en MachineExpertInstaller-*-Setup.exe para instalar Machine Expert Installer en su sistema Windows. Resultado: Se muestra el cuadro de diálogo Control de cuentas de usuario de Windows.
Paso 3.	Confirme el Control de cuentas de usuario haciendo clic en el botón Sí. *NOTA: Si el software ya está instalado, se le pedirá que quite la instalación existente o que repare la instalación existente.*
Paso 4.	En el cuadro de diálogo Elegir idioma de instalación, seleccione el idioma de este procedimiento de instalación en la lista y haga clic en el botón Aceptar.
Paso 5.	En el cuadro de diálogo Bienvenido al Asistente de instalación para el instalador experto del equipo, haga clic en el botón Siguiente. Resultado: Se muestra el cuadro de diálogo Acuerdo de licencia.
Paso 6.	Lea el Acuerdo de licencia y, si así lo desea, seleccione la opción Acepto los términos de la licencia y haga clic en Siguiente para iniciar la instalación. Resultado: Una vez que la instalación se ha completado correctamente, la ventana se cierra automáticamente y se inicia Machine Expert Installer.
Paso 7.	En el cuadro de diálogo Listo para instalar el programa, haga clic en el botón Instalar para iniciar la instalación.
Paso 8.	Cuando se muestre el cuadro de diálogo Instalación completada, haga clic en el botón Finalizar para finalizar la instalación. Resultado: El programa se inicia automáticamente.

Para iniciar machine Expert Installer manualmente cuando está instalado:

- Haga doble clic en el acceso directo Machine Expert Installer o
- Ejecute Machine Expert Installer desde el menú Inicio de Windows.

Después de iniciar el instalador Machine Expert, confirme el Control de cuentas de usuario haciendo clic en el botón Sí.

Para actualizar el software, siga estos pasos:

Paso 1.	Después de iniciar el instalador, se muestra el cuadro de diálogo Seleccionar una tarea.
Paso 2.	Seleccione la opción Modificar software instalado.
Paso 3.	En la sección Seleccionar producto, seleccione las siguientes opciones: – Producto: Seleccione el producto instalado. – Versión: Seleccione la versión del producto instalado.
Paso 4.	En la sección Elegir una acción, seleccione Complementos/parches.
Paso 5.	Seleccione Origen: En línea y haga clic en Siguiente.
Paso 6.	Haga clic en Siguiente y busque los complementos o parches.
Paso 7.	En la lista de componentes, seleccione un complemento o parche que desee instalar.
Paso 8.	Haga clic en el botón Iniciar instalación/desinstalación.

6.2. Gestión de contraseñas

Para profundizar en las posibilidades del software PPC, consulte el manual del fabricante, puede encontrar el manual de operación y el extracto de seguridad a continuación.

Editor de seguridad

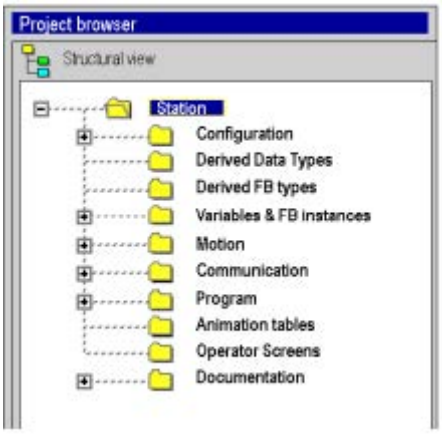
El editor de seguridad se utiliza para definir a los usuarios de software y sus derechos de acceso. También le permite definir acciones que están protegidas (nombre de usuario y contraseña) y que se almacenan en el archivo de registro. Lanzamiento del editor de seguridad. Ejecute los siguientes comandos para iniciar el editor de seguridad:

Step	Action
1	Open with **Start → Programs → Schneider Electric → SoCollaborative → Unity Pro → Security Editor**.The following dialog appears: 
2	Enter your name and password.
3	Confirm with **OK** .
4	If you are a user *(see page 59)*, you can access the User information screen *(see page 62)* which allows you to consult your user profile or to modify your password.
5	If you are the Super User (Supervisor) *(see page 59)* the Security Editor *(see page 62)* will launch enabling administration of Unity Pro access security.

6.3. Acceso a los parámetros de PPC

En el lado izquierdo se encuentra el navegador del proyecto, allí se pueden mostrar todos los datos relativos al proyecto, y el acceso al código. (Se recomienda usarlo solo por un técnico experimentado).

Hay una carpeta con todos los datos de PPC llamada "variables e instancias de FB"



6.4. Acceso a los datos y parámetros del sistema

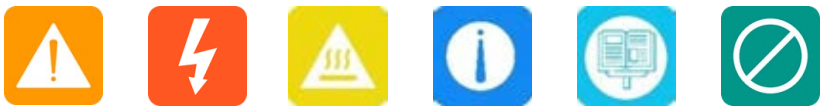
Si es necesario revisar datos en vivo, en la parte inferior del árbol del proyecto se encuentra la carpeta de tablas de animación, se recomienda el uso de esta forma para buscar variables y verificar los valores en tiempo real. Es posible crear una tabla de animación en esta carpeta y agregar o eliminar variables para verificar.

También es posible acceder de forma remota a los datos y parámetros del controlador TM251MESE y al mantenimiento remoto; a través del software de programación SoMachine.

Puede acceder al manual del fabricante aquí:

https://www.se.com/es/es/download/document/33003101K01000/

7. Requisitos de mantenimiento



- Mantenimiento preventivo: Revisión de la maquinaria, equipos e instalaciones por parte del personal del Servicio de Mantenimiento, buscando evitar anomalías e incidencias que pudieran provocar un comportamiento inesperado en los diferentes procesos e instalaciones. El procedimiento de mantenimiento preventivo consistirá en la revisión periódica de la correcta realización de las tareas generales y específicas que se describen a continuación.
- Mantenimiento Correctivo: Corrección de la maquinaria, equipos o instalaciones por parte de los responsables de mantenimiento cuando se presente una avería en las mismas.

7.1. Operaciones de mantenimiento general

- Control del estado general de limpieza: Se verificará el estado de limpieza general del marco, así como la ausencia de materiales externos.
- Control del estado de la pintura: Se comprobará el estado de oxidación, defectos o falta de pintura.
- Control de Estado General: Se comprobarán las condiciones generales del marco por seguridad, puertas que no se cierran, mangueras que salen del armario, falta de señalización, etc.
- Comprobar el estado de los conductores de entrada: Se verifica que los conductores se encuentran en buen estado, y no presentan síntomas de calentamiento o sulfatación.
- Compruebe la conexión de los terminales de apriete: ¡Con corte de tensión! comprobar que las conexiones (fase, neutro, tierra, protecciones), estén correctamente apretadas, y que ningún conductor esté suelto o en mal estado.

7.2. Mantenimiento de componentes

7.2.1. Operaciones de mantenimiento de cuadros montados en la pared

- Control del estado general de limpieza: Se comprobará el estado general de limpieza del armario, así como la inexistencia de materiales ajenos al mismo.
- Control del estado general de la pintura: Se comprobará la oxidación, falta de pintura, etc.
- Control de estado general: Se comprobará la seguridad, las puertas que no se cierran, las mangueras que salen del armario, la falta de señales, etc.
- Control del estado de los conductores que llegan a los transformadores: Se verificará que los conductores que llegan al armario procedentes del transformador o transformadores se encuentran en buen estado, para evitar sulfataciones y calentamiento.
- Estado de puesta a tierra del armario: Comprobar que no está sulfatado, oxidado, cortado, etc.

- Control de los conductores de salida del gabinete: Se verificará que los conductores de salida del cuadro estén en buenas condiciones, para evitar problemas de calentamiento.

7.2.2. Operaciones de mantenimiento

Se debe verificar la integridad de los tubos eléctricos.

7.2.3. Operaciones de mantenimiento de disyuntores

- Inspección visual de mecanismos para la posible detección de anomalías visibles.
- Se comprobará el correcto funcionamiento de los interruptores termomagnéticos. Si un interruptor termomagnético se dispara debido a una sobrecorriente o cortocircuito, proceda de la siguiente manera:
  - Desconecte el receptor eléctrico donde se ha producido el mal funcionamiento o desconecte el interruptor correspondiente.
  - Restablecimiento del disyuntor con mal funcionamiento para recuperar el suministro normal.
  - Revisión del receptor eléctrico que causó el problema o comprobar que su potencia es inferior a la que soporta el disyuntor.
  - Limpieza superficial de los mecanismos, siempre con paños secos y preferiblemente con previa desconexión de la corriente eléctrica.

7.2.4. Operaciones de mantenimiento diferencial

- Inspección visual de mecanismos para la posible detección de anomalías visibles.
- Anualmente - Comprobación del correcto funcionamiento del interruptor diferencial del armario eléctrico, mediante el siguiente procedimiento:
  - Acción manual en el botón de prueba que incluye el interruptor diferencial.
  - Desconexión automática del paso de corriente eléctrica recuperando la posición de reposo (0) del comando on-off.
  - Acción manual sobre el mismo comando para colocarlo en su posición de conexión (1) para recuperar el suministro eléctrico.
- Limpieza superficial de los mecanismos, siempre con paños secos y preferiblemente con previa desconexión de la corriente eléctrica.

7.2.5. Operaciones de mantenimiento de enchufes

- No puede conectar ningún dispositivo en ninguna toma de corriente. Cada toma de corriente tiene su alimentación. Si la potencia del dispositivo es mayor que los amperios permitidos para conectarse a la toma de corriente, la base del enchufe o incluso la instalación pueden quemarse.
- No conecte un enchufe cuyos pines no estén perfectamente asegurados al enchufe, ya que esto provoca averías que pueden ser muy graves.
- No se debe forzar la inserción de un enchufe en una toma de corriente inadecuada de dimensiones más pequeñas.
- No se deben conectar enchufes a varias tomas de corriente, a menos que incorporen sus protecciones específicas.

- Ni los enchufes ni los receptores eléctricos se pueden tocar con las manos mojadas.

7.2.6. Operaciones de mantenimiento de la fuente de alimentación

7.2.6.1. Uso

Las fuentes de alimentación PROmax están integradas en unidades de instalación con protección IP20. Deben instalarse en un recinto adecuado (como un armario eléctrico o una caja distribuidora) que proporcione un nivel de protección suficiente para que no se puedan tocar los componentes de transporte de corriente viva y para que el polvo y el agua no puedan penetrar en la unidad.

7.2.6.2. Montura

La instalación eléctrica debe ser configurada por especialistas calificados de conformidad con las regulaciones eléctricas aplicables. Se deben seguir todas las regulaciones y estándares que se aplican localmente. En particular, esto incluye las siguientes medidas:

- Protección contra descargas eléctricas
- Disposiciones para un mecanismo de conmutación o desconexión para aislar el circuito de alimentación
- Espacio suficiente para la fusión y las líneas de conexión
- Asignación de ventilación suficiente (espacio libre de 50 mm para la entrada de aire desde arriba y desde abajo)
- Instalación en un carril de montaje (de acuerdo con din 5002235) en una carcasa que sea adecuada para las condiciones ambientales. Tenga especial cuidado con la posición de instalación.

7.2.6.3. Conexión

La conexión eléctrica solo debe ser realizada por un técnico cualificado. Se deben observar los siguientes puntos:

- Toda la instalación eléctrica debe desconectarse de la fuente de alimentación antes de que comience la instalación
- Debe asegurarse de que la instalación permanezca libre de voltaje (es decir, la fuente de alimentación no se puede volver a conectar)
- Todas las líneas de conexión deben estar asentadas y sujetas de forma segura. Preste especial atención a la conexión a tierra de protección.

7.2.6.4. Tensión de red

El dispositivo se puede conectar a corrientes de CA o CC. Cuando se conecte a un sistema de CC, asegúrese de que los polos correctos estén conectados. Esta unidad está equipada con un fusible interno, por lo que no se requiere protección adicional del dispositivo externo. El fusible de respaldo recomendado se enumera en las Especificaciones técnicas.

7.2.6.5. Salida

El potenciómetro frontal se puede utilizar para ajustar el voltaje de salida en el rango de 22.5...29.5 Vr. El color led "verde" indica que la unidad está lista para funcionar.

7.2.6.6. Características de la temperatura

Estas unidades de fuente de alimentación están diseñadas para funcionar en un rango de temperatura de 25 a +70 °C. Una reducción de la tasación del 2,5 %/K surte efecto por encima de 60 °C. La unidad se apagará si se sobrecalienta como resultado de condiciones ambientales excesivas. Luego se reiniciará automáticamente después del período de enfriamiento necesario.

7.2.7. Redundancia PRO DM 10 operaciones de mantenimiento

7.2.7.1. Uso

Los módulos de diodo Weidmüller están diseñados para su uso con fuentes de alimentación Weidmüller. Sirven para configurar sistemas de suministro de energía redundantes. Los módulos de diodo son dispositivos de instalación con grado de protección IP20. Deben instalarse en un recinto adecuado (como un armario eléctrico o una caja distribuidora) que proporcione un nivel de protección suficiente para que no se puedan tocar los componentes de transporte de corriente viva y para que el polvo y el agua no puedan penetrar en la unidad.

7.2.7.2. Montura

La instalación eléctrica debe ser configurada por especialistas calificados de conformidad con las regulaciones eléctricas aplicables. Se deben seguir todas las regulaciones y estándares que se aplican localmente. En particular, esto incluye las siguientes medidas:

- Protección contra descargas eléctricas
- Disposiciones para un mecanismo de conmutación o desconexión para aislar el circuito de la fuente de alimentación
- Espacio suficiente para la fusión y las líneas de conexión
- Asignación de ventilación suficiente (espacio libre de 50 mm para la entrada de aire desde arriba y desde abajo)
- Instalación en un carril de montaje (de acuerdo con DIN 50022-35) en una carcasa que sea adecuada para las condiciones ambientales. Tenga especial cuidado con la posición de instalación.

7.2.7.3. Conexión

La conexión eléctrica solo debe ser realizada por un técnico cualificado. Se deben observar los siguientes puntos:

- Toda la instalación eléctrica debe desconectarse de la fuente de alimentación antes de que comience la instalación
- Debe asegurarse de que la instalación permanezca libre de voltaje (es decir, que la fuente de alimentación no se pueda volver a conectar)
- Todas las líneas de conexión deben estar asentadas y sujetas de forma segura.

Preste especial atención a la conexión protectora-tierra. Los módulos de diodos no requieren mantenimiento. Las reparaciones solo pueden ser realizadas por el fabricante.

7.2.7.4. Tensión de red y fusibles

El dispositivo está diseñado solo para la conexión a redes de CC. Cuando se conecte a un sistema de CC, asegúrese de que los polos correctos estén conectados. El dispositivo no tiene fusible interno, de modo que siempre se requiere protección contra sobrecarga en el lado de salida. La corriente de salida nominal del módulo de diodo debe utilizarse como corriente nominal

7.2.7.5. Características de la temperatura

Los módulos de diodo están diseñados para funcionar en un rango de temperatura de -40 a +70 °C. Una reducción de la tasación del 2,5 %/K surte efecto por encima de 60 °C.

7.2.8. Operaciones de mantenimiento del controlador TM251MESE

En caso de fallo de suministro y fallo del UPS, el tiempo para recuperar el PLC se explica en esta sección.

El tiempo que se tarda en arrancar en modo RUNH es de entre 10 a 500 ms, y en modo RUN, depende del estado de la batería del PLC.

Si la batería está apagada, el PLC se inicia en STOP y podemos encenderlo usando el interruptor ubicado en la parte delantera, (ver imagen adjunta a continuación).

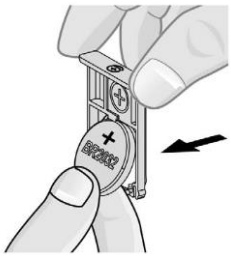


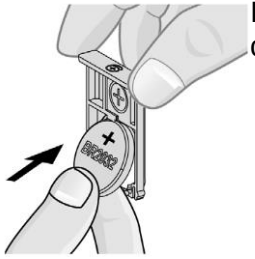
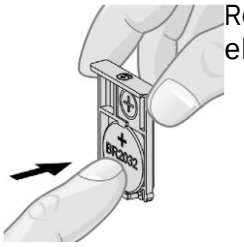
- Control de los interruptores: Compruebe que los interruptores del panel funcionan correctamente
- Control diferencial: Compruebe a través de la tecla TEST que los diferenciales se comportan correctamente.
- Control de batería PLC: Se recomienda cambiar la batería del controlador TM251MESE cada 2 años.
- Instale o reemplace la batería del controlador TM251MESE.

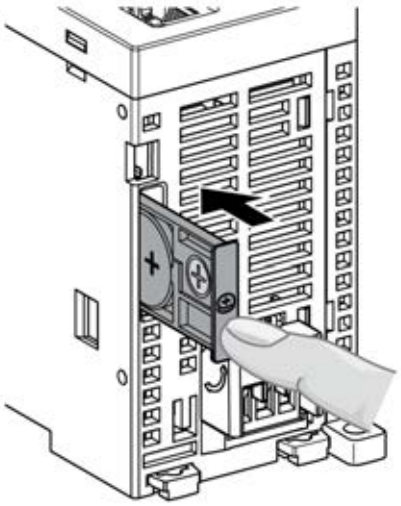
Si bien se prefieren las baterías de litio debido a su descarga lenta y larga vida útil, pueden presentar peligros para el personal, el equipo y el medio ambiente y deben manejarse adecuadamente.

- Tenga cuidado con las explosiones, el fuego o las quemaduras químicas.
- Reemplácelo con el mismo tipo de batería.
- Siga todas las instrucciones del fabricante de la batería.
- Retire todas las baterías reemplazables antes de desechar la unidad.
- Reciclar o desechar adecuadamente las baterías usadas.
- Proteja la batería de cualquier posible cortocircuito.
- No recargue, desmonte, caliente por encima de 100 °C (212 °F) ni incinere.
- Use sus manos o herramientas aisladas para quitar o reemplazar la batería.
- Mantenga la polaridad adecuada al insertar y conectar una batería nueva.
- El incumplimiento de estas instrucciones resultará en la muerte o lesiones graves.

Para instalar o reemplazar la batería, siga estos pasos:

Paso	Acción
1	Quita la alimentación del controlador.
2	 Utilice un destornillador aislado para extraer el soporte de la batería.
3	Girar el soporte de la batería del controlador.
4	 Retire la batería del soporte de la batería.

5		Inserte la nueva batería en el soporte de la batería de acuerdo con las marcas de polaridad de la batería.
6		Reemplace el soporte de la batería en el controlador y verifique que el pestillo haga clic en su lugar.

Paso	Acción
7	Deslice el soporte de la batería del controlador. 
8	Encienda su controlador lógico M251.
9	Configure el reloj interno. Para obtener más información sobre el reloj interno, consulte el controlador lógico M251 Guía de programación *(consulte Modicon M251 Logic Controller, Guía de programación).*

NOTA: La sustitución de la batería en los controladores que no sea del tipo especificado en esta documentación puede presentar un riesgo de incendio o explosión. Reemplace la batería solo con el tipo idéntico: Panasonic Tipo BR2032. El incumplimiento de estas instrucciones puede resultar en la muerte, lesiones graves o daños en el equipo. Cualquier incidente que ocurra durante las operaciones de mantenimiento y no pueda ser reparado en ese momento debe ser reportado al departamento apropiado para remediar la avería.

7.2.9. Módulo TM3 operaciones de mantenimiento

Los módulos de expansión Modicon TM3 han sido diseñados con un mecanismo de montaje de enclavamiento simple. Se utiliza un conector de expansión de bus para distribuir datos (sincronización de datos) y proporcionar alimentación durante el montaje en el módulo de acoplador de bus

Las tareas de mantenimiento son para comprobar que los bloques de terminales extraíbles correctos están bien conectados, y las conexiones de señal, (si corresponde), están bien conectadas.

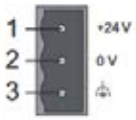
7.2.10. Operaciones de mantenimiento del Switch Spider 8TX

- Hirschmann 8TX es un conmutador de carril Ethernet industrial de

nivel de entrada no controlado.

- Spider 8TX es un dispositivo Plug and Play.
- Conexión del bloque de terminales para la tensión de alimentación y la puesta a tierra.
- Se utiliza un bloque de terminales de 3 pines para la conexión a tierra y para conectar el voltaje de alimentación.

¡Advertencia! Solo conecte un voltaje de alimentación que corresponda al tipo de placa de su dispositivo.

Figure	Pin	Assignment	Voltage range
	1	+ 24 V	9.6 to 32.0 V DC
	2	0 V	
	3	Ground connection	

SPIDER 8TX UNIT se reinicia cuando los voltajes de entrada caen por debajo de un umbral después de un reinicio.

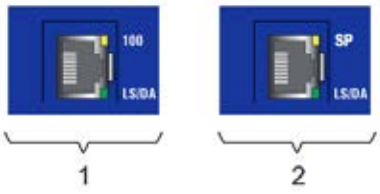
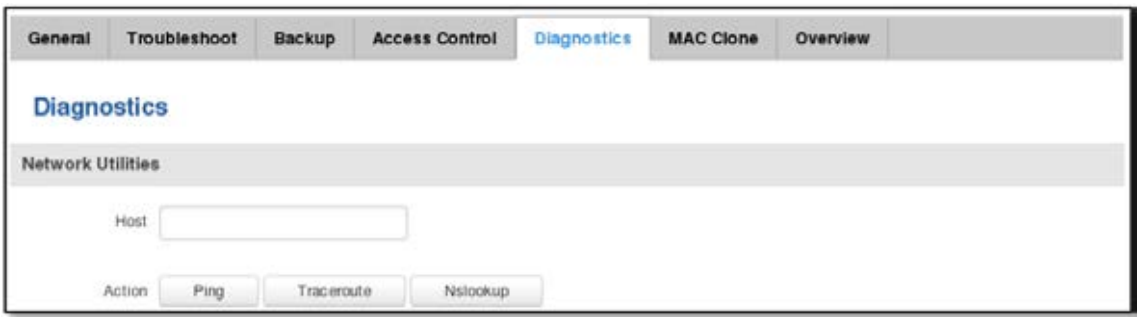


Figure 9: Port status LEDs for TP ports
1 – Port status LEDs for Fast Ethernet TP ports
2 – Port status LEDs for Gigabit Ethernet TP ports

LED	Display	Color	Activity	Meaning
LS/DA	Link status data	Green	Lights up	Valid connection
			Flashing	Data traffic
			None	No valid connection
100	Data rate	Yellow	Lights up	100 Mbit/s connection
			None	10 Mbit/s connection
SP	Data rate	Yellow	None	No valid connection
			Flashing 1 time a period	10 Mbit/s connection
			Flashing 2 times a period	100 Mbit/s connection
			Flashing 3 times a period	1000 Mbit/s connection

7.2.11. Operaciones de mantenimiento del router RUT955

Las operaciones de mantenimiento solo están relacionadas con la comprobación de si el suministro está bien y un breve diagnóstico.



1. Host

Introduzca la dirección IP del servidor o el nombre de host.

2. PingUtilidad

Se utiliza para probar la accesibilidad de un host en una red IP de Internet y para medir el tiempo de ida y vuelta de los mensajes enviados desde el host de origen a un servidor de destino. La respuesta de eco del servidor se mostrará después de unos segundos si se puede acceder al servidor.

3. Traceroute

Diagnóstico para mostrar la ruta (path) y medir los retrasos de tránsito de los paquetes a través de una red IP de Internet. El registro que contiene la información de la ruta se mostrará después de unos segundos.

4. Nslookup

Herramienta de línea de comandos de administración de red para consultar el Sistema de nombres de dominio (DNS) para obtener la asignación de nombres de dominio o direcciones IP o para cualquier otro registro DNS específico. El registro que contiene la información de búsqueda DNS del servidor especificado se mostrará después de unos segundos.

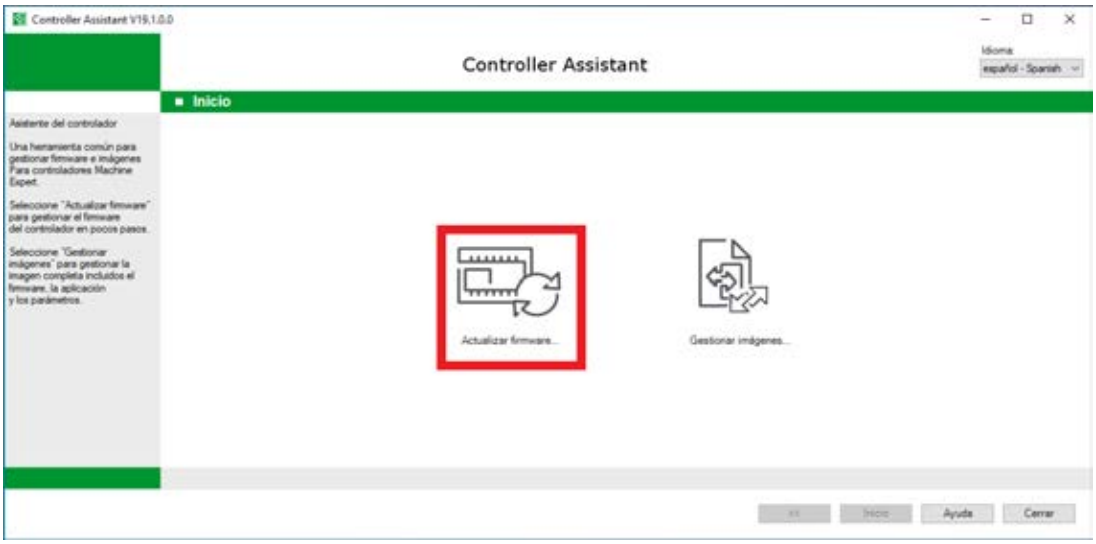
7.3. Mantenimiento del firmware PPC

Pasos a seguir para actualizar el firmware del controlador:

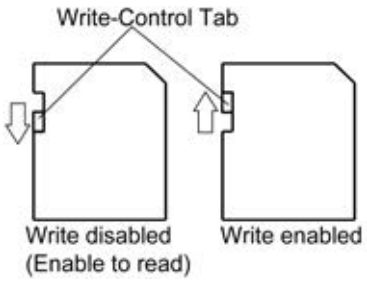
PASO 1. En el caso de que no disponga de una tarjeta SD con los datos cargados.

(Si tiene la tarjeta SD, se puede omitir el PASO 1).

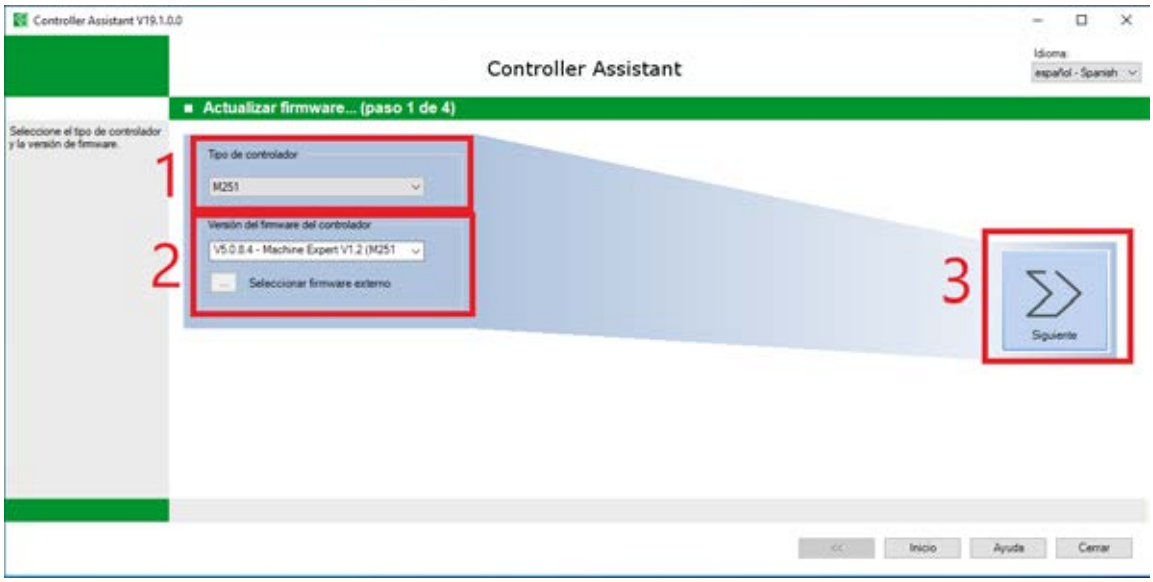
- Abra el programa Schneider Controller Assistant y haga clic en actualizar firmware.



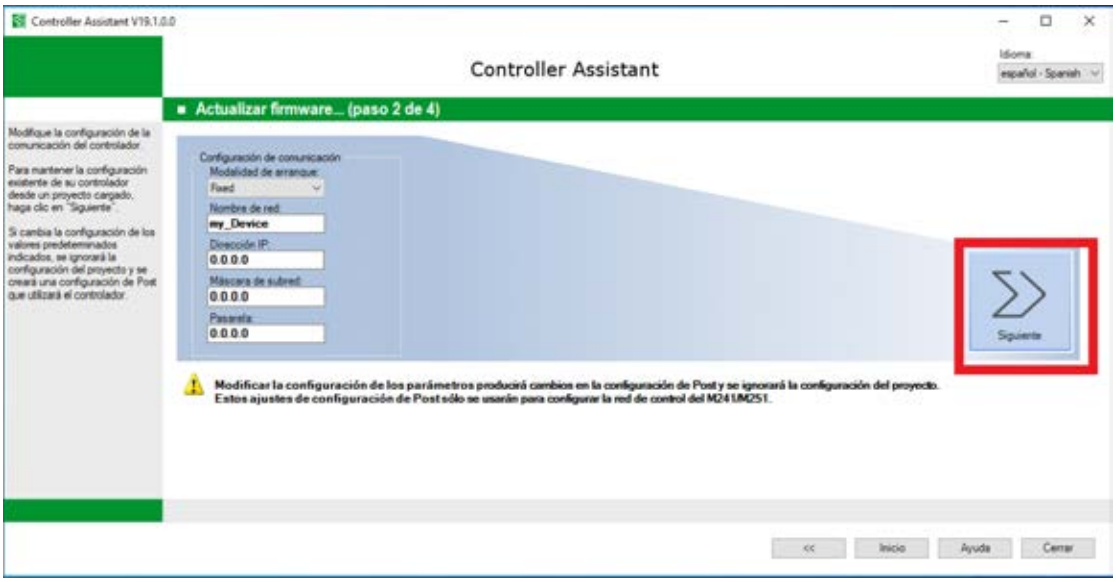
- Antes de insertar la tarjeta en el equipo, asegúrese de que la pestaña de escritura esté en modo de escritura habilitada como se muestra en la siguiente imagen. Si es así, puede insertar la tarjeta SD en el lector de tarjetas de la computadora.



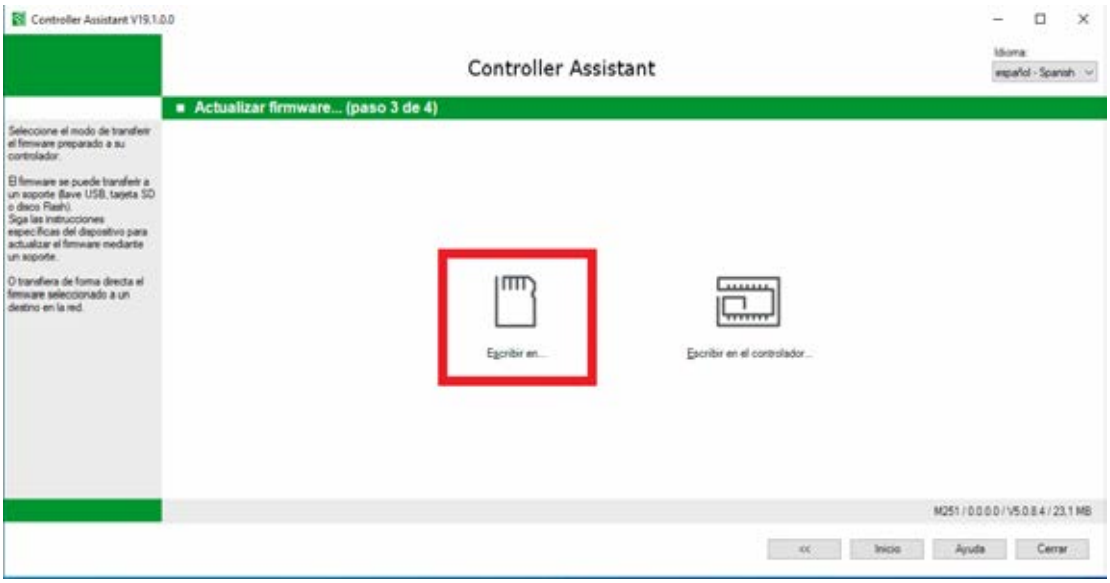
- Seleccione el tipo de controlador, en este caso M251, y la versión del firmware que desea cargar. Una vez seleccionado, haga clic en siguiente.



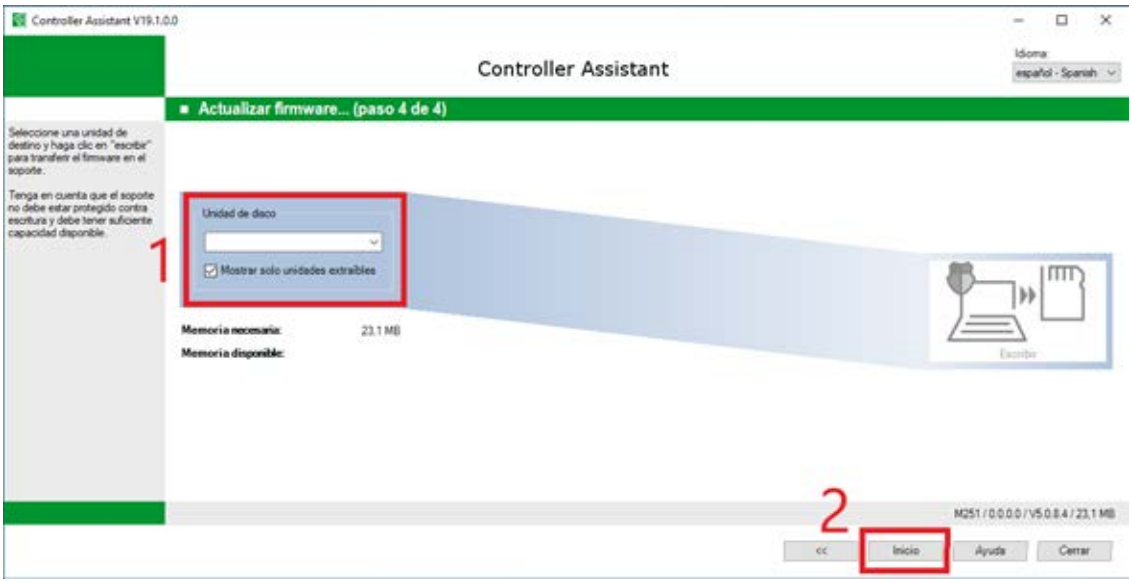
- En el siguiente punto puedes configurar la IP que se carga por defecto pero en este caso ya tendrás estos parámetros configurados en el equipo y se puede saltar.



- El siguiente paso es seleccionar el medio que se utilizará para los archivos de actualización. En este caso tiene que seleccionar la tarjeta SD.

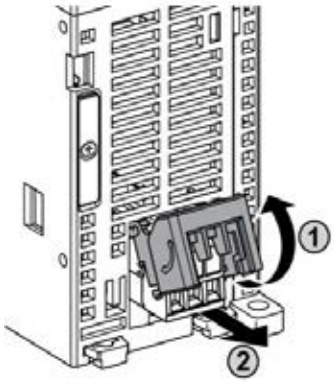


- Seleccione la unidad de destino y haga clic en Inicio. Una vez finalizado el proceso, la tarjeta SD está lista para cargarla en el PLC.

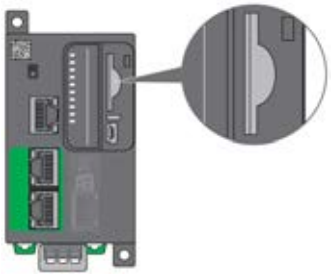


PASO 2: Actualizar el firmware con la tarjeta SD.

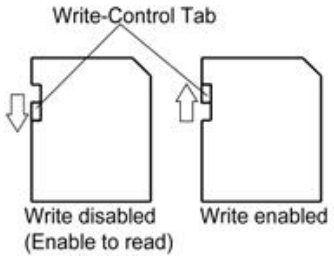
- Retire la fuente de alimentación del equipo. Para ello, hay que abrir la tapa transparente que se indica en la imagen y retirar el conector.



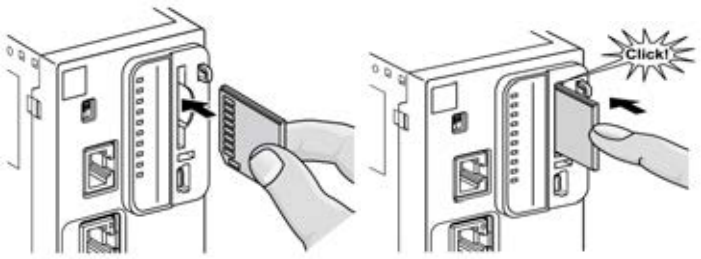
- Busque la ranura para tarjeta SD como se muestra en la siguiente imagen.



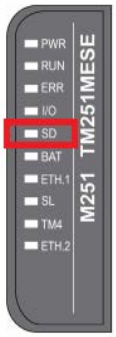
- Antes de insertar la tarjeta en el equipo, debe asegurarse de que la pestaña de escritura esté en modo de escritura habilitado.



- Inserte la tarjeta SD en la ranura como se muestra en la imagen. ¡Una vez dentro se debe escuchar un clic!



- Volver a encender el equipo. La luz SD debe estar parpadeando.



- Después de unos 3 minutos. El led SD debe dejar de parpadear,
- Retire la fuente de alimentación del equipo, retire la tarjeta SD y vuelva a encender el equipo.
- El firmware del equipo está actualizado.

8. Diagnóstico de averías



8.1. Pérdida de suministro

Puede verificar el suministro de la mayoría de los equipos con los elementos de visualización led, verificando si el color led es verde, si no, encienda la fuente de alimentación con el botón del interruptor.

8.2. Pérdida de comunicación

Para acceder a la red de la planta, la IP asociada de nuestro ordenador debe estar dentro del rango de direcciones de la planta. También sucederá con cualquier dispositivo instalado en él, con el que desee comunicarse. Se debe configurar la máscara de red y la puerta de enlace adecuadas.

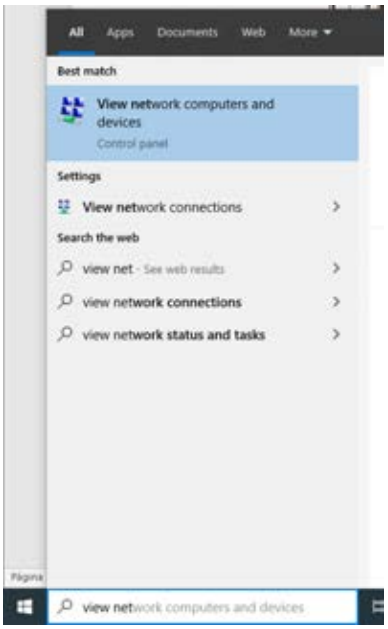
Una dirección IP es un número que identifica, lógica, única y jerárquicamente, una interfaz de red (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo que utiliza el Protocolo de Internet (IP).

La máscara de red es una combinación de bits que sirve para delimitar el alcance de una red de ordenadores o dispositivos activos. Su función es indicar a los dispositivos qué parte de la dirección IP es el número de la red, incluida la subred, y qué parte corresponde al host.

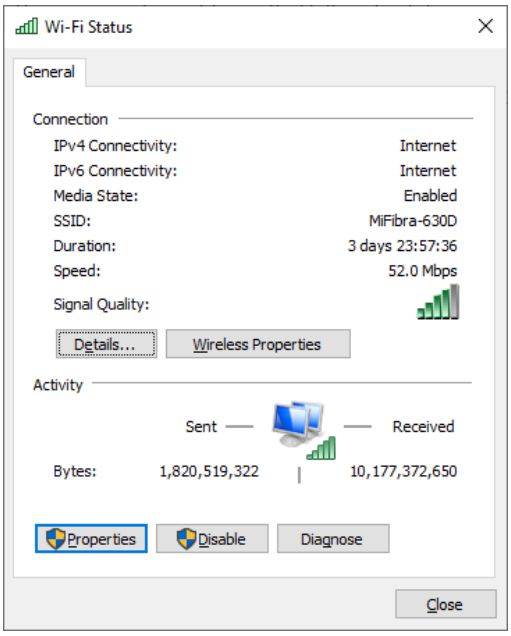
La pasarela es el dispositivo que actúa como interfaz de conexión entre dispositivos y que permite compartir recursos entre dos o más equipos o elementos activos. Su finalidad es traducir la información del protocolo utilizado en una red inicial, al protocolo utilizado en la red de destino.

Para asociar la dirección IP, la máscara de red y la puerta de enlace adecuadas a su ordenador, debe:

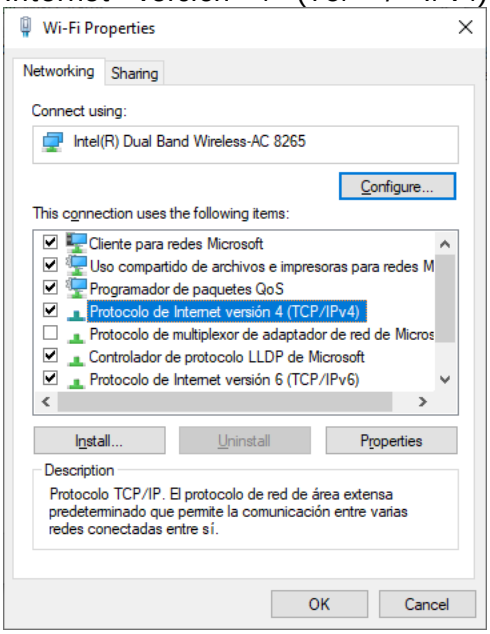
Acceda a las conexiones de red



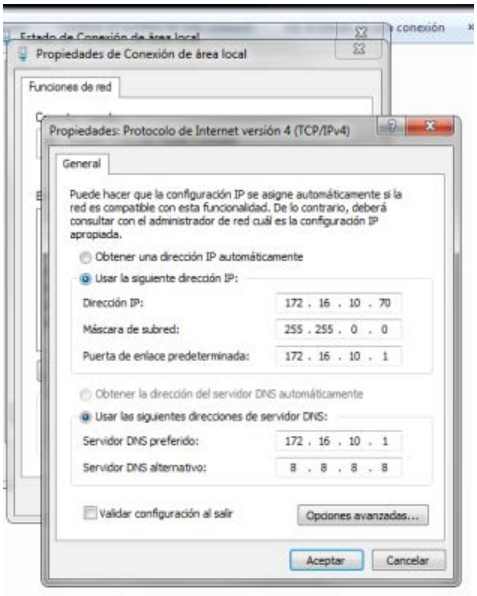
Acceda a la opción Propiedades de la conexión de área local.



Elija (y haga doble clic) Protocolo de Internet versión 4 (TCP / IPv4)



Una vez seleccionada la opción "Usar la siguiente IP automáticamente", proceda a introducir la IP.



Si un inversor deja de comunicarse con el controlador de la planta, aparecerá fuera de línea o no estará disponible y se omitirá del esquema de control de la planta. Un inversor aún puede operar y producir energía incluso si no puede comunicarse con el controlador. Esto aumenta la importancia de un esquema de control de bucle cerrado. La retroalimentación de bucle cerrado en la subestación de aumento detecta la contribución desconocida y reduce la salida ordenada para compensar. El procedimiento de mantenimiento del inversor en caso de fallo de comunicación es un "Ping" remoto, utilizando la workstation y la verificación de comunicación Modbus con Modbus-poll.

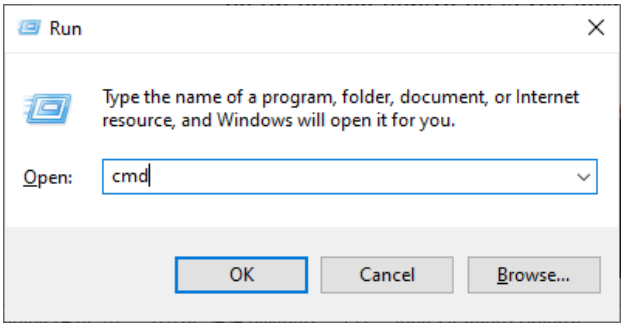
Existen una serie de pruebas a realizar con el fin de determinar la existencia de comunicación con cualquier equipo:

8.2.1. Hacer ping a un equipo

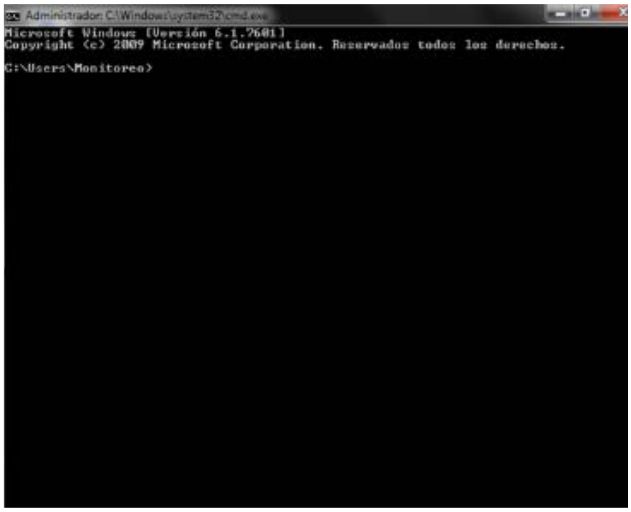
El comando Ping te permite comprobar diferentes variables entre tu ordenador y otro dispositivo que tenga asociada una IP, velocidad de conexión, potencia, distancia, etc. lo utilizaremos aquí para verificar la existencia de una conexión.

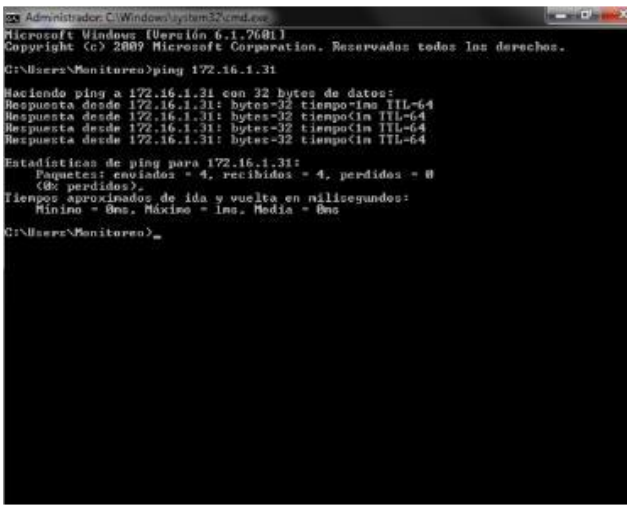
En el caso más común, que es tener Windows como Sistema Operativo del ordenador, hay que ir al botón Inicio y abrir el Intérprete de Comandos. Para ello, escriba Ejecutar en el cuadro de búsqueda del botón de inicio.

Una vez que aparezca el siguiente cuadro de diálogo, escriba cmd y haga clic en Aceptar.

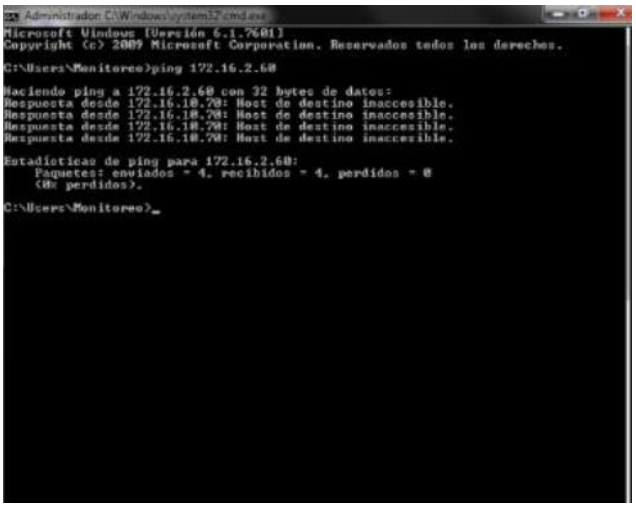


Con el intérprete de comandos abierto, escriba el comando ping y la dirección IP del ordenador que desea hacer ping. La dirección IP es la ubicación de un ordenador en una red local o en Internet, en este caso será la ubicación de un ordenador dentro de la red local de la planta.





Siempre que desee hacer ping a una IP y aparezca un texto no similar al anterior, habrá un problema de comunicación. La simulación de un fallo se puede ver a continuación:

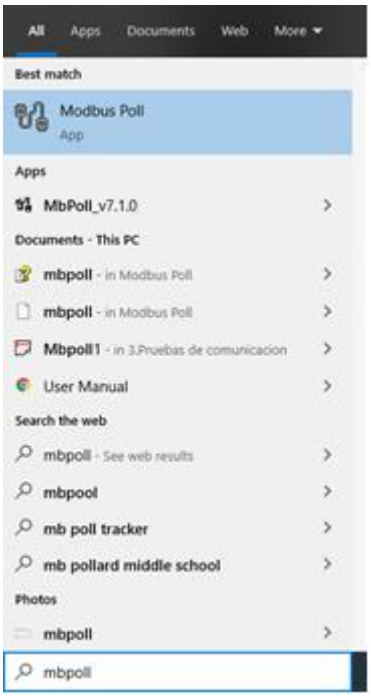


8.2.2. Verificación de comunicaciones con Modbus Poll

Modbus Poll es un programa diseñado principalmente para ayudar a simular el protocolo de comunicaciones Modbus. Desde su interfaz es posible comprobar varias áreas de datos al mismo tiempo. Para ello simplemente tienes que especificar la IP del ordenador, el Puerto servidor, el ID del ordenador, la dirección del canal contra el que quieres lanzar la consulta y el número de canales que quieres consultar.

Para agilizar este tipo de consultas, se suele recomendar que el proveedor de nuestros equipos nos haya facilitado el mapeo Modbus del mismo, con el fin de conocer los canales a consultar, el tiempo de respuesta de cada solicitud, el espaciado entre cada solicitud, etc. Parámetros que pueden hacer que nuestra consulta no obtenga los datos esperados, por ejemplo: por no buscar en la zona de canales adecuada o por saturar el equipo con peticiones demasiado rápidas.

Para utilizar Modbus Poll en algunas pruebas de comunicación en tiempo real, lo abrimos como se muestra en la siguiente imagen.

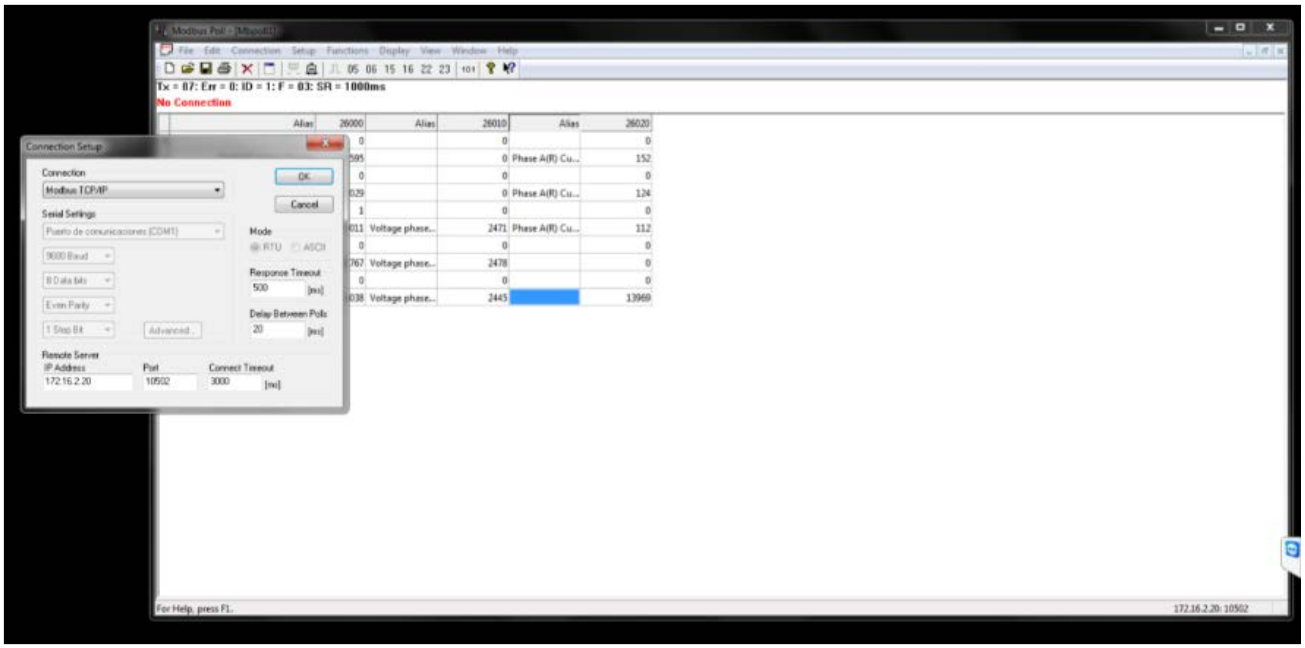


Una vez dentro del programa, podemos cargar un archivo cargado con la asignación del equipo que queremos consultar o configurarlo en el momento.

Si vamos a la ventana Conectar, podemos configurar los siguientes campos:

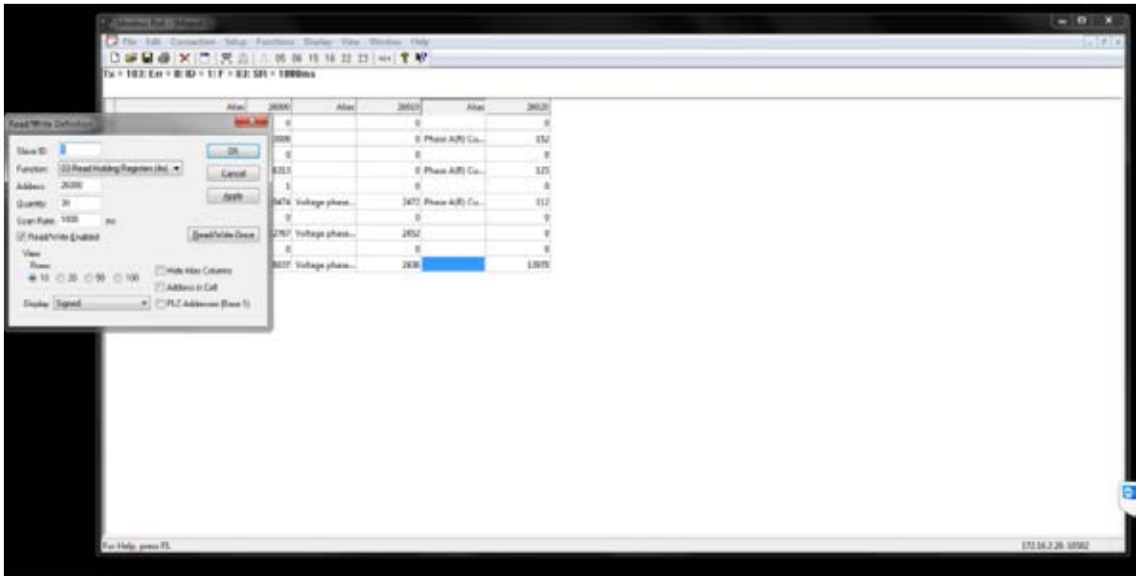
- IP del equipo
- Puerto
- Tiempo de espera de conexión
- Retraso entre las solicitudes de consulta
- Tiempo de espera de respuesta

Podemos ver un ejemplo de configuración a continuación.



Yendo a la opción De Definición de Lectura/Escritura dentro de la ventana De Configuración (o pulsando F8) podemos configurar:

- El ID del equipo.
- La función (elija por defecto la opción: 03 Leer registros de retención (4x)).
- La dirección (que es el primer canal del área del canal que queremos consultar).
- La cantidad (que es el número de canales que queremos consultar desde el primero).
- El rango de escaneo.



Si toda la información está correctamente insertada, no tenemos mensajes de error y los paquetes de información intercambiados (Tx) aumentan sin los paquetes de información faltantes (Err), veremos en nuestra interfaz los valores de nuestro equipo en tiempo real. Estos valores pueden o no fluctuar dependiendo de si son parámetros constantes o variables del equipo. Esta es la mejor indicación para certificar que nuestros equipos se comunican perfectamente.

8.2.3. Otras cuestiones a tener en cuenta

Tenga en cuenta que en una falla de comunicación de un ordenador hay muchas cosas que pueden fallar, hasta ahora la información en el manual se ha centrado en mostrar cómo detectar si la falla de comunicación se debe a SCADA o al equipo que controla, pero también debe tenerse en cuenta que es importante verificar que las configuraciones de todos los equipos involucrados sean correctas, con el fin de descartar pérdidas de configuración de parámetros o errores en los equipos reemplazados (IPs o IDs duplicados o velocidades de solicitud de información muy altas, que terminan saturando el equipo). Pero hay muchas otras situaciones que debemos tener en cuenta:

Es necesario darse cuenta de cómo es el cableado de comunicación de una instalación, por lo que si un equipo depende de su tipo de instalación para un "bottleneck", será necesario pensar si la comunicación de los dispositivos falla debido a ese cableado común.

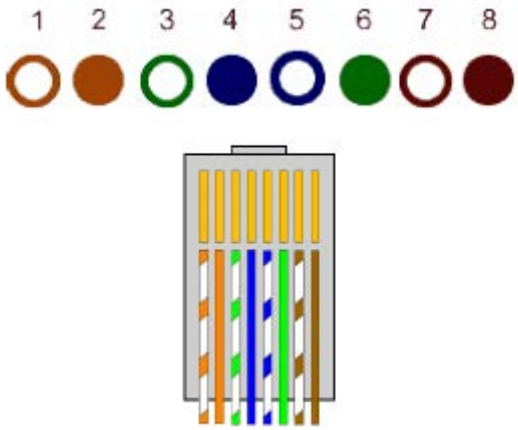
Lo primero será verificar:

- Continuidad del cableado, para detectar cables sueltos o rotos.
- Inspección del estado externo, incluyendo toda la disposición del cableado (si no es subterráneo), especialmente sus inicios, uniones o derivaciones en bloques de terminales y extremos de línea, para detectar falsos contactos o derivaciones esporádicas.
- Estado interior y exterior de cabezales, conectores y enchufes, para descartar soldaduras dañadas o deficientes, contactos sueltos o cruce de cables.

Es muy importante saber cómo se cose el cableado en origen y compararlo con cómo se ve al final de la línea, por lo que por ejemplo en el cableado Ethernet la

configuración más utilizada es la que se muestra en la siguiente imagen, pero debe verificarse en el origen y al final.

Blanco-naranja + Naranja + Blanco-verde + Azul + Blanco-azul + Verde + Blanco-marrón + Marrón



Debe darse cuenta del grado de jerarquía del equipo dentro de una instalación, por lo tanto, si un equipo depende de otro principal (por arquitectura o por jerarquía), si el principal / maestro falla, todos sus esclavos fallarán.

- Hay que descartar los problemas de ruido.
- El ruido es cualquier señal no deseada que se mezcla con la señal útil a transmitir. Su origen puede ser variado y a veces difícil de tratar.

Idealmente, un elemento debe recibir energía eléctrica de una fuente de CA que entregue un voltaje de salida sinusoidal de frecuencia adecuada y en su valor nominal sin alteración ni deformación. Aunque, podemos encontrar algunas de las siguientes situaciones:

- Variaciones de voltaje suaves
- Fluctuaciones repentinas de voltaje
- Interrupciones momentáneas
- Interrupciones sostenidas
- Desviaciones de frecuencia
- Desequilibrio de fase
- Distorsión armónica
- Señales de alta o baja frecuencia inyectadas intencionalmente
- Variaciones de temperatura
- Ruido eléctrico
- Etc.

El problema más extendido es el ruido eléctrico.

Además, hay que saber que los inversores son el principal equipo para generar ruido en una planta fotovoltaica. Aunque no debemos olvidar otros elementos, por pequeños que sean, en el caso de los conectores Ethernet, algunos cuentan con un tipo de refuerzo metálico que puede provocar problemas en las comunicaciones que precisamente están tratando de transferir.

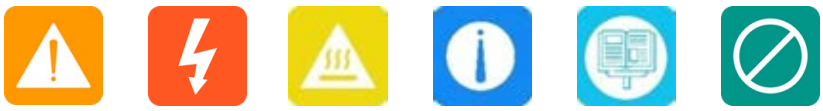
Algunas medidas que podemos adoptar rápidamente son las siguientes:

- Uso de protectores en los cables y cajas de aislamiento y protección en los equipos, para reducir el acoplamiento entre ellos y las fuentes de interferencia.
- Uso de amplificadores de aislamiento, que bloquean la transmisión de las señales generadas por las interferencias.
- Puesta a tierra en un solo punto.
- Sustitución del cableado por uno con un coeficiente de aislamiento superior.
- En el caso específico de los cables Ethernet, con el tipo de refuerzo metálico discutido anteriormente, generalmente son desmontables y, por lo tanto, se pueden quitar fácilmente.
- Por otro lado, también debemos preocuparnos por trivialidades que nunca debemos dar por sentado:
- Verifique que todos los elementos estén alimentados (interruptor, puertas de enlace, medidores, etc.).
- Verificar que nuestro PC esté en la misma red que la planta, si nos comunicamos dentro de la instalación.
- Comprobar que los puertos externos están abiertos si nos comunicamos desde fuera de la instalación.
- Verificar que la ventilación de la electrónica del equipo sea la adecuada.
- Verifique que no haya ningún problema de conexión a tierra.

8.2.4. Inicio de sesión denegado

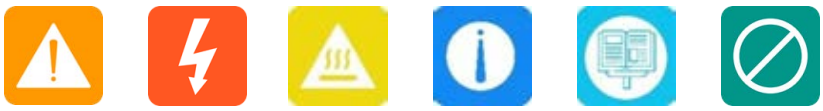
Si tiene problemas de red y no puede iniciar sesión después de comprobar que toda la infraestructura de red y el hardware funcionan bien, asegúrese de que se está utilizando el nombre de usuario y la contraseña correctos. Compruebe que el bloqueo de mayúsculas no está encendido y que la configuración del dominio escorrecta.

9. Desconectarse de las fuentes de voltaje



1. Desconecte la tensión de alimentación mediante un disyuntor externo y cortocircuite los circuitos secundarios de los transformadores de corriente utilizando un dispositivo de cortocircuito externo.
2. Desconecte las entradas de medición con un disyuntor externo y el módulo de búfer se descargará por completo. Espere hasta que no se enciendan más LED en el módulo de búfer.

10. Desmantelamiento del producto



El procedimiento a seguir para desmantelar el producto es:

1. Desconecte el producto de las fuentes de voltaje.
2. Abra el producto con interruptor con llave del cuadro y retire todos los cables del producto.
3. Bloquee el producto con el interruptor con llave del cuadro
4. Retire los tornillos de los soportes de montaje en la pared y retire el producto de la pared. Al hacerlo, el producto debe ser apoyado por 2 personas.
5. Retire los soportes de montaje en pared y deseche el producto de acuerdo con las regulaciones de eliminación de desechos electrónicos aplicables localmente.

10.1. Manejo de residuos

Estos equipos utilizan componentes nocivos para el medio ambiente (tarjetas electrónicas, baterías o celdas, etc.).

Al final de la vida útil del equipo, los residuos deben ser procesados correctamente por una empresa de gestión de residuos peligrosos autorizada.

Isemaren, de acuerdo con su política de respeto al medio ambiente, informará al gestor autorizado, a través de esta Sección, de la ubicación de los componentes a descontaminar.

11. Contacto



David Carcelen Lopez	DCL@isemaren.com
Tomás Laso	TLC@isemaren.com

12. Declaración de conformidad EU / Responsabilidad



En el ámbito de aplicación de las directivas de la UE:

- Directiva de Baja Tensión 2014/35/UE (29.3.2014 L 96/357-374) (LVD).
- Compatibilidad electromagnética 2014/30/EU (29.3.2014 L 96/79-106) (EMC).
- Restricción del uso de determinadas sustancias peligrosas 2011/65/UE (L 174/88, 8 de junio de 2011) y 2015/863/UE (L 137/10, 31 de marzo de 2015) (RoHS).

Isemaren confirma a continuación que los productos descritos en este documento siguen los requisitos fundamentales y otras disposiciones pertinentes de las directivas antes mencionadas.

La Declaración de Conformidad de la UE completa se puede encontrar en www.isemaren.com.

www.isemaren.com

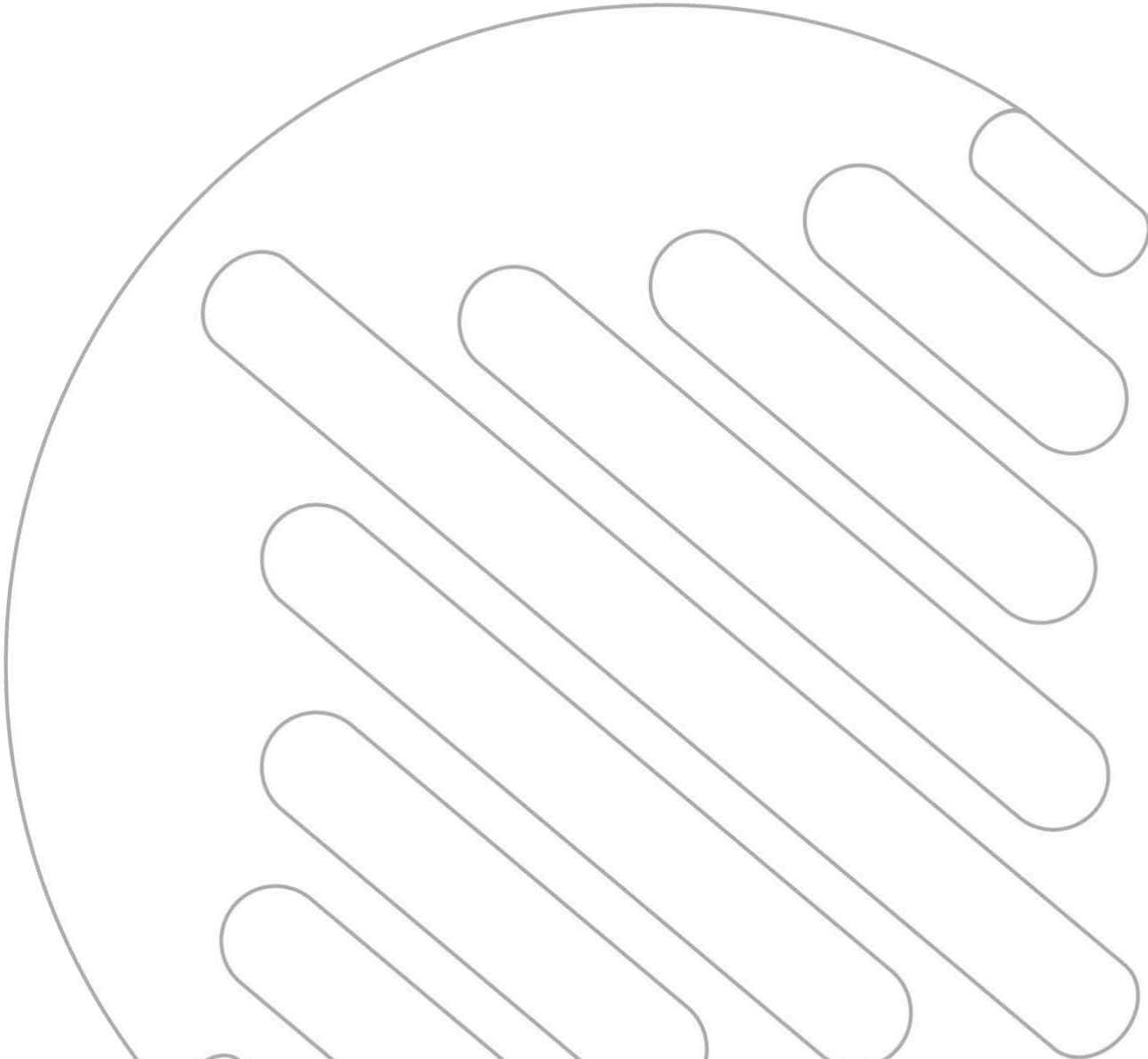
Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca 3, 5ª planta.

28009 Madrid, España



ANEXO IV:
PRODUCCIÓN ESTIMADA

Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

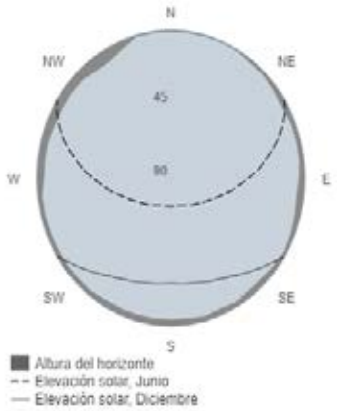
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud:	40.339, -4.441
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH
Tecnología FV:	Silicio cristalino
FV instalado:	1 kWp
Pérdidas sistema:	14 %

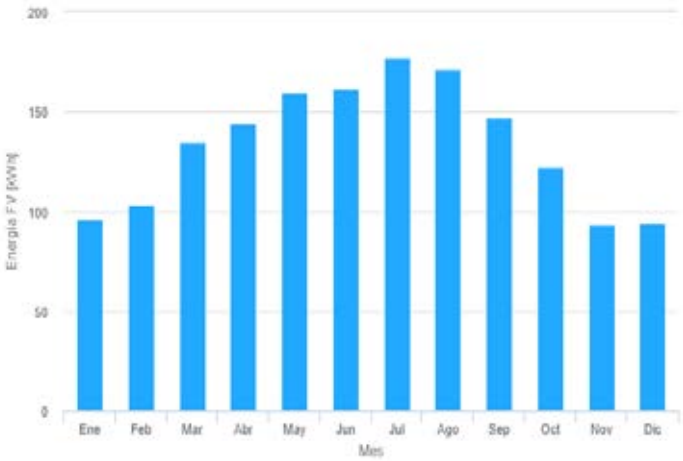
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación:	30 °
Ángulo de azimut:	0 °
Producción anual FV:	1603.86 kWh
Irradiación anual:	2050.29 kWh/m²
Variación interanual:	57.10 kWh
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia:	-2.69 %
Efectos espectrales:	0.49 %
Temperatura y baja irradiancia:	-6.98 %
Pérdidas totales:	-21.77 %

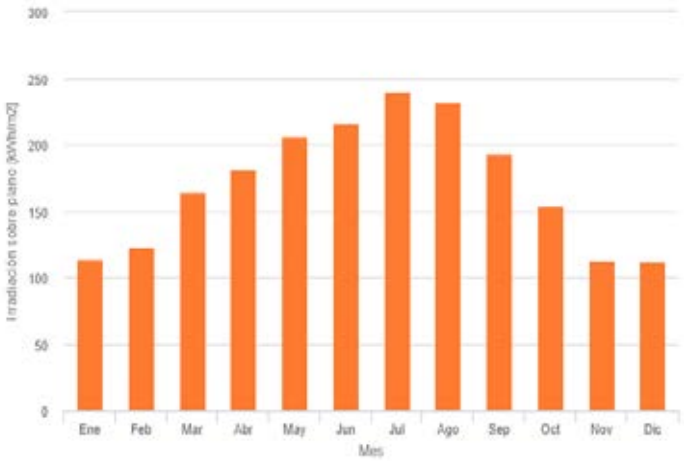
Perfil del horizonte:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	96.0	113.9	23.2
Febrero	103.2	123.7	17.9
Marzo	134.3	164.7	18.4
Abril	143.9	181.7	13.0
Mayo	159.5	206.3	12.0
Junio	161.4	215.5	6.6
Julio	176.7	240.1	4.8
Agosto	171.4	231.6	4.2
Septiembre	147.1	193.0	7.5
Octubre	122.3	154.6	13.9
Noviembre	93.7	113.2	15.8
Diciembre	94.4	112.1	13.2

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general.

Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día.

Trataremos de corregir los errores que se nos señalen.

No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web.

Dicha información:

i) es de carácter general y no aborda circunstancias específicas de personas u organismos concretos,

ii) no es necesariamente exhaustiva, completa, exacta o actualizada,

iii) contiene en algunas ocasiones enlaces a páginas externas sobre las que los servicios de la Comisión no tienen control alguno y respecto de las cuales la Comisión declina toda responsabilidad.

Joint Research Centre

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2021.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Datos mensuales de irradiación 2021/12/26

ANEXO V: CÁLCULOS CAMPO ELECTROMAGNÉTICO, JUSTIFICACIÓN LÍMITE DE RUIDO Y VENTILACIÓN

INDICE

1. CAMPOS MAGNÉTICOS 3

1.1 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS 3
1.2 MEDIDAS DE ATENUACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS 5
1.3 MEDICIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS: MÉTODOS, NORMAS Y CONTROL POR LA ADMINISTRACIÓN 5
1.4 CÁLCULOS DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE LA INSTALACIÓN 6
1.4.1. CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL CT 8
1.4.2. RESUMEN ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS 11

2. LÍMITES DE RUIDO 11

2.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA RUIDO 11

3. VENTILACIÓN 12

3.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA VENTILACIÓN 12

1. CAMPOS MAGNÉTICOS

1.1 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

Según se estable en el apartado 4.7 de la ITC-14 relativa a las Instalaciones eléctricas de interior del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba El Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, en el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones.

A su vez, el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En el apartado de "Cálculos justificativos", se detalla un apartado de cálculos de campos electromagnéticos en diversos puntos tanto del CT, como de la LMT y la parte de Baja Tensión , donde en ningún caso se supera este nivel de referencia.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001,de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20. Podrán utilizarse los cálculos y comprobaciones recogidos en un proyecto tipo, siempre que la instalación proyectada se ajuste a las condiciones técnicas de cálculo previstas en el proyecto tipo.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizarlos campos magnéticos generados:

- El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposicional tresbolillo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñaran evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.
- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.

En el apartado 3.1 del Anexo II correspondiente a "Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas" del R.D.1066/2001, se reflejan los niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos según la siguiente tabla:

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores ms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (Vm)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m^2)
0-1 Hz		$3,2x10^4$	$4x10^4$	
1-8 Hz	10.000	$3,2x10^4/f^2$	$4x10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0.92/f	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375\ f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$0,0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Nota:

1- f según se indica en la columna de gama de frecuencia.
2- Para valores de pico, se aplicarán los siguientes niveles de referencia para la intensidad de campo eléctrico (E) (V/m), la intensidad de campo magnético (H) (A/m) y a la inducción de campo magnético (B) (μT):
   - Para frecuencias de hasta 100 kHz, los valores de pico esta de referencia se obtienen multiplicando los valores rms correspondientes por √2 (≈1,414). Para pulsos de duración t_p, la frecuencia equivalente que ha de aplicarse debe calcularse como $f=1/(2t_p)$.

En el caso que nos ocupa la densidad de flujo magnético o inducción magnética es una magnitud vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en teslas (T). En espacio

libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia 1 A/m =4 π 10^{-7} T.

Así, según la tabla anterior, para una frecuencia de 50 Hz, que es la empleada en electricidad, el nivel de referencia del Campo B será:

$$B \leq \frac{5}{f} = \frac{5}{0{,}05 kHz} = 100 \mu T$$

1.2 MEDIDAS DE ATENUACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Para minimizar el posible impacto de los campos magnéticos generados por el CT, en su diseño se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las entradas y salidas al CT de la red de media tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán, preferentemente, la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores, como por ejemplo el apantallamiento.

1.3 MEDICIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS: MÉTODOS, NORMAS Y CONTROL POR LA ADMINISTRACIÓN

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

En lo relativo a los métodos de medidas, tipos de instrumentación y otros requisitos se estará a lo recogido en las normas técnicas aplicables, con el orden de prelación que se indica:

1. Las adoptadas por organismos europeos de normalización reconocidos: El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación(ETSI), el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).
2. Las internacionales adoptadas por la Union Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Organización Internacional de Normalización (ISO) o la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
3. Las emanadas de organismos españoles de normalización y, en particular, de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

4. Las especificaciones técnicas que cuenten con amplia aceptación en la industria y hayan sido elaboradas por los correspondientes organismos internacionales.

Normas de referencia:

- **UNE-EN 62311:** Evaluación de los equipos eléctricos y electrónicos respecto de las restricciones relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos (0 Hz -300 GHz).
- **NTP-894:** Campos electromagnéticos: evaluación de la exposición laboral

1.4 CÁLCULOS DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE LA INSTALACIÓN

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20.

Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 µT), conforme al Cuadro 2 del R.D.1066/2001, indicado en la memoria.

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

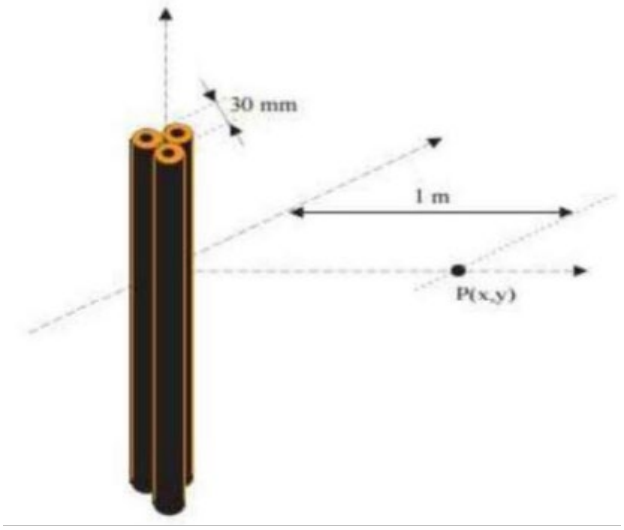
1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
3. ITC-RAT-20, ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria. En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, "Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia".

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación, se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE 20833 de abril de 1997: "Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial". Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. "Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general".
2. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".
3. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

1.4.1. CÁLCULOS SOBRE LA LÍNEA SOTERRADA 15 kV

La fórmula a aplicar para realizar estos cálculos es la ecuación de Biot y Savart, descrita a continuación;



$$B(longitud\ infinita) \approx \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{l \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2} (T)$$

B (longitud L) ≈ B (longitud infinita) · sin α (T)

Donde:

a. Frecuencia = 50 Hz.
b. B: Campo magnético.
c. μo: permeabilidad magnética del aire ($\mu o = 4*\pi*10^{-7}\ NA^{-2}$)
d. I: Intensidad máxima que discurre por circuito
e. d: Distancia entre conductores
f. L: Longitud real del circuito

Esta fórmula permite aplicar el campo magnético real del circuito, en su tramo o longitud, independientemente de en qué punto se desea obtener dicho campo magnético.

Para el cálculo del valor eficaz del campo magnético en un punto determinado cuando no existe ningún apantallamiento magnético, dicha ley puede simplificarse por la siguiente:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{l}{2 \cdot \pi \cdot r} (T)$$

Donde:

g. I= corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

h. r= distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).

Así, calculando el campo magnético generado por los conductores a una distancia de 1 m, se obtiene:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{260}{2 \cdot \pi \cdot 1} = 52\ \mu T < 100\ \mu T$$

1.4.2. CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL CT

Para ser más precisos en el cálculo simulamos el campo magnético, a través de un programa de simulación de elementos finitos basado en el procesador de cálculo de Matlab.

Se procede a simular el campo magnético procedente de las celdas de línea, así como de la parte de baja tensión del transformador hasta el cuadro de baja tensión y el tramo de salida de éste por ser éstos los puntos de mayor intensidad.

Los resultados serían los siguientes:

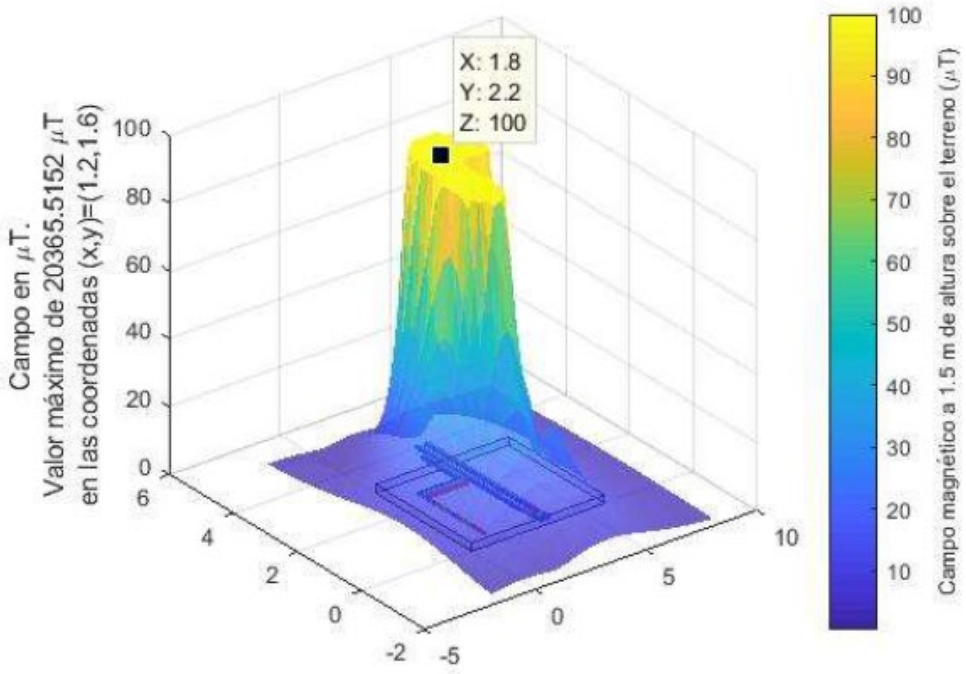


Figura 1: Representación en 3D del campo magnético a 1,5 metros de altura sobre el terreno.

Se observa que el valor máximo se da a 1,2 y 1,6 de la esquina más próxima a las celdas desde el trafo, si bien se debe comprobar que no se excede fuera del recinto.

Ahora, analizamos dicho campo en diversos planos, siguientes:

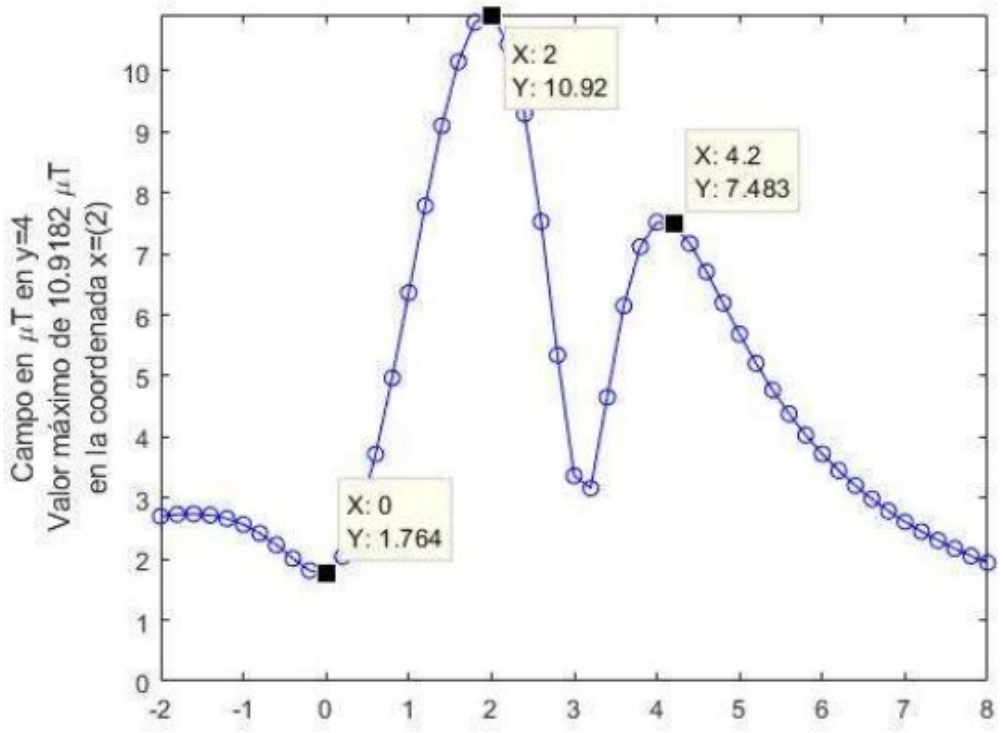


Figura 2: Representación del campo a 0,5 m del exterior del recinto en el lado más corto.

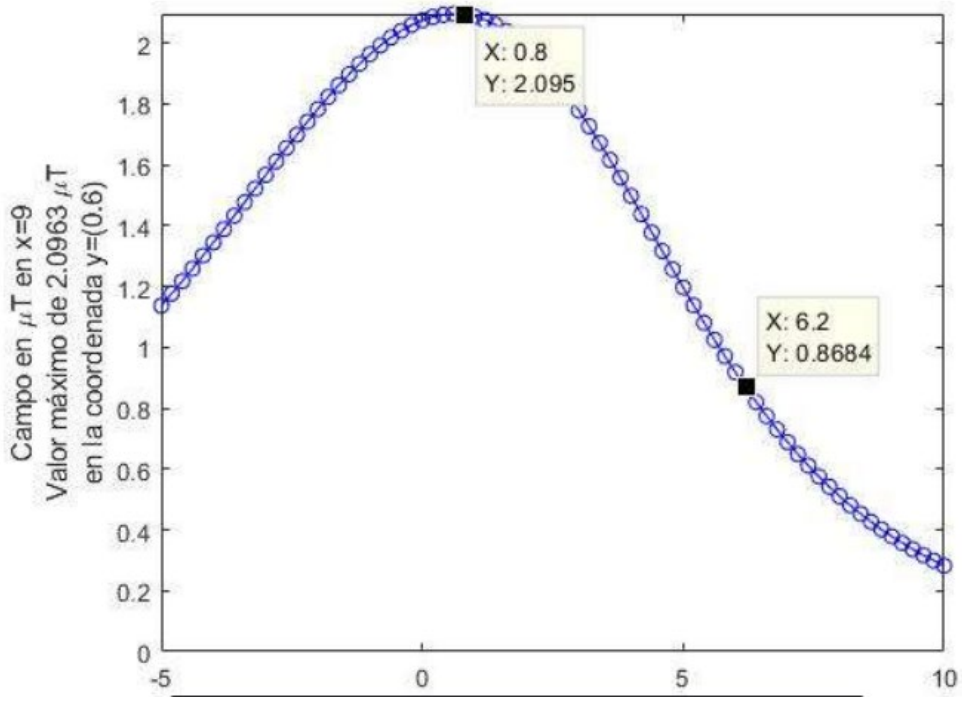


Figura 3: Representación del campo a 0,5 m del exterior del recinto en el lado más largo.

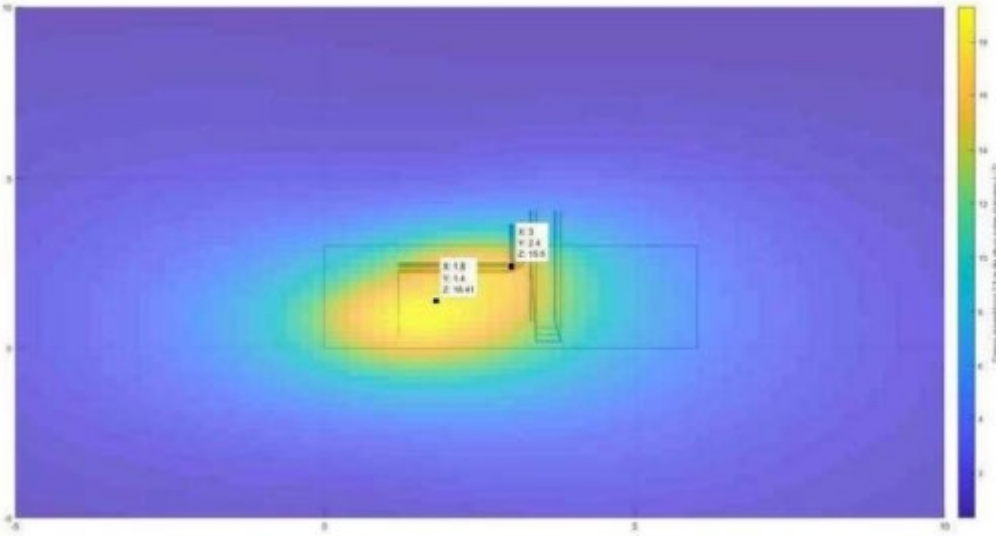


Figura 4: Representación del campo en planta en coordenadas X,Y, a 3,5 metros de altura.

En resumen, los valores que se tienen serían los siguientes:

ID CAMPO	DESCRIPCIÓN	VALOR MAXIMO(µT)	VALOR CALCULADO(µT)	¿CUMPLE?
1	Campo máximo a 1,5m en interior CT	100	20,37	SI
2	Campo máximo a 0,5m en exterior CT en lado corto (más desfavorable)	100	10,92	SI
3	Campo máximo a 0,5m en exterior CT en lado largo (más favorable)	100	2,09	SI
4	Campo máximo a 3,5 m de altura en exterior CT	100	18,41	Si

Teniendo en cuenta que el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, establece:

"En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos."

Se concluye, dado que todos los valores son inferiores a 100 µT, que **SE CUMPLE** normativa.

1.4.3. RESUMEN ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Tras el análisis de los campos electromagnéticos en el centro de transformación se observa que el punto más desfavorables seria a 1,5 metros de altura en el interior del centro de transformación y próximo al transformador y, en cualquier caso, en ningún punto al exterior del recinto se superan los 100 µT por lo que se **CUMPLE** normativa.

2. LÍMITES DE RUIDO

2.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA RUIDO

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, estas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Además, se deberá cumplir con el Código Técnico de la Edificación, legislaciones de las comunidades autónomas y ordenanzas municipales.

En caso de sobrepasar esos límites, se tomarán medidas correctoras para minimizar y reducir la emisión de ruido y la transmisión de vibraciones producidas.

El Real Decreto 1367/2007 regula, en las tablas B1 y B2 del anexo III, los valores límite de emisión de ruido al medio ambiente exterior y a los locales colindantes del CT, siendo estos valores función del tipo de área acusica. Estos niveles de ruido deben medirse de acuerdo a las indicaciones del anexo IV del RD 1367/2007.

En caso de ser necesario tomar medidas correctoras con el fin de reducir o eliminar la transmisión de vibraciones de los transformadores de distribución, se podrá instalar en cada punto de apoyo un

amortiguador de baja frecuencia, hasta 5 Hz, especialmente diseñado para la suspensión de transformadores. Cada amortiguador estará formado por suelas de acero y muelles metálicos de alta resistencia. Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador a instalar. Este sistema proporcionara además el anclaje del transformador impidiendo su desplazamiento fortuito y/o paulatino a lo largo del tiempo; no autorizándose ningún otro sistema de anclaje que pudiera propiciar la transmisión mecánica de ruidos o vibraciones a otros elementos del local.

Por otra parte, según se estable en el artículo 5 "*Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción"* del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, estos valores límite referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

a) Valores límite de exposición: LAeq,d = 87 dB(A) y Lpico= 140 dB (C), respectivamente;

b) Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción: LAeq,d = 85 dB(A) y Lpico = 137 dB(C), respectivamente;

c) Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción: LAeq,d = 80 dB(A) y Lpico = 135 dB(C), respectivamente.

Teniendo en cuenta que el presente proyecto se trata de una instalación fotovoltaica con su correspondiente instalación de evacuación, la máquina que más ruido puede producir es el transformador. Se ha consultado la ficha técnica del transformador tipo a instalar donde se especifica una potencia acústica máxima de 58dB(A).

Además, por otro lado hay que resaltar también que se trata de una instalación fotovoltaica ubicada en una parcela alejada de núcleos urbanos, situada lejos de núcleos de población.

3. VENTILACIÓN

3.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA VENTILACIÓN

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC RAT-14 apartado 4.4, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. Para ello se instalarán rejillas de ventilación bien en las puertas o en los paramentos asegurándose una buena circulación del aire.

La ubicación de las rejas de ventilación se diseñará procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre los equipos para evitar calentamientos excesivos de los equipos.

Los huecos destinados a la ventilación deben estar protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales, cuando su presencia pueda ser causa de averías o accidentes y estarán dispuestos o protegidos de forma que en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Deberán tener la forma adecuada o disponer de las protecciones precisas para impedir la entrada del agua de lluvia.

Las rejillas, por tanto, estarán dotadas de una tela mosquitera con una luz máxima de 6 mm.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire, utilizaremos la siguiente expresión:

$$Sr = \frac{Pp}{0{,}24 * Kx * \sqrt{h} * \Delta t3}$$

Siendo;

Pp= Suma de las pérdidas asignadas totales (en kW) de los transformadores

H= Distancia vertical entre centros de rejas = 2 metros

Δt= Diferencia de temperatura entre aire de salida y de entrada, 15ºC

K= Coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose 0,6

Sr= Superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador.

De esta manera, se obtiene una superficie de la reja de entrada de aire de:

$$Sr = \frac{44{,}26}{0{,}24 * 0{,}6 * \sqrt{2 * 15^3}} = 3{,}7\ m^2$$

Además, en el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF6, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas, aunque en los locales con instalaciones aisladas por SF6 y situados por encima del suelo, como es el caso, generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ANEXO VI: CÁLCULO PAT DE BAJA TENSIÓN

INDICE ANEXO V:

1. CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN 3
1.1 OBJETO 3
1.2 RED DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE 3
1.3 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TOMA DE TIERRA 3

1. CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

1.1 OBJETO

El objeto del presente apartado es el de definir las condiciones y criterios para el cálculo de la puesta a tierra de la instalación de baja tensión requeridos para el presente proyecto. Se dimensionará la puesta a tierra para cumplir con las normativas vigentes.

1.2 RED DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE

La instalación de la puesta a tierra del parque fotovoltaico está formada por una red equipotencial que abarca toda la planta a la cual se conectan todas las estructuras eléctricas con un conductor de tierra (hilo de cobre desnudo de 35mm2) enterrado bajo zanja aprovechando las zanjas de BT a ejecutar, así como todas las estructuras metálicas y el anillo de tierras del centro de transformación.

A continuación se realizará el cálculo de la red de tierras teórico. Sin embargo, una vez ejecutada la obra, siempre se realizan las pruebas correspondientes para medir la resistencia real final in situ y comprobar su cumplimiento.

1.3 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TOMA DE TIERRA

Los electrodos de la toma de tierra pueden ser barras, conductores desnudos, placas, mallas o anillos, armaduras de hormigón, u otras estructuras enterradas.

La profundidad de las tomas de tierra ha de ser mínimo 0,50 metros y además debe ser tal que las condiciones de humedad y temperatura del suelo no aumenten la resistencia por encima del valor previsto. El valor de la resistencia de las tomas de tierra debe diseñarse de forma que las masas no puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V, dado que es el máximo admisible en este caso según el REBT.

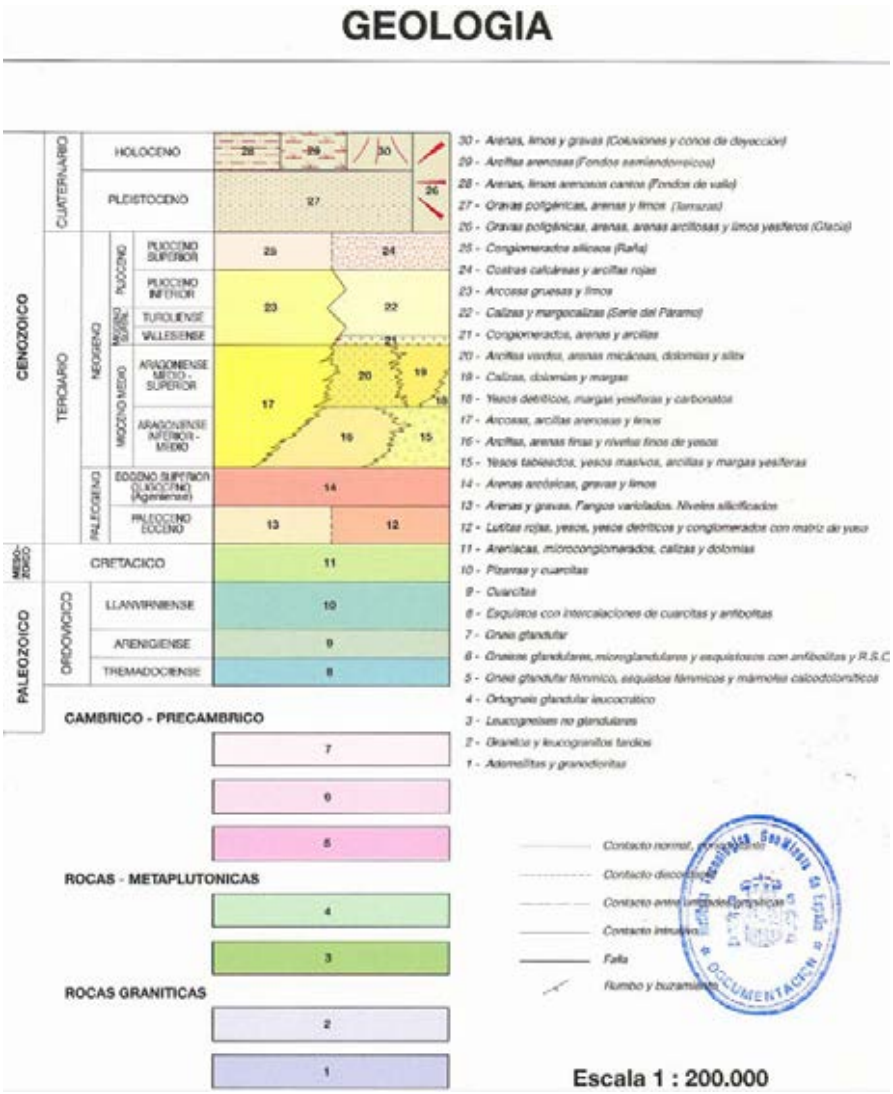
En función del electrodo, la resistencia de toma a tierra se puede calcular en base a las siguientes fórmulas:

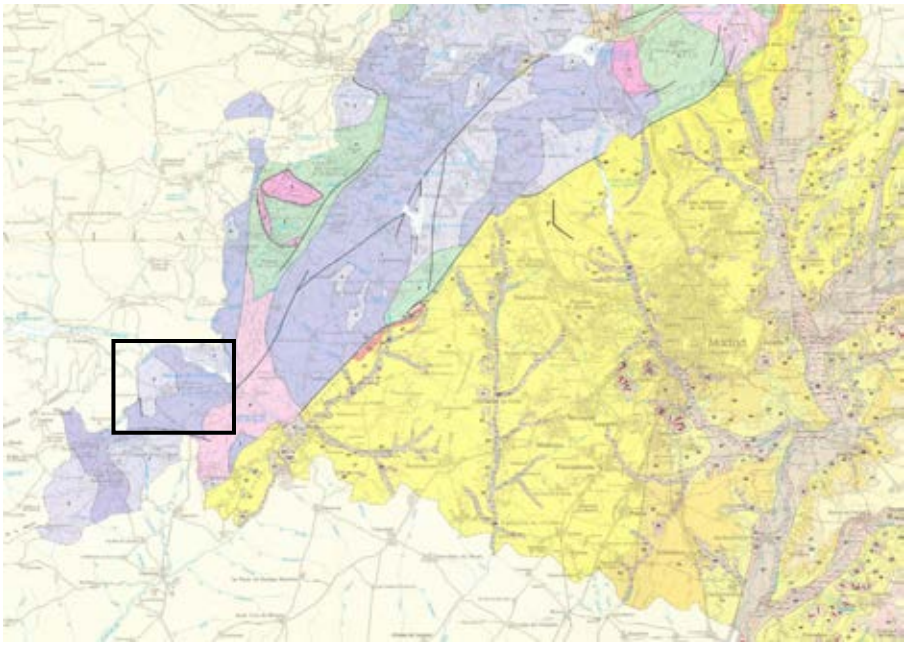
ELECTRODO	RESISTENCIA DE TIERRA (Ω)
Pica vertical	$R_{pica} = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L}$
Malla de tierra	$R_{malla} = \frac{\rho}{4\sqrt{\frac{S}{\pi}})} + \frac{\rho}{L}$

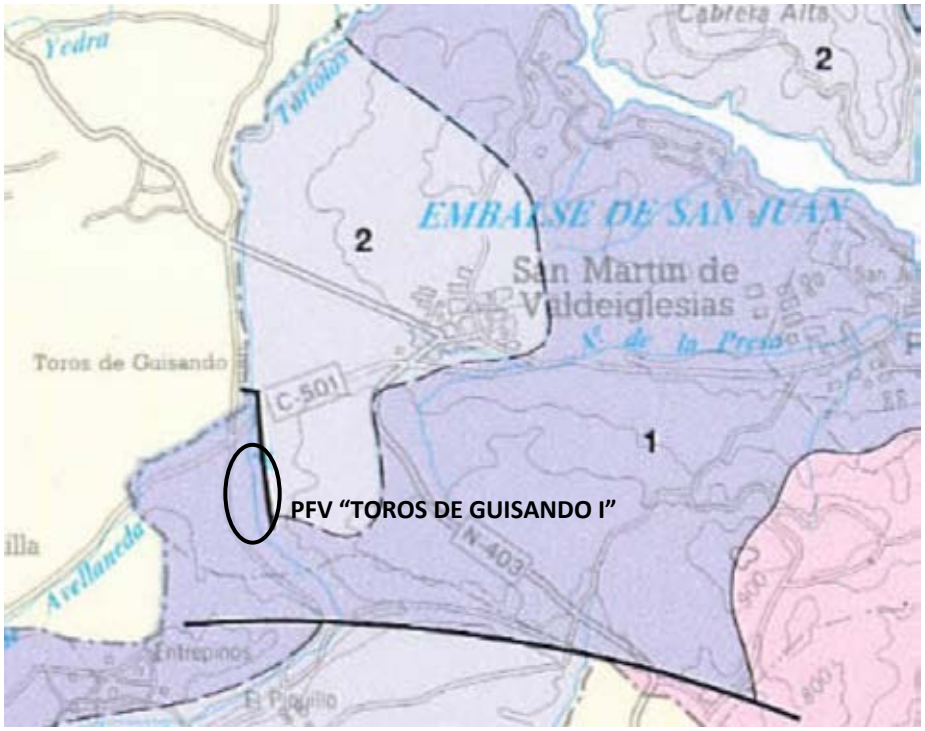
Donde:

- ρ = Resistividad del terreno (Ω·m)
- L = Longitud de la pica o conductor, y en la malla la longitud total de los conductores enterrados (m)
- S = Superficie cubierta por la malla (m2)

La resistividad del terreno es un dato que se determinará en detalle a partir del estudio geotécnico que se realizará más adelante. Mientras tanto, se ha consultado en la cartografía del IGME (Instituto Geológico y Minero de España) el tipo de terreno donde se ubicará la planta fotovoltaica:


GEOLOGIA
CENOZOICO
CUATERNARIO
HOLOCENO
PLEISTOCENO
TERCIARIO
NEOGENO
PLIOCENO
PLIOCENO SUPERIOR
PLIOCENO INFERIOR
MIOCENO MEDIO
TUROLIENSE
VALLESIENSE
ARAGONIENSE MEDIO - SUPERIOR
ARAGONIENSE INFERIOR - MEDIO
PALEOGENO
EOCENO SUPERIOR OLIGOCENO (Agenisiense)
PALEOCENO EOCENO
MESOZOICO
CRETACICO
PALEOZOICO
ORDOVICICO
LLANVIRNIENSE
ARENIGIENSE
TREMADOCIENSE
CAMBRICO - PRECAMBRICO
ROCAS - METAPLUTONICAS
ROCAS GRANITICAS
30 - Arenas, limos y gravas (Coluviones y conos de deyección)
29 - Arcillas arenosas (Fondos semiendorreicos)
28 - Arenas, limos arenosos cantos (Fondos de valle)
27 - Gravas poligénicas, arenas y limos (terrazas)
26 - Gravas poligénicas, arenas, arenas arcillosas y limos yesíferos (Glacis)
25 - Conglomerados silíceos (Raña)
24 - Costras calcáreas y arcillas rojas
23 - Arcosa gruesas y limos
22 - Calizas y margocalizas (Serie del Páramo)
21 - Conglomerados, arenas y arcillas
20 - Arcillas verdes, arenas micáceas, dolomías y silts
19 - Calizas, dolomías y margas
18 - Yesos detríticos, margas yesíferas y carbonatos
17 - Arcosas, arcillas arenosas y limos
16 - Arcillas, arenas finas y niveles finos de yesos
15 - Yesos tableados, yesos masivos, arcillas y margas yesíferas
14 - Arenas arcósicas, gravas y limos
13 - Arenas y gravas. Fangos variolados. Niveles silicificados
12 - Lutitas rojas, yesos, yesos detríticos y conglomerados con matriz de yeso
11 - Areniscas, microconglomerados, calizas y dolomías
10 - Pizarras y cuarcitas
9 - Cuarcitas
8 - Esquistos con intercalaciones de cuarcitas y anfibolitas
7 - Gneis glandular
6 - Gneises glandulares, microglandulares y esquistosos con anfibolitas y R.S.C.
5 - Gneis glandular filónico, esquistos filónicos y mármoles calcodolomíticos
4 - Ortogneis glandular leucocrático
3 - Leucogneises no glandulares
2 - Granitos y leucogranitos tardíos
1 - Adamellitas y granodioritas
Contacto normal
Contacto discordante
Contacto entre unidades litológicas
Contacto intrusivo
Falla
Rumbo y buzamiento
Escala 1 : 200.000

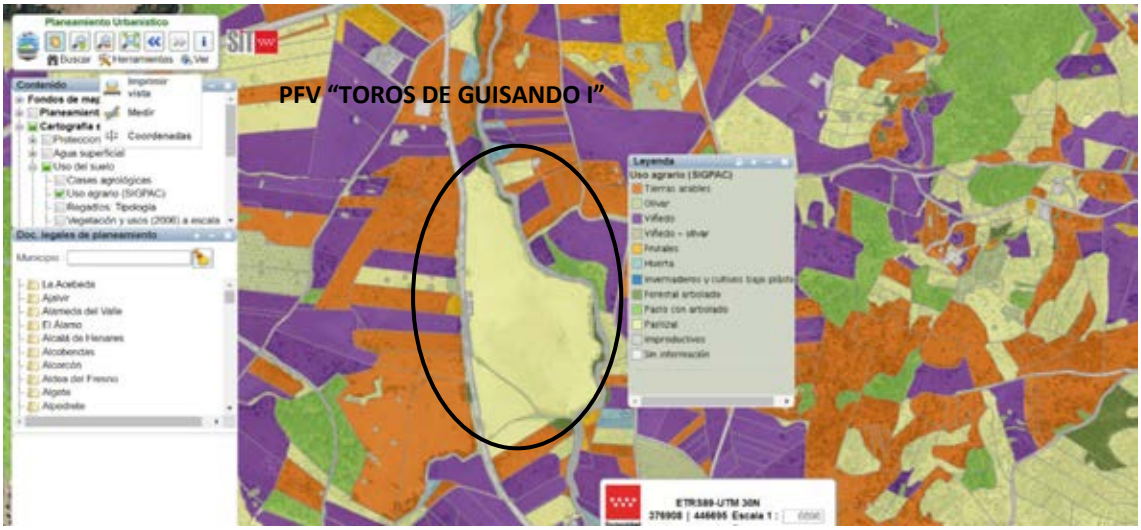




Mapa de la geología de la Comunidad de Madrid (IGME)

Como se puede observar, según el mapa, la zona de implantación de la instalación solar está formada por rocas graníticas.

Sin embargo, esta geología se entiende a profundidades relativamente altas, ya que tras consultar el visor del planeamiento urbanístico de la Comunidad de Madrid, se observa que estos terrenos también tienen la clasificación de Pastizales.



Según la siguiente tabla entonces se puede estimar la resistividad del terreno:

Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m.
Terrenos pantanosos.	de algunas unidades a 30
Limo.	20 a 100
Humus.	10 a 150
Turba húmeda.	5 a 100
Arcilla plástica.	50
Margas y arcillas compactas.	100 a 200
Margas del jurásico.	30 a 40
Arena arcillosa.	50 a 500
Arena silícea.	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped.	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo.	1500 a 3000
Calizas blandas.	100 a 300
Calizas compactas.	1000 a 5000
Calizas agrietadas.	500 a 1000
Pizarras.	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo.	800
Granitos y gres procedentes de alteración.	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados.	100 a 600
Hormigón.	2000 a 3000
Basalto o grava.	3000 a 5000

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, como caso extremo más desfavorable se tienen los granitos y gres procedentes de alteración, cuya resistividad oscila entre 1.500 y 10.000 Ω·m.

Con ambos datos, y teniendo en cuenta que, como ya se ha mencionado, la red de tierras conforma una malla equipotencial abarcando toda la superficie de la instalación, los valores en este caso son:

- ρ = 1.500 – 10.000 Ω·m
- L = 1.080,4 m
- S = 65.977,5 m^2

Con ello se tiene un valor de resistencia de puesta a tierra de:

$$R_{malla\ 1} = \frac{\rho}{4 \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}}} + \frac{\rho}{L} = \frac{1.500}{4 \cdot \sqrt{\frac{65.977,5}{\pi}}} + \frac{1.500}{1.080,4} = 3,98\ \Omega.$$

$$R_{malla\ 2} = \frac{\rho}{4 \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}}} + \frac{\rho}{L} = \frac{10.000}{4 \cdot \sqrt{\frac{65.977,5}{\pi}}} + \frac{10.000}{1.080,4} = 26,51\ \Omega.$$

A partir de este valor se puede calcular la tensión de contacto, que como se ha mencionado anteriormente, deberá ser inferior a 24V:

$$V_D\ [V] = I_D \cdot R_T \leq 24\text{V}.$$

Donde:

- V_D = Tensión de defecto (V)
- I_D = Corriente de defecto a tierra (A)
- R_D = Resistencia de tierra (Ω)

La corriente de defecto a tierra viene determinada por el interruptor diferencial de la parte de baja tensión. En este caso, el inversor está equipado con protección GFDI de 300 mA, según la norma IEC 62109-2.

Por tanto, en cualquier caso, se cumple:

$$\boldsymbol{V_{D\,1}}\,[\boldsymbol{V}] = I_D \cdot R_{T\,1} = 0{,}300 \cdot 3{,}98 = \mathbf{1{,}19\ V} \leq \mathbf{24V}$$

$$\boldsymbol{V_{D\,2}}\,[\boldsymbol{V}] = I_D \cdot R_{T\,2} = 0{,}300 \cdot 26{,}51 = \mathbf{7{,}95} \leq \mathbf{24V}$$

En cualquier caso, tal y como se ha mencionado anteriormente, una vez se disponga del ensayo geotécnico se actualizarán estos cálculos, además de, una vez finalizada su instalación, comprobar in situ los valores obtenidos para las tensiones de defecto para garantizar su cumplimiento con la normativa vigente.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

CONDICIONES FACULTATIVAS 1
1. TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA 1
2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR 1
3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO 2
4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 2
5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA 2
6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE 2
7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO 3
8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA 3
9. FALTAS DE PERSONAL 3
10. CAMINOS Y ACCESOS 3
11. REPLANTEO 3
12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 4
13. ORDEN DE LOS TRABAJOS 4
14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS 4
15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O FUERZA MAYOR 4
16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR 4
17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA 4
18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 5
19. OBRAS OCULTAS 5
20. TRABAJOS DEFECTUOSOS 5
21. VICIOS OCULTOS 5
22. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS 5
23. MATERIALES NO UTILIZABLES 6
24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS 6
25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS 6
26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA 6
27. PLAZO DE GARANTÍA 6
28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE 6
29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA 7
30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA 7
31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA 7
CONDICIONES ECONÓMICAS 8
1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS 8
2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA 8

3. PRECIOS CONTRADICTORIOS 9
4. RECLAMACIONES DE AUMENTO POR PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS 9
5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS 9
6. ACOPIO DE MATERIALES 9
7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES 9
8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES 10
9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS 10
10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA 10
11. PAGOS 11
12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS 11
13. DEMORA DE LOS PAGOS 11
14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS 11
15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES 12
16. SEGURO DE LAS OBRAS 12
17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA 12
18. USO POR EL CONTRATISTA DE LOS BIENES DEL PROPIETARIO 12
CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN 14
1. CONDICIONES GENERALES 14
2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS 14
2.1 CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES 14
2.2 CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES 19
2.3 CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS 19
2.4 CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS 19
2.5 CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS 20
2.6 CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS 20
2.7 NORMAS D EINSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS 21
2.8 ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES 21
3. CONDUCTORES 21
3.1 MATERIALES 21
3.2 DIMENSIONADO 22
3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES 23
3.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELÉCTRICA 23
4. CAJAS DE EMPALME 23
5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE 24
6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN 24
6.1 CUADROS ELÉCTRICOS 24
6.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS 25
6.3 GUARDAMOTORES 25
6.4 FUSIBLES 26
6.5 INTERRUPTORES DIFERENCIALES 26
6.6 SECCIONADORES 27

6.7 EMBARRADOS 27
6.8 PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS 28
7. RECEPTORES DE ALUMBRADO 28
8. RECEPTORES A MOTOR 29
9. PUESTA A TIERRA 31
9.1 UNIONES A TIERRA 31
10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA 33
11. CONTROL 33
12. SEGURIDAD 34
13. LIMPIEZA 34
14. MANTENIMIENTO 34
15. CRITERIOS DE MEDICIÓN 35
CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS 36
1. MOVIMIENTO DE TIERRAS 36
2. HORMIGONES 37
2.1 GENERALIDADES 37
2.2 MATERIALES 37
2.3 EJECUCIÓN 40
2.4 CONTROL 44
3. ESTRUCTURAS DE ACERO 50
3.1 GENERALIDADES 50
3.2 PERFILES Y CHAPAS DE ACERO 51
3.3 PERFILES HUECOS DE ACERO 52
3.4 PERFILES Y PLACAS CONFORMADOS DE ACERO 53
3.5 ROBLONES DE ACERO 54
3.6 TORNILLOS 54
3.7 EJECUCIÓN 55

CONDICIONES FACULTATIVAS

1. TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación de este.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiéndole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuna hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

9. FALTAS DE PERSONAL

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

10. CAMINOS Y ACCESOS

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación con el título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

11. REPLANTEO

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de estas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado dentro del contrato realizado con la promotora, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en dicho Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

13. ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones de este que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

19. OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de la instalación, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

20. TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

21. VICIOS OCULTOS

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

22. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

23. MATERIALES NO UTILIZABLES

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigentes en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán por cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo de este.

25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

27. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador de la instalación, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaría, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

CONDICIONES ECONÓMICAS

1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaría e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.

e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

a) Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos esto gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

a) Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

Beneficio Industrial:

a) El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas o en su caso el definido en el propio contrato de obra.

Precio de Ejecución Material:

a) Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

a) El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

b) El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

En el caso de que los trabajos a realizar en una obra aneja cualquiera se contratase a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 10% y el

beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares del contrato de obra se establezca otro destino.

3. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

4. RECLAMACIONES DE AUMENTO POR PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

6. ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de material con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

11. PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

13. DEMORA DE LOS PAGOS

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

16. SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que la instalación no haya sido puesta en funcionamiento por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista la instalación, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional de la instalación y en el caso de que la conservación de esta corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, en funcionamiento o no la instalación, está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

18. USO POR EL CONTRATISTA DE LOS BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, la finca o haga uso de materiales o útiles pertenecientes a la misma, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en las propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

1. CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales por emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales enterrados o no, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las arquetas y cajas de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

2.1 CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 ºC
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 ºC
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D≥1mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 º
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 ºC
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 ºC
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetosD≤1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 º
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 ºC
- Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 ºC (+ 60 ºC canal. precabl. ordinarias)
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
- Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 ºC
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 ºC
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D≥1mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior mediana y exterior elevada y compuestos
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm2.

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero/ Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D≥1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.

- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como, por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

2.2 CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de estos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de estos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.3 CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

2.4 CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5ºC y 90ºC respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

2.5 CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	**Grado**	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	**≤ 16 mm**	**> 16 mm**
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 ºC	- 5 ºC
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 ºC	+ 60 ºC
- Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
- Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
- Resistencia a la propagación	No propagador de la llama	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50l085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.6 CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de estas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

2.7 NORMAS D EINSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

2.8 ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

3. CONDUCTORES

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.1 MATERIALES

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.

- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.

- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 ºC será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidroclorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 ºC. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm2 deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.2 DIMENSIONADO

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de estos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELÉCTRICA

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	**Tensión ensayo corriente continua (V)**	**Resistencia de aislamiento (MΩ)**
MBTS o MBTP	250	≥0,25
≤500 V	500	≥0,50
> 500 V	1000	≥1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

4. CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 ºC en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN

6.1 CUADROS ELÉCTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canalaetas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

6.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

6.3 GUARDAMOTORES

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

6.4 FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán construidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

6.5 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;

- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$Ra \times Ia \leq U$$

donde:

- Ra es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

6.6 SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

6.7 EMBARRADOS

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

6.8 PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en alumnio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

7. RECEPTORES DE ALUMBRADO

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

8. RECEPTORES A MOTOR

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
- De 5 kW a 15 kW: 2
- Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 ºC sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 ºC, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 ºC.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo con las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de esta. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las solicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo con la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

9. PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

9.1 UNIONES A TIERRA

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;

- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	**Protegido mecánicamente**	**No protegido mecánicamente**
Protegido contra	Igual a conductores	16 mm² Cu
la corrosión	protección apdo. 7.7.1	16 mm² Acero Galvanizado
No protegido contra	25 mm² Cu	25 mm² Cu
la corrosión	50 mm² Hierro	50 mm² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm²)	**Sección conductores protección (mm²)**

Sf ≤ 16	Sf
16 < S f ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/2

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm2, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm2, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 MOhm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

11. CONTROL

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán

reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

12. SEGURIDAD

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

13. LIMPIEZA

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

14. MANTENIMIENTO

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

15. CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras se realizará de acuerdo con las rasantes que figuran en los planos del proyecto y las que determine la Dirección Facultativa de la obra.

El Contratista adoptará en la ejecución de los desmontes y vaciados, la organización que estime más conveniente, siempre que sea de acuerdo con lo prescrito en la Norma Tecnológica de la Edificación, NTE-ADV-1976, siendo necesaria la autorización expresa de la Dirección Facultativa para la utilización de cualquier otro procedimiento. En cualquier caso, si el sistema fuere, a juicio de la Dirección Facultativa, tan vicioso que pudiera comprometer la seguridad de los operarios de la obra o bien imposibilitar la terminación de la misma en el plazo marcado, podrá prescribir y ordenar la marcha y organización que deberá seguirse.

Las excavaciones profundas, pozos, y en general aquellas que se realicen en condiciones de especial dificultad, serán objeto de instrucciones precisas de la Dirección Facultativa, sin las cuales no podrán ser ejecutadas por el Contratista.

Será causa de directa responsabilidad del Contratista la falta de precaución en la ejecución y derribo de los desmontes, así como los daños y desgracias que, por su causa, pudieran sobrevenir.

El Contratista asume la obligación de ejecutar estos trabajos, atendiendo a la seguridad de las vías públicas y de las construcciones colindantes y acepta la responsabilidad de cuantos daños se produzcan, por no tomar las debidas medidas de precaución, desatender las órdenes de la Dirección Facultativa o su representante técnico autorizado o, por errores o defectuosa ejecución de los trabajos indicados.

Las superficies de terrenos que hayan de ser rellenadas quedarán limpias de árboles, matas, hierbas o tierra vegetal.

No se permitirá el relleno con tierras sucias o detritus, ni con escombros procedentes de derribos.

El terraplenado se hará por tongadas, nunca mayores de 25 centímetros de espesor; cada tongada será apisonada convenientemente.

Deberán ejecutarse todas las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de los operarios, siendo el Contratista responsable de los daños causados por no tomar las debidas precauciones.

Todos los paramentos de las zanjas y pozos quedarán perfectamente refinados y los fondos nivelados y limpios por completo.

Siendo por cuenta del Contratista la conservación en perfectas condiciones y la reparación, en su caso, de todas las averías de cualquier tipo, causadas por las obras de movimiento de tierras en las conducciones públicas o privadas de agua, gas, electricidad, teléfono, saneamiento, etc., deberá aquel montar una vigilancia especial, para que las canalizaciones sean descubiertas con las debidas precauciones, y una vez al aire, suspendidas por medio de colgado, empleándose cuerdas o cadenas enlazadas, o bien, maderas colocadas transversalmente al eje de la zanja y salvando todo el ancho de la misma.

El Contratista será responsable de cualquier error de alineación, debiendo rehacer, a su costa, cualquier clase de obra indebidamente ejecutada.

Para la realización de la cimentación, se realizarán, por cuenta de la propiedad, los sondeos, pozos y ensayos necesarios para la determinación de las características del terreno y la tensión de trabajo a que puede ser sometido.

El Contratista está obligado a mantener en buenas condiciones de uso todos los viales públicos que se vean afectados por paso de vehículos hacia la obra. Debiendo así mismo disponer vigilancia en los puntos

en los cuales se puedan producir accidentes ocasionados por el tránsito de vehículos y trasiego de materiales propios de la obra que se ejecuta.

La señalización nocturna adecuada de los lugares peligrosos o que se consideren como tales por la Dirección de Obra, tanto en el interior de ésta como en las zonas lindantes de la misma con viales públicos y zonas próximas, deberá ser realizada por el Contratista, siendo de su exclusiva responsabilidad todo accidente que pueda sobrevenir por la carencia de dicha señalización.

2. HORMIGONES

2.1 GENERALIDADES

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las Normas y Disposiciones que establece la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) aprobada por Real Decreto 2661/1998, de 11 de Diciembre y las modificaciones que de dicha Instrucción se han aprobado por Real Decreto 996/1999, de 11 de Junio, así como aquellas que sean aprobadas con posterioridad.

En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que de la Instrucción interprete la Dirección Facultativa de la Obra.

Respecto a las características de los materiales (tipo, clase resistente y condiciones adicionales del cemento; tipo de acero para las armaduras; tipificación de los hormigones según 39.2), las modalidades de control para los materiales y la ejecución, así como las condiciones de calidad del hormigón (resistencia a compresión, consistencia, tamaño máximo del árido, tipo de ambiente a que va a estar expuesto) para los diferentes elementos de obra, se seguirán las indicaciones del Cuadro de Características adjunto, así como las de los cuadros incluidos en los planos de estructura. Las características de las distintas unidades de obra estarán definidas en la memoria y los planos del Proyecto, así como en la descripción de las partidas presupuestarias que los componen y que están recogidos en el Presupuesto.

Si alguna de las Condiciones especificadas en este Pliego es incompatibles con la Instrucción, se atenderá a lo definido por ésta.

Sólo podrán utilizarse los productos de construcción (cementos, áridos, hormigones, aceros, etc.) legalmente comercializados en países que sean miembros de la Unión Europea o bien, que sean parte en el Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y estarán sujetos a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre y sus posteriores modificaciones, por el que se dictan Disposiciones para la libre circulación de productos de construcción.

2.2 MATERIALES

CEMENTOS

Cementos utilizables

Podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos, correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las limitaciones establecidas en la tabla que a continuación se expone. Se ajustará a las características que en función de las exigencias de la parte de obra a que se destinen, se definen en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. El cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que al mismo se exigen en el artículo 30º de la EHE.

Tipo de hormigón	Tipo de cemento

Hormigón en masa	Cementos comunes, Cementos para usos especiales
Hormigón armado	Cementos comunes
Hormigón pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D

Almacenamiento del cemento

Se hará de acuerdo con el punto 26.3 de la EHE haciendo hincapié en lo que se refiere a las condiciones del lugar o recipiente para su almacenamiento y al tiempo máximo de almacenamiento que en función de la resistencia del cemento será de 3, 2 y 1 mes para las clases resistentes 32,5, 42,5 y 52,5, respectivamente. Se realizarán los ensayos prescritos en la Instrucción en caso de que se hayan superado los periodos máximos establecidos. De cualquier modo, salvo que en los casos en que el nuevo periodo de fraguado resulte incompatible con las condiciones particulares de la obra, la sanción definitiva acerca de la idoneidad del cemento en el momento de su utilización vendrá dada por los resultados que se obtengan de determinar, de acuerdo con lo prescrito en el artículo 88º de la EHE, la resistencia mecánica a 28 días del hormigón con el fabricado. En caso de fenómeno de falso fraguado se comprobará por ensayo especificado en UNE 80114:96.

AGUA

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón, no contendrá ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán utilizarse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica. Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación expresa de que no alteran perjudicialmente las propiedades del hormigón, deberán cumplir las condiciones expuestas en el artículo 27º de la EHE. Podrán utilizarse las aguas de mar o salinas para el amasado y curado de hormigones que no contengan armaduras, quedando expresamente prohibido su empleo, salvo estudios especiales, para el amasado o curado de hormigones armados o pretensados. Con respecto al contenido del ión cloro se tendrá en cuenta lo previsto en el punto 30.1 de la EHE.

ÁRIDOS

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan para el mismo en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, cumpliendo con las especificaciones determinadas en el artículo 28º de la EHE.

Como áridos para la fabricación de hormigones podrán emplearse los materiales especificados en el citado artículo, siempre y cuando el suministrador presente garantía documental de las especificaciones que se indican en el punto 28.3 del mismo. Tendrán resistencia no inferior a la exigida al hormigón.

Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

Por su parte, el fabricante de hormigón está obligado a emplear áridos que cumplan las especificaciones señaladas en el punto 28.3, y deberá, en caso de duda, realizar los correspondientes ensayos.

Designación y tamaños del árido

Los áridos se designarán por su tamaño mínimo d y máximo D en mm, de acuerdo con la siguiente expresión: árido d/D., determinándose cada uno de ellos según lo especificado en el punto 28.2 de la EHE. Se entiende por arena ó árido fino, el árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4 mm de luz de malla; por grava o árido grueso, el que resulta retenido por dicho tamiz; y por árido total (o simplemente árido cuando no haya lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen un grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo no mayor que 45º con la dirección de hormigonado.
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza excepto en los casos siguientes:
    - losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.
    - piezas de ejecución muy cuidada (caso de prefabricación en taller) y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados que se encofran por una sola cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

Almacenamiento del árido

Se hará según lo especificado en el punto 28.5 de la EHE y concretamente respecto a la protección frente a la contaminación atmosférica y, especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas, adoptándose medidas para evitar la segregación tanto en el transporte como en el almacenamiento.

OTROS COMPONENTES DEL HORMIGÓN: ADITIVOS Y ADICIONES

También podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, según se especifica en el artículo 29º de la EHE, siempre que se justifique mediante los oportunos ensayos, que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar las restantes características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento, no pudiendo, en ningún caso, emplearse sin el conocimiento del peticionario y la expresa autorización de la Dirección de Obra.

ADITIVOS

Estarán especificados según se establece en el punto 29.1 de la EHE, remarcando, especialmente, que para hormigones armados no podrán utilizarse como aditivos cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras. Los aditivos que modifiquen el comportamiento reológico del hormigón y los que modifiquen el tiempo de fraguado deberán cumplir la UNE EN 934-2:98. Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades se vean afectadas por factores físicos y químicos.

ADICIONES

Estarán especificados según se establece en el punto 29.2 de la EHE, remarcando, especialmente, que únicamente se podrán utilizar como adiciones en la fabricación del hormigón el humo de sílice y las cenizas volantes, en las condiciones y proporciones establecidas. Las adiciones suministradas a granel se almacenarán en recipientes que aseguren la protección frente a la humedad y la contaminación y perfectamente identificados para evitar posibles errores de dosificación.

ARMADURAS

Cumplirán las prescripciones de la EHE, tanto en calidad (artículo 31º) como en disposición constructiva. No deberán presentar defectos superficiales, grietas ni sopladuras, y la sección equivalente no será inferior al 95,5 % de su sección nominal.

Podrán ser barras corrugadas, mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía. Las características generales serán las especificadas en el punto 31.1 de la EHE. Queda expresamente prohibida la utilización de barras o alambres lisos salvo para elementos de conexión de armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Las barras corrugadas cumplirán los requisitos técnicos establecidos en la UNE 36068:94 y entre ellos los recogidos en el punto 31.2 de la EHE. Las mallas electrosoldadas cumplirán los requisitos técnicos establecidos en la UNE 36092:96 y entre ellos los recogidos en el punto 31.3 de la EHE. Las armaduras básicas electrosoldadas en celosía cumplirán los requisitos técnicos establecidos en la UNE 36739:95 EX y entre ellos los recogidos en el punto 31.4 de la EHE.

Almacenamiento de armaduras

Se hará según lo especificado en el punto 31.6 de la EHE y en concreto con respecto a la protección contra la lluvia, la humedad del suelo y la agresividad del ambiente, manteniéndolas perfectamente ordenadas según sus tipos, calidades diámetros y procedencias hasta el momento de su utilización. Tras un periodo largo de almacenamiento serán examinadas comprobando el estado de su superficie, no admitiéndose alteraciones de esta y especialmente aquellas pérdidas de peso por oxidación superficial superiores al 1% respecto a su peso original. Para su utilización deberán estar exentas de sustancias extrañas (grasa, aceite, pintura, polvo, tierra) o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

Separadores

Serán los especificados en el punto 37.2.5 de las EHE. Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes separadores colocados en obra. Deberán estar constituidos por materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón y no inducir corrosión a las armaduras. Deberán ser tan impermeables al agua, al menos, como el hormigón. Podrán estar realizados de hormigón, mortero, plástico rígido o material similar y haber sido diseñados para este fin. Se prohíbe el empleo de la madera, así como de cualquier material residual de construcción, aunque sea de ladrillo o de hormigón.

2.3 EJECUCIÓN

CIMBRAS, ENCOFRADOS Y MOLDES

Cumplirán las especificaciones del artículo 65º de la EHE. Tanto los elementos que la formen, así como aquellos de unión poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del hormigonado y de la correcta ejecución de la obra. No impedirán la libre retracción del hormigón. Se admite como movimiento máximo de las cimbras 5 mm., y 1/1000 de la luz. Es necesario, en las vigas horizontales, dar a los encofrados la correspondiente contraflecha, de 1/1000 de la luz, a partir de luces de 6 m.

Se harán de madera u otro material cualquiera, químicamente neutro respecto al hormigón, suficientemente rígido y estanco. Los encofrados de madera se humedecerán previamente al hormigonado, permitiendo con su colocación el libre entumecimiento de las piezas.

Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para la construcción, apoyándose las cimbras, pies derechos, etc. que sirvan para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, tobillos, cajas de arena u otros sistemas, que faciliten el desencofrado. El suministrador de los puntales justificará y garantizará las características de los mismos, precisando las condiciones en que deben ser utilizados.

Deberán ser suficientemente estancos para evitar pérdidas apreciables de mortero. Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón.

ELABORACIÓN DE FERRALLA Y COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS PASIVAS

Generalidades

Se seguirán las indicaciones del artículo 66º de la EHE y, en concreto, lo especificado en la UNE 36831:97.

Se colocarán exentas de cualquier sustancia nociva que pueda afectar al acero, al hormigón o a la adherencia de ambos. Si presentan un nivel de oxidación excesivo se comprobará que éstas no se han

visto significativamente afectadas. Para ello se procederá a su cepillado mediante cepillo de púas de alambre y se comprobará que la pérdida de peso no excede del 1% y que la altura de la corruga se encuentra dentro de los límites prescritos en el punto 31.2 de la EHE.

Las armaduras se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de proyecto y se asegurarán en el interior de los encofrados o moldes contra todo tipo de desplazamiento, comprobándose su posición antes de proceder al hormigonado. En elementos sometidos a flexión, las armaduras que estén dobladas deberán llevar estribos en la zona del codo.

En caso de que se utilicen armaduras con acero de diferente límite elástico se acopiarán separadamente y se diferenciarán por medio de marcas de colores, siguiendo un código preestablecido y aprobado por la Dirección de Obra.

Disposición de separadores

Su disposición en las armaduras se realizará a las distancias fijadas en la tabla 66.2 de la EHE.

Doblado de las armaduras pasivas

El doblado de las armaduras se realizará en frío, mediante métodos mecánicos, siguiendo los planos y las indicaciones del proyecto. Esta operación no se realizará con bajas temperaturas, salvo expresa autorización de la Dirección de Obra.

No se admitirán el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro. Si resultase imprescindible realizar desdoblados en obra, como en el caso de algunas armaduras en espera, éstos se realizarán de acuerdo con procesos o criterios de ejecución contrastados, debiéndose comprobar que no se han producido fisuras ni fracturas en las misma, sustituyendo las piezas que durante el proceso hubieran podido dañarse.

El doblado de las armaduras se realizará con los mandriles especificados en la tabla 66.3 de la EHE con las excepciones que se especifican en el punto 66.3 de la EHE, expuestas a continuación de dicha tabla.

Distancias entre barras de armaduras pasivas

La disposición de las armaduras será tal que permita el hormigonado de la pieza. Cuando las barras se coloquen en capas horizontales separadas, las barras de cada capa deberán situarse verticalmente una sobre otra, de manera que las columnas resultantes permitan el paso de un vibrador interno. En los casos especiales de cruces de elementos estructurales, zonas de anclaje donde la densidad de armaduras sea muy alta se colocarán con especial cuidado, pudiendo disminuir las distancias mínimas únicamente con la autorización expresa de la Dirección de Obra.

Barras aisladas- La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

a) 2 cm.

b) el diámetro mayor.

c) 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

Anclaje de las armaduras pasivas

Los anclajes de las barras y mallas electrosoldadas se realizarán de acuerdo con las longitudes expresadas en los planos del proyecto, realizándolos según los procedimientos normalizados indicados en la figura 66.5.1 de la EHE.

DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

Se realizará de acuerdo con el artículo 68º de la EHE, y será la adecuada para conseguir la resistencia mecánica, la consistencia y la durabilidad frente al ambiente al que va a estar expuesto, así como las características exigidas, tanto en el artículo 30º de la misma como en el presente Pliego y en los cuadros de características de los planos de estructura.

La cantidad mínima de cemento y la relación agua/cemento será la expresada en los documentos del proyecto. La cantidad máxima de cemento no excederá los 400 kg por m3 de hormigón, salvo autorización expresa de la Dirección de Obra.

El constructor deberá recurrir a ensayos de laboratorios para establecer las dosificaciones salvo que pueda justificar documentalmente que con la dosificación establecida se obtienen las características prescritas para el mismo.

El empleo de aditivos deberá ser aprobado por la Dirección de Obra siguiendo lo indicado en el artículo 29º de la EHE.

FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

Se realizará de acuerdo con el artículo 69º de la EHE.

Las materias primas se almacenarán y transportarán de forma que no se mezclen ni contaminen para evitar su deterioro. La dosificación de cemento, de los áridos y, en su caso, de las adiciones, se realizará por peso. Las amasadas se realizarán de forma que el árido quede totalmente recubierto por la pasta de cemento y se consiga una mezcla homogénea.

HORMIGÓN FABRICADO EN CENTRAL

En el caso de que la Central de hormigonado sea una instalación propia de la obra, el hormigón resultante, así como el conjunto de manipulaciones, las instalaciones y equipos, cumplirán las especificaciones del punto 69.2 de la EHE.

En el caso de que el hormigón proceda de una Central de hormigonado que no pertenece a las instalaciones de la obra se denominará hormigón preparado y deberá ser controlado en su recepción a la misma, para lo cual, se atenderá a lo siguiente:

Transporte- El hormigón llegará a obra en vehículos condicionados para ello y dispuestos de amasadoras móviles.

Designación y características- El hormigón se designará a la Central, por propiedades o por dosificación, según se haya establecido en el Proyecto. En ambos casos deberá especificarse como mínimo:

- la consistencia
- el tamaño máximo del árido
- el tipo de ambiente al que va a estar expuesto
- la resistencia característica a compresión, para designaciones por propiedades
- el contenido de cemento en kg/m3, para designaciones por dosificación.
- la indicación de la utilización del hormigón: en masa, armado o pretensado.

Cuando la designación del hormigón sea por propiedades, realizada según el punto 39.2 de la EHE, el suministrador establecerá la composición de la mezcla, garantizando las propiedades solicitadas.

En el caso de ser necesarios hormigones de características especiales, las garantías y los datos que el suministrador deba dar serán especificados antes del comienzo del suministro.

Antes del suministro el peticionario podrá pedir al suministrador una demostración satisfactoria de que los materiales componentes que van a emplearse cumplen con los requisitos indicados en los artículos 26º, 27º, 28º y 29º de la EHE. En ningún caso se emplearán aditivos ni adiciones sin el conocimiento del peticionario y sin la autorización expresa de la Dirección de obra.

Entrega y recepción- Cada carga de hormigón irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra y cuyo contenido deberá reflejar los datos que se especifican en el punto 69.2.9.1 de la EHE.

La contrata, durante la descarga del hormigón, tomará las muestras necesarias para realizar los ensayos que indiquen: el Pliego de Condiciones, los Planos de estructura, el Programa de Control de Calidad, en caso de existir, y, en su defecto, la Dirección Facultativa de la Obra. Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de consistencia (o de aire ocluido, en su caso) deberá ser realizado durante la entrega y no se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos. Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca. No obstante, si el asiento del cono de Abrams es inferior al especificado, el suministrador podrá adicionar aditivo fluidificante, aprobado por la Dirección de Obra, para aumentarlo hasta alcanzar dicha consistencia, sin que ésta rebase las condiciones especificadas. Para ello, el elemento de transporte (camión hormigonera) deberá estar equipado con el correspondiente equipo de dosificación de aditivo y reamasar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. En todo caso, se dispondrá en la obra de una reserva suficiente de aditivo fluidificante, aprobado por la Dirección de Obra, para poder utilizarse en caso de necesidad. El tiempo de reamasado será de al menos de 1 min/m3, sin ser inferior en ningún caso a los 5 minutos. En los acuerdos entre el peticionario y el suministrador deberá tenerse en cuenta el tiempo que, en cada caso, pueda transcurrir entre la fabricación y la puesta en obra del hormigón.

HORMIGÓN NO FABRICADO EN CENTRAL

Se procederá de acuerdo con el punto 69.3 de la EHE. Para el almacenamiento de materias primas se tendrá en cuenta lo previsto en los artículos 26º, 27º, 28º y 29º. La dosificación del cemento y de los áridos se realizará en peso, y el batido a velocidad de régimen, por un tiempo no inferior a 90 segundos. El fabricante deberá documentar debidamente (mediante resultados de los ensayos prescritos o justificación de la idoneidad de la mezcla) la dosificación empleada, que deberá ser aceptada por la Dirección de Obra. Asimismo, será el responsable de que los operarios encargados de las labores de dosificación y amasado tengan acreditada la suficiente formación y experiencia. En la obra existirá un libro, que estará a disposición de la Dirección de Obra, custodiado por el fabricante del hormigón que contendrá la dosificación o dosificaciones nominales a emplear en la obra, así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación, así como las condiciones de su fabricación y los resultados obtenidos en los ensayos.

PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

Se realizará según artículo 70º de la EHE.

En ningún caso se empleará el hormigón que acuse un principio de fraguado. Puede suponerse que éste ha comenzado una hora después de su preparación en verano y dos en invierno.

No se hormigonará ningún elemento hasta que la Dirección haya dado el visto bueno a la ejecución de encofrados y colocación de armaduras.

El hormigón se verterá en los moldes inmediatamente después de su fabricación procurando que no se disgreguen sus elementos en el vertido. Si el hormigón llega de central o si hubiese pasado algún tiempo desde su preparación, se rebatirá antes de su vertido.

La compactación se realizará con vibradores o barras en función de la consistencia de la masa, siendo la siguiente relación la más aconsejable:

Asiento en cm.	0-2	3-5	6-9	10-15
Consistencia	Seca	Plástica	Blanda	Fluida
Tipo de compactación	Vibrado enérgico	Vibrado normal	Vibrado normal o picado con barra	Picado con barra

El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Se recomienda el empleo de vibradores internos que permiten el uso de hormigones con menos contenido de agua. En caso de ser utilizados, los vibradores internos se deben sumergir rápida y profundamente en la masa, cuidando de retirar la aguja con lentitud y a velocidad constante.

Como orientación se indica que la distancia entre puntos de inmersión y su duración producirá en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos más prolongadamente, y teniendo en cuenta que un exceso de vibrado es tan perjudicial como su falta total.

El hormigón, de no utilizarse vibrador, se picará con barras, por tongadas, cuya altura depende del elemento que se hormigona.

HORMIGONADO EN TIEMPO FRÍO O CALUROSO

Se realizará según los artículos 72º y 73º de la EHE.

La temperatura de la masa de hormigón en el momento del vertido no será inferior a 5ºC ni superior a 35ºC en el caso de estructuras normales o 15ºC en el caso de grandes masas de hormigón.

Se suspenderá el hormigonado, si no se adoptan medidas extraordinarias, siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los 0ºC, lo que en general se produce si a las nueve de la mañana (hora solar) es inferior a 4ºC, o inferior a 2ºC a cualquier hora del día. El empleo de aditivos anticongelantes requerirá la autorización expresa de la Dirección de obra.

En caso de ambiente caluroso, se protegerán los encofrados del soleamiento, así como el hormigón colocado que también se protegerá del viento. Se suspenderá también el hormigonado, si no se adoptan medidas extraordinarias, si la temperatura ambiente supera los 40ºC o hay un viento excesivo.

Para el adecuado control de las temperaturas, durante la fase de hormigonado de la obra, existirá en ella un termómetro de máxima y mínima.

CURADO DEL HORMIGÓN

Se realizará según el artículo 74º de la EHE.

El curado del hormigón se realizará por riego con agua o protección con materiales humedecidos (sacos de arpillera, paja, arena, etc.) que no contengan sustancias nocivas.

El curado se realizará durante los 7 primeros días para todos los elementos estructurales excepto para las superficies para las cuales se prolongará durante 15 días. En caso de que el ambiente sea excesivamente caluroso y seco estos plazos serán revisados y aprobados por la Dirección de Obra.

DESCIMBRADO, DESENCOFRADO Y DESMOLDEO

Se realizará según el artículo 75º de la EHE.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado. Se tendrá especial cuidado en condiciones ambientales extremas como las heladas.

2.4 CONTROL

CONTROL DE CALIDAD

En caso de que sea obligatoria, la presentación de un Programa de Control de Calidad, el control del hormigón estará descrito en dicho documento. En caso contrario, las prescripciones para el mismo son las que se especifican a continuación.

El control aquí especificado se refiere a los materiales componentes del hormigón, así como del propio hormigón, de las armaduras y la ejecución.

CONTROL DE LOS COMPONENTES

Se realizará según el artículo 81º de la EHE.

Si la central de producción del hormigón (ya sea en planta o en obra) tiene un control de producción y está en posesión de un Sello o Marca de Calidad, oficialmente reconocido por un Centro Directivo de las Administraciones Públicas (general del Estado o Autonómicas), no es necesario el control de recepción en obra de los materiales componentes del hormigón. Si la central está en territorio español, está obligada a tener un control de producción por aplicación de la Orden del 21 de diciembre de 1995, por la que se establecen los "Criterios para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central".

Si el hormigón, fabricado en central, está en posesión de un distintivo reconocido o un CC-EHE, no es necesario el control de recepción en obra de los materiales componentes del hormigón.

En estos casos el control de los materiales deberá estar documentalmente registrado y a disposición de la Dirección de Obra y de los Laboratorios que ejerzan el control externo del hormigón fabricado.

En el resto de los casos será necesario el control de los materiales.

Cemento- Se realizará según la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos y el punto 26.2 de la EHE.

En el momento de la recepción se controlará la temperatura del cemento y, en caso de que el suministro se realice en envases, que el envasado sea el de origen. Se tendrá en cuenta que cada entrega deberá estar acompañada de un albarán del suministrador con los datos exigidos por la vigente Instrucción de Recepción de Cemento. Así mismo, se presentará, adjunto a cada suministro, el certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios o marca de calidad en su caso.

Antes de comenzar el hormigonado o si varían las condiciones de suministro, y cuando lo indique la Dirección de obra se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en la Instrucción antes citada, además de los correspondientes a la determinación de ión Cl-, según del artículo 26º de la EHE. Al menos cada tres meses, y cuando lo indique la Dirección de Obra, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

En el caso de cementos con marca o sello de calidad oficialmente reconocido, se podrá eximir la realización de estos ensayos, salvo duda razonable por parte de la Dirección de Obra que podrá exigir la realización de los mismos.

En cualquier caso, el responsable de la recepción del cemento deberá conservar durante un mínimo de 100 días una muestra de cemento de cada lote suministrado.

El incumplimiento de alguna de las especificaciones, salvo la demostración de que no supone riesgo apreciable tanto desde el punto de vista de las resistencias mecánicas como del de la durabilidad, será condición suficiente para el rechazo de la partida de cemento.

Agua de amasado- Cuando no se posean antecedentes de su utilización en obras de hormigón o en caso de duda se realizarán los ensayos especificados en el artículo 27º de la EHE. El incumplimiento de las especificaciones será razón suficiente para considerar el agua como no apta para amasar hormigón, salvo justificación técnica documentada de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo.

Áridos- En el momento de la petición de los áridos, se exigirá al suministrador una demostración satisfactoria de que los áridos cumplen los requisitos establecidos en el artículo 28º de la EHE. Se exigirá

al suministrador la notificación de cualquier cambio en la producción que pueda afectar a la validez de la información dada. En la recepción de los áridos, se exigirá al suministrador que cada carga de árido vaya acompañada de una hoja de suministro.

Antes de comenzar la obra, siempre que varíen las condiciones de suministro y si no se dispone de un certificado de idoneidad de los áridos que vayan a utilizarse, emitido, como máximo, un año antes de la fecha de empleo por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado, se realizarán los ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga a cada caso.

Se prestará gran atención en la obra al cumplimiento del tamaño máximo del árido, a la constancia del módulo de finura de la arena y a las condiciones físico-químicas requeridas. En caso de duda se realizarán los correspondientes ensayos de comprobación.

El incumplimiento de las especificaciones será razón suficiente para calificar el árido como no apto para fabricar hormigón, salvo justificación especial de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo. Si se hubieran fabricado elementos de hormigón con áridos que incumplen los límites del tamaño máximo, la Dirección de Obra adoptará las medidas que considere oportunas a fin de que garanticen que en esos elementos no han quedado oquedades o coqueras de importancia.

Otros componentes del hormigón- No podrán utilizarse aditivos que no vengan correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física. En los documentos de origen deberá figurar la designación del aditivo así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y, especialmente, el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras, siempre en una proporción no superior al 5% del peso del cemento. Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características del hormigón y sobre las armaduras y se seleccionarán las marcas admisibles en obra. Durante la ejecución de la obra se vigilará que los tipos y marcas de aditivos utilizado sean precisamente los aceptados. Antes de comenzar la obra se realizarán los ensayos prescritos. La determinación del índice de actividad se realizará sobre una muestra del mismo cemento que el previsto para la ejecución de la obra.

Cuando se utilicen adiciones (cenizas volantes o humo de sílice) se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado con los resultados de los ensayos prescritos. El suministrador identificará y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas en los puntos 29.2.1 y 29.2.2 del artículo 29º de la EHE. Al menos cada 3 meses de obra se realizarán las siguientes comprobaciones sobre las adiciones: trióxido de azufre, pérdida por calcinación y finura para las cenizas volantes, y pérdida por calcinación y contenido de cloruros para el humo de sílice, con el fin de comprobar la homogeneidad el suministro.

El incumplimiento de alguna de las especificaciones será razón suficiente para calificar el aditivo o la adición como no apto para agregar al hormigón.

CONTROL DE LA CALIDAD DEL HORMIGÓN

Se realizará según el artículo 82º de la EHE, y se controlará la consistencia, resistencia y durabilidad del hormigón.

En el caso de hormigón fabricado en central se comprobará que cada amasada de hormigón esté acompañada por una hoja de suministro debidamente cumplimentada de acuerdo con 69.2.1 de la EHE y firmada por persona física. Las hojas de suministro, sin las cuales no está permitida la utilización del hormigón en obra, se archivarán por el Constructor y permanecerán a disposición de la Dirección de Obra hasta la entrega de la documentación final de control.

Para garantizar la idoneidad de la dosificación el fabricante de hormigón facilitará los ensayos de laboratorio correspondientes, salvo que pueda justificar documentalmente que con la dosificación establecida se obtienen las características prescritas para el mismo.

CONTROL DE LA CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN

Se realizará según el artículo 83º de la EHE y la consistencia será la definida en los documentos del proyecto. El control de la consistencia se realizará con dos determinaciones, una de ellas realizada al principio del vertido y la otra, a ser posible, entre ¼ y ¾ del volumen vertido. La determinación se realizará por medio del cono de Abrams de acuerdo con la UNE 83313:90, siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, cuando el control del hormigón sea reducido o cuando lo determine la Dirección de Obra. Si la consistencia se ha definido por su tipo, la media aritmética de los dos valores obtenidos según UNE 83313:90 tiene que estar comprendida dentro del intervalo correspondiente. Si se ha definido por el asiento, la media debe estar comprendida dentro de la tolerancia. El incumplimiento de las condiciones anteriores implicará un rechazo automático de la amasada correspondiente y la corrección de la dosificación.

CONTROL DE LAS ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LA DURABILIDAD DEL HORMIGÓN

Se realizará según al artículo 85º de la EHE y se llevarán a cabo los siguientes controles:

Control documental de las hojas de suministro, en el caso de hormigón fabricado en central, con objeto de comprobar el cumplimiento de las limitaciones de la relación a/c y del contenido de cemento. En el caso de que el hormigón no sea fabricado en central, el fabricante aportará a la Dirección de Obra registros análogos, firmados por persona física, que permitan documentar tanto el contenido de cemento como la relación a/c. Este control se realizará para cada amasada colocada en obra.

Control de la profundidad de penetración de agua se realizará para cada tipo de hormigón (de distinta resistencia o consistencia). Se efectuará con carácter previo al inicio de obra, mediante realización de ensayos según UNE 83309:90 sobre 3 probetas, tomadas en la misma instalación de fabricación, acordado previamente entre la Dirección de Obra, el Suministrador y el Usuario. En el caso de hormigones fabricados en central, la Dirección de Obra podrá eximir de la realización de estos ensayos si el suministrador presenta, antes del inicio de la obra, documentación que permita el control documental de la idoneidad de la dosificación. Esta documentación incluirá: composición de las dosificaciones del hormigón que se va a emplear en obra; identificación de las materias primas a emplear; copia del informe con los resultados del ensayo; materias primas y dosificaciones empleadas para la fabricación de las probetas ensayadas. Serán válidos los ensayos realizados con no más de 6 meses de antelación. Si la Central posee Sello o Marca de calidad y siempre que este ensayo esté sometido a su sistema de calidad, se le eximirá de la realización de dichos ensayos.

CONTROL DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

Será preceptivo el cumplimiento que en cada caso se especifica en los artículos 84º, 86º y 87º de la EHE, de acuerdo con los niveles definidos en el cuadro de características adjunto y con las especificaciones de los planos de proyecto. Los ensayos se refieren a probetas cilíndricas de 15 x 30 cm, fabricadas curadas y ensayadas a compresión a 28 días de edad según UNE 83301:91, UNE 83303:84 y UNE 83304:84.

El control de la resistencia puede ser necesario en diferentes momentos de la utilización del hormigón debido a las condiciones de fabricación del mismo, con lo que pueden darse los siguientes tipos de ensayos:

- Ensayos previos (art. 86º de la EHE)

Preceptivos salvo que el fabricante pueda justificar documentalmente que tanto los materiales como la dosificación a emplear y el proceso de elaboración son adecuados a las especificaciones requeridas al hormigón. Los ensayos se realizarán en laboratorio antes de comenzar el hormigonado de la obra y se llevan a cabo con la fabricación de 4 series de probetas procedentes de amasadas distintas, de 8 probetas (2 para cada edad) cada serie para ensayo a los 3, 7, 28 y 90 días de edad, por cada dosificación, de acuerdo con UNE 83300:84, 83301:84 y 83304:84. Puede suponerse la siguiente relación de resistencias medias de fabricación y características de cálculo:

- fcm = fck + 8 (N/mm2)

donde fcm es la resistencia media dada por el fabricante o por ensayos y fck resistencia característica.

- Ensayos característicos (art. 87º de la EHE)

Preceptivos en el caso de que el hormigón empleado no proceda de central y de que no se posea experiencia previa de su utilización con los materiales y medios de ejecución propuestos. De esta forma es necesario determinar la resistencia característica del hormigón. Los ensayos se realizarán en laboratorio, antes de comenzar el hormigonado de la obra, y se llevarán a cabo con la fabricación de 4 series de probetas procedentes de amasadas distintas, de 8 probetas (2 para cada edad) cada serie para ensayo a los 3, 7, 28 y 90 días de edad, por cada tipo, de acuerdo con UNE 83300:84, 83301:84, 83303:84y 83304:84.

- Ensayos de control (art. 88º de la EHE)

Preceptivos en todos los casos para comprobar, a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto. En función de los niveles de seguridad establecidos en el proyecto, se aplicará el nivel correspondiente de control.

Control a nivel reducido- Se realizará únicamente el control de la consistencia, con 4 determinaciones espaciadas a lo largo del día, cuya constancia quedará escrita en la obra. No se admite para exposiciones III y IV, y el valor de la resistencia de cálculo fcd no será superior a 10 N/mm2.

Control al 100 por 100- Se realizará determinando la resistencia de todas las amasadas de la obra, llevando a cabo tomas de 5 probetas, 2 para rotura a 7 días y 3 para rotura a 28 días. Para el conjunto de las amasadas se verifica que fc,real = fest

Control estadístico- La obra se ha dividido por lotes según la tabla 88.4.a estableciendo los ensayos mínimos a realizar según las características del hormigón y de su fabricación. Se realizarán comprobando 2 amasadas por cada lote, como mínimo, y se llevarán a cabo 5 probetas en cada amasada, 2 para rotura a 7 días y 3 para rotura a 28 días. Las tomas de las muestras se realizarán de forma que se correspondan con el mayor número posible de elementos de la estructura. El cálculo de fest se realizará según el punto 88.4 de la EHE.

Las especificaciones concretas para este proyecto se encuentran reflejadas en el anexo de Plan de Control del Hormigón.

- Decisiones derivadas del control de resistencia (art. 88.5 de la EHE)

El lote se aceptará cuando fest $\geq$ fck. Si resultase que fest < fck se procederá de la siguiente forma:

- Si fest $\geq$ 0,9 fck el lote se aceptará
- Si fest < 0,9 fck se procederá a realizar los ensayos especificados a continuación:
  - Estudio de seguridad de los elementos que componen un lote, en función de fest deducida de los ensayos de control, para estimar la variación del coeficiente de seguridad respecto del previsto en el proyecto.
  - Ensayos de información complementaria para estimar la resistencia del hormigón puesto en obra, realizando un estudio análogo al especificado en el párrafo anterior.
  - Ensayos de puesta en carga, pudiendo exceder el valor de la carga característica tenida en cuenta en el cálculo.

Con los resultados, la Dirección decidirá si el lote se acepta, se refuerza o se demuele, teniendo en cuenta los requisitos de durabilidad y del cálculo de los Estados Límites de Servicio.

- Ensayos de información (art. 89º de la EHE)

Preceptivos en caso de que por un hormigonado en condiciones ambientales extremas o por cualquier otra circunstancia la Dirección de Obra pueda dudar de las características del hormigón ejecutado. Estos ensayos podrán ser la fabricación y rotura de probetas de hormigón no colocado, la rotura de probetas testigo de hormigón ejecutado y el empleo de métodos no destructivos fiables. La Dirección de Obra

juzgará en cada caso los resultados, teniendo en cuenta que, para la obtención fiable de los mismos, su realización deberá llevarse a cabo por personal especializado.

CONTROL DEL ACERO

En la recepción de las armaduras se comprobará que están correctamente etiquetadas de forma que las barras corrugadas cumplen lo especificado en la UNE 36811:98 y los alambres corrugados la UNE 36812:96, tanto si se presentan exentas o formando parte de un elemento. Los paquetes de mallas electrosoldadas deberán estar identificados según la UNE 36092-1:96 y los de armaduras básicas electrosoldadas según UNE 36739:95 EX.

El fabricante facilitará, con cada partida suministrada, una ficha de datos con las características de los aceros (designación comercial, fabricante, marcas de identificación, diámetro nominal, tipo de acero, condiciones técnicas del suministro), las características garantizadas de sección equivalente, características geométricas del corrugado, características mecánicas mínimas (límite elástico, carga unitaria de rotura, alargamiento de rotura en % y relación fs/fy), características de adherencia y soldabilidad así como las recomendaciones para su empleo.

En cualquier caso, será obligatoria la presentación de un certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, de que el acero cumple las prescripciones especificadas en los artículos 31º y 32º de la EHE. Además, en el caso de barras y alambres corrugados, se presentará con cada partida el certificado de adherencia.

En el caso de aceros certificados se comprobará que cada partida acredita estar en posesión del distintivo reconocido. En el caso de aceros no certificados cada partida irá acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a composición química, características mecánicas y características geométricas efectuadas por un organismo reconocido que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE.

Será preceptivo el cumplimiento que en cada caso se especifica en el artículo 90º de la EHE, de acuerdo con los niveles de control definidos en el cuadro de características adjunto y con las especificaciones de los planos de proyecto.

Si el acero es certificado los resultados de los ensayos deberán conocerse antes de la puesta en servicio del hormigón, mientras que si el acero no es certificado deberán conocerse antes del hormigonado.

Los niveles que se establecen para controlar la calidad del acero son:

Control a nivel reducido- Únicamente aplicable con aceros certificados y con una reducción del 25% de la resistencia de cálculo. Se comprobará que la sección equivalente en dos probetas de cada partida suministrada no es inferior al 95,5 % de la sección nominal. Si se comprueba que las dos dan resultados no satisfactorios, la partida será rechazada. Si se registra un único resultado no satisfactorio se comprobarán cuatro nuevas muestras, las cuales tienen que ser todas satisfactorias para aceptar la partida.

Mediante inspección ocular se comprobará que no existen grietas ni fisuras en zonas de doblado. Si se comprueba que existen en cualquier barra obligará a rechazar toda la partida a la que pertenezca

Control a nivel normal- Se clasificará el acero en 3 series de la siguiente forma:

Serie fina	Serie media	Serie gruesa
∅ ≤ 10 mm	∅ de 12 a 25 mm	∅ > 25mm

El control se diferenciará si el acero es certificado o no:

- Se realizará una división de lotes de cada suministrador, designación y serie de 40 toneladas máximo para aceros certificados y de 20 para aceros no certificados. Por cada lote se tomarán dos probetas en las que se determinará:
- La sección equivalente cuyos resultados de la comprobación de la sección equivalente se realizará de la misma forma que el especificado para nivel reducido.
- Las características geométricas en barras y alambres en las que el incumplimiento de los límites del certificado de adherencia será condición suficiente para el rechazo de todo el lote.
- Ensayo de doblado-desdoblado después del enderezado, en el que si se produce algún fallo se realizarán 4 nuevas probetas por lote, rechazando el lote en el caso de que alguna de ellas dé resultados no satisfactorios.
- Se determinarán en dos ocasiones durante la obra en una probeta por cada diámetro, tipo de acero y suministrador el límite elástico, carga de rotura y alargamiento. Si el resultado es satisfactorio se acepta. Si es negativo para ambas se rechaza. Si el resultado de alguno de ellos no es satisfactorio se realizarán 2 probetas por cada lote de 20 toneladas. Si el resultado de alguna es no satisfactorio se efectuarán de nuevo los ensayos sobre 16 probetas, dando por bueno el resultado si la media de los valores más bajos supera el valor garantizado y si la media de todos supera en un 95 % dicho valor.

Para las mallas se realizarán dos ensayos por cada diámetro principal incluyendo el ensayo de arrancamiento de nudo soldado según UNE 36462:80 y procediendo con los resultados de la forma anterior.

- Si existen soldaduras se comprobará la soldabilidad según el punto 90.4 de la EHE. En caso de detectarse algún fallo se suspenderán las operaciones de soldadura y se procederá a una revisión completa de todo el proceso.

Las especificaciones concretas para este proyecto se encuentran reflejadas en el anexo de Plan de Control del Hormigón.

3. ESTRUCTURAS DE ACERO

3.1 GENERALIDADES

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las Normas y Disposiciones que establece El Código Técnico de la Edificación en el documento básico de seguridad estructural del acero SE-A.

En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que de la Norma interprete la Dirección Facultativa de la Obra.

Las disposiciones recogidas en esta Norma afectan a productos de aceros laminados en caliente de espesor mayor que 3 mm, a perfiles huecos conformados en frío o caliente destinados a servir de elementos resistentes de espesor igual o mayor de 2 mm, a roblones y a tornillos ordinarios, calibrados de alta resistencia empleados en estructuras de acero, así como a tuercas y arandelas.

Se podrán utilizar todos aquellos materiales provenientes de países que sean parte del acuerdo del Espacio Económico Europeo, que estarán sujetos a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, los productos estarán sujetos a lo dispuesto en el artículo 9 del citado Real Decreto.

Esta Norma, al tratarse de una refundición de las Normas MV, mantiene la designación del acero que en estas se especificaba. La designación comercial del acero es la que figura en las normas UNE EN 10025 y

UNE EN 10210-1. En la siguiente tabla se indican las correspondencias entre unas y otras designaciones para los productos laminados más usuales:

Designación	Designación según UNE EN 10025(1)
A 37 b	S 235 JR
-	S 235 JR G2
A 37 c	S 235 JO
A 37 d	S 235 J2 G3
A 42 b	-
A 42 c	-
A 42 d	-
(2)	S 275 JR
(2)	S 275 JO
(2)	S 275 J2 G3
A 52 b	S 355 JR
A 52 c	S 355 JO
A 52 d	S 355 J2 G3

(1) La designación de aceros para construcción metálica UNE EN 10025 utiliza una notación alfanumérica que comienza con la letra S, seguida de tres dígitos que indican el valor mínimo del límite elástico expresado en N/mm2 a los que se añaden otras letras y números que corresponden al grado y otras aptitudes.

(2) Estas designaciones se corresponden con A 44b, A44c y A44d, respectivamente según UNE 36080:73.

3.2 PERFILES Y CHAPAS DE ACERO

Los tipos de aceros a utilizar para estos elementos, sus características mecánicas y su composición química son los definidos en la normativa.

El fabricante garantizará las características mecánicas y la composición química de los productos laminados que suministre, documentando el cumplimiento de las prescripciones, reflejando los resultados de los ensayos realizados según lo especificado.

El consumidor puede, a costa suya, comprobar el cumplimiento de las garantías del fabricante, encargando a la fábrica o a un laboratorio oficial o acreditado en el área técnica correspondiente, que realice ensayos o análisis químicos y extienda el documento que corresponda con los resultados obtenidos.

Estos ensayos se realizarán dividiendo cada partida en unidades de inspección se realizarán al azar y según las UNE 36300 y UNE 36400. Los ensayos por realizar serán:

- Tracción (UNE 7474-1): se ensayará una probeta
- Doblado (UNE 7472): se ensayará una probeta, dando por bueno si no aparecen grietas
- Resiliencia (UNE 7475-1) se ensayarán tres probetas

- Análisis químicos:

carbono	UNE 7014 UNE 7331 UNE 7349
fósforo	UNE 7029
azufre	UNE 7019
nitrógeno	UNE 36317-1
silicio	UNE 7028
magnesio	UNE 7027

- Dureza Brinell (UNE 7422)

En este caso de ensayos en la recepción, si los resultados de todos los ensayos de recepción de una unidad de inspección cumplen lo prescrito, se aceptará. Si algún resultado no cumple lo prescrito, se realizarán dos contraensayos tomadas de la unidad de inspección que se esté ensayando. Si son ambos satisfactorios se aceptará, de lo contrario, será rechazada.

Las condiciones de suministro de los productos serán objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, y se ajustarán a lo que establece en esta Norma y en las condiciones generales de la norma UNE 36007, en todo lo que contradiga a la presente.

Todos los perfiles llevarán marcadas en intervalos las siglas de la fábrica, en relieve producido con los rodillos de laminación. El resto de los productos (redondos, cuadrados, rectangulares y chapa) irán igualmente marcados con dichas siglas mediante procedimiento elegido por el fabricante. El símbolo de la clase de acero irá marcado en todo producto, pudiendo realizarse mediante laminado, troquel o pintura indeleble.

Los productos no presentarán defectos internos o externos que perjudiquen a su correcta utilización. Son admisibles todos aquellos elementos que cumplan las tolerancias dimensionales establecidas en la normativa, pudiendo establecerse entre consumidor y fabricante otras más estrictas en caso de aplicaciones especiales.

3.3 PERFILES HUECOS DE ACERO

El fabricante garantizará las características mecánicas y la composición química de los perfiles huecos que suministre, documentando el cumplimiento de las prescripciones, reflejando los resultados de los ensayos realizados según lo especificado.

El consumidor puede, a costa suya, comprobar el cumplimiento de las garantías del fabricante, encargando a la fábrica o a un laboratorio oficial o acreditado en el área técnica correspondiente, que realice ensayos o análisis químicos y extienda el documento que corresponda con los resultados obtenidos.

Los ensayos por realizar serán:

- Tracción (UNE 7474-1): se ensayará una probeta
- Doblado (UNE 7472): se ensayará una probeta, dando por bueno si no aparecen grietas
- Aplastamiento (UNE 7208): se ensayará una probeta

- Análisis químicos:

carbono	UNE 7014 UNE 7331 UNE 7349
fósforo	UNE 7029

azufre	UNE 7019
nitrógeno	UNE 36317-1

En este caso de ensayos en la recepción, si los resultados de todos los ensayos de recepción de una unidad de inspección cumplen lo prescrito, se aceptará. Si algún resultado no cumple lo prescrito, se realizarán dos contraensayos tomadas de la unidad de inspección que se esté ensayando. Si son ambos satisfactorios se aceptará, de lo contrario, será rechazada.

Las condiciones de suministro de los productos serán objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, y se ajustarán a lo que establece en esta Norma y en las condiciones generales de la norma UNE EN 10021 y de la UNE EN 10210-1 para los perfiles conformados en caliente.

Todo perfil hueco llevará las siglas de la fábrica y la del acero marcadas indeleblemente mediante procedimiento elegido por el fabricante.

No se admitirán perfiles huecos suministrados con soldadura transversal. Son admisibles todos aquellos elementos que cumplan las tolerancias dimensionales establecidas, pudiendo establecerse entre consumidor y fabricante otras más estrictas en caso de aplicaciones especiales.

3.4 PERFILES Y PLACAS CONFORMADOS DE ACERO

El fabricante garantizará las características mecánicas y la composición química de los perfiles huecos que suministre, documentando el cumplimiento de las prescripciones, reflejando los resultados de los ensayos realizados según lo especificado.

El consumidor puede, a costa suya, comprobar el cumplimiento de las garantías del fabricante, encargando a la fábrica o a un laboratorio oficial o acreditado en el área técnica correspondiente, que realice ensayos o análisis químicos y extienda el documento que corresponda con los resultados obtenidos.

Los ensayos por realizar serán:

- Tracción (UNE 7474-1): se ensayará una probeta
- Doblado (UNE 7472): se ensayará una probeta, dando por bueno si no aparecen grietas
- Análisis químicos:

carbono	UNE 7014 UNE 7331 UNE 7349
azufre	UNE 7019
fósforo	UNE 7029
nitrógeno	UNE 36317-1

En este caso de ensayos en la recepción, si los resultados de todos los ensayos de recepción de una unidad de inspección cumplen lo prescrito, se aceptará. Si algún resultado no cumple lo prescrito, se realizarán dos contraensayos tomadas de la unidad de inspección que se esté ensayando. Si son ambos satisfactorios se aceptará, de lo contrario, será rechazada.

Las condiciones de suministro de los productos serán objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, y se ajustarán a lo que establece en esta Norma y en las condiciones generales de la norma UNE EN 10021 y de la UNE 36007 para los perfiles huecos conformados en caliente.

Todo perfil y placa conformado llevará las siglas de la fábrica y la del acero marcadas indeleblemente mediante procedimiento elegido por el fabricante.

No se admitirán perfiles huecos suministrados con soldadura transversal. Son admisibles todos aquellos elementos que cumplan las tolerancias dimensionales establecidas, pudiendo establecerse entre consumidor y fabricante otras más estrictas en caso de aplicaciones especiales.

3.5 ROBLONES DE ACERO

El fabricante garantizará las características mecánicas y la composición química de los roblones que suministre, documentando el cumplimiento de las prescripciones, reflejando los resultados de los ensayos realizados según lo especificado.

El consumidor puede, a costa suya, comprobar el cumplimiento de las garantías del fabricante, encargando a la fábrica o a un laboratorio oficial o acreditado en el área técnica correspondiente, que realice ensayos o análisis químicos y extienda el documento que corresponda con los resultados obtenidos. Los ensayos por realizar serán a tracción (UNE 7474-1) y a cortadura (UNE 7246). Se deberá realizar divisiones en lotes, que estén constituidos cada uno por roblones del mismo pedido, clase diámetro, longitud y clase de acero. El peso del lote lo fijará el consumidor, pero no será mayor de 5 t para roblones de diámetro hasta 20 mm, ni que 10 t para diámetros mayores. En cada lote se ensayarán dos muestras.

En este caso de ensayos en la recepción, si los resultados de todos los ensayos de recepción de una unidad de inspección cumplen lo prescrito, se aceptará. Si algún resultado no cumple lo prescrito, se realizarán dos contraensayos tomadas de la unidad de inspección que se esté ensayando. Si son ambos satisfactorios se aceptará, de lo contrario, será rechazada.

En la recepción se comprobará que cada envase llevará una etiqueta indicando la marca del fabricante, la designación del roblón, la clase de acero y el nº de piezas. Se comprobará que los roblones tienen las superficies lisas y no presentan fisuras, rebabas u otros defectos que perjudiquen su empleo. La unión de la cabeza a la caña estará exenta de pliegues.

Todo perfil y placa conformado llevará las siglas de la fábrica y la del acero marcadas indeleblemente mediante procedimiento elegido por el fabricante.

No se admitirán perfiles huecos suministrados con soldadura transversal. Son admisibles todos aquellos elementos que cumplan las tolerancias dimensionales establecidas, pudiendo establecerse entre consumidor y fabricante otras más estrictas en caso de aplicaciones especiales.

3.6 TORNILLOS

El fabricante garantizará las características mecánicas y la composición química de los tornillos que suministre, documentando el cumplimiento de las prescripciones, reflejando los resultados de los ensayos realizados según lo especificado.

El consumidor puede, a costa suya, comprobar el cumplimiento de las garantías del fabricante, encargando a la fábrica o a un laboratorio oficial o acreditado en el área técnica correspondiente, que realice ensayos o análisis químicos y extienda el documento que corresponda con los resultados obtenidos. Los ensayos por realizar serán a tracción, alargamiento de rotura, dureza Brinell, rebatimiento de la cabeza, estrangulación y rotura con entalladura. Se deberá realizar divisiones en lotes, que estén constituidos cada uno por tornillos del mismo pedido, tipo, dimensiones y clase de acero. De cada lote se separarán un nº de muestras que se fijará de acuerdo entre el fabricante y el comprador, sin exceder del 2% del nº de piezas que componen el lote.

En este caso de ensayos en la recepción, si los resultados de todos los ensayos de recepción de una unidad de inspección cumplen lo prescrito, se aceptará. Si algún resultado no cumple lo prescrito, se realizarán dos contraensayos tomadas de la unidad de inspección que se esté ensayando. Si son ambos satisfactorios se aceptará, de lo contrario, será rechazada.

En la recepción se comprobará que las piezas se reciben ligeramente engrasadas, en envases adecuados, suficientemente protegidas. Cada envase contendrá solamente tornillos, tuercas o arandelas de un mismo tipo, longitud y calidad. Cada envase llevará una etiqueta indicando la marca del fabricante, designación del tornillo, tuerca o aranndela, el tipo de acero y el nº de piezas que contiene.

Son admisibles todas aquellas piezas que cumplan las tolerancias dimensionales establecidas, pudiendo establecerse entre consumidor y fabricante otras más estrictas en caso de aplicaciones especiales.

3.7 EJECUCIÓN

Uniones roblonadas y atornilladas

Roblones- Todo roblón deberá ser precalentado antes de su colocación. El roblonado se realizará de forma que las piezas de la unión queden perfectamente apretadas unas contra otras y no se produzcan alabeos ni curvaturas, quedando el agujero completamente relleno. Se prohíbe la colocación con maza de mano. Se eliminarán las rebabas que, eventualmente, puedan quedar alrededor de la cabeza. No se tolerarán huellas de la estampa sobre la superficie de los perfiles.

Una vez colocados los roblones se llevará a cabo una comprobación de estos antes de quitar las fijaciones.

Tornillos- Los asientos de las cabezas y tuercas estarán perfectamente limpios y planos. Es preceptivo en uniones de fuerza la colocación de una arandela. Las tuercas se apretarán a fondo preferentemente con medios mecánicos.

En la colocación de los tornillos de lata resistencia se comprobará que las piezas a unir están perfectamente planas, limpias y sin grasa, eliminándola por medio de disolventes adecuados. Se efectuará una limpieza de las superficies que tengan cascarilla de laminación debido a la importancia del rozamiento entre superficies en este tipo de uniones. Se colocará siempre arandela bajo la cabeza y bajo la tuerca. La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca al menos 1 filete. Las tuercas se apretarán mediante llaves taradas, que midan lo momento torsor aplicado hasta el valor prescrito. También pueden emplearse métodos de apretado que midan ángulos de giro.

Uniones soldadas

Los procedimientos de soldeo autorizados son:

I. Soldeo eléctrico manual, por arco descubierto con electrodo fusible revestido

II. Soldeo eléctrico semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa con alambre-electrodo fusible

III. Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido con alambre-electrodo fusible desnudo

IV. Soldeo eléctrico por resistencia

El constructor presentará una memoria de soldeo, detallando las prácticas operatorias que se van a utilizar dentro del procedimiento elegido.

Las disposiciones de las piezas para las soldaduras de los tipos I, II y II pueden ser:

- Soldaduras a tope, en prolongación, en T o en L.
- Soldaduras de ángulo, en rincón, en solape, en esquina o en ranura.
- Y en el tipo IV:
    - Soldaduras a tope, en prolongación, en T o en L.
    - Soldaduras por puntos.

Las prescripciones para cada tipo de soldadura, el orden de ejecución de estas, así como la preparación de los bordes se realizarán según las especificaciones de la normativa.

Las soldaduras serán realizadas por personal calificado y con los electrodos elegidos para el tipo de soldadura a realizar y el tipo de acero de los elementos a soldar.

No se permite soldar una pieza que haya sufrido en frío una deformación longitudinal mayor que el 2,5%, a menos que haya tenido un tratamiento térmico adecuado.

Antes del soldeo se limpiarán los bordes de la unión, eliminando toda la cascarilla, herrumbre o suciedad, y muy especialmente la grasa y la pintura, dejando las partes a soldar bien secas.

Los cordones se depositarán sin producir mordeduras. Se prohíbe todo enfriamiento anormal o excesivamente rápido de las soldaduras, siendo preceptivo tomar las precauciones precisas para ello.

Las soldaduras efectuadas en taller se realizarán, a ser posible, depositando el cordón en horizontal, sin que se produzcan solicitaciones importantes en las piezas. Deberán reducirse al mínimo las soldaduras realizadas en obra, recomendándose, para ello, otro tipo de uniones. Se tomarán las precauciones precisas para proteger los trabajos contra el viento y la lluvia. Se protegerán del frío, suspendiendo los trabajos, cuando la temperatura ambiente alcance los º0ºC, salvo autorización de la Dirección de Obra, para temperaturas ente 0ºC y –5ºC, adoptando medidas de protección especiales para evitar el enfriamiento rápido de la soldadura.

Montaje en obra

El constructor, basándose en el proyecto, realizará un programa de montaje que deberá ser presentado y aprobado por la Dirección de Obra.

El programa de montaje deberá detallar al menos los siguientes extremos:

a) Distribución de la ejecución en fases, orden y tiempos de montaje de los elementos de cada fase.

b) Descripción del equipo que se empleará en el montaje de cada fase.

c) Apeos, cimbras u otros elementos de sujeción provisional.

d) Personal preciso para realizar cada fase con especificación de su calificación profesional.

e) Elementos de seguridad y protección del personal.

f) Comprobación de los replanteos.

g) Comprobación de las nivelaciones, alineaciones y aplomos.

Los detalles de obra de acero se realizarán según los trazados en el proyecto, y en caso de que alguno no existiera, se consultará a la Dirección Facultativa con objeto de que redacte el plano de obra oportuno, o dé la norma para la resolución del mismo.

Los elementos componentes de la estructura estarán de acuerdo con las dimensiones y detalles de los planos de taller y pliego de prescripciones y llevarán las marcas de identificación anteriormente mencionadas.

El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la obra se hará de una forma sistemática y ordenada, para facilitar su montaje.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje, se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar las piezas ni la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos a utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el defecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

La sujeción provisional de los elementos durante el montaje se asegurará con tornillos, grapas u otros procedimientos que resistan los esfuerzos que puedan producirse por las operaciones de montaje.

En el montaje se realizará el ensamble de los distintos elementos, de modo que la estructura se adapte a la forma prevista en los planos de taller, con las tolerancias establecidas. Se comprobará, cuantas veces sea preciso, la exacta colocación relativa de sus diversas partes.

Las uniones de montaje y otros dispositivos auxiliares se retirarán solamente cuando se pueda prescindir de ellos estáticamente.

La protección de las superficies se realizará según lo especificado en la normativa, recalcando que todo elemento de la estructura recibirá en taller una capa de imprimación antes de ser entregado a montaje. Las superficies que hayan de quedar en contacto en las uniones de la estructura tanto atornilladas como soldadas, así como las que puedan estar en contacto con el terreno no se pintarán, siendo preciso que las últimas queden embebidas en hormigón. No obstante, si alguno de estos elementos ha de permanecer algún tiempo a la intemperie, podrá ser protegido por medio de una pintura fácilmente eliminable, que se limpiará antes de proceder a la unión definitiva.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

PRESUPUESTO

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	01 OBRA CIVIL								
	SUBCAPÍTULO 01.01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO								
01.01.01	**m2 DESBROCE Y LIMPIEZA TERRENO**								
	Limpieza y acondicionamiento del terreno mediante medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas necesarias en la instalación de pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 15 cm; y carga a camión.								
						79.339,03	0,5000		39.669,51
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO								**39.669,51**
	SUBCAPÍTULO 01.02 CERRAMIENTO PERIMETRAL								
01.02.01	**ml VALLADO CINEGÉTICO**								
	Suministro y colocación de cercado cinegético con postes zincados de 2m de altura, recibidos en tierra sobre dado de hormigón H-20 de 40x40x40cm con postes cada seis metros y principales cada 25 metros. Incluido material y parte proporcional de accesorios, transporte, almacenamiento, descarga y limpieza de obra. Incluidos trabajos de replanteo. La unidad totalmente terminada.								
						1.221,41	11,3700		13.887,41
01.02.02	**Ud PUERTA ACCESO VEHÍCULOS**								
	Suministro y colocación de puerta galvanizada con cerrojo y candado para el acceso de vehículos. De dimensiones 6 metros x 2 metros de altura total. La unidad totalmente colocada.								
						1,00	801,0000		801,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 CERRAMIENTO PERIMETRAL.....								**14.688,41**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 01.03 CAMINOS DE ACCESO Y VIALES INTERNOS								
01.03.01	**ml ADECUACIÓN CAMINOS DE ACCESO**								
	Adecuación de caminos de acceso a la instalación fotovoltaica mediante medios mecánicos. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						750,00	20,0000		15.000,00
01.03.02	**ml EJECUCIÓN VIALES INTERNOS**								
	Ejecución de viales internos de la instalación fotovoltaica mediante medios mecánicos. Viales de 3 metros de ancho con una pendiente del 2% desde su eje hacia cada lado, subbase de 20cm y zahorra artificial de 20cm. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						601,54	40,0000		24.061,46
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 CAMINOS DE ACCESO Y VIALES INTERNOS								**39.061,46**
	SUBCAPÍTULO 01.04 EDIFICIO DE CONTROL								
01.04.01	**ml LOSA DE CIMENTACIÓN**								
	Losa de cimentación de hormigón armado y acero, de dimensiones 700 x 600 x 15 cm; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso armaduras para formación de foso para paso de instalaciones, refuerzos, pliegues, encuentros, alambre de atar, separadores y tubos para paso de instalaciones. El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, incluye el encofrado. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						1,00	3.000,0000		3.000,00
01.04.02	**ml EDIFICIO PREFABRICADO**								
	Suministro e instalación de caseta prefabricada para uso permanente de almacén y local técnico. Incluido cuadro de protección de baja tensión, circuito de alumbrado y fuerza, y sistema de aire acondicionado para el local técnico. De dimensiones 240 x 600 x 260 cm. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. Incluye transporte, almacenamiento y descarga. La unidad totalmente terminada.								
						1,00	15.000,0000		15.000,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 EDIFICIO DE CONTROL.....								**18.000,00**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 01.05 ZANJAS								
01.05.01	**ml EXCAVACION TERRENO MEDIO 0,8X0,8 M (BT1)**								
	Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones en cm 80 (anchura) x 80 (profundidad) en sección. Incluye excavación, relleno de cama de arena de 5cm para tendido de cableado, cubrimiento de cableado con arena de baja resistividad hasta cota -55cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de cableado con arena de baja resistividad hasta cota -40cm, relleno de material seleccionado de la propia excavación, colocación de cinta de señalización y cierre de la zanja con tierra procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. i/p.p.: de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						735,79	20,8200		15.319,15
01.05.02	**ml EXCAVACION TERRENO MEDIO 0,8X1,0 M (BT2)**								
	Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones en cm 80 (anchura) x 100 (profundidad) en sección. Incluye excavación, relleno de cama de arena de 5cm para tendido de cableado, cubrimiento de cableado con arena de baja resistividad hasta cota -75cm para tendido de cableado, cubrimiento de cableado con arena de baja resistividad hasta cota -55cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de cableado con arena de baja resistividad hasta cota -40cm, relleno de material seleccionado de la propia excavación, colocación de cinta de señalización y cierre de la zanja con tierra procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. i/p.p.: de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						219,77	31,2800		6.874,41
01.05.04	**ml EXCAVACION TERRENO MEDIO 1,2X1,0 M (BT4)**								
	Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones en cm 120 (anchura) x 100 (profundidad) en sección. Incluye excavación, relleno de cama de hormigón de 5cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 y 160 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de hormigón hasta cota -75cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 160 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento hormigón hasta cota -55cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de cableado con hormigón hasta cota -40cm, colocación de cinta de señalización y cierre de la zanja con tierra procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. i/p.p.: de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						7,18	53,2400		382,26

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05.05	**ml EXCAVACION TERRENO MEDIO 0,8X1,0 M (CRUCE BT2)**								
	Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones en cm 80 (anchura) x 100 (profundidad) en sección. Incluye excavación, relleno de cama de hormigón de 5cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 y 160 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de hormigón hasta cota -75cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 160 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento hormigón hasta cota -55cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de cableado con hormigón hasta cota -40cm, colocación de cinta de señalización y cierre de la zanja con tierra procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. i/p.p.: de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						14,22	94,8200		1.347,91
01.05.06	**ml EXCAVACION TERRENO MEDIO 1,0X1,2 M (CRUCE BT4)**								
	Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones en cm 100 (anchura) x 120 (profundidad) en sección. Incluye excavación, relleno de cama de hormigón de 5cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 160 mm y 63 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de hormigón hasta cota -75cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 160 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento hormigón hasta cota -55cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de cableado con hormigón hasta cota -40cm, colocación de cinta de señalización y cierre de la zanja con tierra procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. i/p.p.: de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						4,53	117,2800		531,28
01.05.07	**ml EXCAVACION TERRENO MEDIO 0,4X0,5 M (STRINGS)**								
	Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones en cm 40 (anchura) x 50 (profundidad) en sección. Incluye excavación, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 mm de diámetro y alma lisa, con base de cama de arena y relleno de arena hasta cubrición de tubos 5 cm por encima de los mismos, cierre de la zanja con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. i/p.p.: de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						197,92	7,8200		1.547,75

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05.08	**ml EXCAVACION TERRENO MEDIO 0,4X0,4 M (CCTV)**								
	Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones en cm 40 (anchura) x 40 (profundidad) en sección. Incluye excavación, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 mm de diámetro y alma lisa, con base de cama de arena y relleno de arena hasta cubrición de tubos 5 cm por encima de los mismos, cierre de la zanja con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. i/p.p.: de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						1.193,22	7,5000		8.949,14
01.05.09	**ml EXCAVACION TERRENO MEDIO 0,4X0,6 M (CRUCE CCTV)**								
	Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones en cm 40 (anchura) x 60 (profundidad) en sección. Incluye excavación, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 mm de diámetro y alma lisa, con base de cama de hormigón y relleno de hormigón hasta cubrición de tubos 5 cm por encima de los mismos, cierre de la zanja con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. i/p.p.: de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						6,71	22,8100		153,09
01.05.12	**ml SUMINISTRO TUBO HDPE 63MM DIÁMETRO**								
	Suministro a pie de obra de tubo HDPE rojo de 63mm de diámetro y alma lisa para conducción eléctrica. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						10.199,82	2,2300		22.745,60
01.05.13	**ml SUMINISTRO TUBO HDPE 160MM DIÁMETRO**								
	Suministro a pie de obra de tubo HDPE rojo de 160mm de diámetro y alma lisa para conducción eléctrica. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						135,57	5,6600		767,33
01.05.14	**ml SUMINISTRO CINTA DE BALIZAMIENTO CABLES ELÉCTRICOS**								
	Suministro a pie de obra de cinta amarilla de balizamiento cables eléctricos de 200 mm de ancho y galga de 400mm, con texto en negro que incluye señal de advertencia de Riesgo Eléctrico y rótulos de "Atención: Cables Eléctricos". Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						1.984,45	1,1500		2.282,12

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05.16	**ml EXCAVACIÓN TERRENO MEDIO 0,8X0,8 M (CRUCE BT1)**								
	Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones en cm 80 (anchura) x 80 (profundidad) en sección. Incluye excavación, relleno de cama de hormigón de 5cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 y 160 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de hormigón hasta cota -75cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 160 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento hormigón hasta cota -55cm, colocación de tubos de HDPE para conducción eléctrica de 63 mm de diámetro y alma lisa, cubrimiento de cableado con hormigón hasta cota -40cm, colocación de cinta de señalización y cierre de la zanja con tierra procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. i/p.p.: de piezas especiales. La unidad totalmente terminada.								
						4,88	69,8200		340,63
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 ZANJAS								**61.240,67**
	SUBCAPÍTULO 01.06 ARQUETAS								
01.06.01	**Ud ARQUETA POLIPROPILENO 40x40**								
	Suministro e instalación de arqueta de polipropileno con tapa con dimensiones de 40x40x40cm (alto x ancho x prof.). Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. Incluido transporte, almacenamiento y descarga. La unidad totalmente terminada.								
						30,00	200,0000		6.000,00
01.06.02	**Ud ARQUETA HORMIGÓN 100x100**								
	Suministro e instalación de arqueta de hormigón con dimensiones de 100x100x100cm (alto x ancho x prof.) sin fondo para canalizaciones subterráneas de MT y BT. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. Incluido transporte, almacenamiento y descarga. La unidad totalmente terminada.								
						1,00	350,0000		350,00
01.06.03	**Ud ARQUETA REGISTRO PARA TOMA DE TIERRA**								
	Suministro e instalación de arqueta de registro para toma de tierra fabricada en polipropileno, dispone de tapa de registro y con dimensiones 20x20x20 cm. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. Incluido transporte, almacenamiento y descarga. La unidad totalmente terminada.								
						1,00	200,0000		200,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 ARQUETAS								**6.550,00**
	TOTAL 01 OBRA CIVIL								**179.210,05**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	02 MONTAJE EQUIPOS Y COMPONENTES								
	SUBCAPÍTULO 02.02 EJECUCIÓN CIMENTACIÓN INVERSORES CON HINCA								
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 EJECUCIÓN CIMENTACIÓN								**581,51**
	SUBCAPÍTULO 02.06 ENSAMBLAJE ESTRUCTURA FIJA								
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.06 ENSAMBLAJE ESTRUCTURA FIJA.....								**166.212,00**
	SUBCAPÍTULO 02.07 MONTAJE INVERSORES								
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.07 MONTAJE INVERSORES.....								**2.280,00**
	TOTAL 02 MONTAJE EQUIPOS Y COMPONENTES.....								**169.073,51**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	03 SUMINISTRO EQUIPOS Y COMPONENTES								
	SUBCAPÍTULO 03.01 ESTRUCTURA FIJA								
03.01.01	**Wp SUMINISTRO ETSRUCTURA FIJA**								
						5.540.400,00	0,1057		585.620,28
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 ESTRUCTURA FIJA.....								**585.620,28**
	SUBCAPÍTULO 03.02 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS								
03.02.01	**Wp SUMINISTRO MODULOS FOTOVOLTAICOS**								
	Suministro de módulos fotovoltaicos con características técnicas conforme a proyecto. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						5.540.400,00	0,2780		1.540.231,20
03.02.02	**Wp SUMINISTRO REMACHES FIJACIÓN MÓDULO**								
	Suministro remaches para fijación de módulos fotovoltaicos. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						5.540.400,00	0,0009		4.986,36
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.02 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....								**1.545.217,56**
	SUBCAPÍTULO 03.03 INVERSORES								
03.03.01	**Ud SUMINISTRO INVERSORES DE STRING SG250HX**								
	Suministro de inversores de string modelo SUNGROW SG250HX, o similar, con características técnicas conforme a proyecto. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						19,00	5.293,5300		100.577,07
03.03.02	**Ud SUMINISTRO HINCAS SOPORTE INVERSORES DE STRING**								
	Suministro de hincas para sujeción de inversores de string. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						38,00	38,4100		1.459,58
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.03 INVERSORES.....								**102.036,65**
	TOTAL 03 SUMINISTRO EQUIPOS Y COMPONENTES.....								**2.232.874,49**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA								
	SUBCAPÍTULO 04.01 SUMINISTRO CABLEADO ELÉCTRICO								
04.01.01	**MI SUMINISTRO CABLE H1Z2Z2-K 1x6mm2 NEGRO**								
	Suministro de cable unipolar H1Z2Z2-K de 6 mm2 de sección resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, de tensión nominal en corriente continua 1,5 kV y tensión máxima en corriente continua 1,8 kV. Color de la cubierta negro. Adecuado para exteriores, exposición al agua y alta tesistencia a los rayos ultravioleta. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						8.126,55	0,8900		7.232,63
04.01.02	**MI SUMINISTRO CABLE H1Z2Z2-K 1x6mm2 ROJO**								
	Suministro de cable unipolar H1Z2Z2-K de 6 mm2 de sección resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, de tensión nominal en corriente continua 1,5 kV y tensión máxima en corriente continua 1,8 kV. Color de la cubierta rojo. Adecuado para exteriores, exposición al agua y alta tesistencia a los rayos ultravioleta. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						8.126,55	0,8900		7.232,63
04.01.03	**MI SUMINISTRO CABLE XZ1 (S) AL 1x240mm2**								
	Suministro de cable unipolar XZ1 (S) AL de 240 mm2 de sección, de tensión 0,6/1kV. Color de la cubierta en negro. Adecuado para instalaciones fijas en redes de distribución de baja tensión. Apto para instalaciones exteriores y enterrado. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						8.731,32	5,0800		44.355,11
04.01.04	**MI SUMINISTRO CABLE XZ1 (S) AL 1x300mm2**								
	Suministro de cable unipolar XZ1 (S) AL de 300 mm2 de sección, de tensión 0,6/1kV. Color de la cubierta en negro. Adecuado para instalaciones fijas en redes de distribución de baja tensión. Apto para instalaciones exteriores y enterrado. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						983,67	6,4600		6.354,51
04.01.05	**MI SUMINISTRO CABLE RV-K 5G10mm2**								
	Suministro de cable multipolar RV-K 5G10 mm2 de sección, de tensión 0,6/1kV. Color de la cubierta en negro. Adecuado para instalaciones fijas en redes de distribución de baja tensión. Apto para instalaciones exteriores y enterrado. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						35,00	6,3900		223,65
04.01.06	**MI SUMINISTRO CABLE RV-K 3G2,5mm2**								
	Suministro de cable multipolar RV-K 3G2,5 mm2 de sección, de tensión 0,6/1kV. Color de la cubierta en negro. Adecuado para instalaciones fijas en redes de distribución de baja tensión. Apto para instalaciones exteriores y enterrado. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						100,00	0,7107		71,07
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 SUMINISTRO CABLEADO ELÉCTRICO...								**65.469,59**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 04.02 INSTALACIÓN CABLEADO ELÉCTRICO								
04.02.01	**MI INSTALACIÓN CABLEADO STRINGS 1x6mm2 H1Z2Z2-K**								
	Instalación de cableado de strings 1x6mm2 H1Z2Z2-K. Incluye tendido de cableado, embridado a seguidor solar, paso por tubos y conexionado a inversores. Incluye el suministro y la instalación de terminales multicontacto para su correcta conexión. Incluyendo p.p. de materiales y medios auxiliares para su completa instalación. Unidad totalmente terminada.								
						16.253,09	0,6650		10.808,31
04.02.02	**MI INSTALACIÓN CABLEDO INVERSORES XZ1 (S) AL 1x240mm2**								
	Instalación de cable 1x240mm2 XZ1 (S) AL. Incluye tendido de cableado, paso por tubos y conexionado a inversor y a cuadro de protección de baja tensión ubicado en centro de transformación. Incluye el suministro y la instalación de terminales OT/DT bimetálicos para su correcta conexión. Incluyendo p.p. de materiales y medios auxiliares para su completa instalación. Unidad totalmente terminada.								
						8.731,32	1,2800		11.176,09
04.02.03	**MI INSTALACIÓN CABLEDO INVERSORES XZ1 (S) AL 1x300mm2**								
	Instalación de cable 1x300mm2 XZ1 (S) AL. Incluye tendido de cableado, paso por tubos y conexionado a inversor y a cuadro de protección de baja tensión ubicado en centro de transformación. Incluye el suministro y la instalación de terminales OT/DT bimetálicos para su correcta conexión. Incluyendo p.p. de materiales y medios auxiliares para su completa instalación. Unidad totalmente terminada.								
						983,67	1,2800		1.259,10
04.02.04	**MI INSTALACIÓN CABLEDO SSAA RV-K 5G10mm2**								
	Instalación de cable 5G10mm2 RV-K. Incluye tendido de cableado, paso por tubos y conexionado entre el cuadro de protección ubicado en centro de transformación y el cuadro de protección ubicado en el edificio de control. Incluye el suministro y la instalación de terminales para su correcta conexión. Incluyendo p.p. de materiales y medios auxiliares para su completa instalación. Unidad totalmente terminada.								
						35,00	1,5000		52,50
04.02.05	**MI INSTALACIÓN CABLEDO SSAA RV-K 3G2,5mm2**								
	Instalación de cable 5G10mm2 RV-K. Incluye tendido de cableado, paso por tubos y conexionado entre los equipos y el cuadro de protección ubicado en el edificio de control. Incluye el suministro y la instalación de terminales para su correcta conexión. Incluyendo p.p. de materiales y medios auxiliares para su completa instalación. Unidad totalmente terminada.								
						100,00	0,7500		75,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 INSTALACIÓN CABLEADO ELÉCTRICO..								**23.370,99**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 04.03 SUMINISTRO SISTEMA DE PUESTA A TIERRA								
04.03.01	**ml SUMINISTRO CABLE DESNUDO 35mm2 Cu**								
	Suministro de conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm2 de sección. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						1.134,42	3,8300		4.344,83
04.03.02	**Ml SUMINISTRO CABLE DESNUDO 50mm2 Cu**								
	Suministro de conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm2 de sección. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						24,49	5,7800		141,55
04.03.03	**Ml SUMINISTRO CABLE AISLADO 35mm2 Cu**								
	Suministro de cable aislado H07Z1-K, color de aislamiento Verde/Amarillo, material de aislamiento PVC, de 35 mm2 de sección. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						729,45	7,7300		5.638,65
04.03.04	**Ud SUMINISTRO PICA DE TIERRA**								
	Suministro de pica de acero cobreado de D=14,2 mm y 2 m de longitud. Incluido transporte, almacenamiento y descarga.								
						23,00	20,0000		460,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.03 SUMINISTRO SISTEMA DE PUESTA A TIERRA								**10.585,03**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 04.04 INSTALACIÓN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA								
04.04.01	**MI INSTALACIÓN CABLE DESNUDO 35mm2 Cu**								
	Instalación de cable de cobre desnudo de 35 mm2 de sección. Incluye tendido de cableado, paso por tubos e interconexionado con la red de tierras general de la planta. Incluye el suministro y la instalación de los conectores y terminales para su correcta conexión a las estructuras metálicas y a la red de tierras general; dichos conectores serán apropiados para su método de instalación. En los casos en los que se indique bajo proyecto la unión con la red de tierras se realizará mediante soldadura aluminotérmica. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. Unidad totalmente terminada.					1.134,42	1,1500		1.304,58
04.04.02	**MI INSTALACIÓN CABLE DESNUDO 50mm2 Cu**								
	Instalación de cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección. Incluye tendido de cableado, paso por tubos e interconexionado con la red de tierras general de la planta. Incluye el suministro y la instalación de los conectores y terminales para su correcta conexión a la red de tierras general; dichos conectores serán apropiados para su método de instalación. En los casos en los que se indique bajo proyecto la unión con la red de tierras se realizará mediante soldadura aluminotérmica. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. Unidad totalmente terminada.					24,49	12,3500		302,45
04.04.03	**MI INSTALACIÓN CABLE AISLADO 35mm2 Cu**								
	Instalación de cableo aislado H07Z1-K de 35 mm2 de sección para la unión de la toma de tierra, de la carcasa y estructura portante de los inversores con la red general de tierras. Incluye el suministro y la instalación de los conectores y terminales para su correcta conexión; dichos conectores serán apropiados para su método de instalación. En los casos en los que se indique bajo proyecto la unión con la red de tierras se realizará mediante soldadura aluminotérmica. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. Unidad totalmente terminada.					729,45	3,9500		2.881,33
04.04.04	**MI INSTALACIÓN PICA DE PUESTA A TIERRA**								
	Instalación de toma de tierra de acero cobreado de 14.2 mm de diámetro y 2 me de longitud mediante pica de acero cobreado, hincada en el terreno mediante medios manuales o mecánicos. Incluso suministro e instalación de grapa abarcón para la conexión del electrodo con la red de tierras. En los casos en los que se indique bajo proyecto la unión se realizará mediante soldadura aluminotérmica. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. Unidad totalmente terminada.					23,00	30,0000		690,00

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.04.05	**Ud INSTALACIÓN VERIFICACIÓN PUESTA A TIERRA**								
	Instalación de toma de tierra completa formada por pica de acero cobreado de 14.2 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada en arqueta de polipropileno. Incluso suministro e instalación de grapa abarcón para la conexión del electrodo con la red de tierras. En los casos en los que se indique bajo proyecto la unión se realizará mediante soldadura aluminotérmica. Quedan incluidas cualquier operación necesaria de manipulación del material i/p.p. de piezas especiales. Unidad totalmente terminada.								
						1,00	38,0000		38,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.04 INSTALACIÓN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA								**5.216,36**
	SUBCAPÍTULO 04.05 CONEXIONADO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS								
04.05.01	**Ud CONEXIONADO CABLEADO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**								
	Conexionado y embridado de cableado de módulos fotovoltaicos en configuración salto de rana. Incluyendo p.p. de materiales y medios auxiliares para su completa ejecución.								
						10.260,00	0,6100		6.258,60
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.05 CONEXIONADO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS								**6.258,60**
	TOTAL 04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....								**110.900,58**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	05 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN								
05.01	**OBRA CIVIL**								
						1,00	10.245,7805		10.245,78
05.02	**CELDAS AT**								
						1,00	22.581,5800		22.581,58
05.03	**TRANSFORMADOR**								
						1,00	33.370,8800		33.370,88
05.04	**RED DE TIERRAS**								
						1,00	317,9200		317,92
	TOTAL 05 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN								**66.516,16**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	06 LÍNEA INTERNA 15 kV								
06.01	**OBRA CIVIL**								
						1,00	11.140,4916		11.140,49
06.02	**LÍNEA SUBTERRÁNEA 15 kV**								
						1,00	3.863,7768		3.863,78
	TOTAL 06 LÍNEA INTERNA 15 kV								**15.004,27**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	07 GESTIÓN DE RESIDUOS Y SEGURIDAD Y SALUD								
	SUBCAPÍTULO 07.01 GESTIÓN DE RESIDUOS								
	TOTAL SUBCAPÍTULO 07.01 GESTIÓN DE RESIDUOS.....								**1.970,38**
	SUBCAPÍTULO 07.02 SEGURIDAD Y SALUD								
	TOTAL SUBCAPÍTULO 07.02 SEGURIDAD Y SALUD								**4.230,41**
	TOTAL 07 GESTIÓN DE RESIDUOS Y SEGURIDAD Y SALUD.....								**6.200,79**

TOROS I - SAN MARTIN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	08 POWER PLANT CONTROLLER								
	SUBCAPÍTULO 08.01 POWER PLANT CONTROLLER								
08.01.01	**Ud POWER PLANT CONTROLLER**								
	Suministro e instalación de PPC (Power Plant Controller) Certificado NTS UE 2016/631. Incluye Hardware, licencia, modelos DigSilent, configuración y puesta en marcha.								
						1,00	18.597,0000		18.597,00
08.01.02	**Ud PANTALLA HMI**								
	Suministro e instalación de pantalla táctil de 7" HMI y servidor web de gestión integrado								
						1,00	2.915,0000		2.915,00
08.01.03	**Ud POWER METER**								
	Suministro e instalación de analizador de medida de potencia								
						1,00	2.193,0000		2.193,00
08.01.04	**Ud SWITCH GESTIONABLE**								
	Suministro e instalación de switch gestionable de fibra óptica 6x Eth + 2 SFP XC206								
						1,00	1.000,0000		1.000,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 08.01 POWER PLANT CONTROLLER.....								**24.705,00**
	TOTAL 08 POWER PLANT CONTROLLER.....								**24.705,00**
	TOTAL.....								**2.804.484,84**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN		EUROS	%
1	OBRA CIVIL		179.210,05	6,39
-01.01	-ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	39.669,51		
-01.02	-CERRAMIENTO PERIMETRAL	14.688,41		
-01.03	-CAMINOS DE ACCESO Y VIALES INTERNOS	39.061,46		
-01.04	-EDIFICIO DE CONTROL	18.000,00		
-01.05	-ZANJAS	61.240,67		
-01.06	-ARQUETAS	6.550,00		
2	MONTAJE EQUIPOS Y COMPONENTES		169.073,51	6,03
-02.02	-EJECUCIÓN CIMENTACIÓN INVERSORES CON HINCA	581,51		
-02.06	-ENSAMBLAJE ESTRUCTURA FIJA	166.212,00		
-02.07	-MONTAJE INVERSORES	2.280,00		
3	SUMINISTRO EQUIPOS Y COMPONENTES		2.232.874,49	79,62
-03.01	-ESTRUCTURA FIJA	585.620,28		
-03.02	-MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	1.545.217,56		
-03.03	-INVERSORES	102.036,65		
4	INSTALACIÓN ELÉCTRICA		110.900,58	3,95
-04.01	-SUMINISTRO CABLEADO ELÉCTRICO	65.469,59		
-04.02	-INSTALACIÓN CABLEADO ELÉCTRICO	23.370,99		
-04.03	-SUMINISTRO SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	10.585,03		
-04.04	-INSTALACIÓN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	5.216,36		
-04.05	-CONEXIONADO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	6.258,60		
5	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		66.516,16	2,37
6	LÍNEA INTERNA 15 kV		15.004,27	0,54
7	GESTIÓN DE RESIDUOS Y SEGURIDAD Y SALUD		6.200,79	0,22
-07.01	-GESTIÓN DE RESIDUOS	1.970,38		
-07.02	-SEGURIDAD Y SALUD	4.230,41		
8	POWER PLANT CONTROLLER		24.705,00	0,88
-08.01	-POWER PLANT CONTROLLER	24.705,00		
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		2.804.484,84	

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%

El presupuesto de ejecución material asciende a la expresada cantidad de DOS MILLONES OCHOCIENTOS CUATRO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

LA DIRECCIÓN FACULTATIVA



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEMORIA

ÍNDICE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD – MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 1
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN 1
3. DATOS GENERALES DE LA OBRA 1
4. REDACTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 1
5. DIRECTRICES 2
6. PRINCIPIOS QUE REGULAN ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 2
   6.1 SOBRE EL PROYECTO 2
   6.2 SOBRE LOS PRINCIPIOS PREVENCIONISTAS 2
   6.3 DEFINICIONES 2
7. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS 8
8. PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS 8
9. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA 9
   9.1 ACOMETIDAS PROVISIONALES DE OBRA 9
   9.2 INSTALACIONES DE HIGIENE, BIENESTAR Y SANITARIAS 9
10. VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES 11
11. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 11
   11.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS QUE SE REQUIEREN 11
   11.2 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO O CENTRO DE TRABAJO PRINCIPAL 11
12. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN 13
   12.1 CON CARÁCTER GENERAL 13
      12.1.1. ORDEN Y LIMPIEZA 13
      12.1.2. TRABAJOS AL AIRE LIBRE 13
   12.2 RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO 14
      12.2.1. EXCAVACIONES 14
      12.2.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS: DESMONTES Y TERRAPLENES 16
      12.2.3. CIMENTACIONES 22
      12.2.4. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO 27
      12.2.5. TRABAJOS CON HIERRO (FERRALLADO) 32
      12.2.6. MANIPULACIÓN DE HORMIGÓN 35
      12.2.7. MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS PESADOS 37
      12.2.8. ALBAÑILERÍA 41
      12.2.9. SOLADOS Y ALICATADOS 44
      12.2.10. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS 47
      12.2.11. PINTURA Y BARNIZADO 50
      12.2.12. CARPINTERÍA METÁLICA Y DE MADERA 53
      12.2.13. USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 56
      12.2.14. CARGA Y DESCARGA 58
      12.2.15. TRABAJAS EN APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA SIN SISTEMA ANTICAÍDA INSTALADO 60
      12.2.16. TRABAJOS EN POSTES (APOYOS) METÁLICOS, DE MADERA Y HORMIGÓN 66
      12.2.17. TENDIDO DE TUBOS Y ACCESORIOS DE PROTECCIÓN CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA 72
      12.2.18. TENDIDO Y EMPALME DE CABLES 73

12.2.19. HORMIGONADO, RELLENO, COMPACTACIÓN DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO 75
12.3 RELATIVOS A LA MAQUINARIA 78
12.3.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL 78
12.3.2. RETROEXCAVADORA 81
12.3.3. CAMIÓN BASCULANTE 81
12.3.4. DUMPER O AUTOVOLQUETE 82
12.3.5. GRÚA AUTOPROPULSADA 83
12.3.6. CAMIÓN GRÚA 89
12.3.7. CAMIÓN HORMIGONERA 92
12.3.8. COMPACTADORA 93
12.3.9. MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL 94
12.3.10. CABESTRANTE DE IZADO 96
12.3.11. DOBLADORA MECÁNICA DE FERRALLA 96
12.3.12. MESA DE SIERRA CIRCULAR 97
12.3.13. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO (CORTE HÚMEDO) 98
12.3.14. COMPRESOR 99
12.3.15. MARTILLO NEUMÁTICO 100
12.3.16. PEQUEÑA COMPACTADORA 101
12.3.17. HORMIGONERA 102
12.3.18. GRUPOS ELECTRÓGENOS 103
12.3.19. EQUIPO DE SOLDADURA TÉCNICA 104
12.3.20. RADIAL 106
12.3.21. TALADRO 107
12.3.22. VIBRADOR 108
12.3.23. HERRAMIENTAS MANUALES 109
12.4 RELATIVOS LOS MEDIOS AUXILIARES 111
12.4.1. ANDAMIOS EN GENERAL 111
12.4.2. ANDAMIOS TUBULARES 111
12.4.3. ANDAMIOS MÓVILES 112
12.4.4. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS 112
12.4.5. PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA 113
12.4.6. ESCALERAS MANUALES 115
12.5 RELATIVOS AL ENTORNO 118
13. INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES 118

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con lo estipulado en el RD 1627/19497 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes supuestos:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto ejecutivo sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).
- Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.
- Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

En este estudio se dan las directrices básicas a las empresas constructoras para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su trabajo bajo el control de la dirección del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud o en su defecto de la Dirección Facultativa de acuerdo con el RD 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.

Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de obra, ser coherente con el contenido de este y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud es la obra por título "**TOROS DE GUISANDO I**", así como a todo el personal que va a intervenir en la misma.

3. DATOS GENERALES DE LA OBRA

Los datos generales de la obra son los que se indican a continuación:

- Peticionario: START RIGHT NOW S.L.
- CIF: B-87904934
- Domicilio social: C/ Carretera del Mediodía nº8 1ºA

  28055 Madrid (Comunidad de Madrid)
- Notificaciones: Susana Lizarraga Zúñiga (email: slizarraga@generya.com)
- Situación de la obra: T.M. de San Martín de Valdeiglesias
- Plazo de ejecución estimado: tres meses naturales, aproximadamente 60 días laborales.
- Trabajadores estimados: una media de 10 trabajadores al día.

4. REDACTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio de Seguridad y Salud ha sido realizado por el Ingeniero Susana Lizarraga, colegiado nº 422 por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra.

5. DIRECTRICES

En este Estudio de Seguridad y Salud se establecen las directrices a seguir durante la ejecución de las obras respecto a la prevención de los riesgos laborales, a fin y efecto de evitar los consecuentes daños laborales dentro de una mejora constante de la calidad y gestión global de la empresa.

La empresa contratista deberá elaborar el correspondiente Plan de Seguridad y Salud antes del comienzo de las obras y someterlo a la aprobación de Coordinador de Seguridad y Salud en las obras, ya que es necesaria la presencia de dicho Coordinador por participar varias empresas en la realización de las obras, según el Art. 3, punto 2 del RD 1627/1997.

6. PRINCIPIOS QUE REGULAN ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1 SOBRE EL PROYECTO

El presente estudio de seguridad y salud, según cita el R.D. 1627/97, en su artículo 5, apartado 3, forma parte del proyecto de ejecución de obra, y será coherente con el contenido de este, recogiendo las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra. Es por esto por lo que obviamos toda reiteración innecesaria de aspectos generales y comunes como pueden ser la descripción más desarrollada de la obra, presupuesto, programa de necesidades, plazo de ejecución, descripción de las distintas unidades, descripción de las prácticas de la buena construcción, etc.

6.2 SOBRE LOS PRINCIPIOS PREVENCIONISTAS

A ellos deberá ajustarse la empresa constructora que en su momento realice los trabajos para llevar a buen término la obra a que refiere este proyecto.

Tenemos que subrayar que la filosofía prevencionista que inspira este estudio de seguridad y salud, y que de igual manera lo deberá hacer con el Plan de Seguridad y Salud, es la de la Prevención Integral (que afecta a todo tipo de trabajo) e Integrada (como una parte más del trabajo, además de la cantidad y calidades exigidas), tal y como explicita la Ley 31/1995 en su artículo 16, apartado 2, cuando dice … Estas actuaciones deberán integrarse en el conjunto de las actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma.

Así mismo interpretamos que caso de presentarse un riesgo que fuese evitable, el mismo sería eliminado o evitado. Es por lo que consideramos que todos los riesgos a los que queda sometida la obra son riesgos no eliminables, pero, evidentemente, sí controlables.

6.3 DEFINICIONES

A este tenor hemos de significar que consideramos:

Accidente de trabajo:

Cualquier suceso no previsto, no deseado y que dificulte la continuidad del trabajo que estamos realizando.

Este concepto incluye el legal de toda lesión que sufra el trabajador como consecuencia o por ocasión del trabajo que realiza por cuenta ajena, pero a la vez no excluye accidentes que puedan sufrir otras personas (autónomos, técnicos, etc.) intervinientes en la obra, y los bienes implicados o necesarios para la ejecución de esta (materiales, maquinaria, replanteos erróneos, etc.).

Por tanto, consideraremos 4 tipos de accidentes de trabajo atendiendo al **daño** (sobre las cosas) y a la **lesión** (sobre las personas):

Con daño y con lesión.

Sin daño y con lesión.

Con daño y sin lesión.

Sin daño y sin lesión. (blanco).

Siempre y cuando se den alguna de las siguientes circunstancias:

CD y CL: Siempre que se dé asistencia sanitaria, aunque no implique baja.

SD y CL: Siempre que se dé asistencia sanitaria, aunque no implique baja.

CD y SL:

- Cuando el costo del accidente es superior a 150 €.
- Sin darse lo anterior, posible grave lesión.
- Sin darse los anteriores, posible grave daño.
- Sin darse los anteriores, ser muy repetitivo.

SD y SL:

- Cuando el costo del accidente es superior a 150 €.
- Sin darse lo anterior, posible grave lesión.
- Sin darse los anteriores, posible grave daño.
- Sin darse los anteriores, ser muy repetitivo.

CONCEPTO	UNIDAD		PARCIAL	TOTAL
PERSONAL:				
. Horas perdidas debidas a la baja.				
. Horas perdidas por consulta y asistencia médica.				
. Horas perdidas por los operarios.				
. Horas perdidas por los mandos.				
. Horas perdidas por el coordinador de Prevención.				
ASISTENCIA:				
. Asistencia directa.				
. Horas perdidas por el servicio médico.				
PRODUCCION:				
. Interrupción del trabajo o deficiente funcionamiento.				
. Daños en máquinas, instalaciones, etc.				
. Pérdidas de producto.				
. Pérdidas de materias primas.				
. Pérdidas de clientes.				
SEGUROS:				
. Valor de pólizas de los seguros.				
OTROS:				
. Gratificaciones y varios.				
. Administración.				
. Traslados.				
. Corrección.				
. Sanciones y defensa de posibles responsabilidades.				
IDENTIFICACION:				

La tabla anterior nos sirve de aclaración sobre los distintos conceptos de costos que pueden intervenir en un accidente de trabajo. Ello no quiere decir que en todos y cada uno de los accidentes intervengan costos por cada uno de los conceptos que se citan, se citan tan sólo como una guía de los más habituales. Lo que sí es cierto que una aplicación y análisis de estos costos nos permitirá hacer más rentable la gestión final de la empresa.

Riesgo grave e inminente:

Situación de riesgo grave, patente y manifiesto. Definición ésta que aclara más, pero que es coincidente con la de riesgo grave e inminente, que la Ley 31/1995 establece en su artículo 4, apartado 4o, diciendo que es aquel riesgo que resulte probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la salud de los trabajadores. Que además de "oscura" excluye, así, de calificar como tal riesgo grave e inminente, por ejemplo, el hormigonado de una gran masa con tiempo de helada, que sin duda llevará al fracaso a esa parte de obra con unas pérdidas muy graves, aún sin conllevar lesión sobre las personas.

Enfermedad profesional:

Todas las relacionadas en el listado oficial (silicosis, sordera profesional, etc.), más las que se pueda probar el nexo de causalidad entre el trabajo realizado y la enfermedad contraída.

Mejora de sistema:

Implica la aportación de la inteligencia, de la creatividad de la persona en positivo, fuera de la obligación que una situación de Incidente o de Accidente supone para la corrección del riesgo. La Mejora del Sistema puede referir a cualquier aspecto del trabajo, como los tiempos de ocio, la mejora de la producción, la mejora de la calidad, la mejora del confort, etc.

Impreso notificación:

Es evidente que el primer paso para corregir un riesgo, para evitar que se repita un accidente o para establecer una mejora del sistema, es enterarse de esos sucesos, o lo que es lo mismo, notificarlos.

Por ello se ofrece el impreso de notificación interno (nada tiene que ver con el que es exigido por la autoridad laboral) de la página siguiente y en base al cual el Jefe de Obra además de atender a la corrección del riesgo, o procurar los medios para llevar a buen fin lo aportado a través de una mejora de sistema, informará de todo ello al que Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

DATOS DEL: Accidentado ☐ Incidentado ☐ NOMBRE Y APELLIDOS: OBRA: OFICIO: PUESTO:	
DATOS DEL: Accidente ☐ R.G.I. ☐ Mejora del sistema ☐ FECHA: HORA DEL DIA: LUGAR DEL SUCESO: TESTIGOS:	
EXPLICACION DETALLADA DEL SUCESO:	
¿HA TOMADO ALGUNA SOLUCION PROVISIONAL?: Sí ☐ No ☐ ¿PUEDE PASAR A DEFINITIVA?: Sí ☐ No ☐ CLASIFICACION: Daño ☐ Lesión ☐ Blanco ☐	
(a rellenar por el Servicio Médico): DIAGNOSTICO: CAUSA BAJA: Sí ☐ No ☐ Enviado a: OBSERVACIONES: FIRMA:	NOMBRE Y APELLIDOS DEL QUE NOTIFICA: FECHA DE LA NOTIFICACION: HORA DE LA NOTIFICACION: FIRMA:
*** NOTIFICAR EL MISMO DIA DEL SUCESO AL JEFE DE OBRA ***	

Ficha valoración de la prevención:

Nº	RIESGOS MAS IMPORTANTES	SEMANAS					FICHA VALORACION DE LA PREVENCION							
		1	2	3	4	5								
1	Incendios y explosiones						VALORES:	95%						
2	Iluminación						MAL= 0	90						
3	Ruidos y vibraciones						REGULAR= 3	85						
4	Orden y limpieza						BUENA = 4	80						
5	Señalización						EXCELENTE= 5	75						
6	Almacenamiento							70						
7	Servicios higiénicos							65						
8	Servicios sanitarios						FECHA:	60						
9	Existencia / adecuación E.P.I.						TURNO:	55						
10	Utilización E.P.I.						SECCION:	50						
11	Caídas a distinto nivel						PARTICIPAN:	45						
12	Caídas al mismo nivel							40						
13	Atrapamientos							35						
14	Cortes							30						
15	Punturas							25						
16	Quemaduras							20						
17	Andamios							15						
18	Barandillas							10						
19	Caída de objetos							5						
20	Vehículos							0						
21	Grúas								1	2	3	4	5	
22	Riesgos eléctricos						VALORACION SEMANA							
23							NOMBRE, APELLIDOS Y FIRMA DEL MANDO:							
24														
Puntuación total														
Máximo posible														
Tanto por ciento del máximo														

Es un documento por formalizar por el Mando (Jefe de Obra y en su ausencia el Encargado de obra) en compañía de dos o tres subordinados una vez por semana. Se debe procurar rotar las personas que acompañan al mando, así como el día de la semana. El último día del mes será entregada al Jefe de Obra. Este a su vez informará de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la Ejecución de la obra.

En la página anterior observamos un ejemplar tipo cuyas partes principales describimos:

- Debe figurar una lista de riesgos más habituales y previstos de la obra, teniendo la precaución de dejar varias líneas en blanco para incorporar algunos riesgos nuevos o singulares.
- Se valoran todos los riesgos con notas en función del grado de control del riesgo, así si éste es excelente = 5, si es bueno = 4, si es regular = 3, y por fin si es malo = 0. No se pueden poner notas de valores intermedios. Los riesgos que no existan se rellena su casilla con un guión (-).
- Se saca el valor máximo posible, que resulta de multiplicar todos los riesgos valorados por el máximo valor, es decir, 5. A continuación valor actual de la sección, que es la suma aritmética de todas nuestras puntuaciones en esa semana. Por último, se calcula el tanto por ciento del máximo que se traslada a un gráfico de barras.

Esta ficha debe estar a disposición de cualquier superior del encargado, para su simple visado, lo que se hará constar en el dorso de la ficha poniendo, junto a la firma y fecha del visado, el estado de cumplimentación de esta. Por ejemplo, 3ª semana del mes y sin formalizar ninguna.

Los datos serán explotados por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la Ejecución de la obra, como los "ceros", los "cincos", marcadas diferencias en los gráficos, horizontalidad en los mismos, visado de estas fichas, etc., y en consecuencia indicará las acciones de corrección. Estas fichas a su vez tendrán valor orientativo para la evaluación de riesgos a que estuviese obligada la empresa a realizar en base a la Ley 31/1995.

7. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

En caso de interferencia con servicios y redes existentes:

- El contratista se pondrá en contacto con el titular del servicio afectado y en presencia de éste, señalizará el trazado del servicio, con indicación exacta y precisa de la profundidad y características del trazado, así como el mayor servicio. Datos aportados por este titular.

  La señalización será perdurable durante el transcurso de la afección, protegiéndose la instalación de sobrepresiones, debidas al uso de maquinaria pesada, etc. ...
- Si el servicio afectado se ha de reponer en lugar diferente, se habrá de preparar la conducción alternativa antes del desmantelamiento de la primitiva.
- Permanecer en contacto con los entes titulares de los servicios afectados, a fin de que retiren los mismos que los dejen fuera de servicio.

8. PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS

La obra se va a realizar en un terreno correspondiente con un suelo no urbanizable, sin edificaciones en las proximidades, por lo tanto, no se prevé que exista un elevado riesgo para terceras personas, no obstante, deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- La entrada y salida de vehículos.
- Acopio de materiales que se hará desde el vial adaptado para ello.
- Antes del inicio de las obras debe procederse a la instalación de las medidas preventivas de información frente a riesgos de accidentes de terceros, sean peatones o vehículos. Concretamente en esta obra se prevé:

- Vallado perimetral: Es imprescindible delimitar todas las áreas de construcción o acopio de materiales con objeto de impedir el paso de personal ajeno a las obras,

  Existirá un paso de vehículos, de 5,00 m. de ancho, que contará con una puerta de dos hojas con cadena y candado.

- Señalización informativa y de seguridad, realizada con carteles tipo, normalizados según fichas técnicas. Incluye señalización de:
  - Accesibilidad; prohibiendo el acceso a las obras a toda persona ajena a las mismas.
  - Tráfico; en prevención de riesgos en los accesos rodados de la obra a los viales públicos.
  - Seguridad; sobre uso obligatorio de guantes, casco, zona de paso, zona de circulación, etc.

9. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

El Contratista propondrá al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, para su aprobación y con la antelación debida, la implantación de las instalaciones provisionales de la obra, así como de:

- Caseta de oficina de obra con teléfono y teléfono móvil.
- Almacén de herramientas.
- Vestuarios.
- Servicios de vestuarios e higiénicos.

9.1 ACOMETIDAS PROVISIONALES DE OBRA

El contratista realizará a su cargo (salvo pacto en contra):

- Suministro de agua potable, que deberá ser realizado mediante un depósito, al carecer de redes de suministro próximas.
- Suministro de energía eléctrica, que se realizará mediante generadores eléctricos, al carecer de líneas eléctricas de distribución en las proximidades.
- Conexión de vertido de aguas pluviales y aguas sucias a los lugares habilitados para ello.

9.2 INSTALACIONES DE HIGIENE, BIENESTAR Y SANITARIAS

Podrán construirse de obra de fábrica, con acabados enlucidos y pintados, no obstante, se recomienda la utilización de casetas modulares prefabricadas y aisladas, y así constarán en el estado de mediciones y presupuesto. Estarán formadas por:

ASEOS, con una dotación mínima de:

- 1 inodoro por cada 25 hombres en obra = 1.
- 1 inodoro por cada 15 mujeres en obra, con recipiente especial cerrado=0
- 1 ducha por cada 10 trabajadores en obra = 1.
- 1 lavabo por cada 10 trabajadores en obra = 1.
- 1 espejo de 40x50cm mínimo, por cada lavabo = 1.
- Jaboneras, toalleros, uno por lavabo = 1.
- Portarrollos, uno por cabina = 1.

- Secadores automáticos, uno por cada 10 trabajadores en obra = 1.
- Cabina mínima 1,00 x 1,20 m2, y 2,30 m. de altura. Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha.
- Instalaciones de agua fría y caliente en duchas.

VESTUARIOS, con una superficie mínima de 2m2 y altura de 2,30 m. por trabajador en obra. En esta superficie pueden incluirse las instalaciones de duchas y lavabos, en cuyo caso computaran los aseos. Dispondrá de:

- 1 taquilla guardarropa con llave y asiento por cada trabajador en obra = 5.
- 1 percha para colgar la ropa por cada trabajador en obra, para ropa mojada = 5.

COMEDOR: En principio, consideramos que se desplazaran a comer a sus domicilios en la ciudad, o bien a establecimientos de hostelería del entorno, por lo que no se incluye esta partida en el Presupuesto. Si estos deciden su utilización, se adecuará un recinto dotado de iluminación natural y artificial adecuadas, con ventilación suficiente y calefacción en invierno, tendrá una altura mínima al techo de 2,60 m.

BOTIQUÍN, en armario adecuado, emplazado en la oficina de obra, incorporando en lugar bien visible los teléfonos de los Centros Médicos a donde deben ser trasladados los accidentados, Centro de Urgencias (Hospital Reina Sofía de Tudela), y el teléfono de urgencias 112. Estará dotado de material para primeros auxilios, como mínimo:

- 1 frasco, conteniendo agua oxigenada.
- 1 frasco, conteniendo alcohol de 96º.
- 1 frasco, conteniendo tintura de iodo (Betadine).
- 1 caja, conteniendo gasa estéril.
- 1 caja, conteniendo algodón hidrófilo estéril.
- 1 caja, conteniendo sobres de gasa envaselinada (Linitul).
- 1 rollo de esparadrapo.
- 1 goma para torniquete.
- 1 bolsa para agua o hielo.
- 1 bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 termómetro clínico.
- Antiespasmódicos (Buscapina).
- Analgésicos (Aspirina y Gelocatil).
- Pomada para quemaduras y desinfectante de heridas (Furacín).
- Pomada contra picadura de insectos (Labocane).
- Tijeras.
- Pinzas.

El Botiquín estará a cargo del Encargado de obra o persona autorizada por el mismo que tenga los suficientes conocimientos de prestación de Primeros Auxilios y Socorrismo, lo mantendrá cerrado y en perfecto estado de uso y dotación.

10. VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

Se realizará de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 31/1995, en su artículo 22.

Dada la actividad, se hace imprescindible la vacunación antitetánica, con las dosis de recuerdo que fuesen necesarias.

11. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

11.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS QUE SE REQUIEREN

Los trabajos consisten en la construcción de un parque fotovoltaico.

Se pueden distinguir dos partes bien diferenciadas. Una de obra civil, correspondiente a la excavación y relleno de las zanjas y cimentaciones, y otra de montaje electromecánico, donde se instala la aparamenta eléctrica.

Todo trabajo en la instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse preferentemente sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

En caso de ser necesaria la realización de trabajos en tensión y/o en proximidad, se elaborará un plan específico para ello, en el que se identifiquen las distintas fases de la obra en las cuales se van a realizar trabajos en proximidad y/o en tensión y se incluyan los correspondientes procedimientos de trabajos a aplicar (según RD 614/2001).

Resumidamente, podemos distinguir las siguientes unidades:

Obra civil

- Movimiento de tierras para adecuación de caminos y accesos.
- Obra civil para implantación de centros de inversión y/o transformación.
- Realización de zanjas para cableados de BT, MT, control y comunicación.
- Hincado de estructuras metálicas portantes de módulos fotovoltaicos.

Montaje electromecánico

- Montaje de equipos principales, como: módulos y estructuras, cajas de strings, transformadores, celdas MT, inversores, SCADA, NCU, servicios auxiliares…
- Cableados.
- Alumbrado centros de inversión y/o transformación.
- Instalación de control y automatización.
- Bandejas, tubos, herrajes y soportes necesarios.
- Puesta a tierra de la instalación.

11.2 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO O CENTRO DE TRABAJO PRINCIPAL

Las parcelas en las que se ubican las instalaciones están catalogadas como suelo no urbano, por lo que el entorno donde se realizan los trabajos corresponde con un núcleo rural.

Instalaciones provisionales, maquinaria, medios auxiliares y sustancias a utilizar:

La energía eléctrica necesaria para la alimentación de los equipos será proporcionada por grupos electrógenos portátiles.

No obstante, en caso de ser necesario alguna de ellas, se realizará cumpliendo escrupulosamente con la reglamentación vigente que les aplique.

Maquinaria pesada:

- Retroexcavadora
- Camión basculante
- Dumper o autovolquete
- Camión hormigonera
- Grúa autopropulsada
- Camión grúa
- Rulo o compactadora

Máquinas herramienta

- Grupos electrógenos
- Compresor
- Martillo neumático
- Hormigonera
- Pequeña compactadora
- Cabestrante de izado
- Dobladora mecánica de ferralla
- Mesa de sierra circular
- Cortadora de material cerámico
- Equipo de soldadura eléctrica
- Radial
- Taladro
- Vibrador
- Herramientas manuales

Medios auxiliares

- Andamios
- Plataforma elevadora autopropulsada
- Escaleras manuales

12. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN

12.1 CON CARÁCTER GENERAL

12.1.1. ORDEN Y LIMPIEZA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Pisadas sobre objetos
- Choques con objetos inmóviles
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas

Medidas preventivas

- Eliminar diariamente todos los desechos y cualquier otra clase de suciedad del suelo o de las instalaciones, depositándolos en recipientes adecuados y colocados en los mismos lugares donde se generen los residuos. Si los desechos son fácilmente inflamables, es necesario utilizar bidones metálicos con tapa para evitar la propagación de incendios.
- Eliminar y controlar las causas que contribuyen a que los materiales o los residuos se acumulen.
- Guardar adecuadamente el material y las herramientas de trabajo en función de quién, cómo, cuándo y dónde ha de encontrar lo que busca. Habituarse a poner cada cosa en su lugar y a eliminar lo que no sirve de manera inmediata.
- Recoger las herramientas de trabajo en soportes o estantes adecuados que faciliten su identificación y localización.
- Asignar un sitio para cada “cosa” y procurar que cada “cosa” esté siempre en su sitio. Cada emplazamiento estará concebido en función de su funcionalidad y rapidez de localización.
- Delimitar las zonas de trabajo, ordenar y marcar la ubicación de las cosas utilizando señales normalizadas y códigos de colores.
- No usar disolventes inflamables ni productos corrosivos en la limpieza del entorno y controlar aquellos puntos críticos que generen suciedad. Para ello, se deben aportar los medios necesarios (contenedores, material de limpieza, equipos de protección, etc.).
- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo; hay que retirar los objetos que obstruyan el acceso a estas zonas y señalizar las vías de circulación.

12.1.2. TRABAJOS AL AIRE LIBRE

Riesgos

- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
- Accidentes causados con seres vivos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

- Exposición a agentes físicos: estrés térmico.
- Fatiga visual.
- Accidentes de tráfico.

Medidas preventivas

Protección contra el calor:

- Beber abundante agua u otro líquido no alcohólico y tomar abundante sal en las comidas.
- Mantener la piel lo más limpia posible para favorecer la transpiración.
- Cubrir la cabeza con un sombrero o gorra.
- Realizar breves descansos cada dos horas, consumiendo algún alimento y bebiendo agua.
- Evitar, en la medida de los posible, las faenas en las horas centrales del día.

Protección contra el frío:

- Utilizar ropa y calzado adecuados, proteger las manos con guantes y usar un pasamontaña si es necesario. En caso de humedad elevada o lluvia, se utilizarán prendas y calzado impermeables.
- Incrementar el consumo de líquidos por pérdidas de estos. Es aconsejable tomar bebidas templadas, dulces y evitar el consumo de alcohol.
- La dieta ha de ser equilibrada y suficiente para contrarrestar el gasto derivado del esfuerzo físico.
- Evitar, en la medida de los posible, posturas estáticas y especialmente forzadas.

Protección en caso de fuerte viento y tormentas:

- Evitar situarse debajo o cerca de árboles, postes y sobre todo de tendidos eléctricos para evitar el riesgo de electrocución en el caso de rayos o aplastamiento en caso de fuerte viento.
- No cobijarse en cuevas húmedas ni junto a cursos de agua o cercas de alambre. Cobijarse en cabañas o chozas cerrando puertas y ventanas, cobijarse en masas densas de árboles o dentro de un automóvil.
- No circular con el tractor ni sobre una caballería. Evitar los lugares elevados.
- Si se encuentra en un descampado, y si es posible, tiéndase en el suelo y cúbrase con un plástico hasta que escampe.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Ropa de trabajo adecuada
- Impermeables

12.2 RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

12.2.1. EXCAVACIONES

Riesgos

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Colisiones y vuelco de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

Medidas preventivas

- Antes de comenzar los trabajos deberán de tomarse medidas para localizar y eliminar los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- Se intentará no trabajar en el interior de las excavaciones, y si se tiene que trabajar en su interior, se entibarán o ataluzarán todas las excavaciones de profundidad igual o superior a 1,30m (para un terreno estándar) y todas las que se observen en terreno inestable a cualquier profundidad, de manera que se garantice la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo algún trabajo en el interior.
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1m de su borde. No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2m del borde de la excavación.
- Las excavaciones en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno, de 90cm de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2m del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasen en 1m el borde de estas.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta del conductor. Las máquinas excavadoras y camiones sólo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.
- Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.
- Se seguirán las indicaciones descritas en la NTP 278: Zanjas. Prevención del desprendimiento de tierras.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón anti vibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

12.2.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS: DESMONTES Y TERRAPLENES

Riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (sobrecargas en bordes de excavacón, inexistencia de taludes, filtraciones de agua, excavación bajo el nivel freático).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (objetos suspendidos con grúas, materiales transportados en camiones).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de la maquinaria sin proteger).
- Atrapamiento por vuelvo de máquinas o vehículos (elevación o transporte de personas, caída de máquinas al interior de la excavación).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (lumbalgias por posturas inadecuadas en el uso de herramientas).
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos (contacto de maquinaria con líneas eléctricas enterradas o aéreas, falta de señalización de la ubicación de líneas enterradas).
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (ambiente con exceso de polvo).
- Incendios (por inadecuado almacenamiento del combustible, por rotura de conducciones enterradas).
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Medidas preventivas

Previa a los trabajos:

- En todos los casos se llevará a cabo un estudio previo del terreno para conocer la estabilidad de este. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de corte del terreno.
- Es conveniente el vallado de todo el perímetro con el fin de aislar la obra del exterior de esta, evitando así la intrusión de personas ajenas a la obra.
- Previamente al comienzo de los trabajos se estudiará las repercusiones del movimiento de tierras en las áreas colindantes y se gestionará ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios, tomando las medidas oportunas en su caso.

Acopio de material:

- Se impedirá el acopio excesivo de tierras al borde de la excavación, con el fin de evitar las sobrecargas, debiéndose guardar una distancia del borde de la excavación igual o superior a la mitad de la profundidad de ésta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso en que esa distancia será, por lo menos, igual a la profundidad de excavación.

Señalización:

- Se señalizará mediante red-malla de plástico, o en su defecto cinta (amarilla-negra) o método similar la existencia de taludes, siendo conveniente que se realice a unos 2m del borde, para evitar la aproximación excesiva de maquinaria pesada que pueda producir un desprendimiento o incluso la caída de la máquina.

Protección colectiva:

- Las áreas de trabajo en los que el avance de la excavación determine riesgo de caída en altura, se acotarán debidamente con barandilla de 0,90m de altura, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Caída en altura:

- Los trabajos realizados por trabajadores al borde del vaciado se efectuarán con ayuda de cinturones de seguridad amarrados a puntos fuertes previamente dispuestos.
- Con el fin de no provocar desniveles que pudieran originar caídas, el relleno progresará por igual en todos los puntos de la zona de trabajo.

Accesos:

- Para el acceso a la excavación se utilizarán preferentemente escaleras. Nunca se emplearán para tal fin elementos de la propia entibación o el tránsito por los taludes.

Desplomes:

- Los trabajos junto a taludes de dudosa estabilidad se paralizarán hasta el entibado adecuado de los mismos.
- Asimismo, se evitará el trabajo junto a entibaciones o apuntalamientos de cuya resistencia no se tenga seguridad, reforzándose previamente a la continuación de los trabajos.
- En taludes de terrenos con poca cohesión cuya entibación no sea posible, se colocarán, para la afirmación de estos, redes tensas o mallazos electrosoldados con gutinado posterior, como medidas alternativas.
- Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.
- El ángulo de inmovilización de los taludes será inferior al del talud natural del terreno.

Vuelco de maquinaria o vehículos:

- Los accesos de vehículos y maquinaria al fondo de las excavaciones se realizarán a través de rampa de anchura no inferior a 4,5m y una pendiente no superior al 12% en tramos rectos y al 8% en tramos curvos.
- En operaciones de descarga o vertido será necesario el auxilio de una persona experta.
- Toda la maquinaria por emplear deberá disponer de cabinas o pórticos de seguridad, debiendo hacer uso el maquinista del cinturón de seguridad del vehículo.
- Está prohibido utilizar la cuchara de la máquina como freno.
- Cuando sea necesario transportar la pala por pendientes con el cazo lleno se hará marcha atrás y éste estará a ras de suelo.

- Se colocarán topes para vehículos en aquellos lugares previstos para el vertido de escombros.
- Se preverá un sistema de evacuación de aguas para prevenir el exceso de aguas provenientes del nivel freático o de lluvias. Dicha evacuación se podrá efectuar igualmente mediante bombas de achique de aguas.

Caída de objetos desprendidos:

- En todo momento se evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Una vez colmados los camiones de transportes de tierras, dichas tierras serán tapadas mediante lonas o redes mosquiteras para impedir la caída de dicho material durante su transporte a vertedero.
- El vertido de material de relleno no se efectuará hasta tener la seguridad de que ningún operario, medio de ejecución o instalación provisional queden situados en la trayectoria de caída.

Atropellos o golpes con vehículos

- No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.
- Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, especialmente cuando exista un alto tránsito de máquinas y personal de a pie.
- Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.
- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
- No se permitirá la elevación o transporte de personas en máquinas no diseñadas expresamente para ello. Está prohibido específicamente el transporte de trabajadores en el interior de cazos o cucharas.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública contarán con un tramo horizontal de terreno consistente de longitud no menor de 6m.

Atrapamientos:

- Toda la maquinaria utilizada deberá disponer de sus resguardos debidamente colocados en evitación de atrapamientos por órganos móviles de transmisión o contactos térmicos.

Exposición a sustancias nocivas o tóxicas:

- Además del riego de agua necesario para la compactación del material, se regará en los lugares y momentos precisos para evitar la formación de polvo.

Riesgo eléctrico:

- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

Revisión:

- Se realizará una inspección visual de los distintos elementos del desmonte o terraplén tales como apuntalamientos, apeos, movimientos producidos por empujes del terreno, desprendimientos en coronación de taludes, etc.
- Se extremarán las precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.

Entibación:

- Se toma la profundidad de 1,30m como referencia para empezar a tomar medidas específicas (siendo necesario entibar, aunque no se llegue a los 1,30m en el caso de terrenos sueltos o poco consistentes, como referencia se tomarán medidas a partir de 0,80m).
- El ancho de la zanja deberá facilitar el movimiento del operario en el interior de esta.
- Toda entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia.
- No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,30m bajo el suelo.
- No se dejará en el fondo una altura de más de 70cm sin elementos de sustentación del terreno.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación.
- Los codales, o elementos de esta, no se usarán para ascender o descender, ni se usarán para la suspensión de conducciones ni cargas.
- Aun cuando los paramentos de la excavación sean aparentemente estables, se entibará siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura.

- En general las entibaciones, o partes de estas, se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior.
- Los codales no deben entrar a excesiva presión, sino que su colocación se realizará mediante cuñas.
- En la entibación de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a 1m.
- La tablazón de revestimiento de la zanja debe ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15cm, a fin de evitar la caída de materiales en la excavación.
- Se realizarán calas y estudio del terreno para decidir cuál es el sistema de protección pertinente, tales como: talud natural, talud de descarga, sistemas de entibación tradicionales (entibación ligera, semicuajada o cuajada) o sistemas de entibación con módulos metálicos (paneles o tablestacas).
- El tipo de entibación a emplear vendrá determinado por la naturaleza del terreno, por la existencia o no de solicitaciones y por la profundidad del corte. Como referencia en el caso de zanjas de profundidad menor de 7m, anchura menor de 2m, nivel freático inferior a la profundidad o rebajado y en terrenos no rocosos ni blandos o expansivos, el tipo de entibación será:

Disposición	**Solicitación**	**Profundidad P del corte en m**			
		< 1,30	**1,30 – 2,00**	**2,00 – 2,50**	**> 2,50**
Coherente	Sin solicitación	-	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitación de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

- Entibación no necesaria en general.

Cortes sin entibación: taludes.

- Para profundidades inferiores a 1,30m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.
- Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación es una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.
- Mediante la siguiente tabla se determinará la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación del talud respecto al suelo β no mayor de 60º y de la resistencia compresión del terreno.

TIPO DE TERRENO	ANGULO DEL TALUD ß	Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm2				
		0,25	0,375	0,5	0,625	>0,750
Arcilla y limos muy plásticos.	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media.	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas.	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
		(ALTURA MÁXIMA EN METROS)				

- Para ángulos comprendidos entre 60º y 90º (talud vertical), sin solicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse la altura máxima admisible mediante la tabla siguiente:

Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm2	Peso específico aparente γ en g/cm3				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	4,00	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,45	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,95	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

- Como medida de seguridad contra el “venteo” o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65m y contramesetas no mayores de 1,30m.
- El corte del terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal “S” entre la coronación del corte y el borde de la solicitación sea mayor o igual a los valores “S” de la siguiente tabla:

Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	ß>60	ß<60
Cimentaciones	D	D
Vial o acopio equivalente	D	D/2

Siendo “D” la altura entre el punto de apoyo de la solicitación y la base de la zanja.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.

- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón anti vibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo (para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad).
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

12.2.3. CIMENTACIONES

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (acopio inadecuado de materiales en el borde de la excavación, deslizamiento de tierra, fallo por entibaciones o apuntalamientos defectuosos).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque con objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas (cortes con sierra circular).
- Proyección de fragmentos o partículas (durante las tareas de corte de material, durante el vertido de hormigón).
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de maquinaria sin proteger, por hundimiento o caída de encofrados, con el cierre de la tolva de hormigonado).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos (con el líquido impermeabilizante a alta temperatura).
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas (manipulación de compuestos de cemento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Medidas preventivas

Previo a los trabajos:

- Previamente al comienzo de los trabajos se gestionará ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios, para así poder resolver las posibles interferencias.
- El personal encargado del vertido de hormigón tendrá la capacidad y formación necesaria para dichas tareas, tanto si se trata de hormigonado por bombeo, por cubos suspendidos desde la grúa o desde camión hormigonera.

Orden y limpieza:

- Para evitar caídas, torceduras, etc. es importante mantener el orden y la limpieza del lugar de trabajo mediante la recogida y retirada de escombros procedentes de derribos, restos de madera de desencofrado, etc.

Señalización:

- Se acotará el perímetro de la planta baja (con malla naranja en la zona exterior e interior), siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos, definiendo las vías de acceso necesarias y protegiendo estas con tejadillos o marquesinas.

Protección colectiva:

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90cm, con listón intermedio y rodapié de 15cm.
- Cuando exista necesidad de salvar zanjas, se hará uso de pasarelas de anchura mínima 60cm y con barandillas laterales a 90cm y listón intermedio cuando la profundidad sea mayor de 2m.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.

Caída en altura:

- Siempre que la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,50, se colocarán escaleras que tendrán una anchura mínima de 0,50m y una pendiente no superior a 1:4.
- Las escaleras de mano deberán utilizarse y cumplir con lo dispuesto en el apartado de “Análisis de riesgos y medidas de protección relativos a los medios auxiliares”, por lo que: se colocarán de forma que su punto más alto supere en al menos 1m la plataforma de desembarco, deberán tener zapatas antideslizantes y estar amarradas en su parte superior o punto de apoyo.
- Una vez montados los encofrados se comprobará la perfecta estabilidad de estos, así como el estado de los puntales, antes de permitir a nadie el acceso a los mismos.

Acopio de material:

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.
- Si los elementos almacenados son susceptibles de desplazarse, como es el caso de los tubos y similares, es necesario calzarlos, para evitar así movimientos indeseados de materiales.
- Los productos de la excavación que no se lleven a vertedero o los materiales a incorporar, se colocarán a una distancia de borde, igual o superior a la mitad de la profundidad de esta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso, en que esta distancia será por lo menos igual a la profundidad de excavación.

Desplomes:

- En la entibación o refuerzo de las excavaciones se tendrá en cuenta la sobrecarga móvil que pueda producir sobre el borde de estas la circulación de vehículos o maquinaria pesada.

Caída de objetos desprendidos:

- Los laterales de la excavación se sanearán, antes del descenso del personal, de piedras o cualquier otro material suelo o inestable, ampliando esta medida a las inmediaciones de la excavación, siempre que se adviertan elementos sueltos que pudieran se proyectados o rodar al fondo de esta.
- Siempre que el movimiento de vehículos pueda suponer peligro de proyecciones o caída de piedras u otros materiales sobre el personal que trabaja en las cimentaciones, se dispondrán a 0,60m del borde de estas un rodapié de 0,20m de altura mínima.

Izado de cargas:

- En todo momento se evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- Antes de izar cargas con la grúa se comprobará que dichas cargas están perfectamente aseguradas para evitar caídas imprevistas. Asimismo, se comprobará que los cables de la grúa no están deteriorados o deformados, procediendo a su sustitución en caso contrario.
- Para el transporte aéreo de elementos longitudinales se hará uso de eslingas y balancín, para así mantener la carga perfectamente equilibrada de dos puntos separados.
- Los elementos longitudinales (camisas, armaduras, etc.), en suspensión vertical, se dirigirán mediante sogas atadas al extremo libre y nunca directamente con las manos.
- No se usarán los flejes como asideros de carga.

Atropellos o golpes con vehículos:

- Se establecerán caminos distintos para acceso a la obra de vehículos y personas, debiendo estar perfectamente señalizados. Cuando necesariamente hayan de ser comunas se delimitará los de peatones por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.
- No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.
- Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.
- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
- No se permitirá la elevación o transporte de personas en máquinas no diseñadas expresamente para ello. Está prohibido específicamente el transporte de trabajadores en el interior de cazos o cucharas.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.

Vuelco de máquinas o vehículos:

- Las maniobras de aproximación de vehículos pesados al borde de la excavación serán dirigidas por un auxiliar. Siempre que no existan topes fijos se colocarán calzos a las ruedas traseras antes de iniciar la operación de descarga.

- Toda la maquinaria por emplear deberá disponer de cabinas o pórticos de seguridad, debiendo hacer uso el maquinista del cinturón de seguridad del vehículo.

Atrapamientos:

- Toda la maquinaria utilizada en el tajo deberá encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y con todas las medidas de protección colocadas (resguardos).

Riesgo eléctrico:

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Los vibradores de hormigón deberán disponer de una adecuada puesta a tierra.
- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Las mangueras eléctricas se colocarán amarradas a postes y circularán a cierta altura sobre el terreno (2m sobre lugares peatonales y 5m en los de vehículos), para evitar que puedan ser pisadas por personas o vehículos. Si ello no fuera viable se protegerán los cables en su intersección con las vías de circulación de vehículos mediante elementos resistentes como rasillas, tejadillos, etc.

Ruido:

- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posibles de las personas, haciendo uso de protectores auditivos en caso necesario.

Pilotes:

- El personal de pilotar será perfecto conocedor del sistema de pilotaje elegido, así como de la maquinaria empleada, debiendo estar dirigidos por un mando especializado.
- No se permitirá la presencia de personal ajeno a estos trabajos durante la ejecución de los pozos. Para ello se acordonará con banderolas o cinta la zona circundante.
- Cuando se deban alcanzar profundidades superiores a 2m se cercará el lugar de perforación a una distancia prudencial entorno al pilote, mediante barandilla rígida (ferralla, maderas, vallas peatonales, etc.).

- Los pozos excavados y en espera de ser hormigonados, permanecerán protegidos con barandillas rígidas en tanto persista el riesgo de caída.
- El acceso a los pozos se hará siempre a través de escaleras de mano metálicas de suficiente longitud y con taco antideslizante en su base.
- Siempre que el pilote rebase la superficie del terreno y sea preciso su descabezado, se protegerá convenientemente la armadura.
- El maquinista de la máquina de pilotaje usará en todo momento el cinturón anti vibratorio que deberá tener a su disposición.
- Durante la operación de excavación con la máquina de pilotaje, los operarios de a pie estarán situados a una distancia prudencial de la misma, en prevención de resultar afectados por una eventual proyección de partículas o materiales.

Muros:

- Previamente a la iniciación de los trabajos se estudiará la posible alteración en la estabilidad en áreas próximas a consecuencia de estos, para tomar medidas oportunas.
- En la excavación se evitará en lo posible el uso de medios manuales.
- Siempre que no se pueda dar a los laterales de la excavación talud estable se entibará.
- Cuando las zanjas de los cimientos tengan una profundidad superior a 1,50m se dispondrán escaleras distanciadas 25m como máximo.
- Siempre que se trabaje simultáneamente en distintos niveles se adoptarán las precauciones necesarias para la protección de los trabajadores ocupados en los niveles inferiores.
- En las operaciones de desencofrado se tomará la precaución de acotar las áreas donde podrían caer los tableros u otros elementos en previsión de accidentes.
- Los materiales procedentes de desencofrados se apilarán a distancia suficiente de las zonas de circulación y trabajo. Se quitarán de la madera los clavos salientes.
- En muros elevados, durante el ferrallado, los trabajadores estarán provistos de cinturón de seguridad y en el tajo se dispondrá de escaleras metálicas manuales y módulos de andamios con plataforma de trabajo y protección perimetral adecuadas al trabajo a desarrollar en el momento.
- Siempre que el procedimiento constructivo lo permita, se colocarán las plataformas de trabajo con sus correspondientes protecciones en los paneles de encofrado, antes de que estos sean colocados para el posterior hormigonado del muro.
- Siempre que sea obligado trabajar en altura sin protección de barandilla, andamio o dispositivos equivalente, será obligatorio el uso del arnés de seguridad, cuyos puntos de enganche se habrán establecido previamente.
- En las operaciones de impermeabilización el transporte de líquidos a alta temperatura se realizará en recipientes que no se llenarán más de 2/3 de su capacidad.
- Igualmente, el vertido de dichos líquidos se realizará con precaución para evitar derrames accidentales y salpicaduras.

Pantallas:

- Previamente a la iniciación de los trabajos se estudiará la posible influencia de estos en la estabilidad de edificaciones próximas.
- Para el acceso de vehículos a la zona de trabajo se construirán rampas procurando que su pendiente no sea superior al 8%.

- Cuando el acceso de peatones al tajo haya de realizarse obligadamente por la rampa para vehículos se determinará el mismo por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.
- En el caso de utilización de lodos bentónicos, se estudiarán los puntos conflictivos por donde pasarán las tuberías de aprovisionamiento de lodos y se preverán fosos de acopio del lodo debidamente protegidos.
- Igualmente se revisará periódicamente el correcto funcionamiento del filtro del silo de almacenamiento, así como la cimentación del depósito de lodos.

Revisión:

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.
- Se observará periódicamente la superficie del talud en especial después de periodos de lluvia para controlar la posible aparición de grietas que puedan significar un próximo desequilibrio de este. Si fuese preciso se dispondrán testigos o sistemas de medida que faciliten la observación.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.
- Las cadenas, cables, ganchos, cuerdas y demás aparejos de izar se revisarán periódicamente para asegurar el buen estado de estos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección.
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón anti vibratorio.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

12.2.4. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (desde el borde de encofrado de forjados, por huecos en forjados, a través de bovedillas a la planta inmediata inferior).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (mal apilado de materiales).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque con objetos inmóviles.

- Choque o contacto con objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de maquinaria sin proteger).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Incendios.
- Atropellos o goles con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Medidas preventivas

Orden y limpieza:

- Para evitar la pisada sobre objetos punzantes resulta fundamental mantener el orden y la limpieza en la zona de trabajo, debido a la gran cantidad de restos de desencofrado que en muchos casos aún tienen las puntas clavadas.
- No se deberán dejar nunca clavos en la madera (se extraerán o remacharán), salvo que ésta quede acopiada en lugar donde nadie pueda pisar.
- Al final de la jornada de trabajo se procederá a realizar operaciones de limpieza en las inmediaciones.
- Se mantendrá el lugar de trabajo libre de escombros y restos de materiales que entorpezcan el paso de vehículos o personas.

Señalización:

- Se acotará el perímetro de la planta baja (con malla naranja en la zona exterior e interior) definiendo las vías de acceso necesarias y protegiendo estas con tejadillos o marquesinas.

Protección colectiva:

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90cm, con listón intermedio y rodapié de 15cm.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2x2m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.
- Las horcas y redes de protección se colocarán a partir del primer forjado ejecutado y se izarán previamente la red y anclándolo al forjado superior y posteriormente elevando las horcas.
- Si no se realiza el entablado cuajado se montarán redes horizontales en:
    a) Crujías previo a la colocación de viguetas y bovedilla (en forjado tradicional).
    b) En apeos antes de la colocación de los casetones recuperables (en forjados reticulares).

- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera (sobre las puntas de los redondos, para evitar su hinca en las personas).

Caída en altura:

- En los fondos de las losas de escalera se clavarán listones atravesados para facilitar el acceso a plantas superiores y así lograr un tránsito más seguro.
- Una vez montados los encofrados se comprobará la perfecta estabilidad de estos, así como el estado de los puntales, antes de permitir a nadie el acceso a los mismos.
- Para la ejecución de encofrados de pilares se utilizarán medios auxiliares adecuados (castilletes protegidos). Nunca se trepará por los encofrados para el desenganche o colocación de estos.
- El acceso a encofrados de jácenas y vigas se hará con escalera de mano metálica. Cuando la altura sea superior a 3m se recomienda usar andamios-escalera.
- Para la ejecución de los forjados se utilizarán preferentemente el entablado cuajado que elimina en gran medida el riesgo de caída en altura durante la colocación de vigueta y bovedillas o casetones recuperables. Si bien se pondrá atención al andar sobre los tablones, procurando pisar siempre en la unión entre dos.

Equipo de protección individual:

- Además de las protecciones colectivas, para el encofrado de jácenas y pilares exteriores, los encofradores utilizarán arnés de seguridad.

Acopio de material:

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.

Incendios:

- En época de frío y ante la necesidad de hacer fuegos, se evitarán éstos directamente sobre los forjados o en la proximidad de materiales combustibles, utilizando para tal fin recipientes aislados.

Desplomes:

- Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asentamientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, las debidas a la compactación de la masa.
- Todos los puntales se colocarán sobre durmientes de tablón, bien nivelados y perfectamente aplomados.
- Cuando se coloquen puntales inclinados, se acuñará el durmiente de tablón, nunca el puntal. En estos casos se habrá de tener en cuenta el exceso de carga sobre el punto de apoyo de los puntales. Los puntales inclinados irán siempre arriostrados a puntales verticales.
- Es necesario realizar el hormigonado tratando de no desequilibrar las cargas que van a recibir los puntales, para lo cual se deberán tener en cuenta los ejes de simetría.
- Una vez los puntales entren en carga no podrán aflojarse ni tensarse y si por cualquier razón se viera en alguno de los puntales que trabaja con exceso de carga, se colocarán a su lado otros que absorban el exceso de carga sin tocar para nada el sobrecargado.
- Procurar no usar nunca los puntales a su altura máxima y en caso de que las necesidades de la obra obliguen a ello, estos puntales se deberán arriostrar transversalmente en las dos direcciones, utilizando para ello las abrazaderas que suministran las casas proveedoras.

- El montaje de sopandas y estructuras soporte de tableros para el encofrado de forjados, se realizará con todos los elementos necesarios, comprobando cangrejos, pasadores, camones y se desechará cualquier tablero, puntal, sopanda que presente evidencias de deterioro.
- No se golpearán las sopandas colocadas ya que esto puede dar lugar a que salten los anclajes.
- En general para la ejecución de forjados de una altura superior a 5m se recurrirá a cimbras o estructuras tubulares modulares, para asegurar un perfecto arriostramiento, evitando siempre los dobles apuntalamientos.

Caída de objetos desprendidos:

- Antes de proceder al vertido de hormigón se comprobará que el encofrado forma un conjunto estable.
- Se desecharán los materiales (maderas, puntales, etc.) que se encuentren en mal estado.

Izado de cargas:

- En todo momento se evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- El izado de material a los forjados se efectuará mediante bateas en cuyo interior se dispondrán los materiales a izar perfectamente inmovilizados, o bien eslingado las cargas de dos puntos como mínimo.
- Al recibirlas en planta se pondrá especial atención y se evitará guiarlas manualmente hasta que no se depositen en el forjado.
- Los tableros se izarán en bateas emplintadas o de forma que se asegure su estabilidad y no exista posibilidad de caída o desplome de estos.

Atrapamientos:

- Toda la maquinaria utilizada, y en especial la de confección de tableros y paneles (sierra, cepillo, etc.), deberá encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y con todas las medidas de protección colocadas.

Riesgo eléctrico:

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Ruido:

- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posibles de las personas, haciendo uso de protectores auditivos en caso necesario.

Encofrado de muros:

- Cuando la altura del encofrado sea inferior a 4m, los paneles se montarán con todos sus elementos en el suelo, previo a su izado y colocación.
- Cuando la altura del encofrado sea superior a 4 m, las uniones entre paños, retirada de eslingas, arriostramientos, etc., se realizarán con plataforma elevadora, con andamio tubular fijo o móvil, con plataformas de trabajo acopladas a paneles o con arnés de seguridad (con dispositivo anticaída enrollador, adaptando el cable de seguridad en la parte superior del panel para facilitar movimientos horizontales), siempre en este orden de preferencia.
- Los empalmes entre los paneles se realizarán previo arriostramiento de los paños anteriores, utilizando escaleras de mano debidamente aseguradas.

- Se preverá un sistema de sujeción de los tableros o paneles que evite su vuelco (apuntalamiento, etc.) y no se desengancharán de la grúa hasta que no esté asegurada dicha estabilidad.
- Se pondrá especial atención en la colocación de los paneles para evitar atrapamientos. Nunca se guiarán manualmente.
- El acceso a las plataformas se realizará con andamio con escalera incorporada, con escaleras incorporadas a la plataforma, con escaleras con aros incorporada al panel o bien con escalera de mano si la altura es menor de 4 m.

Desencofrado:

- El perímetro de la planta baja se mantendrá balizado de forma que se prohíba el paso de operarios bajo zonas de desencofrado.
- Se avisará al resto de los operarios del comienzo de las operaciones de desencofrado.
- La salida de materiales de desencofrado se realizará a través de plataformas de descarga situadas en las plantas sin afectar a las protecciones colectivas.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no se puede desprender la madera, es decir, desde el ya desencofrado.
- Se mantendrán los pasillos de acceso seguros mediante marquesinas de adecuada resistencia.
- El perímetro de las plantas y huecos en forjado donde se realicen los trabajos de desencofrado se protegerán con redes sólidamente sujetas a los forjados superior e inferior, para evitar la caída de personas o materiales.
- La retirada de las redes de simultaneará con la colocación de barandillas resistentes.
- No se desencofrará nunca de espaldas al vacío.
- Al finalizar las operaciones las maderas y puntales se apilarán de modo que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores.
- Si fuese necesario por el peligro que suponga la acción, los operarios deberán hacer uso de arnés de seguridad fijado a un punto seguro de la estructura.

Revisión:

- Diariamente, antes de iniciar los trabajos en los andamios, se revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.
- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección (para las operaciones de vertido líquido desencofrante).
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

12.2.5. TRABAJOS CON HIERRO (FERRALLADO)

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (mal apilado de materiales).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque con objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (proyección de partículas en operaciones de soldadura u oxicorte).
- Atrapamiento por o entre objetos (con la dobladora, por órganos móviles de maquinaria sin proteger).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.
- Exposición a agentes físicos: radiaciones no ionizantes (operaciones de soldadura y oxicorte).

Medidas preventivas

Orden y limpieza:

- Se ubicará un lugar adecuado para el almacenaje del material de ferralla. Este lugar será próximo al taller de ferralla donde se ejecutará el montaje de armaduras.
- Los restos o recortes se recogerán y acopiarán en lugar aparte para su posterior carga y transporte.
- Asimismo, se tendrá la zona de trabajo libre de restos de alambres o clavos mediante barridos periódicos.
- Al final de la jornada de trabajo se procederá a realizar operaciones de limpieza en las inmediaciones.

Señalización:

- Si el almacenamiento de ferralla pudiera presentar riesgo de tropiezo, golpes por su proximidad a zonas de paso u otros lugares de trabajo, ésta se señalizará utilizando algún distintivo (preferentemente amarillo-negro) en el punto de riesgo.

Protección colectiva:

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2 x 2 m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.
- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera (sobre las puntas de los redondos, para evitar su hinca en las personas).

Caída en altura:

- No se deberá caminar, dentro de lo posible, sobre los fondillos de las vigas. Para el acceso a las mismas, se hará uso de castilletes, andamios sobre ruedas, etc.
- No se circulará pisando directamente sobre la ferralla, se colocarán tableros o tablas de ancho suficiente (mínimo 60 cm) para que se circule por ellas. Estas pasarelas se utilizarán también para el hormigonado.
- Los operarios no treparán por la ferralla, sino que emplearán los medios auxiliares correspondientes: escaleras, andamios, pasarelas, etc.
- En los fondos de las losas de escalera se clavarán listones atravesados para facilitar el acceso a plantas superiores y así lograr un tránsito más seguro.

Equipo de protección individual:

- Si es necesario realizar alguna operación de corte con radial u operación de soldadura, se utilizarán gafas antiproyecciones en el primer caso y pantalla de soldador, guantes, polainas y peto de cuero en el segundo caso.

Acopio de material:

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.
- Los redondos de acero se acopiarán sobre durmientes de madera y de tal forma que no se permita su deslizamiento, evitando acopios en pilas superiores a 1,5 m.
- El material acopiado se repartirá con el fin de no sobrecargar los forjados, caso de que sea el lugar elegido para el acopio.
- Se deberá mantener una distancia de seguridad entre el acopio o almacenamiento de ferralla y el material eléctrico.

Izado de cargas:

- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- Para el transporte aéreo de hará uso de eslingas para coger la ferralla perfectamente equilibrada de dos puntos separados.
- Para desenganchar de la grúa la armadura de los pilares, se usarán torretas o plataformas elevadas, huyendo siempre de trepar por dichas armaduras.

- En la elevación y transporte de los paquetes de ferralla nunca se suspenderán de los latiguillos (alambres) de atado de los propios paquetes, éstos se ahorcarán (rodeando con la eslinga) siempre de dos puntos, formando un ángulo igual o menor a 90º.
- Las armaduras montadas nunca se transportarán en posición vertical (sólo para la ubicación exacta "in situ").

Atrapamientos:

- Toda la maquinaria utilizada en el tajo (sierra, dobladora, etc.), deberá encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y con todas las medidas de protección colocadas.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada no se guiará manualmente, sino con sogas en dos direcciones. Una vez colocada en posición, el aplomado ya si se realizará manualmente.

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- En las armaduras no se colgarán cables eléctricos ni focos de alumbrado.
- Se evitará siempre la intersección, contacto o atrapamiento de las mangueras eléctricas por la ferralla almacenada o la armadura ya elaborada.
- Se pondrá especial cuidado en la manipulación de elementos metálicos de gran longitud (tubos, redondos de acero, etc.) de manera que no se produzca el contacto con tendidos eléctricos aéreos.

Ruido:

- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posibles de las personas, haciendo uso de protectores auditivos en caso necesario.

Revisión:

- Diariamente, antes de iniciar los trabajos en los andamios, se revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.
- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.
- Antes del comienzo diario de los trabajos, se verificará el buen estado de la maquinaria a utilizar (dobladoras, cortadoras, etc.).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección (para las operaciones de vertido de líquido desencofrante).
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Prendas para soldadura (yelmo de soldador, manguitos, polainas, guantes y mandiles de cuero).
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

12.2.6. MANIPULACIÓN DE HORMIGÓN

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque con objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de maquinaria sin proteger).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Medidas preventivas

Orden y limpieza:

- Al final de la jornada de trabajo se procederá a realizar operaciones de limpieza en las inmediaciones.

Acopio de material:

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.

Protección colectiva:

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2 x 2 m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.

Caída en altura:

- El hormigonado de pilares, jácenas, muros y elementos verticales se realizará estando los trabajadores sobre plataformas adecuadas.
- Estas plataformas podrán ser andamiajes fijos o móviles. También existe la posibilidad de que el propio sistema de encofrado permita la colocación de elementos en ménsula como soportes de las pasarelas.
- Éstas en cualquier caso tendrán un ancho mínimo de 0,6 m y contarán con barandillas resistentes formadas por pasamanos a 0,9 m, listón intermedio y rodapié.
- Atropellos o golpes con vehículos:
- Durante el retroceso de los camiones hormigonera, nadie permanecerá detrás del mismo, debiendo ser dirigida la maniobra por personal especializado.

Izado de cargas:

- En todo momento se evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- El izado de material a los forjados se efectuará mediante bateas en cuyo interior se dispondrán los materiales a izar perfectamente inmovilizados, o bien eslingado las cargas de dos puntos como mínimo.
- Al recibirlas en planta se pondrá especial atención y se evitará guiarlas manualmente hasta que no se depositen en el forjado.

Riesgo eléctrico:

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Los vibradores de hormigón deberán estar disponer de una adecuada puesta a tierra.

Vertido de hormigón mediante cubo o cangilón:

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta. Por lo que se recomienda señalizar el nivel máximo de llenado del cubo, mediante pintura amarilla, para no sobrepasar la carga admisible.
- La abertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- La maniobra de aproximación se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruista.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados ni las entibaciones.
- Del cubo o cubilote penderán cabos de guía para ayudar a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimientos pendulares del cubo.

Vertido de hormigón por bombeo:

- El equipo encargado en el manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.

- Reducir al mínimo el número de codos y sobre todo evitar utilizar los de radio pequeño, para reducir las pérdidas de carga y taponamiento en la conducción.
- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto enviando masas de mortero de dosificación en prevención de posibles tapones y sobrepresiones internas.
- Se prohíbe introducir y utilizar la pelota de limpieza sin antes haber instalado la red de recogida al final de la conducción de la bomba. En caso de detención de la bola, se parará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal a elementos sólidos antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Si se produce algún taponamiento eliminar la presión del tubo y parar la bomba para proceder a su destaponamiento. En primer lugar, localizar el atasco golpeando distintas secciones de tubería y por el sonido determinar el punto exacto, aflojando a continuación la brida más próxima al atasco.
- A la salida del conducto se debe instalar un amortiguador de chorro para disminuir la presión del hormigón.
- La manguera terminal de vertido será gobernada a la vez como mínimo por dos operarios para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- El hormigonado de pilares y elementos verticales se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes de hormigonado.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando el libro de mantenimiento del camión bomba.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección (para las operaciones de vertido de líquido desencofrante).
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

12.2.7. MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS PESADOS

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (desplome de piezas prefabricadas).

- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles (transporte en suspensión de grandes piezas).
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos (de manos o pies al recibir las piezas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas

- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.
- Se deben prevenir riesgos por deslizamientos de cargas sobre sus puntos de apoyos y la de pesos suspendidos mediante maniobras de apuntalamiento, trincado, acompañamiento de vientos, órdenes concretas y directas del gruista y cualquier otra que evite los movimientos imprevisibles de las cargas.
- La orientación de los prefabricados se hará mediante cabos o cuerdas guía situados en los laterales de la pieza.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- Los trabajos se suspenderán en condiciones meteorológicas adversas: lluvia, vientos de velocidad mayor de 40 km/h, etc.

Equipos de protección:

- Dada la dificultad para efectuar estos trabajos con una barandilla de por medio, se dispondrán cables fijadores, líneas de vida o puntos fuertes donde amarrad los mosquetones de los arneses de seguridad.
- En los trabajos de montaje de la cubierta se tenderán redes horizontales en previsión del riesgo de caída de altura.

Previo al izado:

- Para el izado y transporte de cargas se ayudará de las indicaciones de un ayudante, que será el que irá dando las instrucciones al gruista para la elevación y transporte de cargas. El gruista tiene la obligación de no cumplir más que las órdenes del ayudante.
- Antes de manejar una carga se debe conocer su peso.
- Se respetarán los límites de carga admisible y se tendrán en cuenta las especificaciones del fabricante en el izado de cargas.
- El amarre de la carga debe ser el adecuado, mediante la utilización de elementos apropiados según peso, volumen, forma y características de la carga, siendo muy recomendable el uso de balancín para la manutención de este tipo de prefabricados (placas de hormigón alveolar), sobre todo en el montaje de la cubierta.

Gruista:

- El gruista debe ser una persona cualificada, dominar su profesión y apta para el puesto de trabajo a desempeñar.
- El gruista deberá dominar toda la zona de operaciones, tanto para el amarre y elevación de cargas como para el traslado y descenso de estas.
- Antes de levantar una carga el gruista debe tensar las eslingas y elevar ligeramente la carga para comprobar el equilibrio de esta.
- No elevará la carga hasta que el ayudante de indicación compruebe que no existe ningún operario sujeto a la carga.
- Si la carga está mal equilibrada o amarrada, el gruista debe avisar y depositar la carga para que se sujete de nuevo.
- No dejar nunca la carga suspendida encima de un paso de personal.
- El movimiento de descenso de la carga sólo se debe hacer cuando la carga no tenga ninguna oscilación o balanceo. La velocidad de descenso debe ser adecuada.
- No se debe intentar colocar la carga más lejos imprimiéndoles movimientos de balanceo.
- Al depositar la carga, procurar no aprisionar las eslingas; aflojando las mismas un poco, para asegurarse que la carga es estable.

Acopio:

- Para el acopio de placas prefabricadas de hormigón, se seguirán las especificaciones del fabricante y, en todo caso, la altura será inferior a 1,5 metros.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.

Riesgo eléctrico:

- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.

Señalización:

- Se delimitará la zona de trabajo de la grúa con vallas o cintas para evitar que cualquier persona ajena al trabajo pase por ella.
- Se señalizará la estancia de la grúa de cara al tráfico, en caso de trabajos en la vía pública.
- Se instalarán señales de "Peligro, paso de cargas suspendidas" bajo los lugares destinados a su paso, así como la que obliga al uso del cinturón de seguridad.

Accesorios de elevación: eslingas, cadenas y ganchos.

- Todas las eslingas, cadenas y ganchos llevarán una placa o anillo que indique la carga que puede soportar.
- Todas las eslingas que se utilicen deberán ser iguales.
- En función del peso de la carga se debe consultar el cuadro de eslingas y si no se dispone de diámetro conveniente se debe tomar una eslinga de diámetro superior. No se deben utilizar eslingas demasiado débiles para la carga a manejar.
- Está prohibido elevar las cargas sobrepasando el límite autorizado por el constructor.
- Se desecharán las eslingas y cadenas que presenten los más mínimos indicios de deterioro.
- Proteger las eslingas contra las aristas vivas de las cargas.
- Evitar doblar las eslingas con radios de curvatura demasiado pequeños.
- Cuando se utilicen cadenas, las aristas de la carga deben coincidir con la articulación de dos eslabones y no con el centro del eslabón. Es recomendable utilizar una cuña o taco de madera.
- Se deben evitar las torsiones de los eslabones y asegurarse de que están bien colocados.
- En cuanto a la colocación del gancho, se debe hacer coincidir el gancho de elevación con la vertical del centro de gravedad de la carga.
- El factor de seguridad de las cadenas será por lo menos de 5, bajo la carga nominal total. Además, los anillos, ganchos, eslabones y argollas de los extremos de cadenas serán de la misma calidad de material.
- Las personas que empleen cadenas serán cuidadosamente instruidas con relación a las cargas admisibles y a los cuadros indicativos.
- Está prohibido trabajar con nudos en las cadenas o unir dos cadenas mediante un nudo entre ambas. Así como empalmar cadenas introduciendo un perno entre dos eslabones.
- No se deben utilizar martillos u otras herramientas similares para forzar a que entre un gancho en un eslabón.
- No se debe trabajar con ángulos de abertura muy abiertos, pues los esfuerzos a que se ven sometidos las eslingas y cadenas aumentan considerablemente. Siempre se debe trabajar con ángulos de abertura de ramales inferiores a 90º.
- Se debe proteger las cadenas y eslingas de la intemperie, de variaciones climáticas acusadas o de ambientes corrosivos.
- Los ganchos en los aparatos de izar tendrán las siguientes características:
    - Serán de acero o hierro forjado.
    - Estarán equipados con pestillo de seguridad u otro dispositivo de seguridad, o conformado de tal manera, cuando la naturaleza de la carga así lo requiera, que evite que las cargas salgan.

- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.

- Todos los elementos (eslingas, cadenas y ganchos) se inspeccionarán cada día y previo al comienzo de los trabajos por el responsable del tajo, desechándose todos aquellos que presenten el más mínimo indicio de deterioro.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

12.2.8. ALBAÑILERÍA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas

Orden y limpieza:

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando de escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar cascotes directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

Señalización:

- Se acotarán a nivel de terreno, las zonas que se vean afectadas por los trabajos de cerramiento, para evitar el paso o permanencia de otros operarios en la zona ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas. En caso contrario se dispondrán de marquesinas.

Transporte de material:

- El material cerámico se izará sin romper los flejes o envoltura de P.V.C. con las que suministre el fabricante, para evitar riesgos por derrame de la carga. Previamente al izado se comprobará el estado de las envolturas y caso de encontrarse deteriorado se izará en plataformas emplintadas con el material perfectamente amarrado.
- El izado de ladrillos, bloques y en general material de tamaño reducido y suelto, se hará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas (bandejas, cubos o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles), vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.
- La cerámica paletizada transportada con grúa se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga de ladrillo, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de pallets se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Caída de objetos:

- Se prohíbe izar fábricas de gran superficie bajo régimen de vientos fuertes al poder ser derribados sobre el personal.
- Se prohíbe trabajar junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridas 48 horas si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, al poderse derrumbar sobre el personal.
- Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio. Además, estas zonas deben estar acotadas.

Andamios:

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento, así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible (máximo 3 hiladas de ladrillo o 2 de bloque).

Plataformas de trabajo:

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.
- El acceso a las zonas de trabajo se hará siempre de forma segura. Se prohíbe pasarelas de un sólo tablón.

Protecciones:

- Se instalarán cables de seguridad en torno de los pilares próximos a la fachada para anclar a ellos los mosquetones de los arneses de seguridad durante las operaciones de replanteo, colocación de mira, ayuda a la descarga de planta y durante las labores de cerramientos de fachada.
- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

Riesgo de caída en altura:

- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe saltar del forjado, peto de cerramientos o alféizares, a los andamios colgados o viceversa.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.

Riesgo eléctrico:

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Sobreesfuerzos:

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
    - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
    - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
    - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
    - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
    - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
    - A medida que se levanta, hacer que las piernas, juntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión:

- Diariamente, antes de iniciar los trabajos en los andamios, se revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

12.2.9. SOLADOS Y ALICATADOS

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (en el corte de piezas, en trabajos con pasta, etc.).
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (operaciones de corte de piezas).

Medidas preventivas

Orden y limpieza:

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando de escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar escombros directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

Señalización:

- En solados en lugares de tránsito de personas se señalizará dichas zonas mediante banderolas o medio similar.

Transporte de material:

- El material cerámico se izará sin romper los flejes o envoltura de P.V.C. con las que suministre el fabricante, para evitar riesgos por derrame de la carga. Previamente al izado se comprobará el estado de las envolturas y caso de encontrarse deteriorado se izará en plataformas emplintadas con el material perfectamente amarrado.
- El izado de material de tamaño reducido y suelto, se hará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas (bandejas, cubos o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles), vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.
- La cerámica paletizada transportada con grúa se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Se prohíbe concentrar las cargas de material sobre vanos. El acopio de pallets se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Andamios:

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible.

Plataformas de trabajo:

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.

Protecciones:

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

Riesgo de caída en altura:

- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.

- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.

Contactos con elementos móviles:

- Estará terminantemente prohibido eliminar las protecciones (resguardos fijos o móviles) de las sierras de corte, radial o rotaflex.

Iluminación:

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Los portátiles de alumbrado estarán dotados de doble aislamiento, rejilla de protección de la bombilla, protegidos contra chorros de agua y estarán alimentados a 24 voltios.

Exposición a contaminante químico

- El corte de piezas cerámicas, placas de mármol, etc., se efectuará en vía húmeda en evitación de lesiones por trabajar en ambiente pulverulento.
- El corte de piezas en vía seca con sierra circular se efectuará situándose el cortador a sotavento, para evitar en lo posible respirar los productos de corte en suspensión.

Riesgo eléctrico:

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Sobreesfuerzos:

- Para el transporte de materiales (placas, sacos, etc.), se hará uso de carretillas manuales con el fin de evitar esfuerzos innecesarios.
- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
    - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
    - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
    - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
    - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
    - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
    - A medida que se levanta, hacer que las piernas, juntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión:

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.
- Rodilleras almohadilladas.

12.2.10. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas (dermatitis por contacto con cemento).

Medidas preventivas

Orden y limpieza:

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando de escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.

- Se prohíbe lanzar escombros directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

Señalización:

- En enfoscados y enlucidos en lugares de tránsito de personas se señalizará dichas zonas mediante banderolas o medio similar.

Transporte de material:

- Los elementos se izarán perfectamente flejados o atados.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir los elementos necesarios, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Los elementos longitudinales (miras, reglas, tablones, etc.) transportadas a hombro por un sólo hombre, irán inclinadas hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otros operarios.

Andamios:

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible.

Plataformas de trabajo:

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.

Protecciones:

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

Riesgo de caída en altura:

- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.

- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.

Iluminación:

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Los portátiles de alumbrado estarán dotados de doble aislamiento, rejilla de protección de la bombilla, protegidos contra chorros de agua y estarán alimentados a 24 voltios.

Riesgo eléctrico:

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Sobreesfuerzos:

- Para el transporte de materiales (sacos de aglomerantes o áridos, etc.), se hará uso de carretillas manuales con el fin de evitar esfuerzos innecesarios.
- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
  - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
  - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
  - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
  - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
  - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
  - A medida que se levanta, hacer que las piernas, juntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión:

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

- Arnés de seguridad.

12.2.11. PINTURA Y BARNIZADO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios colgados, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas (rotura de las mangueras de los compresores).
- Proyección de fragmentos o partículas (gotas de pintura, motas de pigmentos).
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas (dermatitis por contacto con cemento).
- Incendios y explosiones (empleo de sustancias inflamables).
- Exposición a contaminante químico (inhalación de disolvente orgánicos).
- Exposición a agentes físicos: iluminación.

Medidas preventivas

Orden y limpieza:

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando la zona diariamente.

Señalización:

- En trabajos de pintura y barnizado en lugares de tránsito de personas se señalizará dichas zonas mediante banderolas o medio similar.
- Sobre la hoja de la puerta de acceso al almacén de pinturas se colocará sendas señales de “peligro de incendio” y de “prohibido fumar”.

Andamios:

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento, así como las fijaciones necesarias a la fachada.

- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible.

Plataformas de trabajo:

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.

Protecciones:

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (pintado de barandillas, mochetas, dinteles, frentes de forjados en terrazas, proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.
- Estará terminantemente prohibido eliminar las protecciones (resguardos fijos o móviles) de los compresores en previsión de contacto con elemento móvil o de quemaduras.

Riesgo de caída en altura:

- En el caso de pintado de torres se cumplirá en todo momento con lo indicado en el apartado de “Trabajos en torres o mástiles con sistema anticaída instalado” así como en “Trabajos en apoyos metálicos de celosía sin sistema anticaída instalado”.
- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.

Iluminación:

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Los portátiles de alumbrado estarán dotados de doble aislamiento, rejilla de protección de la bombilla, protegidos contra chorros de agua y estarán alimentado a 24 voltios.

Exposición a contaminante químico:

- Seguir las recomendaciones recogidas en las fichas de seguridad de las pinturas y disolventes.
- El vertido de pigmentos en el soporte (acuoso o disolvente) se realizará desde la menor altura posible, en evitación de salpicaduras y formación de atmósferas pulverulentas.
- Se prohibirá fumar y comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos, así como en aquellos lugares donde se almacenen.
- Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.

- Las operaciones de lijados (tras plastecidos o imprimidos) y las de aplicación de pinturas se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente (ventanas y puertas abiertas) de aire para evitar la inhalación de polvo o gases nocivos.
- Queda prohibido mantener o almacenar botes de pintura o disolventes sin estar perfectamente cerrados.

Incendio y explosiones:

- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para así evitar el riesgo de explosión o de incendio.
- Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" de las instalaciones (tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc.) durante los trabajos de pintura.
- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso del almacén de pinturas.

Riesgo eléctrico:

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Equipos de Protección Individual:

- En la realización de tareas en las que se puedan proyectar fragmentos o partículas hay que utilizar equipos de protección individual certificados que protejan los ojos.
- Para ello, en el caso de realizar tareas en las que se proyecten partículas, sólidas o líquidas, pero que no impacten agresivamente, se deben utilizar gafas de seguridad del tipo montura panorámica.
- Se deberá utilizar equipos de protección respiratoria adecuados al contaminante químico (para lo cual se recomienda consultar las fichas de seguridad y al proveedor del equipo de protección).
- Se utilizarán guantes de protección contra agresivos químicos orgánicos para evitar contactos con la piel del trabajador.

Sobreesfuerzos:

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
    - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
    - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
    - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
    - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
    - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.

- A medida que se levanta, hacer que las piernas, juntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión:

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Protección respiratoria (mascarilla con filtro químico recambiable, específico para el producto químico a utilizar).
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

12.2.12. CARPINTERÍA METÁLICA Y DE MADERA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a contaminante químico: humos metálicos (procesos de soldadura).
- Exposición a agente físico: radiación no ionizante (procesos de soldadura).

Medidas preventivas

- El cuelgue de hojas de puerta, marcos correderos o pivotantes y asimilables se efectuará por un mínimo de una cuadrilla, para evitar el riesgo de vuelcos, golpes y caídas.

Orden y limpieza:

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando los escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante

trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.

- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar desperdicios directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

Señalización:

- Se acotarán a nivel de terreno, las zonas que se vean afectadas por los trabajos para evitar el paso o permanencia de otros operarios en la zona ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas. En caso contrario se dispondrán de marquesinas.

Transporte de material:

- Los elementos se izarán perfectamente flejados o atados.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir los elementos necesarios, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Los tramos metálicos longitudinales transportados a hombro por un sólo hombre irán inclinados hacia atrás, procurando que la punta que va por delante esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otros operarios.

Protecciones:

- En proximidad de huecos se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

Riesgo de caída en altura:

- En operaciones donde se tengan que instalar elementos en el exterior de fachadas se utilizará el arnés de seguridad.
- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe saltar del forjado, peto de cerramientos o alféizares, a los andamios colgados o viceversa.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.

Proyección de partículas:

- En la realización de tareas en las que se puedan proyectar fragmentos o partículas se utilizará Equipos de Protección Individual certificados que protejan los ojos.
- Los equipos de trabajo utilizados deberán estar provistos de sus protecciones, tales como resguardos o pantallas, que cumplen con la función de evitar atrapamientos y evitar que salgan fragmentos o partículas de los materiales hacia el trabajador.

Trabajos con la madera:

- Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica manual en obra se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente de aire, para evitar las atmósferas con polvo excesivo.

- Se puede producir intoxicación por polvo de maderas tropicales (teca, abebay, etc.), por lo que cuando se usen estos materiales se extremarán las precauciones, favoreciendo una adecuada ventilación y el uso de adecuadas mascarillas.

Exposición a contaminante químico:

- Cuando se usen pegamentos, disolventes, etc. se dispondrá de una adecuada ventilación, recurriendo a un sistema de ventilación forzada si fuera necesario.
- Se prohíbe fumar y comer en lugares donde se esté trabajando con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.

Incendios:

- Se evitará acumular excesivas virutas ni serrín.
- Los revestimientos se almacenarán totalmente separados de colas y disolventes.
- Se prohíbe fumar en los lugares donde se esté trabajando con colas y disolventes.
- El almacén de colas y barnices se ubicará en lugar ventilado y se prohibirá fumar, señalizándolo adecuadamente.
- Las bombonas de gases se almacenarán en lugar específico, bajo llave.

Operaciones de soldadura:

- Se seguirán las normas establecidas en el apartado de “Soldadura oxiacetilénica y oxicorte”.
- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o incendio.
- Queda terminantemente prohibido la soldadura en exteriores durante el tiempo lluvioso. Igualmente se prohíbe la soldadura en zonas cuyo grado de humedad podría dar lugar a descargas.

Iluminación:

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.

Riesgo eléctrico:

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Sobreesfuerzos:

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada o bien buscar la forma de dividirla.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:

- Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
- Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
- Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
- Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
- Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
- A medida que se levanta, hacer que las piernas, juntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión:

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protecciones de seguridad instalados y en buen estado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas para proyección de partículas.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.
- Calzado de protección con plantilla anticlavos.
- Guantes de seguridad certificados contra agresivos mecánicos.
- Equipos para soldadura: guantes, manguitos, polainas, cubrepiés y mandiles de cuero, pantallas o gafas de soldador.
- Arnés de seguridad.

12.2.13. USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a agentes físicos radiaciones no ionizantes.
- Contactos eléctricos.
- Quemaduras.

Medidas preventivas

Formación:

- La instalación provisional será realizada por personal especializado.

Cuadros eléctricos:

- Los cuadros eléctricos estarán ubicados en lugares de fácil acceso y no peligrosos, manteniéndose cerrados bajo llave y con indicación en la puerta del peligro por contacto eléctrico.
- No se permitirá la manipulación de la instalación si no se tiene la formación y autorización necesarias para ello.

- No se manipulará ningún equipo de trabajo bajo tensión.

Conexiones:

- Para la desconexión de los equipos nunca se tirará directamente de la manguera sino del propio enchufe.
- Se utilizarán elementos de conexión adecuados, tales como clavijas, prohibiéndose la conexión con cables pelados.
- No deben instalarse adaptadores (ladrones) en las bases de toma de corriente, ya que existe el riesgo de sobrecargar excesivamente la instalación; ni deben utilizarse cables dañados, clavijas de enchufe resquebrajadas o equipos cuya carcasa tenga desperfectos.

Protecciones:

- Todas las masas susceptibles de estar en tensión estarán puestas a tierra, reafirmándose lo anteriormente indicado en el caso de grupos electrógenos.
- Estará terminantemente prohibido puentear o anular cualquier dispositivo de protección existente: magnetotérmicos, interruptores diferenciales, etc.

Aislamiento:

- Debe evitarse realizar reparaciones provisionales. Los cables dañados hay que remplazarlos por otros nuevos. Caso de ser necesario, los empalmes en los conductores serán realizados de tal forma que se mantengan las condiciones de aislamiento.
- Los conductores eléctricos se protegerán mediante canalizaciones de caucho duro o plástico, cuando estén depositados sobre el suelo en zonas de tránsito o de trabajo.

Humedad:

- Se evitará la utilización de equipos eléctricos en caso de lluvia o humedad, cuando los cables u otro material eléctrico atraviesen charcos, los pies pisen agua o alguna parte del cuerpo esté mojada.
- En los locales húmedos será preceptivo la utilización de tensiones de seguridad de 24 V.

Defectos:

- Los operarios deberán avisar inmediatamente a su superior ante cualquier fallo o anomalía.
- Las herramientas eléctricas cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado de forma inmediata.

Comprobaciones:

- Se deberá comprobar quincenalmente el correcto funcionamiento e instalación de los elementos de los que consta la puesta a tierra: electrodos, conductores de protección, línea principal de tierra y derivaciones de la línea principal de tierra.
- Se comprobará quincenalmente el funcionamiento de los interruptores diferenciales a través del pulsador de prueba.
- Los conductores y enchufes eléctricos se deben revisar de forma periódica y sustituir los que se encuentren en mal estado.

Iluminación:

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación, se debe completar los puntos de luz con alumbrado portátil, si fuera necesario.

- En el caso de disponer de iluminación portátil, se efectuará utilizando portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios o protegidos contra chorro de agua.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad aislante de la electricidad.
- Calzado de seguridad.

12.2.14. CARGA Y DESCARGA

Riesgos

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choque con objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Medidas preventivas

Recomendaciones generales:

- La carga y descarga de materiales y otros elementos pesados exige como medida previa la inmovilización segura del vehículo mediante freno, velocidad y cuña en las ruedas.
- Las operaciones se realizarán fuera de vías de circulación; si no fuera posible se hará sin ocasionar perjuicios, peligros o perturbaciones; sobre el lado más próximo al borde de la calzada y con el personal y medios necesarios para concluirlas en el menor tiempo.
- Antes de iniciar la maniobra se comprobará que el peso a soportar no exceda del permitido en el aparato.
- Se emplearán eslingas de cable con preferencia de las de cadena.
- Aquellas no se apoyarán sobre cantos vivos que puedan deteriorarlas.
- Las anillas, ganchos y argollas, deberán mantenerse en prefecto estado.

Precauciones durante el izado:

- El esfuerzo ejercido será gradual, nunca súbito.
- El tiro, especialmente en el movimiento de arranque, será siempre vertical, jamás inclinado.

Maquinaria:

- Las grúas móviles sobre vehículos a motor no deben funcionar sobre terreno en pendiente debido al riesgo de vuelco.
- El conductor prohibirá que ninguna persona permanezca en la cabina o en la caja, así como tampoco en la trayectoria a efectuar por la grúa y carga.

- La grúa será manejada por un solo empleado responsable y debidamente instruido y asimismo y en caso de ser necesario sólo un operario será el que dé las instrucciones a aquel respecto a los movimientos a efectuar.

Señalización:

- En caso necesario de ocupar calzadas de tránsito rodado se habrá de señalizar su presencia, según lo indicado en la Orden de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Norma de Carreteras 8.3-IC, "Señalización de Obras", modificada por el R.D. 208/1989.

Revisión:

- Se revisará el estado de los enganches y de los cables. Estos no estarán deshilachados, aplastados o formando cocas; se enrollarán sólo en tambores, ejes o poleas que estén provistos de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- Si las eslingas son textiles se tendrá en cuenta:
  - Se emplearán eslingas identificadas en cuanto al material constituyente y a su carga máxima de utilización (CMU).
  - No se utilizará una eslinga dañada. A este fin, se examinará en toda su longitud, antes del uso, apreciando: estado de la superficie, presencia de cortes longitudinales o transversales en la cinta, cortes o abrasión de las orillas, deficiencias de las costuras, daños de los ojales, etc. Las eslingas con cortes de las orillas serán retiradas inmediatamente del servicio.
  - No se emplearán eslingas de lazo, de forma intensiva, sin reforzar el ojal de modo apropiado. Se evitarán los ángulos de abertura del ojal superiores a 20 grados.
  - Las eslingas no presentarán nudos y carecerán de torsiones en el momento de aplicarle esfuerzo. Se protegerán de abrasiones o cortes cuando las cargas tengan bordes agudos. En los desplazamientos las eslingas no se arrastrarán.

Equipos de Protección Individual:

- Utilice botas de seguridad antideslizantes y puntera de seguridad cuando maneje objetos pesados. Use guantes de protección, gafas de seguridad o cualquier otro equipo de protección personal necesario cuando la carga a transportar presente riesgos adicionales.

Equipos de Trabajo:

- Solicite ayuda si la carga es pesada, voluminosa, peligrosa, inestable o la distancia a transportar sea grande. Utilice medios mecánicos auxiliares tales como carretillas automotoras, carros, traspalets, grúas y polipastos, etc., antes de hacerlo manualmente.
- Cuando utilice carros o traspalets para el transporte de materiales, mantenga control visual de la carga que transporte, es recomendable empujar la carga y no tirar de ella.
- Si transporta una carga con ayuda de uno o más compañeros, sólo uno será el responsable de dirigir la maniobra.

Recomendaciones para el levantamiento manual de cargas:

- Verifique y evite que las zonas de paso por las que va a transportar la carga presenten obstáculos, aceite, suciedad o humedad en los suelos.
- Inspeccione el lugar donde dejará la carga antes de transportarla y cerciórese de que es estable y seguro. Prepare el lugar donde dejará la carga si es necesario, colocando listones como base que permita posicionar el objeto sin riesgo para las manos, por ejemplo.
- Analizar previamente la carga:

- El peso de la carga no deberá exceder los 40 kg para un trabajador entrenado o los 25 kg para el resto.
- Las zonas de agarre, el contenedor o el recipiente de la carga, deberán ofrecer la suficiente estabilidad y resistencia.
- Si presenta aristas vivas, cortantes, astillas, objetos punzantes, etc., utilizar guantes de protección adecuados.

- Sitúese lo más cerca posible de la carga, con los pies bien apoyados en el suelo.
- Coloque los pies con una separación entre sí similar al ancho de las caderas o a unos 50 cm aproximadamente, con un pie ligeramente más adelante que el otro para proporcionar más estabilidad.
- Flexione las piernas para coger la carga del suelo y aproxímese lo más posible a la carga, manteniendo la espalda recta.
- Sujete firmemente la carga, utilizando las palmas de las manos y las falanges de los dedos. Conserve los brazos y codos lo más pegado posible al cuerpo.
- Levante la carga utilizando las piernas con un movimiento de extensión, manteniendo la espalda recta, metiendo la barbilla (a fin de que el cuello y la cabeza se alineen con el plano de la espalda), con el abdomen contraído y manteniendo la posición de los brazos.
- No levante una carga pesada por encima de la cintura en un sólo movimiento, una vez erguido, utilice los brazos para hacer fuerza.
- Procure mantener, en la medida de lo posible, los brazos extendidos durante la manipulación manual de cargas, para evitar un esfuerzo y fatiga innecesario.
- No realice giros del tronco, inclinaciones laterales o doble la espalda mientras sostiene o transporte una carga pesada, sólo utilice las piernas para realizar cualquier movimiento o desplazamiento. Camine con la espalda erguida.
- Evite que la carga le impida ver lo que está delante y lleve la carga bien equilibrada.
- Procure llevar cargas en forma simétrica, evite levantar cargas pesadas con un brazo.
- Para dejar una carga en el suelo, observe el procedimiento para levantar la carga; para dejarla en una mesa o estantería, procure situarse lo más próximo a ella, apoye la carga y luego posiciónela en su lugar rodándola o deslizándola.
- Utilice el propio peso de su cuerpo para reducir el esfuerzo que se vaya a realizar, como contrapeso para frenar el descenso de una carga, para desequilibrar un objeto que queremos mover, etc.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad aislante.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y puntera reforzada.
- Guantes de protección.

12.2.15. TRABAJAS EN APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA SIN SISTEMA ANTICAÍDA INSTALADO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.

- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contacto térmico.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a agentes físicos: radiaciones no ionizantes.

Medidas preventivas

Formación y certificado de aptitud:

- Los trabajadores que realicen este tipo de trabajos deberán estar adecuadamente formados, debiendo poseer un dominio teórico y práctico de las técnicas de acceso mediante cuerdas. Sin este requisito esencial no se acometerán este tipo de trabajos.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos en apoyos sin sistema anticaídas instalado deberán poseer certificado de aptitud o reconocimiento médico específico en el que conste “apto para trabajos en altura”.

Incompatibilidades:

- El personal que realice los trabajos descritos no podrá ser trabajadores pertenecientes a Empresas de Trabajo Temporal puestos a disposición de la empresa usuaria, en cumplimiento del artículo 8 del R.D. 216/99.
- Las personas que estén recibiendo medicación que produzca somnolencia u otros efectos secundarios deberán consultar con un médico si pueden realizar este tipo de trabajos.
- Queda prohibido la realización de trabajos en altura bajo los efectos del alcohol o de algún tipo de droga. Está prohibido fumar cuando se trabaja en altura.
- Los trabajadores provistos de marcapasos se abstendrán de permanecer en las cercanías de los centros emisores de radiación (antenas, parábolas, líneas de alta tensión, etc.).

Organización del trabajo:

- Antes de comenzar cualquier trabajo, el Responsable de los Trabajos y/o el Jefe de Brigada procederán a planificar adecuadamente los mismos (mejor vía de acceso, emplazamiento de la línea de seguridad, equipo de trabajo a emplear, medios de protección a utilizar, etc.) tanto por la seguridad del personal como ante la posible actuación de los equipos de socorro y emergencia.

Equipos de Protección:

- Es obligatorio la utilización de sistemas anticaídas cuando se realicen trabajos con riesgo de caída a distinto nivel (trabajos a más de dos metros del suelo), debiendo estar asegurados siempre a un punto fijo antes de soltarse del sistema anticaída. El amarre al punto fijo se realizará mediante ganchos de doble amarre que permitan un adecuado reparto de cargas.
- Todos los Equipos de Protección Individual y elementos auxiliares que se empleen deben estar homologados por el fabricante y deben llevar el marcado CE. No serán válidos para su uso y por

tanto estarán expresamente prohibidos, aquellos equipos de protección individual y elementos auxiliares que no cumplan esta condición.

- Revisión visual y manual siempre antes y después de realizar el trabajo los equipos de protección, en especial se verificará la ausencia de roturas desgarros, cortes o grietas en el arnés de seguridad, cabo de anclaje doble, cuerdas; ausencia de deformaciones ni oxidación en los mosquetones.
- El sistema anticaídas se colocará en la anilla pectoral del arnés, siempre por encima de la cintura, nunca por debajo.

Cuerdas:

- Se recomienda el uso de cuerdas semi-estáticas con una excelente resistencia a la abrasión y con unas propiedades semi-dinámicas capaces de soportar una posible caída.
- Sólo debe utilizarse en su función de seguridad y nunca como cuerda de servicio o de trabajo.
- Si se realizan nudos sobre ella, debe ser al menos un nudo en ocho u otro que no disminuya su carga de trabajo menos de un 60%.

Condiciones ambientales:

- En caso de helada o escarcha sobre la estructura de la torre no se realizarán trabajos hasta comprobarse visualmente que no existen restos de hielo sobre la misma y que el ascenso no entrañe el riesgo de posibles resbalones.
- No se iniciará ningún trabajo, o se suspenderán si estuvieran comenzados, en caso de condiciones climatológicas adversas: precipitaciones, fuerte viento (superior a 60 km/h), tormenta eléctrica, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
- Cuando se realicen trabajos sometidos a temperaturas extremadamente elevadas se pospondrán las acciones el tiempo necesario para que baje la temperatura, de forma que no se esté expuesto en ningún momento a un posible golpe de calor.
- No se realizarán trabajos en altura sin la suficiente luz diurna.

Montaje y sujeción a la línea de vida: ascenso del primer trabajador:

- El equipo mínimo de trabajo estará constituido por dos personas: una para ascender y ser la encargada de instalar la línea de seguridad y la otra de apoyo, asegurando al primero, situada en la base, alejada suficientemente de la estructura y con casco de seguridad.
- El operario situado en la base del apoyo instalará un punto de fijación en una peana distinta a la del ascenso, pasará la cuerda que va a su compañero por el modulador y fijará este aparato al punto de fijación avisándole que está preparado para asegurarlo. Durante toda la operación de instalación de la línea de seguridad, permanecerá siempre atendiendo a la progresión de esta, proporcionándole cuerda a medida que la va necesitando.
- Posteriormente, el operario que ascienda se atará la cuerda directamente y sin ningún otro elemento intermedio al anclaje pectoral del arnés, mediante un nudo en ocho.
- El operario procederá a ascender por el apoyo, y aproximadamente cada 2 metros (es importante respetar esta distancia ya que garantiza la eficacia del sistema al evitar en caso de caída, un factor y una fuerza de choque elevada) coloca una cinta de anclaje con mosquetón al travesaño horizontal de la torre, a través del cual va pasando la cuerda, de forma que a medida que va ascendiendo queda instalada la “línea de vida”.
- En el supuesto que en algún punto de la ascensión el trabajador sufra una caída, quedará sujeto por la cuerda en el último anclaje colocado, ya que el modulador bloqueará la cuerda impidiendo su deslizamiento.

- Cuando el operario llegue a la cruceta a la que tiene que trabajar, se desplazará horizontalmente por la misma colocando cintas de anclaje (cada 2 metros) y pasando la cuerda a través del mosquetón de cada cinta, hasta llegar al extremo de la cruceta, donde se anclará directamente a la misma, procediendo a continuación a sujetar la cuerda que llevaba en el anclaje pectoral, en el extremo de la cruceta, quedando de esta forma instalada la "línea de vida".

Montaje y sujeción a la línea de vida: ascenso del resto de trabajadores.

- La subida del resto de los trabajadores se realizará desmontando la cuerda del modulador y en su lugar se coloca el bloqueador con el contrapeso, con el fin de que se mantenga tirante.
- Los trabajadores que suben emplearán el dispositivo anticaídas deslizante, basado en un mecanismo de bloqueo, de forma que si el trabajador cae, el dispositivo se bloquea. Este dispositivo funciona tanto en el ascenso como en el descenso, su colocación debe realizarse de manera que la flecha quede hacia arriba.
- Durante el ascenso del segundo trabajador, cada vez que alcanza un punto de anclaje, suelta la línea de seguridad del mosquetón para permitir el paso del dispositivo anticaídas deslizante dejándola suelta para facilitar el paso de posteriores trabajadores.
- Cuando el segundo trabajador llega al anclaje donde se inicia el desplazamiento horizontal por la cruceta, se asegura al apoyo con el dispositivo de doble amarre alternativo, a continuación se suelta del dispositivo anticaídas deslizante y realiza un nudo en el mosquetón de anclaje, para de esta forma independizar el tramo vertical del horizontal.
- El tramo horizontal queda preparado para asegurar al trabajador, utilizando una cuerda doble o un dispositivo anticaídas de cinta; el tramo vertical queda liberado para el ascenso del resto de los trabajadores asegurados con sus propios dispositivos anticaídas deslizantes.

Descenso del apoyo de los trabajadores:

- Para efectuar el descenso el proceso a seguir será el inverso al empleado durante el ascenso, el último trabajador desmontará todo el sistema con el mismo procedimiento, el operario que asegura desde la base del apoyo, irá recuperando cuerda a través del modulador a medida que el primero vaya descendiendo, procurando mantenerla ligeramente tensa y sin desequilibrarlo.

Sujeción en puntos de trabajo:

- Siempre se trabajará estando anclado a dos puntos diferentes que permitan en caso de caída un equilibrio de cargas.

Exposición a campos electromagnéticos:

- Resulta fundamental, evitar las exposiciones innecesarias a los campos electromagnéticos (radiofrecuencias y microondas) por lo que se aconseja:
  - Eliminar la fuente de radiación: siempre que sea posible los trabajos se realizarán con los equipos ya montados apagados (antenas, parábolas, etc.).
  - Mantener una distancia de seguridad: se evitará permanecer y trabajar cerca de los equipos emisores, en especial, estará prohibido situarse frente a las antenas parabólicas.
  - Limitar el tiempo de exposición: realizar las operaciones que se puedan (montaje de partes de equipo, etc.) lejos de la fuente emisora (en la base de la torre).

Riesgo eléctrico:

- Los trabajos se ejecutarán teniendo presente lo indicado en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Antes de iniciar cualquier trabajo en proximidad de elementos en tensión, se debe determinar la viabilidad de este, teniendo en cuenta que deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo se lo permita.
- Se deberá guardar en todo momento una distancia de seguridad entre el punto más próximo en tensión (sin proteger) y la parte externa del operario, herramientas o equipos utilizados.

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- Cuando los trabajos a realizar entrañen riesgo de contacto eléctrico o de contacto térmico como consecuencia de no respetarse las distancias de seguridad, se comunicará al Responsable de los Trabajos y/o el Jefe de Brigada y no se reanudarán hasta que se haya procedido a la supresión de la tensión, o bien se acuerde la realización de los trabajos por parte de trabajadores autorizados (con conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, por su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años).
- Para proceder a la supresión de la tensión se deberán desarrollar las siguientes etapas: desconectar; prevenir cualquier posible realimentación; verificar la ausencia de tensión; poner a tierra y en cortocircuito; y si procede, proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Prohibiciones:

- La utilización de casco con perforaciones (refresco de aire) al no proteger la cabeza por completo.
- El uso de chaquetas o trajes de agua con capucha debido a la reducción del campo visual.
- El empleo de botas de seguridad contra impacto de objetos debido a la insensibilización de los pies cuando se asciende.
- Usar un sistema anticaídas no adecuado a la línea de vida instalada en el emplazamiento, así como el uso no individual del mismo. No se utilizará en el ascenso un sistema anticaídas compartido por varios operarios.
- La utilización de herramientas sin la posibilidad de la colocación de mosquetones o sistema alternativo que impida su caída.
- Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

Revisiones previas:

- Antes de cada puesta en obra, el material será controlado visual y manualmente. Se comprobará especialmente el correcto funcionamiento del sistema de bloqueo.
- Comprobar que la cuerda de seguridad y el dispositivo deslizante son compatibles. Instalar dicho dispositivo de forma que las marcas coincidan.

- La presencia de deformaciones, grietas o desgaste excesivo ya sea en cuerdas como en elementos mecánicos, será motivo inmediato de retirada y destrucción.
- Se tendrá presente la fecha de fabricación de las cuerdas a utilizar, que viene grabada en la vaina que recubre un tramo de cuerda. Su duración será función de su utilización, grado de deterioro y cumplimiento de las instrucciones del fabricante al efecto.

Caída de objetos desprendidos:

- Todos los montajes se realizarán, en la medida de lo posible, en la base del apoyo (cota 0), evitando el riesgo de caída de objetos, así como las posibles caídas de personas.
- Cuando los trabajos conlleven el cambio o reposición de elementos con probabilidad de caída quedará prohibido el trabajo simultáneo a diferentes alturas.
- Se utilizarán cuerdas estáticas y mosquetones para fijar en todo momento el maletín de herramientas y/o herramientas sueltas, de manera que estas no ocasionen lesiones a otros compañeros de niveles inferiores o bien a personas ajenas al emplazamiento.

Precauciones durante el trabajo:

- No se modificarán nunca el equipo ni su forma de utilización.
- Las cuerdas se mantendrán en las bolsas para evitar que se manchen de barro y suciedad.
- Durante su uso se evitará contactos y rozamientos con aristas agudas que las desgastarían o podrían cortarlas.
- Evitar los contactos con superficies calientes, corrosivas o susceptibles de engrasar las zonas de contacto cuerda-metal.
- Evitar que el material se enrede sobre diversos obstáculos, con el fin de no modificar las prestaciones del equipo.
- Cualquier elemento de la línea de vida y sus complementos, en los que pueda quedar suspendido el operario, no podrán ser utilizados simultáneamente por más de una persona. Durante el desarrollo del trabajo, el operario deberá permanecer sujeto a la estructura mediante algún elemento de amarre.

Mantenimiento:

- Los distintos equipos utilizados se deben mantener en correctas condiciones de uso.
- Una vez retirado el equipo se guardará debidamente cada elemento en las bolsas.
- Si se hubiese mojado el equipo no se guardará (con carácter permanente) en estas condiciones, previamente habrá que dejarlos secar en un lugar apropiado.
- Todo equipo que experimente una caída deberá ser revisado por personal especializado.
- No se repararán ni se modificarán. Las reparaciones las efectuará personal especializado.
- En caso de presentar anomalías retirar el equipo de servicio y mandar a revisión.
- Equipos de fibra:
    - Se tendrá presente que las cuerdas presentan una vida útil máxima de 5 años para un uso esporádico, disminuyendo a 3 años si su uso es frecuente. El resto de equipos de fibra (arneses, cintas, etc.) presentan una vida útil máxima de 5 años.
    - El tiempo máximo de almacenamiento sin uso será de 10 años.
    - No limpiar con agresivos químicos o mecánicos. Se lavará con agua jabonosa limpia, a fin de eliminar toda traza de suciedad.

  - El equipo no debe ser secado al sol ni en estufas.
  - El material debe almacenarse alejado de zonas calientes, en lugares no expuestos al sol ni a la humedad.
- Equipos metálicos:
  - Antes de cada uso se comprobará el correcto funcionamiento del sistema de bloqueo, así como la ausencia de deformaciones y corrosiones.

Equipo de protección individual

- Casco liniero.
- Calzado de seguridad sensible.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos y eléctricos.
- Arnés anticaída con cinturón lumbar y anclajes pectoral, dorsal y lateral.
- Dispositivo deslizante anticaídas con mosquetón.
- Dispositivo de amarre doble alternativo (cabo de doble amarre).
- Dispositivo anticaída retráctil de cinta de 2,5 m de longitud y conectores.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

Equipo de protección complementario (material de uso colectivo):

- Cuerdas de seguridad (de 12 mm de diámetro y con una longitud mínima de 2 veces la altura del apoyo).
- Modulador.
- Contrapeso.
- Bloqueador para fijación contrapeso.
- Poleas de cambio de dirección.
- Cintas de anclaje.
- Mosquetones.
- Poleas de salvamento.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

12.2.16. TRABAJOS EN POSTES (APOYOS) METÁLICOS, DE MADERA Y HORMIGÓN

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.

- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contacto térmico.
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas

Formación y certificado de aptitud:

- Los trabajadores que realicen este tipo de trabajos deberán estar adecuadamente formados, debiendo poseer un dominio teórico y práctico de las técnicas a aplicar. Sin este requisito esencial no se acometerán este tipo de trabajos.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos en apoyos sin sistema anticaídas instalado deberán poseer certificado de aptitud o reconocimiento médico específico en el que conste “apto para trabajos en altura”.

Incompatibilidades:

- El personal que realice los trabajos descritos no podrá ser trabajadores pertenecientes a Empresas de Trabajo Temporal puestos a disposición de la empresa usuaria, en cumplimiento del artículo 8 del R.D. 216/99.
- Las personas que estén recibiendo medicación que produzca somnolencia u otros efectos secundarios deberán consultar con un médico si pueden realizar este tipo de trabajos.
- Queda prohibido la realización de trabajos en altura bajo los efectos del alcohol o de algún tipo de droga. Está prohibido fumar cuando se trabaja en altura.

Condiciones previas:

- Previamente a la realización de los trabajos se comprobará que los elementos de protección y trabajo están en buen estado y ofrecen la seguridad necesaria para la función que van a cumplir.
- Se comprobará el estado de las correas, cerciorándose que no presentan grietas, cortes o muescas, desgastes o cualquier otra alteración que haga temer su rotura. De la misma forma que las costuras estén firmes y que el hilo no esté roto. Asegurarse que los remaches están en buen estado, que los ojetes no están desgarrados y que las hebillas no están rotas.
- La presencia de deformaciones, grietas o desgaste excesivo, ya sea en cuerdas como en elementos mecánicos, será motivo inmediato de retirada y destrucción.
- Antes de subir a un poste de madera se adoptarán las medidas preventivas siguientes:
    - Golpear el poste con un objeto duro por todo su entorno hasta una altura de 2 m sobre el nivel del suelo. Si el sonido que proporciona la madera es musical, el poste está en buen estado; por el contrario, si el sonido es sordo, el poste está en condiciones deficientes.
    - En caso de duda de la prueba anterior, se introducirá una herramienta punzante y estrecha; si el poste no opone resistencia estará carcomido interiormente.
    - En los postes de alineación, se moverán ligeramente en sentido transversal de la línea; si se percibe un débil crujido, a nivel del suelo, el poste está en mal estado.
    - Si de las pruebas anteriores se concluye que el poste está defectuoso, bajo ningún concepto se subirá al mismo y se notificará urgentemente al Responsable de los Trabajos para que adopte las medidas necesarias, entre ellas una inspección detallada de la zona de empotramiento. Los postes defectuosos se señalizarán a 1,5 m.

- Si la subida al poste se hace con trepadores se comprobará que su espolón está fuertemente sujeto, que no está roto y que no presenta fisuras que haga temer su rotura, en caso necesario, se sustituirá por uno nuevo. Es espolón tendrá asociado su correspondiente protector.
- Es imprescindible el uso complementario del cinturón de seguridad desde el momento en que se accede al poste.
- En un apoyo de hormigón se comprobará que la armadura no es visible, en caso contrario, se estudiará la posibilidad de consolidad el apoyo.
- En los apoyos metálicos se controlará el estado de corrosión de los montantes.

Organización del trabajo:

Los trabajos que impliquen subir al poste en zona interurbana se realizarán acompañados. En zona urbana, de acuerdo con la dificultad y el riesgo, podrá solicitar la ayuda de un compañero, no reiniciándose los mismos hasta su llegada.

Señalización:

En vías urbanas, se delimitará y señalizará convenientemente la zona de obras en los casos necesarios, utilizando los elementos adecuados (señales, vallas, banderolas, etc.).

Equipos de Protección:

Es obligatorio la utilización de sistemas anticaídas cuando se realicen trabajos con riesgo de caída a distinto nivel (trabajos a más de dos metros del suelo), debiendo estar asegurados siempre a un punto fijo antes de soltarse del sistema anticaída.

Todos los Equipos de Protección Individual y elementos auxiliares que se empleen deben estar homologados por el fabricante y deben llevar el marcado CE. No serán válidos para su uso y por tanto estarán expresamente prohibidos, aquellos equipos de protección individual y elementos auxiliares que no cumplan esta condición.

Revisión visual y manual siempre antes y después de realizar el trabajo los equipos de protección, en especial se verificará la ausencia de roturas desgarros, cortes o grietas en el arnés de seguridad, cabo de anclaje doble, cuerdas; ausencia de deformaciones ni oxidación en los mosquetones.

El personal que permanezca en el suelo, aparte de ir dotado con casco de seguridad, se alejará de la base del poste a fin de evitar accidentes por caída de objetos.

El sistema anticaída (de utilizarse) se colocará en la anilla pectoral del arnés, siempre por encima de la cintura, nunca por debajo.

Condiciones ambientales:

En caso de helada o escarcha sobre el poste no se realizarán trabajos hasta comprobarse visualmente que no existen restos de hielo sobre la misma y que el ascenso no entrañe el riesgo de posibles resbalones.

No se iniciará ningún trabajo, o se suspenderán si estuvieran comenzados, en caso de condiciones climatológicas adversas: precipitaciones, fuerte viento (superior a 60 km/h), tormenta eléctrica, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.

Cuando se realicen trabajos sometidos a temperaturas extremadamente elevadas se pospondrán las acciones el tiempo necesario para que baje la temperatura, de forma que no se esté expuesto en ningún momento a un posible golpe de calor.

No se realizarán trabajos en altura sin la suficiente luz diurna.

Ascenso y descenso al poste:

El ascenso o descenso de un apoyo se efectuará, obligatoriamente, con las manos libres.

Tanto la subida como la bajada al poste se hará con el cinturón de sujeción (o salvavidas) abrazado al mismo. Es preciso asegurarse que el enganche del mosquetón a la anilla es correcto, no confiando tan sólo en oír el "clic" característico del cierre del mosquetón.

Tan pronto se haya alcanzado la altura deseada, lo inmediato es sujetarse con el cinturón de sujeción situándolo diagonalmente entre el poste y la cruceta. No debe pasarse entre poste y tirante de la cruceta ya que éste podría dañarlo.

Postes de hormigón:

En subida y bajada se utilizarán los alveolos del poste a modo de peldaños hasta una altura que permita colocar los dos pies mientras simultáneamente se desplaza el cinturón de sujeción. Posteriormente se prosigue la ascensión utilizando las barras pasantes, estribos desmontables o medios específicos y situando el cinturón de sujeción (o salvavidas) por encima del último elemento insertado, hasta alcanzar la posición de trabajo.

El descenso se realizará de forma inversa a la subida, retirando los correspondientes elementos empleados y descendiéndolos en su caso con una cuerda, permaneciendo el trabajador sujeto con el cinturón de sujeción.

Postes de celosía (metálicos):

Se seguirán las recomendaciones indicadas en el apartado: "Trabajos en apoyos metálicos de celosía sin sistema anticaída instalado".

Escaleras manuales:

En la realización de trabajos en escaleras de mano a más de 3,5 metros de altura que impliquen movimientos o esfuerzos que disminuyan la estabilidad, será obligatorio el uso de cinturón de seguridad. El anclaje del cinturón se realizará a un punto con resistencia suficiente y distinto al de la escalera.

En el momento de subida a la escalera para la realización de los trabajos en el poste, un operario se situará en el suelo, sujetando la escalera por su parte inferior, en evitación de posibles balanceos o deslizamiento de esta.

El apoyo de las escaleras de mano en los postes se llevará a cabo empleando abrazaderas específicamente diseñadas para su anclaje al poste.

Arriostramiento:

Cuando sea necesario cortar o desamarrar un cable, o en general, realizar una operación que lleve consigo el modificar el estado de equilibrio de un apoyo, habrá que asegurar el mismo, arriostrándolo convenientemente, sin subir al mismo mediante un arriostrador u otros dispositivos (escalera de tijera, cabria, plataforma elevadora, etc.).

El arriostramiento se realizará por medio de vientos u otro método adecuado. El dispositivo elegido debe llevar al menos tres elementos colocados en tres direcciones distintas, formando un ángulo de 120º y sujetos a puntos fijos suficientemente resistentes.

Caída de objetos desprendidos:

Todos los montajes se realizarán, en la medida de lo posible, en la base de la torre (cota 0), evitando el riesgo de caída de objetos, así como las posibles caídas de personas.

Se utilizarán cuerdas estáticas y mosquetones para fijar en todo momento el maletín de herramientas y/o herramientas sueltas, de manera que estas no ocasionen lesiones a otros compañeros de niveles inferiores o bien a personas ajenas al emplazamiento.

Las herramientas irán en bolsas portaherramientas.

El material y las herramientas no deben lanzarse nunca; se suben o bajan por medio de una cuerda de servicio, a la cual se atan cuidadosamente.

Riesgo eléctrico:

Los trabajos se ejecutarán teniendo presente lo indicado en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Antes de iniciar cualquier trabajo en proximidad de elementos en tensión, se debe determinar la viabilidad del mismo, teniendo en cuenta que deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo se lo permita.

Se deberá guardar en todo momento una distancia de seguridad entre el punto más próximo en tensión (sin proteger) y la parte externa del operario, herramientas o equipos utilizados.

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

Cuando los trabajos a realizar entrañen riesgo de contacto eléctrico o de contacto térmico como consecuencia de no respetarse las distancias de seguridad, se comunicará al Responsable de los Trabajos y/o el Jefe de Brigada y no se reanudarán hasta que se haya procedido a la supresión de la tensión, o bien se acuerde la realización de los trabajos por parte de trabajadores autorizados (con conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, por su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años).

Para proceder a la supresión de la tensión se deberán desarrollar las siguientes etapas: desconectar; prevenir cualquier posible realimentación; verificar la ausencia de tensión; poner a tierra y en cortocircuito; y si procede, proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Prohibiciones:

La utilización de casco con perforaciones (refresco de aire) al no proteger la cabeza por completo.

El uso de chaquetas o trajes de agua con capucha debido a la reducción del campo visual.

El empleo de botas de seguridad contra impacto de objetos debido a la insensibilización de los pies cuando se asciende.

La utilización de herramientas sin la posibilidad de la colocación de mosquetones o sistema alternativo que impida su caída.

Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

Precauciones durante el trabajo:

No se modificarán nunca el equipo ni su forma de utilización.

Las cuerdas se mantendrán en las bolsas para evitar que se manchen de barro y suciedad.

Durante su uso se evitará contactos y rozamientos con aristas agudas que las desgastarían o podrían cortarlas.

Evitar los contactos con superficies calientes, corrosivas o susceptibles de engrasar las zonas de contacto cuerda-metal.

Evitar que el material se enrede sobre diversos obstáculos, con el fin de no modificar las prestaciones del equipo.

Cualquier elemento de la línea de vida y sus complementos, en los que pueda quedar suspendido el operario, no podrán ser utilizados simultáneamente por más de una persona. Durante el desarrollo del trabajo, el operario deberá permanecer sujeto a la estructura mediante algún elemento de amarre.

Mantenimiento:

Los distintos equipos utilizados se deben mantener en correctas condiciones de uso.

Una vez retirado el equipo se guardará debidamente cada elemento en las bolsas.

Si se hubiese mojado el equipo no se guardará (con carácter permanente) en estas condiciones, previamente habrá que dejarlos secar en un lugar apropiado.

Todo equipo que experimente una caída deberá ser revisado por personal especializado.

No se repararán ni se modificarán. Las reparaciones las efectuará personal especializado.

En caso de presentar anomalías retirar el equipo de servicio y mandar a revisión.

Después de su uso los equipos de protección se deberán limpiar.

Equipos de fibra:

- Se tendrá presente que las cuerdas presentan una vida útil máxima de 5 años para un uso esporádico, disminuyendo a 3 años si su uso es frecuente. El resto de equipos de fibra (arneses, cintas, etc.) presentan una vida útil máxima de 5 años.
- El tiempo máximo de almacenamiento sin uso será de 10 años.
- No limpiar con agresivos químicos o mecánicos. Se lavará con agua jabonosa limpia, a fin de eliminar toda traza de suciedad.
- El equipo no debe ser secado al sol ni en estufas.
- El material debe almacenarse alejado de zonas calientes, en lugares no expuestos al sol ni a la humedad.

Equipos de protección individual

- Casco liniero.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos y eléctricos.
- Arnés anticaída con cinturón lumbar y anclajes pectoral, dorsal y lateral.
- Dispositivo deslizante anticaídas con mosquetón.
- Dispositivo de amarre doble alternativo (cabo de doble amarre).
- Dispositivo anticaída retráctil de cinta de 2,5 m de longitud y conectores.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

Equipo de protección complementario (material de uso colectivo)

- Línea de vida con cuerda de vida de longitud adecuada al apoyo.
- Dispositivos para instalar la línea de seguridad.
- Trepadores para postes de madera.

- Arriostrador para postes de madera.
- Escalera vertical de tramos acoplables entre sí.
- Elementos de señalización vial (en caso necesario).
- Pértiga de montaje para alcances entre 2 y 6 m según instalación.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

12.2.17. TENDIDO DE TUBOS Y ACCESORIOS DE PROTECCIÓN CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

Riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cortes con objetos.
- Lumbalgia por sobreesfuerzos.
- Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Aplastamientos.
- Proyecciones de partículas

Medidas preventivas

- En la descarga de materiales, debe primero escogerse una zona de acopio horizontal, en donde se sitúen los tramos de tubos con las protecciones necesarias, evitando el desplazamiento de estos y por lo tanto su caída.
- En la descarga, mediante grúa, no deben utilizarse las manos para guiar los materiales, estos deben ser conducidos por medio de unas guías de acero o cuerda.
- Se utilizarán eslingas apropiadas y de resistencia comprobada.
- Se prohibirá el paso o permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- En caso de apilar tubos, se realizará con cuidado para evitar su posterior derrumbe.
- Una vez preparado el terreno de ubicación del tubo, se procederá al transporte de estos paralelamente al trazado, estas operaciones se realizarán observando las medidas anteriormente descritas.
- En caso de que el maquinista de la grúa no tenga acceso visual al fondo de la zanja, un operario señalista le guiará en la maniobra.
- Durante las operaciones de bajada del tubo, el área de la zanja afectada deberá estar libre de personal y herramientas.
- No se permitirá utilizar el tubo como punto de apoyo para la entrada y salida de la zanja, aunque esté totalmente inmovilizado; se utilizarán las escaleras dispuestas a tal efecto.
- Quedará terminantemente prohibido al personal andar por encima de los tubos.

- Se procederá al correcto manejo de los distintos materiales y medios auxiliares que se empleen en el montaje para evitar lesiones.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Botas de seguridad impermeables al agua y a la humedad con puntera reforzada.
- Traje de agua.
- Vestuario laboral.
- Chaleco de alta visibilidad.

Equipos de protección colectiva

- Vallas de limitación y protección.
- Pasarelas.
- Señales óptico-acústicas de vehículos de obra.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Balizamiento luminoso.
- Conos de balizamiento.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.

12.2.18. TENDIDO Y EMPALME DE CABLES

Riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Golpes arrollamiento o atrapamiento de máquinas, vehículos y cables.
- Cortes.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto eléctrico.

Medidas preventivas

Selección del lugar de trabajo:

- Antes de la iniciación de los trabajos es preciso determinar el lugar donde se colocarán las bobinas y el sitio idóneo para la ubicación de los gatos elevadores.
- Se elegirá una zona en la que el suelo esté firme y de no ser posible, los gatos se dispondrán utilizando los medios necesarios para garantizar de ese modo solidez y firmeza.

- Para el acopio de bobinas se elegirá una zona lo más cercana al lugar de trabajo y que no obstaculice ningún trabajo.
- Ambas zonas se señalizarán adecuadamente.

Transporte de bobinas y herramientas:

- El transporte de bobinas se realizará sobre camión y las operaciones de carga y descarga con el auxilio de una grúa.
- Los riesgos presentes en esta fase del tendido son los golpes y contusiones, heridas y esguinces al realizar las operaciones.
- Para efectuar el control de los riesgos mencionados procederemos de la forma siguiente:
  - Tanto los estrobos y los ejes a emplear no sólo estarán en correcto estado de conservación, sino que serán los adecuados para el peso a transportar.
  - Las bobinas durante el transporte irán calzadas en el interior de la caja del camión, no permaneciendo ningún operario durante el traslado.
  - Los gatos elevadores serán adecuados para elevar el peso de las bobinas y serán revisados y engrasados en el taller antes de llevarlos a la obra.
  - Los gatos, ejes y demás herramental se transportarán a la obra juntamente con las bobinas.
  - El gancho de la grúa del camión dispondrá del pestillo de seguridad.

Preparación del tendido:

- Los riesgos presentes en esta fase del trabajo son caídas a distinto y mismo nivel, golpes y/o contusiones, heridas, atrapamiento por los estrobos y/o cables, etc...
- En todo momento los operarios utilizarán las prendas de protección personal adecuadas como los cascos de seguridad, guantes de protección etc…
- Es muy importante que las bobinas que se empleen se coloquen sobre los soportes adecuados, a fin de evitar que al tirar del cable puedan caerse. El cable se halla contenido en la bobina y ésta a su vez para la operación de tendido se dispondrá adecuadamente suspendida por la grúa, apoyada sobre carro portebobinas o gatos. En este último caso es importante que la bobina quede nivelada.
- Una vez montada la bobina se procederá a quitar las duelas que protegen el cable, se quitarán una a una las duelas y se doblarán los clavos para que no revistan ningún tipo de peligro. Una vez descubierta la bobina, se retirarán de la zona todas las duelas.

Tendido de cable:

- En esta fase del trabajo se prestará especial atención para evitar falsas maniobras, maniobras a destiempo, contusiones y golpes para lo cual deberán de permanecer correctamente sincronizadas todos los operarios que intervengan en la misma.
- Si el recorrido del tendido es tal que no se puede ver la maniobra completa, los operarios deberán emplear medios de comunicación adecuados para estar sincronizadas con la persona/s que dirigen la maniobra. De esta manera se evitarán los problemas existentes con las comunicaciones a voces o con señas a distancia.
- Se revisará el buen estado del cable y demás aparejos que participen en la tracción. Es importante el correcto funcionamiento del nudo giratorio.

Finalización de los trabajos:

- Una vez finalizado el tendido se recogerán los cabrestantes, bobinas y demás herramientas utilizadas en el trabajo, dejando la zona completamente limpia, procediendo finalmente a retirar la señalización colocada.
- Las bobinas no se dejarán en pendiente; en caso de que no hubiese más remedio se calzarán.

Empalmes cables:

- Inicialmente todos los empalmes en la nueva red subterránea, están previstos realizarlos sin tensión
- Con la herramienta adecuada efectuaremos la conexión.
- En el caso de que se tenga que realizar alguna conexión, en tensión o en proximidad, el contratista, en el PSS añadirá un procedimiento de trabajo, en el que se analicen los riesgos, medidas preventivas, equipos de protección individual y colectiva.
- En caso de que exista riesgo eléctrico, por proximidad de conductores, se solicitará a la compañía distribuidora el DESCARGO.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Gafas de seguridad certificadas.
- Botas de seguridad.
- Chaleco de alta visibilidad
- Traje de agua.
- Vestuario laboral.

Equipos de protección colectivo

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.

12.2.19. HORMIGONADO, RELLENO, COMPACTACIÓN DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO

Riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Ambiente pulvígeno.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.

- Lesiones en manos.
- Lesiones en pies.
- Lesiones posturales osteoarticulares.
- Choques o golpes contra objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Cuerpos extraños en los ojos.

Medidas preventivas

- Cuando las condiciones de visibilidad lo aconsejen, se dotará a los trabajadores de ropa de trabajo que permita a los conductores su correcta identificación.
- Cuando sea imprescindible que un vehículo durante el vertido directo se acerque al borde de la zanja, se dispondrán de topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso de este. Estos topes deberán estar colocados antes de las operaciones de vertido de hormigón. Las maniobras de los camiones hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente. Los conductores se apearán de los vehículos, para la descarga del material, y se ocuparán de la manipulación de los mandos para efectuar dicha operación.
- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón, del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de prolongación.
- Se asignará al equipo de trabajadores, unas distancias mínimas de separación entre operarios, en función de los medios auxiliares que estén haciendo servir, para que no se produzcan alcances e interferencias entre ellos.
- El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo.
- Todo el personal que maneje los camiones, dumper (apisonadoras o compactadoras) será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la “Tara” y la “Carga Máxima”.
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar polvaderas. Igualmente, la máquina recortadora de disco para evitar ambiente pulvígeno, será de refrigeración por agua del disco.
- Para el corte de las piezas de los solados, se utilizará un sistema de vía húmeda que evite la emisión de polvo. En el caso de tener que efectuar el corte de las piezas en vía seca, éste se efectuará situándose el operario a sotavento para evitar en lo posible la inhalación de polvo proveniente del corte. Además, el operario deberá ir protegido con gafas de protección ocular y mascarilla antipolvo con filtro de retención mecánica adecuado al material ocular.

- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 metros en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento (la visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado).
- Todos los vehículos empleados para esta obra serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y “STOP”.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Los vehículos utilizados están dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad y chaleco de alta visibilidad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Protectores auditivos.
- Equipos de protección de las vías respiratorias.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Gafas de seguridad certificadas.
- Botas de seguridad impermeables al agua y a la humedad.
- Traje de agua.
- Vestuario laboral.
- Chaleco de alta visibilidad.

Equipos de protección colectiva

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Conos de balizamiento.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Pasarelas sobre zanjas.

12.3 RELATIVOS A LA MAQUINARIA

12.3.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

Medidas preventivas

Factor humano

- Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
- El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.).
- Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.
- El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina.
- Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.
- La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
- Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
- No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.
- Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.
- No guarde material combustible ni trapos grasientos en la máquina, puede ser el origen de un incendio.

- Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrólitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.
- Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:
  - Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.
  - Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.
  - No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.
- Previo al comienzo de la jornada:
  - Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.
  - Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión.
  - Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.
  - Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra. Tocar el claxon.
  - Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.
- Durante el desarrollo de la jornada:
  - No subir o bajar del vehículo en marcha.
  - No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.
  - Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.
  - Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudará los trabajos hasta que se halla subsanado la avería.
  - Si por cualquier circunstancia se debe abandonar la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado.
  - Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras, así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.
- Al final de la jornada:
  - Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).
  - Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.
  - Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.
  - Cerrar la cabina bajo llave.

Factor mecánico:

- Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.
- Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.

- Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.
- La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.
- También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.
- Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.

Factor trabajo:

- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas. Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.
- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entra máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás.
- Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.
- Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.
- Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.

Factor terreno:

- En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.
- Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalizar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.
- Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.

- Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.
- Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad (cuando la máquina no disponga de cabina).
- Guantes de cuero.
- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

12.3.2. RETROEXCAVADORA

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.
- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.
- Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

12.3.3. CAMIÓN BASCULANTE

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.

Formación:

- El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carné de conducir.

Carga de la caja:

- Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.
- Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.
- Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.

Actuaciones seguras:

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introdúzcase en terreno blando.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

Vuelco de la maquinaria:

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.
- Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

Contacto eléctrico:

- Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

Mantenimiento:

- Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

12.3.4. DUMPER O AUTOVOLQUETE

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
- No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmper o autovolquete sin la debida autorización.

- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de esta. El dúmper elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.
- En ningún caso se llenará el cubilote hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.
- Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Asimismo, estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.
- Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.
- La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.
- El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

12.3.5. GRÚA AUTOPROPULSADA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.

- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador:

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones):

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento:

- Antes de la colocación de la grúa autopropulsada se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
  - Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
  - Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad:

- En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del Responsable de la Obra que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medias de refuerzo y entibación que fuesen precisas.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Estabilizadores (apoyos telescópicos):

- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aun cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
- Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
- No desplazar la carga por encima del personal.

- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga:

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección:

- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque con objetos:

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado:

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada:

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

Señalista:

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.

- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Distancias de seguridad:

- En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

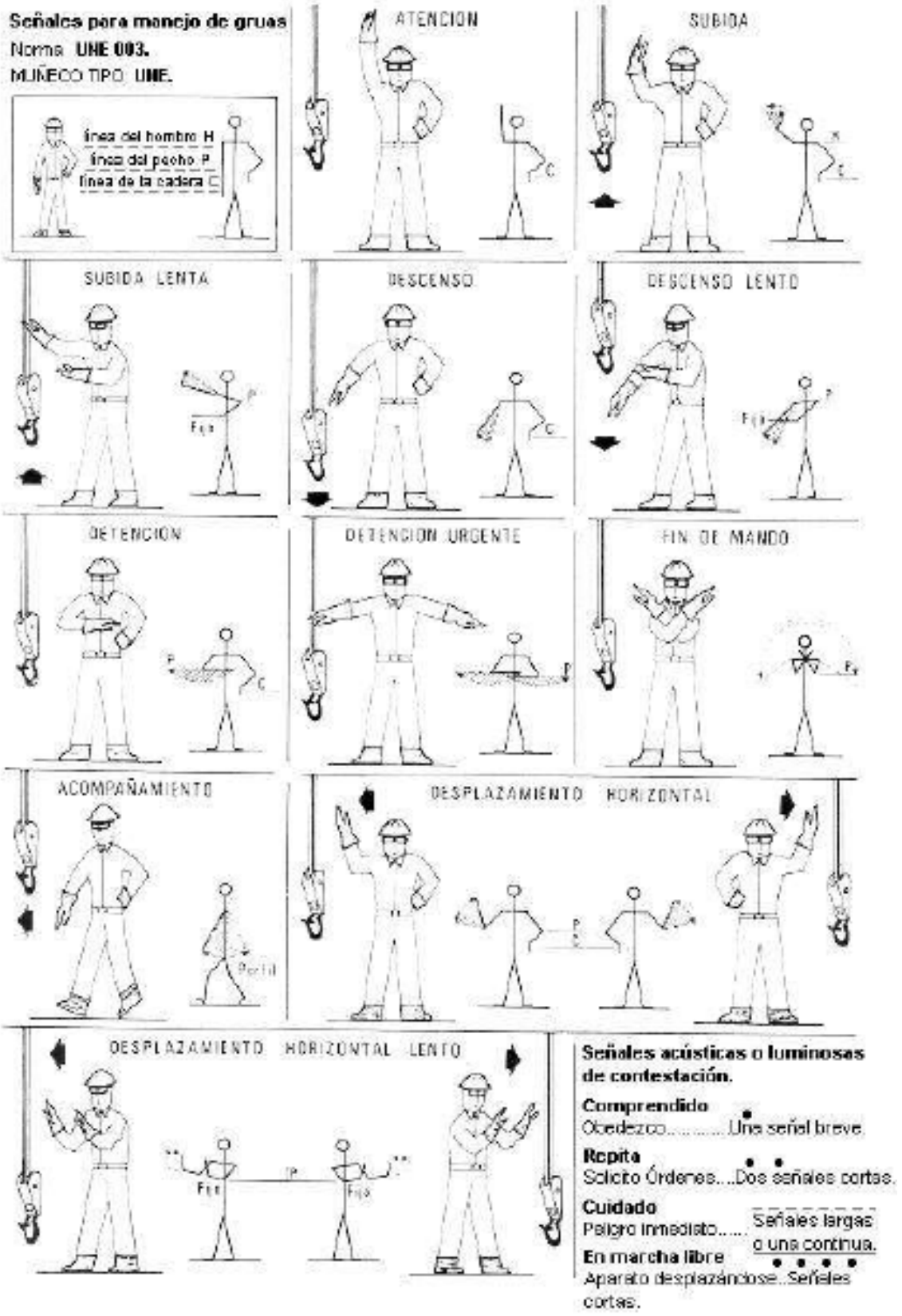
Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea:

- En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:
  - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
  - Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
  - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
  - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
    - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
    - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).

- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.


Señales para manejo de gruas
Norma UNE 003.
MUÑECO TIPO UNE.
línea del hombro H
línea del pecho P
línea de la cadera C
ATENCION
SUBIDA
SUBIDA LENTA
DESCENSO
DESCENSO LENTO
DETENCION
DETENCION URGENTE
FIN DE MANDO
ACOMPAÑAMIENTO
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL LENTO
Señales acústicas o luminosas de contestación.
Comprendido
Obedezco..... Una señal breve.
Repita
Solicito Órdenes....Dos señales cortas.
Cuidado
Peligro inmediato..... Señales largas o una continua.
En marcha libre
Aparato desplazándose..Señales cortas.

12.3.6. CAMIÓN GRÚA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador:

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones):

- El camión grúa que se utilice será adecuado, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Previamente al inicio de las tareas de carga se colocarán calzos en todas las ruedas para evitar deslizamientos.
- Antes de la utilización del camión grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento:

- Antes de la colocación del camión grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
  - Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
  - Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad:

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Estabilizadores (apoyos telescópicos):

- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aun cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa

aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.

- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
  - Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
  - Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
  - No desplazar la carga por encima del personal.
  - Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga:

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- No se superará, en ningún caso, la carga máxima de la grúa ni la extensión máxima del brazo en función de dicha carga.

Medios de protección:

- Se comprobará que todos los ganchos están provistos de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque con objetos:

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado:

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa.
- No se permitirá el transporte de personas colgadas del gancho de la grúa ni encaramados en la carga transportada por la misma.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada:

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa. Obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

Señalista:

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo), el cual deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Señalización:

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones de tal forma que, por el exterior de esta, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno, las zonas que se vean afectadas por los trabajos para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea:

- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.
- En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:
  - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
  - Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
  - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
  - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
    - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.

- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

12.3.7. CAMIÓN HORMIGONERA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque con objetos inmóviles.
- Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Medidas preventivas

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- El ascenso y descenso al camión hormigonera se realizará frontalmente al mismo, haciendo uso de los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitando el ascenso a través de las llantas y el descenso mediante saltos.

Vuelco de la máquina:

- Se evitará que las zonas de acceso o circulación de los camiones se haga por rampas que superen una pendiente de 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones hormigoneras.

Operación de vertido:

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Durante las operaciones de vertido se calzarán todas las ruedas, con el fin de evitar deslizamientos o movimientos por fallo de los frenos.

Atrapamientos:

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de propagación.
- Una vez que acabe el hormigonado se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.

Mantenimiento:

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previamente indicados, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas a otros tajos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

Riesgo eléctrico:

- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

12.3.8. COMPACTADORA

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
- En la corona de un talud no se acercará al borde de este y la compactación se efectuará con pasadas de poca anchura.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Está prohibido acceder a la máquina encaramándose por los rodillos.

- Se mantendrá despejada la zona de actuación impidiendo el acceso de operarios ante el posible riesgo de atropello.
- Se prohíbe expresamente aprovechar la sombra proyectada por el rodillo vibrante.
- El maquinista comprobará siempre, antes de subir a la cabina, que no hay ninguna persona dormitando en la sombra proyectada por la máquina.
- El usuario deberá utilizar expresamente cinturón antivibratorio.

12.3.9. MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL

Riesgos

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Explosiones por trasiego de instrumentos.

Medidas preventivas

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma que, permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar operaciones o manipulaciones en la máquina accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc. se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante “montacorreas” (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de una malla metálica que, permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería, que no respondan a todas las órdenes recibidas como se desea, pero si a algunas, se paralizarán inmediatamente quedando señalizadas mediante una señal de peligro con la leyenda: “NO CONECTAR, EQUIPO (O MÁQUINA)

AVERIADO", retirando la manguera de alimentación, y si los lleva quitando los fusibles o contadores.

- Los letreros con leyendas de "MÁQUINA AVERIADA", "MÁQUINA FUERA DE SERVICIO", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Toda maquinaria por emplear en esta obra dispondrá de los medios de protección (en todos los sentidos) originales de fábrica, aquellas máquinas que por su antigüedad o por cualquier otra razón no disponga de los medios de protección exigibles según Normativa, Plan de Seguridad y Salud o del Responsable de Proyecto (Dirección Facultativa), será rechazado.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidos mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- El transporte aéreo mediante grúa de las máquinas-herramienta (mesa de sierra, tronzadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola flejada en el interior de una batea emplintada resistente, para evitar el riesgo de caída de la carga.
- En prevención de los riegos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Siempre que no sea posible lo indicado en el punto anterior, las máquinas-herramienta con producción de polvo se utilizarán a sotavento, para evitar el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Las máquinas herramientas de alta sonoridad (ruidosas) se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 metros (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico (compresores, grupos electrógenos, etc.).
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos.
- Se prohíbe el uso de máquinas herramientas el personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalizarán mediante cuerdas de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riegos de tropiezo o corte del circuito de presión.

12.3.10. CABESTRANTE DE IZADO

Riesgos

- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Contactos eléctricos (con líneas aéreas).
- Atropellos o golpes con vehículos.

Medidas preventivas

- Se estudiará su traslado con detalle de cargas y dimensiones, tanto del vehículo como de las vías que utilizará.
- Durante la operación de izado, el personal se mantendrá alejado de la vertical de la carga.
- La maquinaria será utilizada preferentemente por la misma persona, debidamente instruida en su utilización y mantenimiento.
- Se procederá a la parada total de la máquina antes de efectuar cualquier reparación, engrase o rectificación de la maquinaria.
- Los cabrestantes deberán llevar un dispositivo que automática o manualmente detenga la carga en la posición que se le marque, así como enclavamiento y marcha atrás.
- Todas las máquinas dispondrán de protecciones que impidan el acceso a las partes móviles de las mismas.
- Se estudiará el emplazamiento más adecuado para las máquinas de tiro, las cuales se colocarán suficientemente ancladas y serán conectadas a una toma de tierra efectiva.

12.3.11. DOBLADORA MECÁNICA DE FERRALLA

Riesgos

- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas

- La descarga de la dobladora y su ubicación “in situ”, se realizará suspendiéndola de cuatro puntos, (los 4 ángulos), mediante eslingas; de tal forma, que se garantice su estabilidad durante el recorrido.

- Se mantendrá un orden y limpieza permanente de las zonas de alrededor de la máquina. Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora de ferralla en prevención de daños por pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.
- La ubicación en la obra del equipo no provocará interferencias con el paso de trabajadores ni otros trabajos.
- El apoyo de la dobladora de ferralla será estable y horizontal.
- Antes de iniciarse la jornada de trabajo se revisará que todos los elementos de seguridad se encuentren en perfecto estado.
- Como todo equipo conectado a la corriente eléctrica, la dobladora de ferralla tendrá conectada a tierra todas sus partes metálicas, en prevención del riesgo eléctrico.
- La manguera de alimentación de la dobladora se llevará hasta esta adecuadamente protegida (enterrada) para evitar los deterioros por roce y aplastamiento durante el manejo de la ferralla.
- Los operarios no inutilizarán ningún resguardo presente en la dobladora.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas antiimpactos o pantalla facial.

12.3.12. MESA DE SIERRA CIRCULAR

Riesgos

- Contacto con el disco en movimiento.
- Retroceso y proyección de la madera.
- Atrapamiento con las correas de transmisión.
- Proyección de partículas y polvo.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.
- Riesgos eléctricos.

Medidas preventivas

- La sierra será utilizada sólo por personal autorizado y con la formación adecuada.
- La ubicación en la obra del equipo no provocará interferencias con el paso de trabajadores ni otros trabajos.
- El apoyo de la sierra será estable y horizontal.
- Nunca se empujará la pieza con los dedos pulgares extendidos. Estos se mantendrán solidarios al resto de la mano.
- Para las piezas pequeñas se utilizará un empujador apropiado.
- Se mantendrá un orden y limpieza permanente de las zonas de alrededor de la máquina.
- Todos los clavos o elementos metálicos se extraerán previamente al corte de la madera.

- Antes de iniciarse la jornada de trabajo se revisará que todos los elementos de seguridad se encuentren en perfecto estado.
- En caso de que el disco muestre síntomas de deterioro (fisuras, dientes rotos, etc.) se sustituirá inmediatamente.
- El disco utilizado será el que corresponda al número de revoluciones de la máquina.
- Los operarios no inutilizarán ningún resguardo presente en la sierra.
- Para proceder a la eliminación de serrín o virutas acumuladas se desconectará previamente la máquina de su fuente de alimentación.
- Se desecharán de la obra los equipos que no cumplan con:
  - La carcasa superior que protege al disco deberá ser regulable automáticamente (el movimiento del resguardo será solidario con el avance de la pieza y soportará la proyección del disco en caso de rotura).
  - La distancia entre el cuchillo divisor y el disco no será mayor de 10 mm y la altura del disco sobre la mesa de corte podrá exceder como máximo en 5 mm a la del cuchillo.
  - El eje de giro estará perfectamente equilibrado (para así evitar roturas).
  - Tendrá un dispositivo de marcha-paro tal que si por cualquier motivo se interrumpe el fluido eléctrico sea necesaria una acción de rearme para que el disco inicie nuevamente el movimiento de giro.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas antiimpactos o pantalla facial.

12.3.13. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO (CORTE HÚMEDO)

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles (contacto con el disco en movimiento).
- Golpes o cortes por objetos o herramientas (rotura del disco).
- Atrapamiento por o entre objetos (con las correas de transmisión).
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas

- La sierra será utilizada sólo por personal autorizado y con la formación adecuada.
- La ubicación en la obra del equipo no provocará interferencias con el paso de trabajadores ni otros trabajos y además estará bien ventilada si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- El apoyo de la cortadora será estable y horizontal.

- Se mantendrá un orden y limpieza permanente de las zonas de alrededor de la máquina.
- Nunca se empujará la pieza con los dedos pulgares extendidos. Estos se mantendrán solidarios al resto de la mano.
- Para las piezas pequeñas se utilizará un empujador apropiado.
- La pieza por cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará el disco en oblicuo por el lateral.
- Antes de iniciarse la jornada de trabajo se revisará que todos los elementos de seguridad se encuentren en perfecto estado.
- En caso de que el disco muestre síntomas de deterioro (fisuras, dientes rotos, etc.) se sustituirá inmediatamente.
- El disco utilizado será el que corresponda al número de revoluciones de la máquina.
- Los operarios no inutilizarán ningún resguardo presente en la cortadora.
- La manguera de alimentación eléctrica deberá encontrarse en perfecto estado, prestando especial atención en máquinas de corte con agua.
- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- Se vigilará la correcta puesta a tierra y continuidad de esta línea.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas antiimpactos o pantalla facial.

12.3.14. COMPRESOR

Riesgos

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Choque con objetos móviles (caída de máquina por terraplén).
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (emanación de gases tóxicos por escape del motor).
- Contactos térmicos.
- Incendio o explosiones.

Medidas preventivas

- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.

- Se mantendrá a una distancia mayor de 2 metros del borde de coronación de cortes y taludes (para evitar el desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga).
- El compresor se situará en terreno horizontal, con sus ruedas calzadas y con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Con el fin de evitar atrapamientos por órganos móviles, quemaduras e incluso disminuir los niveles de ruido, las carcasas deberán permanecer siempre cerradas.
- Es preferible el uso de compresores con bajo nivel de sonoridad, advirtiendo en caso contrario el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
- Se procurará que los trabajadores permanezcan alejados a unos 15 metros de distancia del compresor, evitando así los riesgos producidos por el ruido.
- Las mangueras se protegerán de las agresiones, distribuyéndose evitando zona de pasos de vehículos. Si se distribuyen verticalmente se sostendrán sobre soportes tipo catenarias o cables.
- Se procederá periódicamente a la revisión de elementos del compresor tales como mangueras, carcasas, bridas de conexión y empalme, etc. para evitar un desgaste o deterioro excesivo, procediendo a la sustitución en caso necesario.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos (para realizar las maniobras de arranque y parada).
- Guantes de goma o PVC.

12.3.15. MARTILLO NEUMÁTICO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión o proyecciones de aire comprimidos al efectuar conexiones.

Medidas preventivas

- Previamente al comienzo de los trabajos se deberá tener conocimiento del trazado de conducciones enterradas (gas, electricidad, agua, etc.) y solicitar el corte de suministro de la compañía en caso necesario.
- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.

- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se revisará con periódicamente el estado de las mangueras de presión y compresores, así como los empalmes efectuados en dichas mangueras.
- Las mangueras se distribuirán por zonas donde no haya tránsito de vehículos, protegiéndose de posibles agresiones mecánicas.
- En aquellas situaciones donde exista riesgo de caída de altura, se procurará una protección colectiva (barandilla, etc.) y en el caso de que no sea posible se recurrirá al uso de cinturones de seguridad (anticaídas o sujeción) y se dispondrá de los puntos fuertes adecuados para el amarre de estos.
- Manejar el martillo agarrado a la cintura-pecho. En ocasiones puede emplearse un caballete de apoyo para trabajos en horizontal.
- No se hará palanca con el martillo en marcha.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas para proyección de partículas.
- Cinturón lumbar antivibraciones.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

12.3.16. PEQUEÑA COMPACTADORA

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.

Medidas preventivas

- El personal que maneje los pisones mecánicos conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales propios de la máquina.

- No se admitirán aquellas máquinas que no dispongan de resguardos que protejan las partes móviles susceptibles de provocar atrapamientos o aplastamientos.
- Los desplazamientos con la máquina serán siempre frontales en ambos sentidos, pero nunca laterales.
- La zona de compactación se encontrará adecuadamente señalizada.
- No se permitirá que el dispositivo de "hombre muerto" se encuentre puenteado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

12.3.17. HORMIGONERA

Riesgos

- Choques contra objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Choques y contactos con objetos y elementos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Medidas preventivas

- El personal encargado del manejo de la hormigonera será autorizado mediante acreditación escrita.
- Las hormigoneras se alojarán sobre superficies planas y niveladas y en caso de contar con ruedas estas se calzarán.
- Se evitará la ubicación de estas hormigoneras en la proximidad de bordes de excavación, taludes o forjados, estableciendo una distancia mínima de 2 metros ni en zonas de batido de cargas suspendidas.
- En caso de hormigoneras con motor de explosión se alojarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- La botonera de las hormigoneras eléctricas será estanca, debiendo estar situada alejada de los órganos de transmisión.

- Las operaciones de limpieza del interior del bombo se efectuarán con el mismo completamente parado y desconectando la hormigonera de la red eléctrica en caso de estar alimentada por esta fuente de energía.
- Se habilitarán caminos de accesos para los dumpers, para evitar golpes o atropellos.
- Las hormigoneras tendrán protegidos, mediante resguardos, todos los órganos de transmisión (correas, poleas, corona y engranajes).
- No se usarán hormigoneras que no dispongan de pestillo de bloque del bombo, con el fin de evitar movimientos no deseados ni sobreesfuerzos.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- El traslado de la hormigonera mediante grúa se realizará con la ayuda de un balancín o aparejo indeformable que la suspenderá de cuatro puntos seguros.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de seguridad de gomas.
- Guantes.
- Gafas para proyección de partículas.
- Mascarilla antipolvo.
- Cinturones lumbares.

12.3.18. GRUPOS ELECTRÓGENOS

Riesgos

- Choque con objetos inmóviles.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendio.
- Ruido.
- Sobreesfuerzo.

Medidas preventivas

- Los equipos estarán situados en lugares ventilados, alejados de los puestos de trabajo (dado el ruido) y, en cualquier caso, alejados de bocas de pozos, túneles y similares.
- Se asentará sobre superficies planas y niveladas y si dispone de ruedas estas se calzarán.
- Todos los órganos de transmisión (poleas, correas, ...) estarán cubiertos con resguardos fijos o móviles.
- Los bordes de conexión estarán protegidos ante posibles contactos directos.
- El almacenamiento de combustible (gasolina o gasoil) se hará alejado del mismo.

- Se dispondrá de extintor de polvo químico o CO2 cerca del equipo.
- El grupo electrógeno deberá contar con un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Los cuadros eléctricos a los que alimenta el generador contarán con diferenciales y magnetotérmicos en caja normalizada, puesta a tierra de las masas metálicas, señal indicativa de riesgo eléctrico e imposibilidad de acceso de partes en tensión.
- Las conexiones se realizarán correctamente, mediante las preceptivas clavijas.
- La conexión a tierra se realizará mediante picas de cobre. La resistencia del terreno será la adecuada para la sensibilidad de los diferenciales, recomendándose de forma genérica que no sea superior a los 20 Ω.
- Cada vez que se utilice o cambie de situación y diariamente se comprobará que existe una correcta puesta a tierra de las masas.

12.3.19. EQUIPO DE SOLDADURA TÉCNICA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Medidas preventivas

- Riesgo eléctrico:
- Obligatoriamente esta máquina estará protegida contra los contactos eléctricos indirectos por un dispositivo diferencial y puesta a tierra, además para el circuito secundario se dispondrá de limitador de tensión en vacío.
- Se revisarán periódicamente los revestimientos de las mangueras eléctricas de alimentación de la máquina, aislamiento de los bornes de conexión, aislamiento de la pinza y sus cables.

Uso de equipos de protección:

- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.
- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

Incendios y explosiones:

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además, se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.

Exposición a radiaciones:

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

Exposición a humos y gases:

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

Mantenimiento:

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

12.3.20. RADIAL

Riesgos

- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (rotura del disco).
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas

- Sólo se permitirá su uso a personas autorizadas, con conocimientos sobre sus riesgos, medidas preventivas y con habilidades para su manejo con seguridad.
- Sólo se utilizarán radiales con el interruptor del tipo “hombre muerto”.
- La presión que se ejerza con el disco no será excesiva ni lo apretará lateralmente contra las piezas ya que la sobrepresión puede originar la rotura del disco o calentamiento excesivo de la herramienta.

Revisiones previas:

- Diariamente, antes de utilizar la radial se debe inspeccionar el estado de la herramienta, cables, enchufe, carcasa, protección, disco; a fin de verificar deterioro en aislamiento, ajuste de las piezas, roturas, grietas o defectos superficiales en disco, etc. Repare o notifique los daños observados.
- El resguardo del disco debe estar puesto y firmemente ajustado, de modo que proteja en todo momento al operario que la utiliza de la proyección de fragmentos en caso de rotura accidental del disco.
- Verifique que el disco no se emplee a una velocidad mayor que la recomendada por el fabricante, ni que se ha colocado un disco de mayor diámetro, ya que pueden saltar trozos de disco al aumentar considerablemente la velocidad periférica del disco.
- Verifique la perfecta colocación de tuercas o platos fija-discos en la máquina, que es importante para el funcionamiento correcto y seguro del disco, así como el perfecto equilibrado del disco.

Cambio del disco:

- Se seleccionará el disco correspondiente con el material a cortar o desbarbar.

- Antes de cambiar un disco, inspeccione minuciosamente el disco a instalar para detectar posibles daños, y practique una prueba de sonido, con un ligero golpe seco utilizando un instrumento no metálico. Si el disco está estable y sin daños, dará un tono metálico limpio ("ring"), de lo contrario, si el sonido es corto, seco o quebrado, el disco no deberá utilizarse.
- No utilizar un disco con fecha de fabricación superior al año y medio, aunque su aspecto exterior sea bueno; este factor y la humedad pueden ser motivo de rotura del disco en condiciones de trabajo normales.
- Todos los discos nuevos deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto al menos durante un minuto antes de aplicarle trabajo y sin que haya nadie en línea con la abertura del protector.

Equipos de protección individual:

- Utilizar gafas de seguridad y poner pantallas que protejan a compañeros de las proyecciones durante el uso de la radial.

Desconexión:

- Desconecte la herramienta (desenchufándola) al inspeccionarla, cambiar el disco o realizar algún ajuste.
- Para depositar la máquina será necesario que el disco se encuentre completamente parado.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantallas faciales.
- Guantes de cuero.
- Mandiles de trabajo (según trabajos).

12.3.21. TALADRO

Riesgos

- Atrapamientos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Proyecciones por rotura de broca.
- Contacto eléctrico.

Medidas preventivas

- Se seleccionará la broca adecuada para el material a perforar, así como el diámetro correspondiente al orificio deseado.
- Se evitará tratar de agrandar los orificios realizando movimientos circulares ya que la broca se puede partir.
- El taladro deberá sujetarse firmemente pero no se deberá presionar en exceso ya que se puede llegar a partir la broca.
- Para taladrar piezas pequeñas se deberán sujetar previamente y de forma firme las mismas empleando, si fuese necesario, mordazas.
- Para cambiar las obras se empleará la llave que acompaña al equipo, debiéndose desconectar previamente de la red.

- En los momentos en los que no se usa deberá colocarse en lugar seguro y asegurándose de la total detención del giro de la broca.

Riesgo eléctrico:

- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.

Uso de Equipo de Protección Individual:

- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.

12.3.22. VIBRADOR

Riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (salpicaduras de lechada).
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se hará usó del arnés de seguridad.
- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.
- El equipo contará con la correspondiente puesta a tierra.
- No se dejará funcionar en vacío, ni se moverá tirando de los cables.
- El operario contará con ropa y calzado impermeables, debiendo hacer uso de protección ocular contra las posibles salpicaduras.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Botas de goma.
- Arnés de seguridad.

- Protección auditiva.

12.3.23. HERRAMIENTAS MANUALES

Riesgos

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.

Medidas preventivas generales

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

Características generales que se deben cumplir:

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de estos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.
- Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente.

Instrucciones generales para su manejo:

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
- Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.

- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Medidas preventivas específicas

Cinceles y punzones:

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

Martillos:

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

Alicates:

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos de este; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.
- Se evitará su uso como martillo.

Destornilladores:

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.
- Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas.
- No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.
- No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.

- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

Limas:

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

Llaves:

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillear, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca.
- Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

12.4 RELATIVOS LOS MEDIOS AUXILIARES

12.4.1. ANDAMIOS EN GENERAL

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Atrapamientos y cortes durante el montaje.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico.

Equipos de protección individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad (en las operaciones de montaje y desmontaje y siempre que lo indique el fabricante).
- Cuerdas de amarre.

12.4.2. ANDAMIOS TUBULARES

Medidas preventivas

- Todos los andamios tubulares por utilizar en obra cumplirán con las prescripciones detalladas en el apartado 4 del Pliego de Condiciones sobre “Prescripciones de los medios auxiliares”.

- Está prohibido expresamente el apoyo sobre suplementos formados por ladrillos, bidones, pilas de materiales diversos, etc.
- El acceso a estas estructuras tubulares se hará siempre por medio de escaleras. Sólo en los casos que estén debidamente justificados en la evaluación de riesgos podrá hacerse desde el edificio, por medio de plataformas o pasarelas debidamente protegidas.
- No se apilarán sobre las plataformas de los andamios más materiales que los necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.
- Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo.
- No se amasarán pastas sobre las plataformas, ya que estas pueden provocar que esta se vuelva resbaladiza.
- No se trabajará simultáneamente en dos plataformas que estén en la misma vertical. Si se debiera permitir trabajar al mismo tiempo en plataformas superpuestas, se instalará una visera o plataforma intermedia de protección.
- Estará prohibido trabajar o permanecer a menos de 4 metros del andamio, así como arrojar directamente escombros o material desde las plataformas. Los escombros y asimilables se descenderán en el interior de cubos mediante la garrucha de izado y descenso de cargas.
- Los trabajos se suspenderán con fuertes vientos o tormentas.

12.4.3. ANDAMIOS MÓVILES

Medidas preventivas

- Todos los andamios móviles por utilizar en obra cumplirán con las prescripciones detalladas en el apartado 4 del Pliego de Condiciones sobre “Prescripciones de los medios auxiliares”.
- Los andamios móviles no se emplearán en superficies que no estén a nivel o en pavimentos con pendiente. Si ésta no es muy pronunciada, cuando sea imperativo utilizar un andamio, se bloquearán las ruedas y se corregirá la verticalidad con los husillos de nivelación.
- Se prohibirá desplazar el andamio con material o personal en la plataforma.
- Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo.
- No se comenzará ningún trabajo sobre las plataformas sin haber fijado los frenos de las ruedas. Está prohibido el uso de cuñas de frenado por ser inseguras.

12.4.4. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS

Medidas preventivas

- Todos los andamios de borriquetas a utilizar en obra cumplirán con las prescripciones detalladas en el apartado 4 del Pliego de Condiciones sobre “Prescripciones de los medios auxiliares”.
- No se prepararán andamios de borriquetas sobre las plataformas de otros andamios.
- Estará prohibido formar andamiadas con materiales de construcción como bovedillas, ladrillos, etc., así como bidones o cualquier elemento auxiliar no específico para tal fin.
- No se sobrecargarán las andamiadas.
- Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo.

12.4.5. PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico con líneas eléctricas aéreas.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Equipos de protección individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

General:

- Se respetarán todas las recomendaciones de precaución e instrucciones de los adhesivos colocados en el bastidor portante, en la pluma y en la plataforma.
- Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente.
- No se permitirá que ninguna persona carente de autorización utilice la plataforma.
- Ante una situación de vuelco inminente, comenzar a retraer la pluma. Nunca bajarla, ni extenderla, ya que con ello se agravaría el problema.
- Los mandos inferiores de control prioritario sólo deben utilizarse en caso de emergencia.
- No se retirará ningún resguardo de la plataforma elevadora.
- No se utilizará el equipo de trabajo para levantar pesos, de forma no autorizada. No se manipularán materiales voluminosos.

Condiciones técnicas:

- La plataforma dispondrá de barandillas de protección en todo el perímetro.
- Poseerá un órgano de accionamiento para la marcha y otro para el paro.
- Dispondrá de parada de emergencia.
- Dispondrá de dos velocidades de desplazamiento, empleando la lenta para moverse con la plataforma elevada.
- Tendrá doble mando en la base y plataforma bloqueables con llave única.
- Dispondrá de una válvula para bajada manual de emergencia.
- Estará dotada de limitadores de carga y alcance y de un control de horizontabilidad.
- Las conexiones eléctricas se realizarán mediante manguera y conectores normalizados.

Previamente al comienzo de los trabajos:

- Se realizará una inspección cuidadosa del terreno sobre el que se vaya a trabajar.
- Se comprobarán las pendientes máximas admisibles (de forma general no deberá conducirse, ni circular por pendientes de más de 5 grados de inclinación) y diagramas de cargas, de acuerdo con lo establecido por el fabricante, que lo indicará en una placa grabada en la zona de operaciones.
- Antes de utilizar la plataforma, asegurarse de que todos los sistemas funcionan perfectamente y que todos los dispositivos de seguridad incorporados operan de modo satisfactorio.
- Antes de manejar los mandos de desplazamiento de la máquina, comprobar la posición de la torre con respecto al sentido de marcha previsto.

Durante la maniobra:

- Antes de elevar la pluma de la plataforma, esta deberá encontrarse situada sobre una superficie firme y perfectamente horizontal, con los neumáticos inflados a la presión correcta. Durante el trabajo la plataforma ha de estar correctamente nivelada.
- Comprobar siempre que haya espacio suficiente para el giro de la parte posterior de la superestructura antes de hacer girar la pluma.
- No deberá rebasarse la capacidad nominal máxima de carga. Esta comprende el peso del personal, los accesorios y todos los demás elementos colocados o incorporados a la plataforma. Las cargas deberán distribuirse uniformemente por el piso de la plataforma elevadora.
- Colocar la pluma siempre orientada en la dirección de desplazamiento. Una persona debe guiar la maniobra si algún obstáculo impide la visibilidad.
- Evitar las arrancadas y paradas bruscas ya que originan un aumento de la carga y puede provocar el vuelco de la máquina o una avería estructural.

Condiciones ambientales:

- Se debe tener en cuenta el estado del tiempo antes de trabajar con la plataforma en exteriores. Se suspenderán los trabajos cuando existan regímenes de fuertes vientos, tormenta eléctrica, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
- Cuando se realicen trabajos sometidos a temperaturas extremadamente elevadas se pospondrán las acciones el tiempo necesario para que baje la temperatura, de forma que no se esté expuesto en ningún momento a un posible golpe de calor.

Equipos de Protección Individual:

- Utilizar siempre el equipo de protección personal y la ropa de trabajo apropiada para cada tarea u operación, llevar siempre colocado un arnés de seguridad cuando se encuentre en la plataforma.

Distancias de seguridad:

- Se prohíbe la permanencia de personas en torno a la plataforma a distancias inferiores a 5 metros.

Riesgo eléctrico:

- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (kV)	Distancia mínima (m)
≤ 66	3
66 < Vf ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

Mantenimiento:

- La máquina se mantendrá en perfecto estado de limpieza.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.
- Las tareas de mantenimiento no se realizarán con la máquina en marcha.

12.4.6. ESCALERAS MANUALES

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Deslizamientos y vuelcos por apoyos incorrectos y rotura de la escalera por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras “cortas” para la altura a salvar, etc.).
- Contacto eléctrico.

Equipos de protección individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés o cinturón de seguridad para trabajos por encima de 3,5 metros de altura.

- Cuerdas de amarre.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

- Antes de subir a una escalera portátil, verificar que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, aceite u otra sustancia que pueda ocasionar resbalones.
- Cuando emplee una escalera para subir a un techo, andamio, plataforma, etc., la parte superior de la escalera ha de sobrepasar por lo menos 1 metro.

Transporte:

- Para transportar una escalera se debe hacer con la parte delantera baja, mirando bien por donde se pisa para evitar tropezar y golpear a otras personas. Para transportar una escalera muy larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.

Caída a distinto nivel:

- Nunca subirá a una escalera más de una persona.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde la escalera cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Subir y bajar de una escalera debe hacerse siempre de frente a ella utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).
- No se ocuparán nunca los últimos peldaños, se colocará a una distancia del punto de trabajo que permita mantener el equilibrio, no se estirará el cuerpo para alcanzar puntos alejados, se desplazará la escalera.
- Se prohíbe específicamente, desplazar, mover o hacer saltar la escalera con un operario sobre la misma. Para los desplazamientos será necesario bajarse cuantas veces sea preciso.

Señalización:

- Cuando se coloque la escalera frente a una puerta o en una zona de paso se adoptarán medidas como bloquear el paso y señalizar la ubicación de la escalera.

Estabilidad:

- Antes de utilizar una escalera portátil, verificar sus condiciones y rechazar aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Las escaleras portátiles se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.
- Las escaleras deben colocarse con una inclinación correcta. La relación entre longitud de la escalera y la separación en el punto de apoyo será de 4 a 1.
- Las escaleras no deben usarse como soporte de andamios, ni en cualquier otro cometido distinto de aquél para el que han sido diseñadas y construidas.
- No se emplearán escaleras de mano de más de 5 metros de longitud de cuya resistencia no se tengan garantías.
- Los pies de la escalera deben apoyarse en una superficie sólida y bien nivelada, nunca sobre ladrillos, bidones, cajas, etc.
- En el caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento o estructura sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo estable, se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.

Subida de equipos o cargas:

- Si han de llevarse herramientas u objetos, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.
- No se debe subir una carga de más de 30 kg sobre una escalera no reforzada.

Equipo de protección individual:

- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- Siempre que sea posible se utilizará la grúa con cesta, sobre todo en trabajos arriesgados en fachadas y cruces aéreos.

Riesgo eléctrico:

- Se prestará especial atención y se mantendrán las distancias de seguridad con líneas eléctricas en tensión. Su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo (Responsable de los Trabajos), delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

Escaleras de tijera:

- La posición de trabajo es la de máxima abertura.
- Nunca se emplearán como borriquetas donde fijar sobre sus peldaños plataformas de trabajo.
- El operario no debe situarse “a caballo” sobre ella. Se aconseja que la posición del trabajador sea tal que su cintura no sobrepase el último peldaño.

Mantenimiento:

- Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Debe existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.
- Las escaleras portátiles no deben pintarse, ya que la pintura puede ocultar a la vista defectos o anomalías que pudieran resultar peligrosas. Todo lo más, se le puede aplicar un barniz completamente transparente o aceite de linaza.

Condiciones técnicas:

- Escaleras manuales en general:
  - No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.
  - Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.
  - Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo zapatas.
  - No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de esta.
- Escaleras de madera:
  - La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.
  - Los largueros serán de una sola pieza.
  - Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

- Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

- Escaleras metálicas:
  - Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.
  - Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni abolladuras.

- Escaleras de tijera:
  - Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
  - Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

12.5 RELATIVOS AL ENTORNO

Dada las características de los trabajos, no se identifican riesgos de carácter notable debido al entorno. Tan sólo tener en cuenta que los trabajos se realizan en intemperie. La orografía se puede considerar como plana. No se esperan interferencias con otro tipo de actividades, debido a la naturaleza del entorno y al hecho de que el recinto de la obra se vallará, para evitar que personas ajenas a la misma puedan entrar. No obstante, si se pudieran producir interferencias con otros trabajos que se estén realizando en las proximidades de la obra, se establecerán las debidas medidas de coordinación entre las distintas empresas.

13. INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES

De acuerdo con lo establecido en el R.D. 1627/97, en el presente Estudio de Seguridad y Salud es intención definir, además de los riesgos previsibles inherentes a la ejecución de la obra, los riesgos y sus correspondientes medidas correctoras a considerar en relación con los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento de las obras una vez terminadas y durante el posterior proceso de utilización.

Para la realización de los trabajos u operaciones que de ello se deriven, deberán adoptarse idénticas medidas preventivas, de protección colectiva e individual o personal que las descritas en las Fichas Técnicas de Prevención de Riesgos anteriores para el proceso de construcción de elementos similares. Salvo que la Propiedad y usuario en cada momento, puedan disponer una mejor opción aconsejado por un técnico competente.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD – PLIEGO DE CONDICIONES

1. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 1

1.1 DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA 1
1.2 NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARIA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PREVENTIVOS A UTILIZAR EN LA OBRA 2

2. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD 4

2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 4

3. PROTECCIONES COLECTIVAS 5

3.1 SEÑALIZACIÓN 5

4. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES 6

4.1 ESCALERAS MANUALES EN GENERAL 6
4.2 ESCALERAS DE MADERA 6
4.3 ESCALERAS METÁLICAS 6
4.4 ESCALERAS DE TIJERA 7

5. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS 7

5.1 PROMOTOR 7
5.2 DIRECCIÓN FACULTATIVA 7
5.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN 7
5.4 CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS 8
5.5 TRABAJADORES AUTÓNOMOS 9

6. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA 10

6.1 TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 10
6.2 ORGANIGRAMA DE SEGURIDAD EN OBRA 10
6.3 RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA 10
6.4 ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA 11

7. REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA 11

7.1 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA 11
7.2 DELEGADOS DE PREVENCIÓN 12
7.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN 12

8. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE 12

8.1 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA 13
8.2 BOTIQUÍN 14
8.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS 14

9. COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES 14

9.1 SERVICIOS HIGIÉNICOS 15
9.2 FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES 15

10. VIGILANCIA DE LA SALUD 16

11. RECURSOS PREVENTIVOS 16

1. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

1.1 DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- R.D. Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. BOE núm. 204 de 25 de agosto
- R.D. 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. BOE nº 71 23/03/2010
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

1.2 NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARIA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PREVENTIVOS A UTILIZAR EN LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- R.D. 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras.
- Orden de 30 de Junio de 1966, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores, Ascensores y Montacargas.
- R.D. 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
    - ITC-MIE-AEM 2: Instrucción Técnica Complementaria referente a grúa torre desmontables para obras.
    - R.D. 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
    - ITC-MIE-AEM 4: Instrucción Técnica Complementaria sobre grúas móviles autopropulsadas usadas.
    - R.D. 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D. 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre Aparatos a Presión.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
    - MIE-APQ-1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
    - MIE-APQ-5: Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

- MIE-APQ-6: Almacenamiento de líquidos corrosivos.
- MIE-APQ-7: Almacenamiento de líquidos tóxicos.

- R.D. 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el R.D. 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el R.D. 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- UNE 58-101-92, "Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras", parte I "Condiciones de diseño y fabricación", parte II "Condiciones de instalación y utilización", parte III "Documentación" y parte IV "Vida de la grúa".

2. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD

2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los Equipos de Protección Individual, en adelante EPI´s, deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los EPI que se utilicen en la obra deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se requieren. En este sentido, a los EPI les es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación vigente:

- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- O.M. de 16 de mayo de 1994, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- R.D. 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- O.M. de 20 de febrero de 1997, por la que se modifica el anexo del R.D. 159/1995. en lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización.

Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI´s son:

- Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, así como el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes adecuados.

Otros aspectos para tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:

- Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo o prenda, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y repuesto al momento.
- Aquellos equipos o prendas de protección que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias superiores a las admitidas por el fabricante, serán repuestos inmediatamente.
- El uso de un equipo o una prenda de protección nunca deberá representar un riesgo por sí mismo.

Todo E.P.I. entregado a los trabajadores, cumplirá la normativa existente respecto de la homologación, por lo que llevarán estampados marcado "CE" indicativo de que el producto es conforme con las "exigencias esenciales de salud y seguridad".

3. PROTECCIONES COLECTIVAS

3.1 SEÑALIZACIÓN

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, ni de formación e información y se utilizará cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos suficientemente. Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquélla, salvo que el riesgo desaparezca con el corte de suministro.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, contraincendios, salvamentosocorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atendrán a lo dispuesto específicamente en los anexos ll y III del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo Vll del mismo R.D..

Como norma general la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra son:

- Señales de prohibición:
  - Entrada prohibida a personas no autorizadas.
  - Atención, peligro obras.
  - Peligro, paso de cargas suspendidas.

  - Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.
- Señales de obligación:
  - Protección obligatoria de la cabeza.
  - Protección obligatoria de los pies.
  - Protección obligatoria de las manos.
  - Protección individual obligatoria contra caídas.
  - Vía obligatoria para peatones.
- Lucha contra incendios:
  - Extintor.
  - Dirección que debe seguirse.
- Señales de salvamento o socorro:
  - Primeros auxilios.
  - Salida de socorro.
  - Dirección que debe seguirse.
  - Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

Además de las indicadas pueden existir otras señales de advertencia u obligación (caída a distinto nivel, protección de la vista, etc.) y ser necesarias su colocación debido a los riesgos que se presenten durante la realización de los trabajos.

4. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES

4.1 ESCALERAS MANUALES EN GENERAL

No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo, zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de esta.

4.2 ESCALERAS DE MADERA

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

Los largueros serán de una sola pieza.

Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

4.3 ESCALERAS METÁLICAS

Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.

Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni abolladuras.

4.4 ESCALERAS DE TIJERA

Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.

Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

5. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

5.1 PROMOTOR

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

5.2 DIRECCIÓN FACULTATIVA

Son el técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador de seguridad y salud, la dirección facultativa asumirá partes de las funciones a desempeñar por del coordinador, en concreto:

- Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud, antes del comienzo de la obra.
- Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas accedan a la obra.
- Facilitar el Libro de incidencias, tenerlo en su poder y en caso de anotación, estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

5.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud es el técnico competente integrado en la Dirección Facultativa, designado por el Promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en artículo 9 del R.D. 1627/1997.

Durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los Contratistas y, en su caso, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.

- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

5.4 CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios y ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Contratista, Empresario Principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cada Contratista en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o en su caso el Estudio Básico, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico.

En el caso de Planes de Seguridad y Salud elaborados en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del R.D. 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa de los párrafos anteriores.

Los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 de dicho R.D..
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones a los Trabajadores Autónomos sobre todas las medidas que se hayan de adoptar en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los Contratistas y los Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los Trabajadores Autónomos por ellos contratados.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y a los Subcontratistas.

5.5 TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Trabajador Autónomo es la persona física distinta del Contratista y del Subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del citado R.D., durante la ejecución de la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Por otra parte, los Trabajadores Autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

6. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA

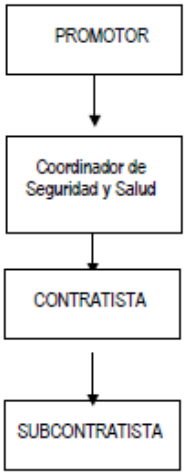
6.1 TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente estudio de seguridad y salud se facilitará a las empresas contratistas para que tal y como establece el art. 7 del R.D. 1627/97, elaboren el correspondiente plan de seguridad y salud para la obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

6.2 ORGANIGRAMA DE SEGURIDAD EN OBRA



6.3 RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del Promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra, con las competencias y funciones descritas en el apartado de Obligaciones de las partes implicadas.

Cada empresa contratista contará a pie de obra un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia, siendo la encargada de organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa así como de los realizados por otras Empresas subcontratadas.

Como norma general tendrá asignadas las siguientes funciones:

- Organizar los trabajos dentro del ámbito de su competencia, para garantizar la realización de estos con las suficientes garantías de seguridad.
- Supervisar y controlar de forma continuada el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de trabajadores propios como de trabajadores subcontratados.
- Permitir el acceso de sólo personal autorizado/cualificado a los lugares de especial peligrosidad, o a la realización de actividades de especial riesgo (trabajos en altura, eléctricos, etc.).
- Permitir la manipulación de maquinaria y vehículos sólo a aquél personal que posea los permisos necesarios y/o reglamentarios, y estén suficientemente formados y adiestrados.

- Permitir el uso de máquinas, máquinas-herramientas sólo al personal suficientemente formado y adiestrado en su uso.
- Controlar que las instalaciones provisionales de obra no presentan riesgos para los trabajadores.
- Procurar que la obra se encuentre en buen estado de orden y limpieza.
- Controlar el uso efectivo de los Equipos de Protección Individual (EPI´s) necesarios para los trabajos, así como se encargará de su suministro y reposición.
- Supervisar la correcta ubicación y funcionamiento de las protecciones colectivas (barandillas de protección, redes, pasarelas, etc.), no permitiendo los trabajos si estas no existen o han sido anuladas.
- Controlar el buen estado y correcto funcionamiento de la maquinaría y medios auxiliares empleados.
- Supervisar que se cumple con las normas y procedimientos establecidos, especialmente con las cinco reglas de oro, para trabajos en instalaciones eléctricas.
- Informar puntualmente a su inmediato superior de los incumplimientos que se produzcan en materia de seguridad.
- Suspender la actividad en caso de riesgo grave e inminente para la seguridad de los trabajadores.
- Tener en su poder una lista con las direcciones y teléfonos de los centros sanitarios y de extinción de incendios más cercanos, por si fuese necesario en caso de accidente.

6.4 ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA

La modalidad de organización de los recursos para el desarrollo de las actividades preventivas de las distintas Empresas que desarrollen los trabajos deberá estar contemplada en lo expresado en el capítulo III del R.D. 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

7. REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de esta, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante de este.

7.1 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz, pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a al que se refiere el párrafo anterior.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo, adoptando sus propias normas de funcionamiento.

Dicho esto, y dado que el número máximo de trabajadores en la obra es muy inferior a 50, no se hace necesario la existencia de este órgano.

7.2 DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejadas en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.).

El número de Delegados de Prevención en la Empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

El Delegado de Personal cuando este exista (artículo 35.2 de la L.P.R.L.).

Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la L.P.R.L.).

Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la L.P.R.L.).

7.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores ya sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El Servicio de Prevención que tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.
- Distribución de riesgos en la empresa.

8. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE

El riesgo grave e inminente, se trata de una situación especial, que la Ley define como:

"... aquél que resulte probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la salud de los trabajadores.

En el caso de exposición a agentes susceptibles de causar daños graves a la salud de los trabajadores, se considerará que existe un riesgo grave e inminente cuando sea probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato una exposición a dichos agentes de la que puedan derivarse daños graves para la salud, aun cuando éstos no se manifiesten de forma inmediata."

Cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un Riesgo Grave e Inminente, el empresario está obligado a:

Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados de la existencia de dicho Riesgo y de las medidas preventivas adoptadas o que, en su caso, deban adoptarse.

Tomar medidas y dar instrucciones para que los trabajadores puedan interrumpir su actividad, y en caso necesario, abandonar de inmediato el lugar de trabajo. No se puede exigir a los trabajadores que reanuden su trabajo mientras no esté resuelto el problema.

Disponer lo necesario para que un trabajador que, sin la posibilidad de ponerse en contacto con su superior jerárquico, entrara en conocimiento de una situación de Riesgo Grave e Inminente para él u otros, esté en condiciones (en función de sus conocimientos y medios técnicos disponibles) de tomar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

En caso de Riesgo Grave e Inminente:

Los trabajadores afectados tienen derecho a interrumpir su actividad e incluso a abandonar el lugar de trabajo, si lo estiman necesario. También informarán del Riesgo a su superior jerárquico y Servicio de Prevención o equivalente.

Si el empresario no toma o no permite tomar las medidas necesarias (ver más arriba) para garantizar la Seguridad y Salud de los trabajadores, los representantes de éstos podrán acordar, por mayoría de sus miembros (si la situación es lo bastante urgente, basta con la decisión mayoritaria de los Delegados de Prevención, la paralización de la actividad de los trabajadores afectados. La empresa y la autoridad laboral serán informadas inmediatamente de dicho acuerdo, y la segunda lo anulará o ratificará en un plazo de 24 horas.

Los trabajadores o sus representantes no pueden sufrir perjuicio alguno derivado de la adopción de las medidas mencionadas, salvo que se demuestre que han obrado de mala fe o cometido negligencia grave.

Una vez indicado esto, cualquier trabajador que observe en obra una situación que a su juicio pueda entrañar un riesgo grave e inminente para él o para sus compañeros, informará de ello a su inmediato superior (encargado, jefe de trabajos, jefe de obra, etc.), el que una vez evaluada la situación actuará conforme a lo indicado en los párrafos anteriores, adoptará las medidas de seguridad oportunas e informará a su vez a su inmediato superior y su servicio de prevención, con objeto de que adopten ellos también las medidas adecuadas.

8.1 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial

más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

8.2 BOTIQUÍN

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local, ...

8.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Este apartado tiene por objeto dar una serie de recomendaciones relativas a la actuación contra el fuego en el caso de que éste llegara a producirse.

En primer lugar, se intentaré sofocar el conato de incendio y si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

Para hacer funcionar los extintores portátiles se seguirán los siguientes pasos:

1. Sacar la anilla que hace de seguro.
2. Abrir la válvula de gas impulsor de botellín adosado (si es de presión incorporada no tiene este paso).
3. Apretar la pistola dirigiendo el chorro a la base de las llamas y barrer en abanico.

La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local.

Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio.

Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. Hay que barrer desde lejos y acercarse poco a poco al fuego.

Siempre que las actuaciones para atacar no se dificulten grandemente a consecuencia del humo, no deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio.

Recordar que, a falta de protección respiratoria, una protección improvisada es colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias, procurando ir agachado a ras del suelo, pues el humo por su densidad tiende a ir hacia arriba.

Si se inflaman las ropas, no correr, las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

9. COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

El Empresario cumplimentará el parte de accidente de trabajo (según el modelo oficial) en aquellos accidentes de trabajo o recaídas que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día, salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente, previa baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa a la Mutua o Entidad Gestora o Colaboradora de la Seguridad Social, que tiene a su cargo la protección por accidente de trabajo, en el plazo máximo de 5 días hábiles, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.

Aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves, o que el accidente ocurrido en un centro de trabajo afecte a más de cuatro trabajadores, pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la Empresa, esta además de cumplimentar el parte de accidente comunicará éste hecho, en el plazo máximo de 24 horas, por telegrama u otro medio de comunicación análogo, a la Autoridad Laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, debiendo constar en la comunicación la razón social, domicilio y teléfono de la Empresa, nombre del accidentado, dirección completa del lugar donde ocurrió el accidente así como una breve descripción del mismo.

La relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica deberá cumplimentarse mensualmente en aquellos accidentes de trabajo que no hayan causado baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa, en los modelos oficiales, a la entidad gestora de accidentes de trabajo en los plazos que marca la legislación vigente.

Finalmente, todo incidente o accidente ocurrido en obra debe quedar registrado, debiendo notificarse en todos los casos al Coordinador de Seguridad y Salud, o a la Dirección Facultativa cuando no fuera necesaria su designación, a la mayor brevedad posible.

Todo accidente ocurrido en la obra debe ser investigado por la empresa a la que pertenezca el trabajador, elaborando el preceptivo informe de investigación de accidentes, que deberá ser archivado junto con el resto de documentación del accidente. Este informe estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud, y de la Dirección Facultativa.

9.1 SERVICIOS HIGIÉNICOS

En aplicación de lo exigido a este respecto por la normativa aplicable, anexo IV parte A del R.D.1627/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se deberán destinar los servicios higiénicos (vestuarios, retretes y lavabos) necesarios para los trabajadores.

En el caso en que se utilicen instalaciones provisionales (casetas o similar), se garantizará para todo el periodo que abarque la ejecución, mientras exista personal imputable a la misma.

Las instalaciones se mantendrán en adecuadas condiciones de higiene y limpieza, quedando totalmente prohibido el almacenamiento de sustancias y material de obra en su interior, pues su uso no es el de almacén.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria, debiendo encontrarse los vestuarios próximos a las salas de aseo.

Además, en la obra, los trabajadores dispondrán de suficiente agua potable, la cual se mantendrá en recipientes adecuados para su conservación e higiene y marcados con el nombre de su contenido.

9.2 FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del R.D. 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma de que en cada obra disponga de algún socorrista con todos los medios que precise.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

La información suministrada preferentemente por escrito deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.

Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

Cualquier otra información de utilidad preventiva.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

10. VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Atendiendo a esta obligación, todo trabajador que se incorpore a la obra habrá pasado un reconocimiento médico que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

11. RECURSOS PREVENTIVOS

Según se indica en el artículo 4 de la Ley 54/2003, la presencia de Recursos Preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será de obligación en las diferentes fases de la obra en los siguientes casos:

Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

Uno o varios trabajadores designados de la empresa.

Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.

Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Además, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos de la obra y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Por otra parte, en el artículo 7 de la Ley 54/2003 se establece la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción, en el cual se indica lo siguiente:

La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.

La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales.

La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas.

Además, según el R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.dice que:

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este R.D., con las siguientes especialidades:

- **El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.**

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este R.D.»

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PRESUPUESTO

TOROS DE GUISANDO I - (COMUNIDAD DE MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	01 PROTECCIONES INDIVIDUALES								
01.01	**Ud CASCO DE SEGURIDAD**								
	Ud. Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. B.O.E. 30-12-74 y Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 143 MT-1.								
						10,00	2,15		21,50
01.02	**Ud CASCO SEGURIDAD DIELECTRICO**								
	Ud. Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, (amortizable en 5 usos). Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 143 MT-1.								
						3,00	3,49		10,47
01.03	**Ud PANTALLA SEGURIDAD SOLDADOR**								
	Ud. Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 144-145-146 MT-3.								
						1,00	3,54		3,54
01.04	**Ud CINTURON SEGURIDAD**								
	Ud. Cinturón de seguridad de sujección, homologado, (amortizable en 4 usos). Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 151 y B.O.E. 2-9-77 y 17-3-81. MT-13.								
						4,00	14,37		57,48
01.05	**Ud MONO DE TRABAJO**								
	Ud. Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Ordenanza general de Seguridad e Higiene, art. 142.								
						10,00	9,36		93,60
01.06	**Ud TRAJE IMPERMEABLE**								
	Ud. Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC.								
						10,00	5,28		52,80
01.07	**Ud PAR GUANTES DE USO GENERAL**								
	Ud. Par de guantes de uso general de lona y serraje.								
						10,00	2,29		22,90
01.08	**Ud PAR DE BOTAS DE AGUA**								
	Ud. Par de botas de agua. Norma MT-27.								
						10,00	6,52		65,20
01.09	**Ud PAR DE BOTAS C/PUNTERA METAL.**								
	Ud. Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). MT-5.								
						10,00	9,98		99,80

TOROS DE GUISANDO I - (COMUNIDAD DE MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.10	**Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS**								
	Ud. Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). B.O.E. 17-8-78 y Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 145-146 MT-16.								
						10,00	2,95		29,50
01.11	**Ud MASCARILLA ANTIPOLVO**								
	Ud. Mascarilla antipolvo doble filtro, (amortizable en 3 usos). Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 141-151 y MT-7.								
						20,00	0,71		14,20
01.12	**Ud PROTECTORES AUDITIVOS**								
	Ud. Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). B.O.E. 1-9-75. Ordenanza General S. H. de 9-3-71, art. 147 MT-2.								
						20,00	4,47		89,40
01.13	**Ud MANDIL CUERO**								
	Ud. Mandil de cuero, (amortizable en 3 usos). Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 148-149.								
		1				1,00			
						1,00	4,19		4,19
	TOTAL 01 PROTECCIONES INDIVIDUALES.....								**564,58**

TOROS DE GUISANDO I - (COMUNIDAD DE MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	02 PROTECCIONES COLECTIVAS								
02.01	**Ud SEÑAL SEGURIDAD I/SOPORTE**								
	Ud. Señal de seguridad normalizada de formas varias, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2mm. y 1,2m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y desmontaje.								
						3,00	15,07		45,21
02.02	**Ud PLACA SEÑALIZACION RIESGO**								
	Ud. Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30cm., fijada mecánicamente, amortizable en tres usos, incluso colocación y desmontaje.								
						4,00	5,65		22,60
02.03	**Ml CINTA SEÑALIZACION BICOLOR**								
	Ml. Cinta de señalización bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.								
						225,00	0,38		85,50
02.04	**Ml VALLADO PERIMETRAL DE OBRA**								
	Ml. Alquiler m./mes de valla realizada con paneles prefabricados de 3.50x2,00 m. de altura, enrejados de 80x150 mm. y D=8 mm. de espesor, soldado a tubos de D=40 mm. y 1,50 mm. de espesor, todo ello galvanizado en caliente, sobre soporte de hormigón prefabricado separados cada 3,50 m., incluso accesorios de fijación, p.p. de portón, considerando un tiempo mínimo de 12 meses de alquiler, incluso montaje y desmontaje.								
						150,00	1,95		292,50
02.05	**M2 RED VERTICAL PROTECCIÓN HUECOS**								
	M2. Red vertical para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.								
						126,00	2,40		302,40
	TOTAL 02 PROTECCIONES COLECTIVAS.....								**748,21**

TOROS DE GUISANDO I - (COMUNIDAD DE MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	03 EXTINCIÓN DE INCENDIOS								
03.01	**Ud EXTINTOR POLVO ABC 6 kg. PR.INC.**								
	Ud. Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, tipo Parsi modelo PI-6-U o similar, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada.								
						2,00	18,99		37,98
03.02	**Ud EXTINTOR CO2 12 KG.**								
	Ud. Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 12 kg. de agente extintor, modelo NC-5-P, con soporte y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada.								
						2,00	38,62		77,24
	TOTAL 03 EXTINCIÓN DE INCENDIOS								**115,22**

TOROS DE GUISANDO I - (COMUNIDAD DE MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	04 HIGIENE Y BIENESTAR								
04.01	**Ud ALQ. CASETA OFICINA-ASEO**								
	Ud. Alquiler caseta prefabricada para aseos y oficina de obra de 4,00x2,05x2,30m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos duchas de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, dos inodoros y dos lavabos de porcelana vitrificada, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Incluídas acometidas. Con transporte a 100 km. ida. Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 38-43.								
						3,00	198,48		595,44
04.02	**Ud ALQ. CASETA VESTUARIOS 20 m2.**								
	Ud. Alquiler caseta prefabricada para vestuario en obra de 20 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Dotada de las instalaciones necesarias y totalmente equipada. Incluso acometidas necesarias.								
						3,00	309,88		929,64
04.03	**Ud TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL**								
	Ud. Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y antocorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada, (amortizable en 3 usos).								
						10,00	25,60		256,00
04.04	**Ud BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS**								
	Ud. Banco de madera con capacidad para 5 personas, (amortizable en 2 usos).								
						2,00	11,78		23,56
04.05	**Ud MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS**								
	Ud. Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas, (amortizable en 4 usos).								
						1,00	50,30		50,30
04.06	**Ud DEPOSITO-CUBO DE BASURAS**								
	Ud. Cubo para recogida de basuras. (amortizable en 2 usos).								
						3,00	7,54		22,62

TOROS DE GUISANDO I - (COMUNIDAD DE MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.07	**Ud ALQUILER CASETA PREFA.ALMACEN**								
	Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.								
						3,00	110,47		331,41
04.08	**Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICADA**								
	Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.								
						2,00	216,79		433,58
	TOTAL 04 HIGIENE Y BIENESTAR.....								**2.642,55**

TOROS DE GUISANDO I - (COMUNIDAD DE MADRID)

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	05 MEDICINA Y PRIMEROS AUXILIOS								
05.01	**Ud BOTIQUIN DE URGENCIA**								
	Ud. Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.								
		1				1,00			
						1,00	40,73		40,73
05.02	**Ud REPOSICION BOTIQUIN**								
	Ud. Reposición de material de botiquín de urgencia.								
						1,00	6,12		6,12
05.03	**Ud RECONOCIMIENTO MÉDICO POR OBRERO**								
	Ud. Reconocimiento médico obligatorio anual por obrero.								
						10,00	11,30		113,00
	TOTAL 05 MEDICINA Y PRIMEROS AUXILIOS								**159,85**
	TOTAL								**4.230,41**

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	564,58	13,35
2	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	748,21	17,69
3	EXTINCIÓN DE INCENDIOS.....	115,22	2,72
4	HIGIENE Y BIENESTAR.....	2.642,55	62,47
5	MEDICINA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	159,85	3,78
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	4.230,41	

El presupuesto de ejecución material asciende a la expresada cantidad de CUATRO MIL DOSCIENTOS TREINTA EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

LA DIRECCIÓN FACULTATIVA



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLANOS

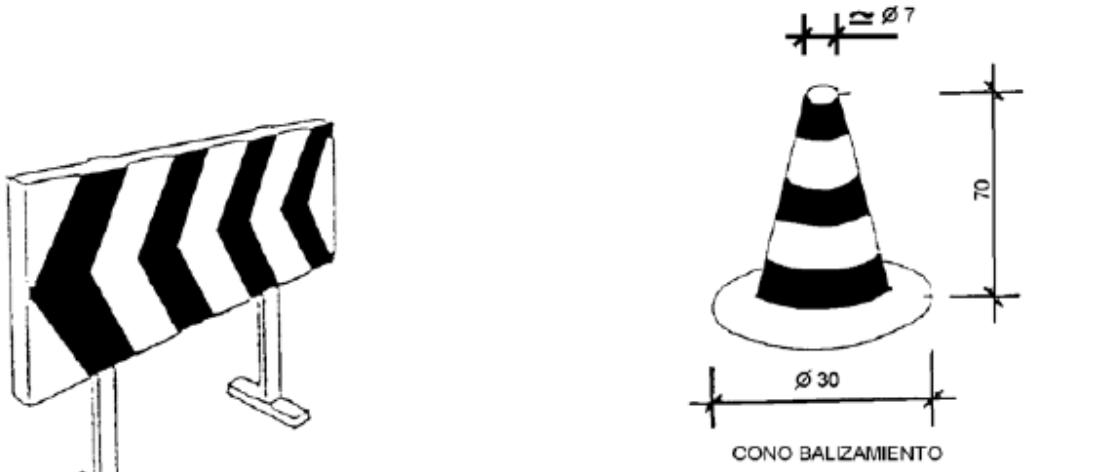
ÍNDICE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD – PLANOS

1. SEÑALIZACIÓN I 1
2. SEÑALIZACIÓN II 2
3. TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS 3
4. BARANDILLA DE PROTECCIÓN 4
5. PROTECCIÓN EN ZANJAS I 5
6. PROTECCIÓN EN ZANJAS II 6
7. BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO 7
8. PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS 8
9. TERRAPLENES Y RELLENOS 9
10. CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS 10
11. CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II 11
12. EQUIPOS PARA TRABAJO EN ALTURAS 12
13. RIESGOS ELÉCTRICOS I 13
14. RIESGOS ELÉCTRICOS II 14
15. RIESGOS ELÉCTRICOS III 15
16. RIESGOS ELÉCTRICOS V 17
17. TRABAJOS DE SOLDADURA 18
18. ANDAMIO DE BORRIQUETA 20
19. VALLA MÓVIL DE PROHIBICIÓN Y PROTECCIÓN DE PASO 20
20. ESCALERAS DE MANO 21
21. PROTECCIONES INDIVIDUALES 22
22. VESTUARIOS 23
23. SEÑALES DE OBLIGACIÓN 24

1. SEÑALIZACIÓN I



2. SEÑALIZACIÓN II



CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO

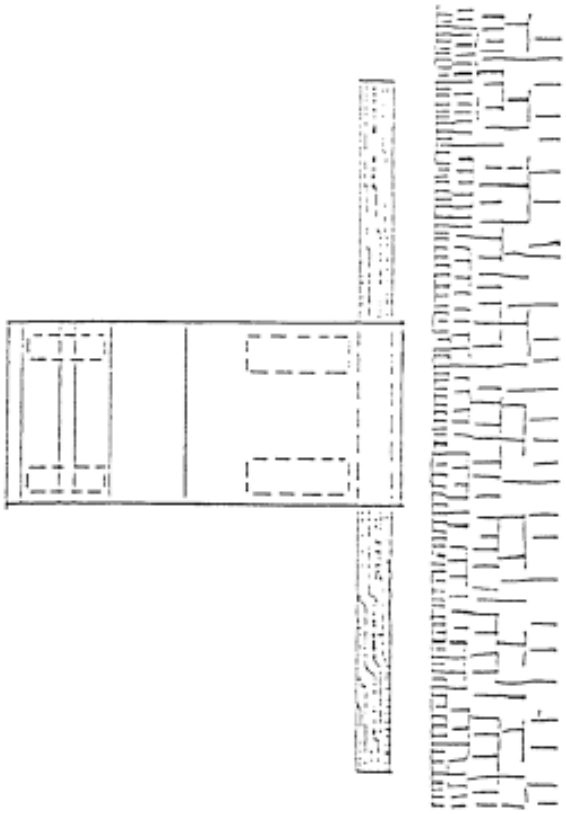


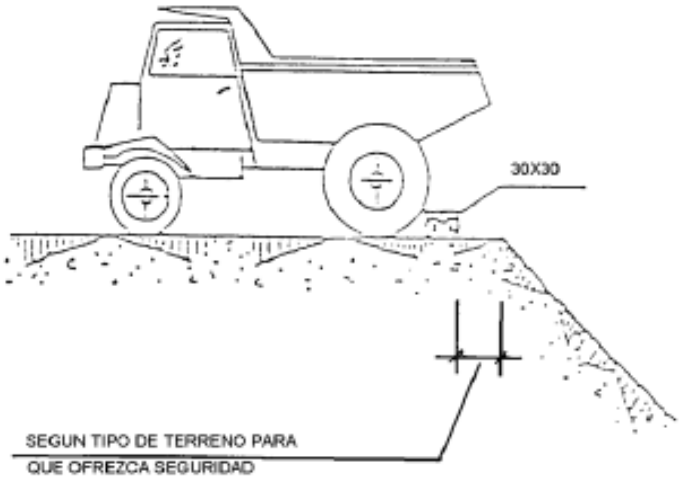
CINTA BALIZAMIENTO



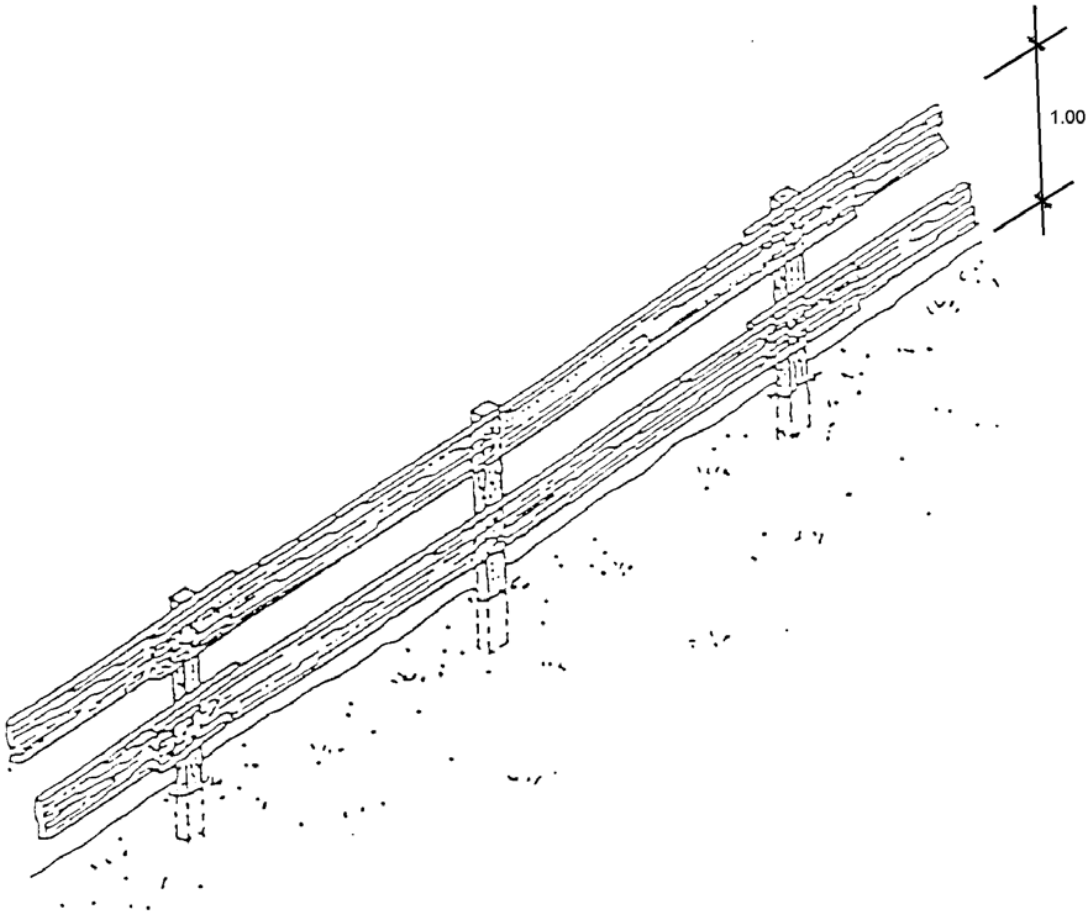
CORDON BALIZAMIENTO

3. TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

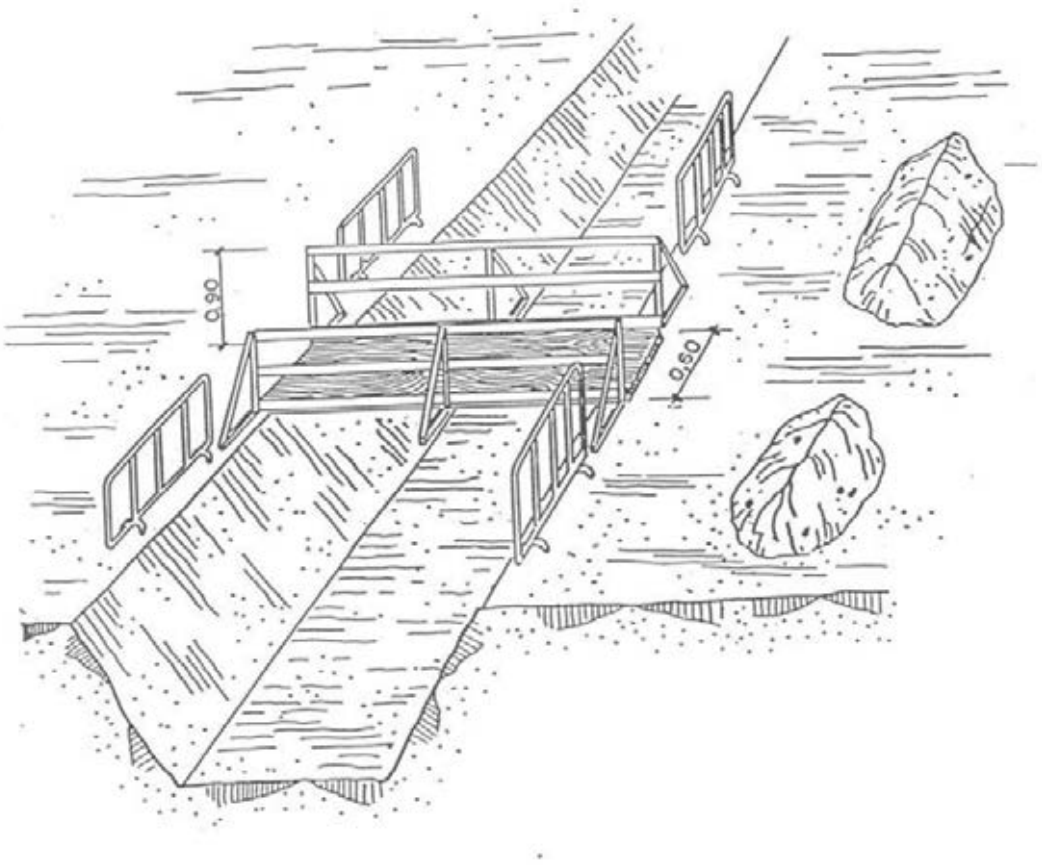




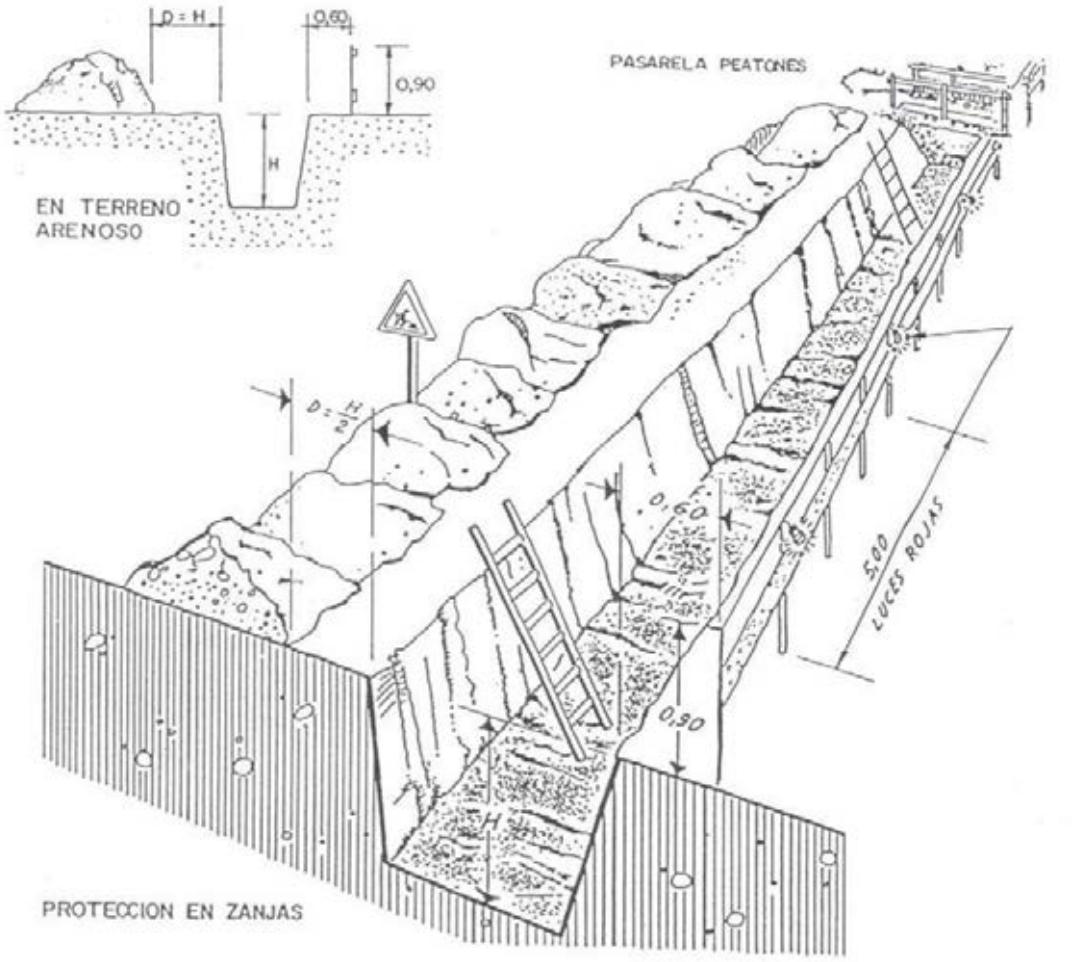
4. BARANDILLA DE PROTECCIÓN



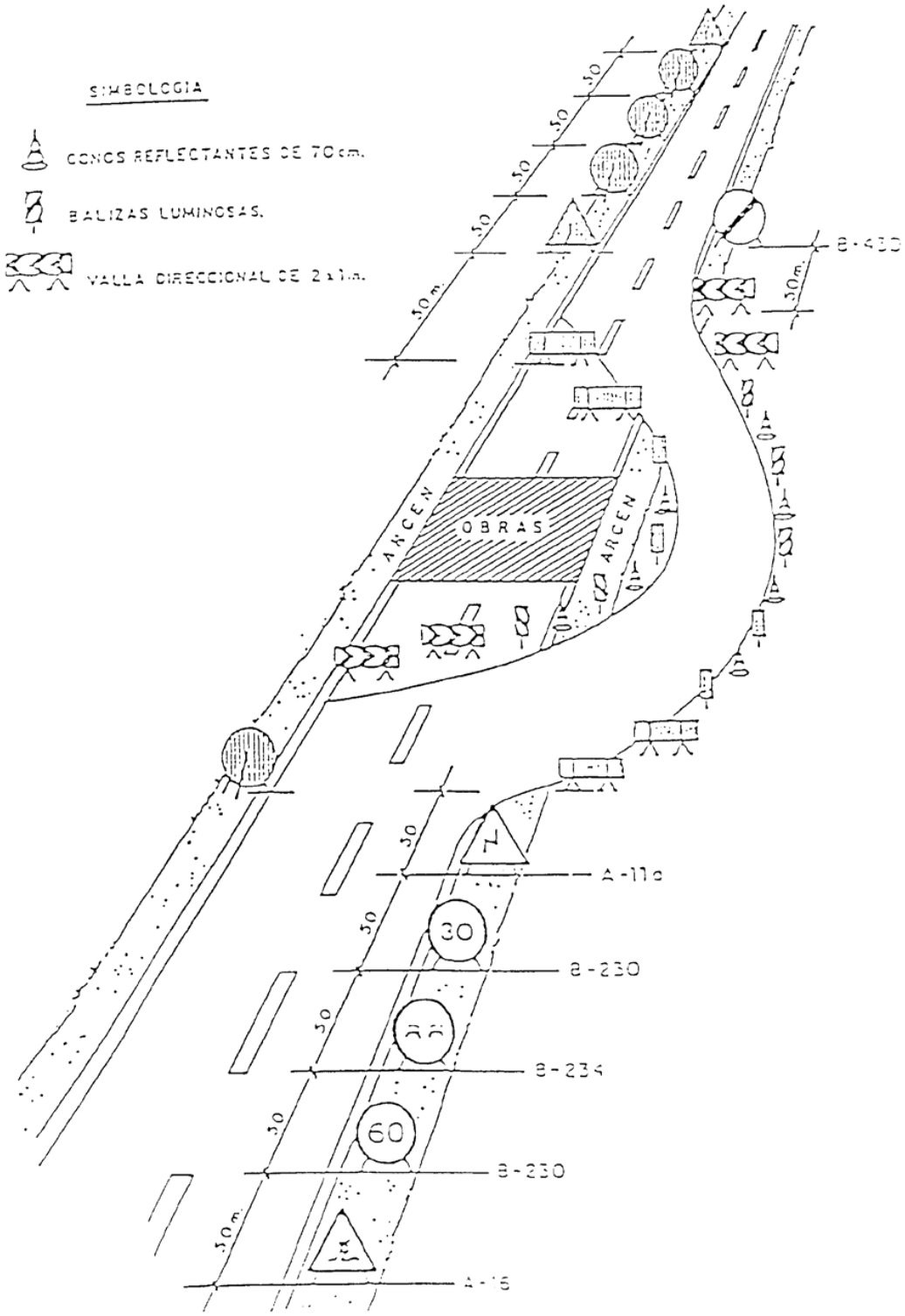
5. PROTECCIÓN EN ZANJAS I



6. PROTECCIÓN EN ZANJAS II

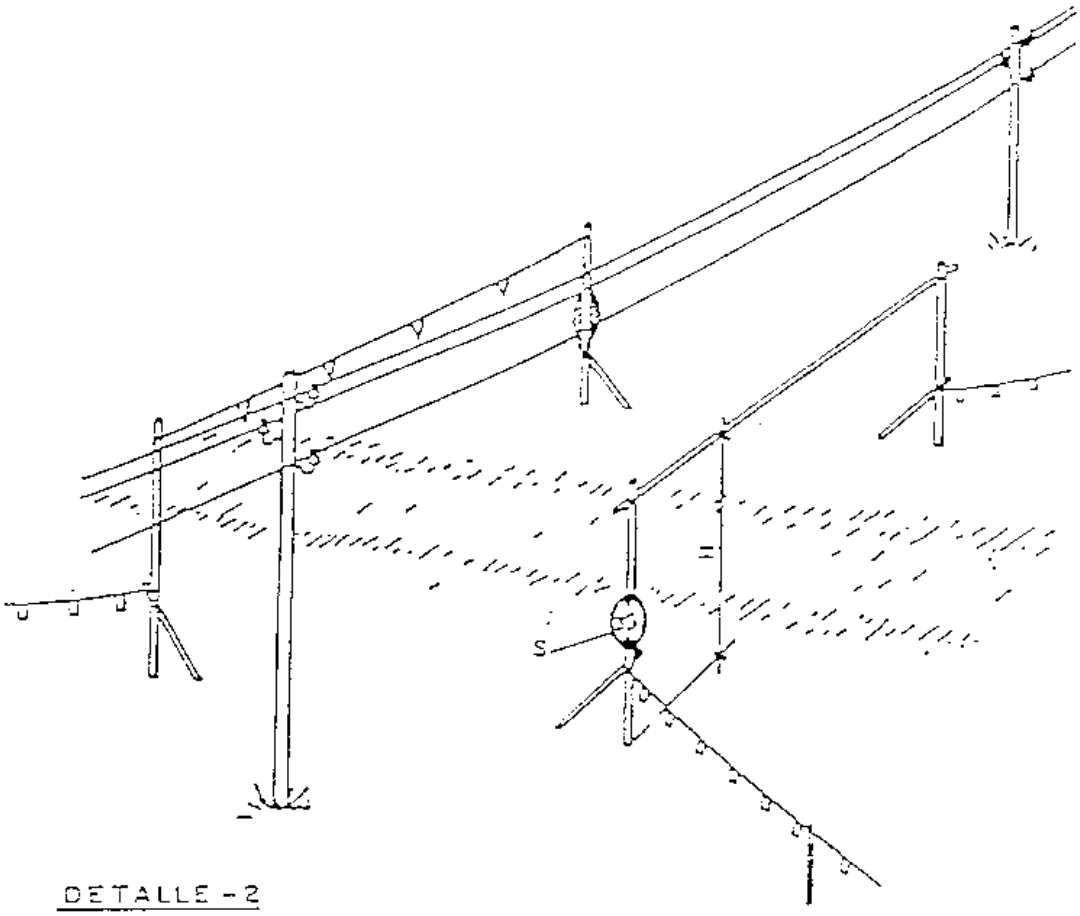


7. BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO



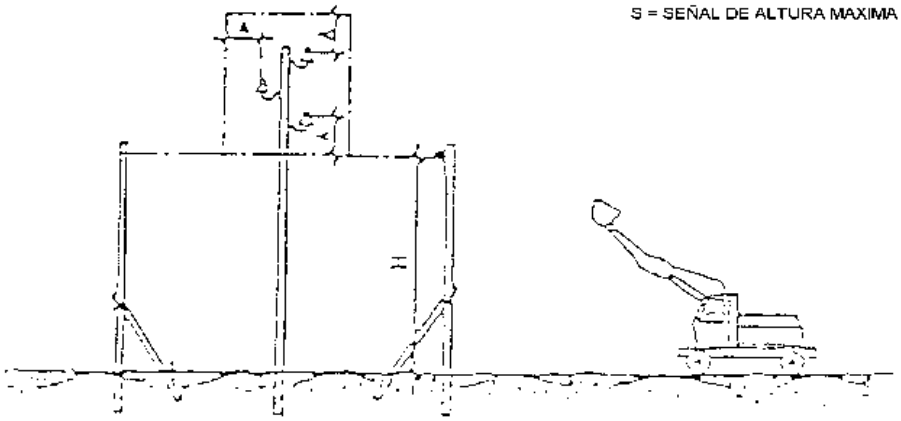
8. PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS

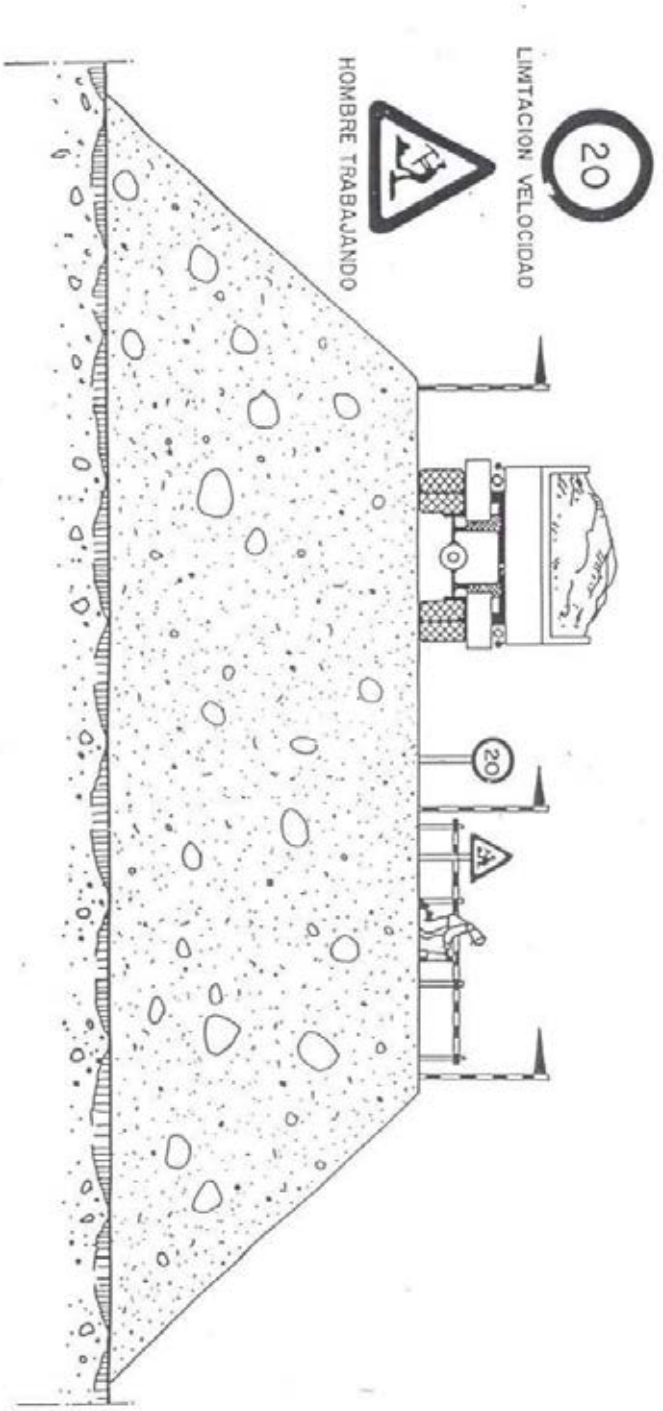


DETALLE - 2

H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



9. TERRAPLENES Y RELLENOS



10. CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga



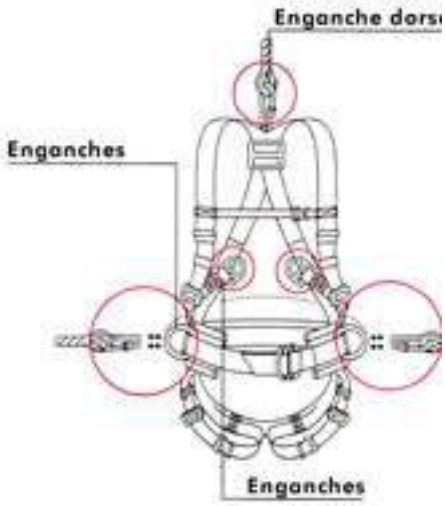
6 Bajar la carga



11. CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II



12. EQUIPOS PARA TRABAJO EN ALTURAS





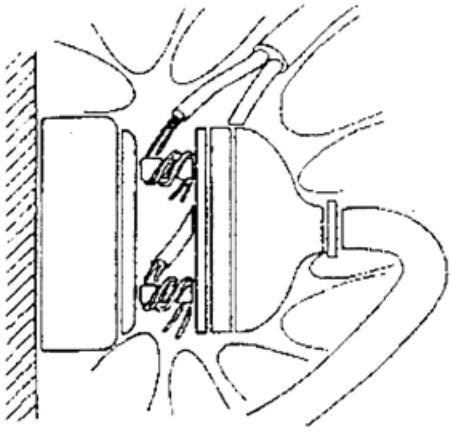


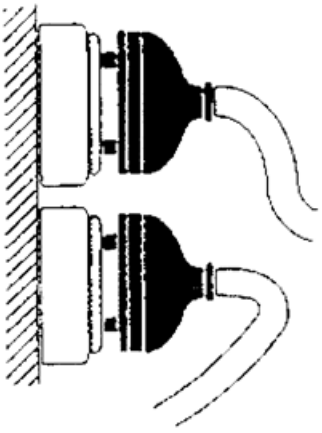


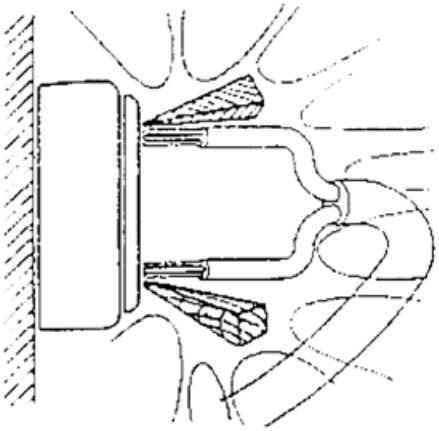
13. RIESGOS ELÉCTRICOS I

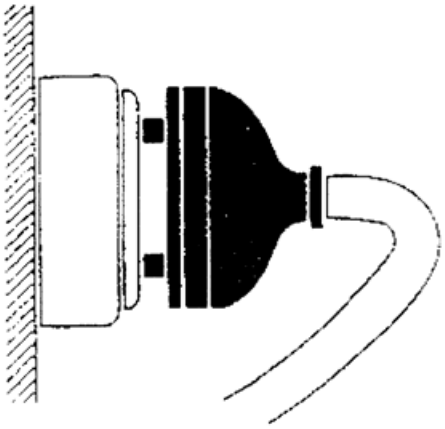
INCORRECTO

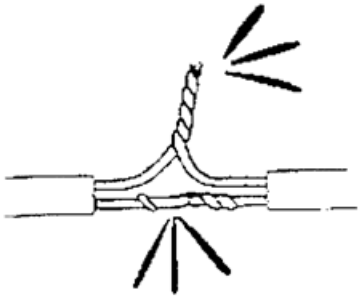
CORRECTO





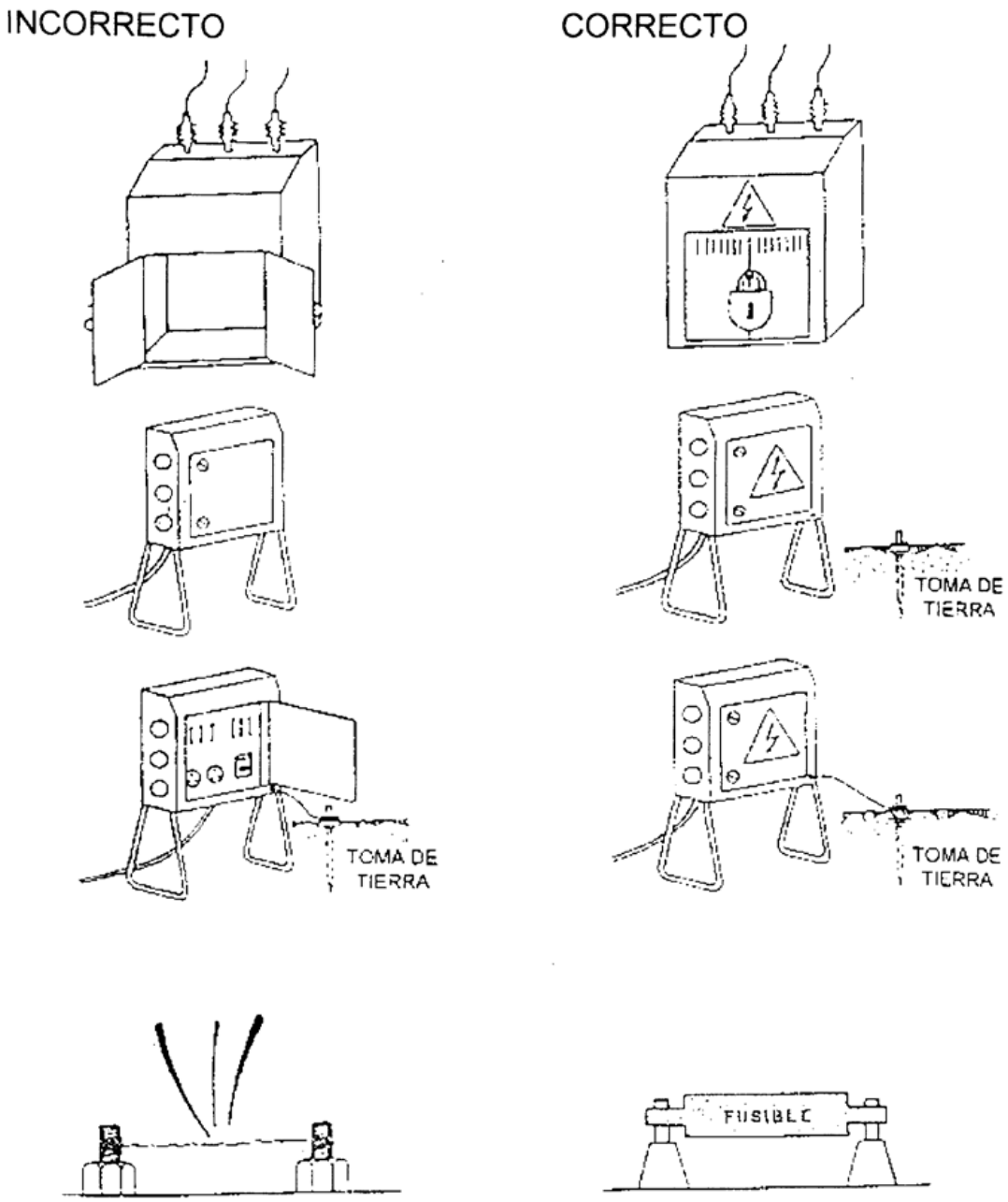




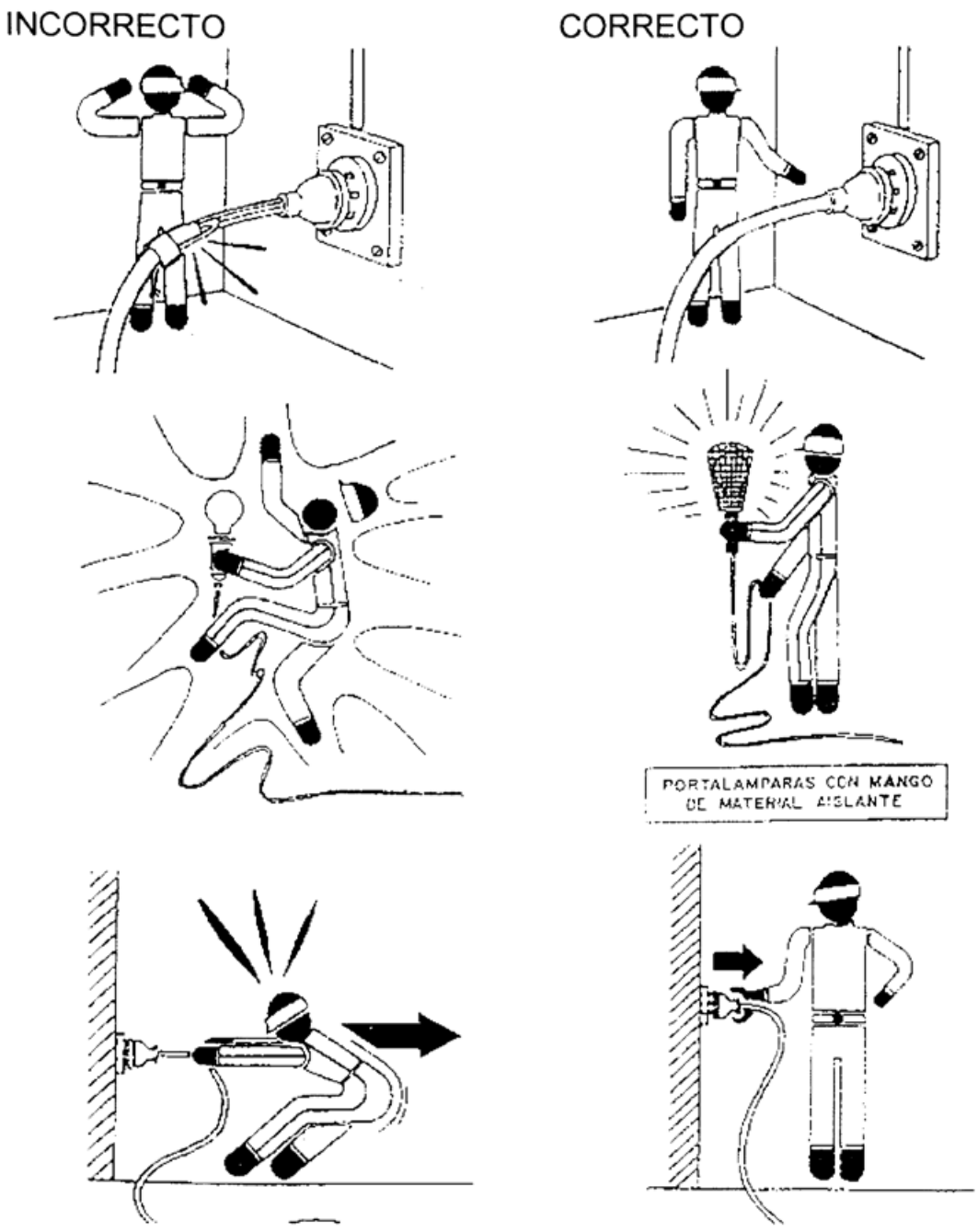




14. RIESGOS ELÉCTRICOS II

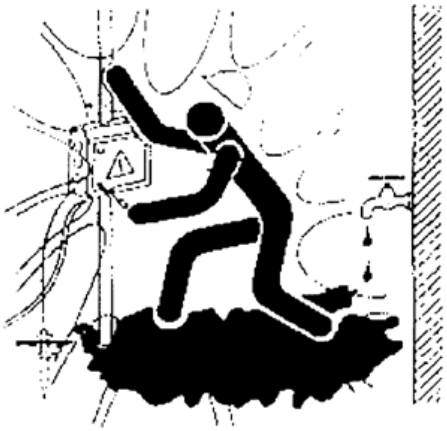


15. RIESGOS ELÉCTRICOS III

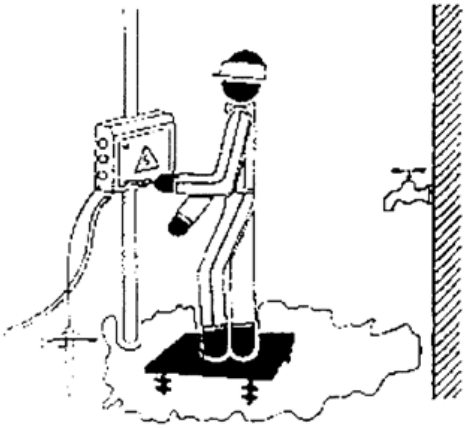


RIESGOS ELÉCTRICOS IV

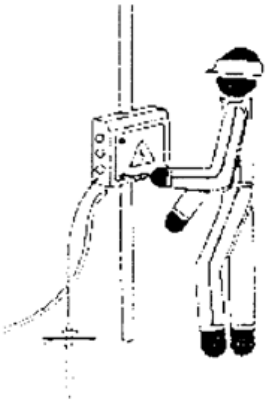
INCORRECTO



CORRECTO

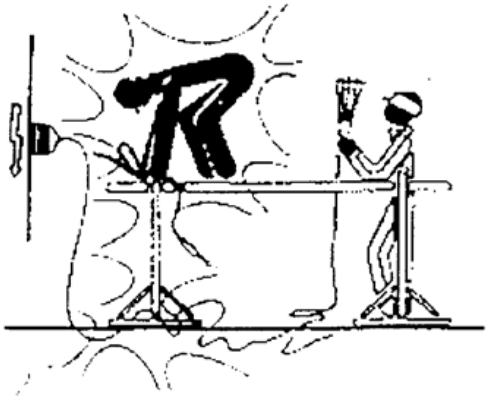






16. RIESGOS ELÉCTRICOS V

INCORRECTO



CORRECTO

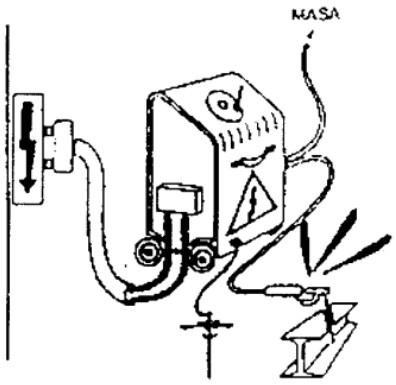




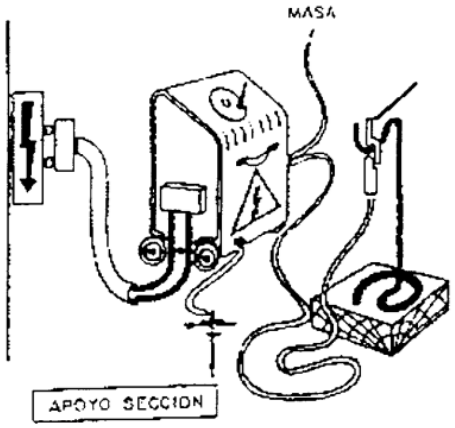


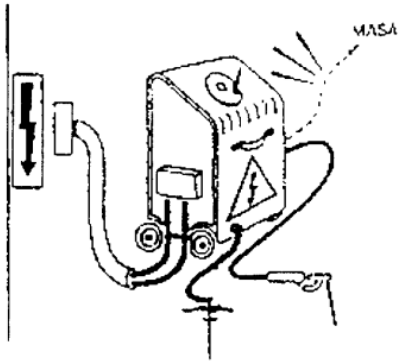
17. TRABAJOS DE SOLDADURA

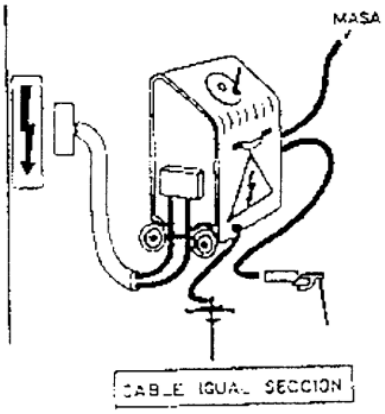
INCORRECTO

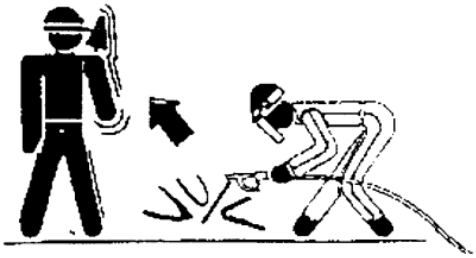


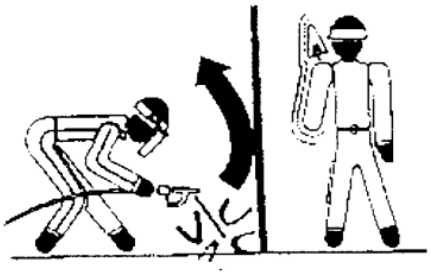
CORRECTO









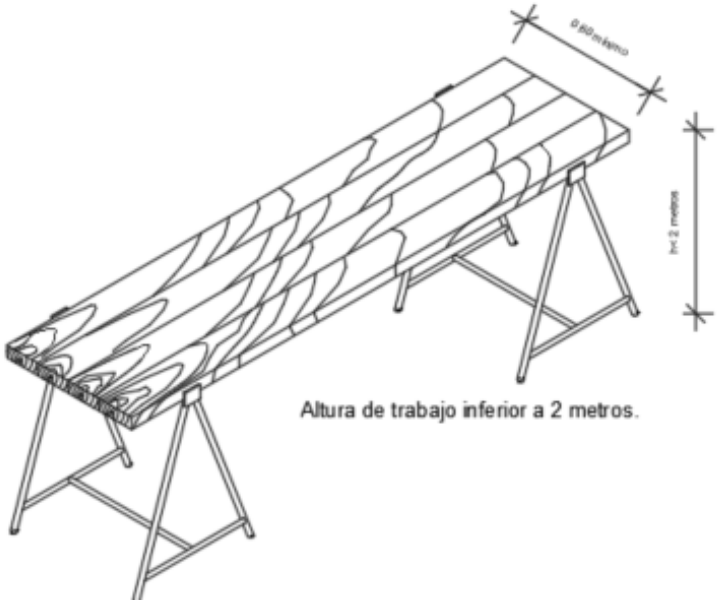


MEDIDAS DE SEGURIDAD EN ANDAMIOS

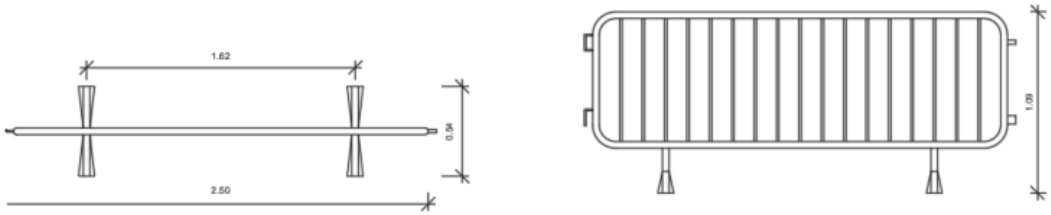
CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Los apoyos de los andamios tubulares se asentarán sobre bases sólidas y resistentes.
- Se instalarán de forma que quede asegurada la estabilidad del conjunto.
- Serán lo suficientemente resistentes para soportar las cargas máximas a las que serán sometidas.
- Los tablones irán unidos entre sí y sujetos a la estructura tubular.
- La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60 metros.
- La barandilla exterior será de 0,92 metros, rodapié de 0,15 metros y listón intermedio. La barandilla interior será de 0,70 metros.
- El montaje y desmontaje del andamio se realizará utilizando el cinturón de seguridad.

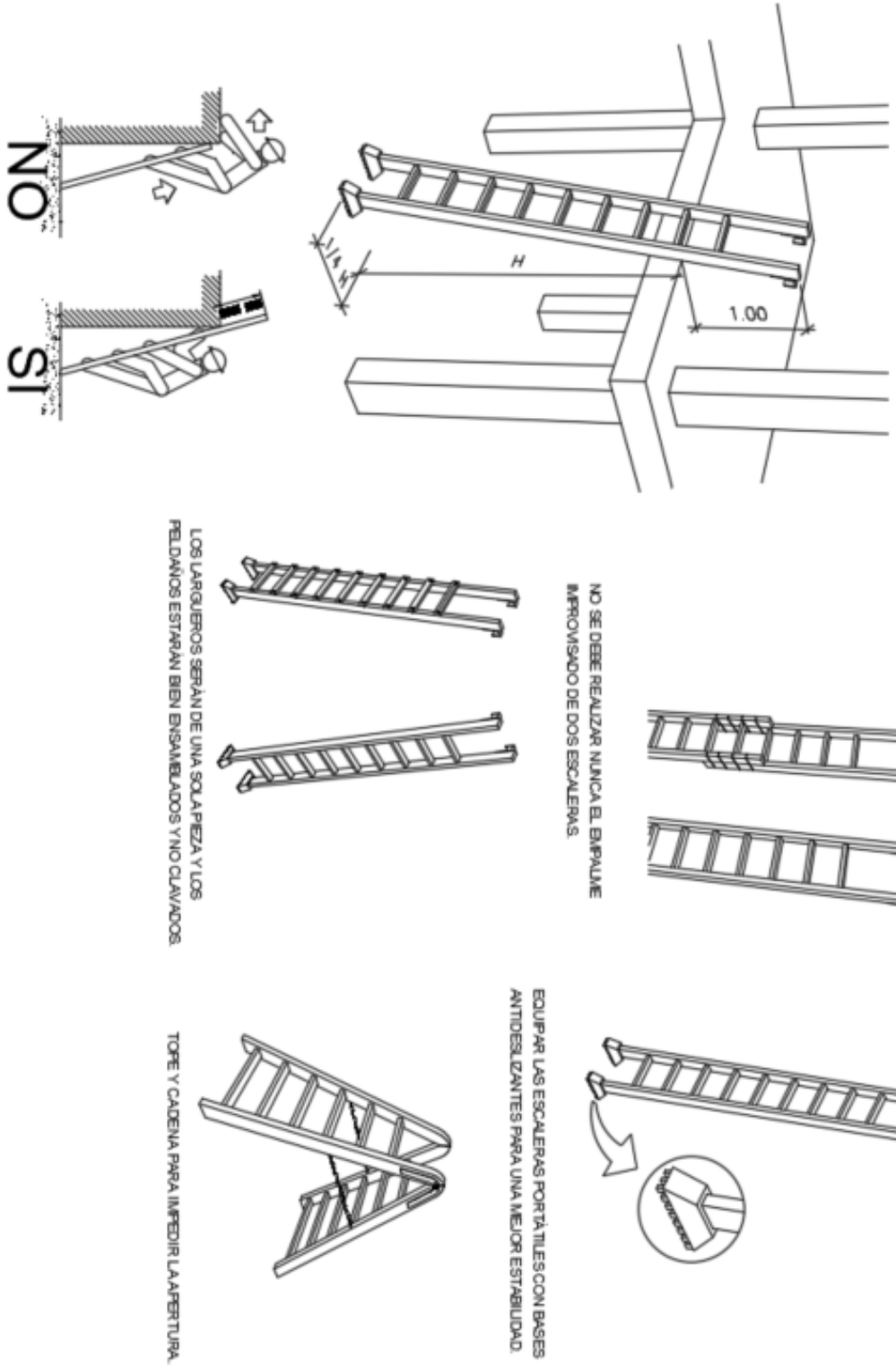
18. ANDAMIO DE BORRIQUETA



19. VALLA MÓVIL DE PROHIBICIÓN Y PROTECCIÓN DE PASO

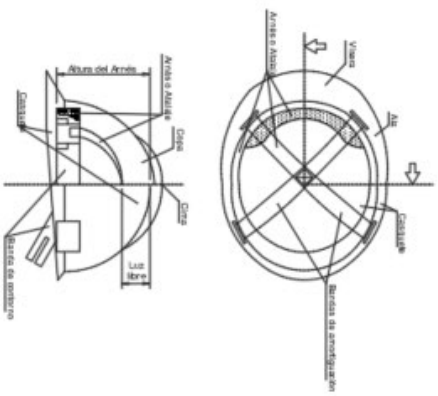


20. ESCALERAS DE MANO

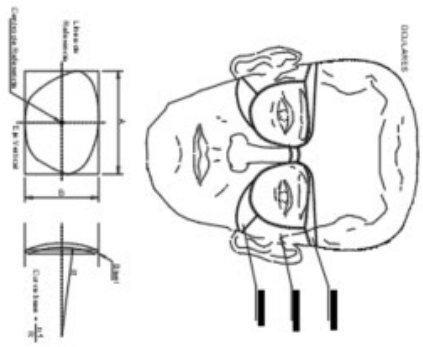


21. PROTECCIONES INDIVIDUALES

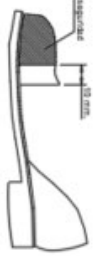
PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCO DE SEGURIDAD)



PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD)



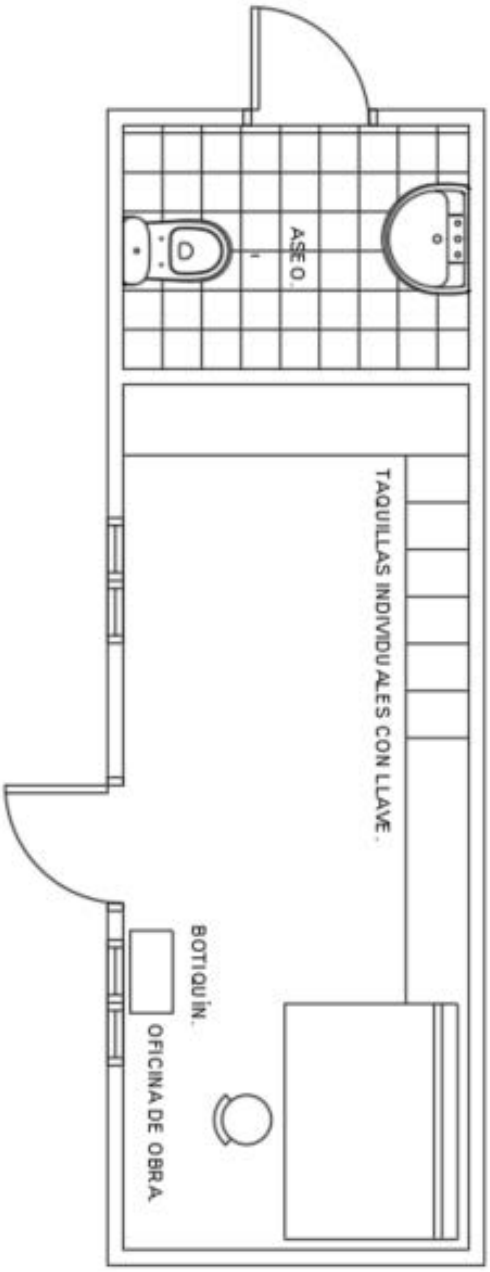
PROTECCIONES INDIVIDUALES (BOTAS DE SEGURIDAD -REFUERZOS-)





22. VESTUARIOS

MÓDULO PREFABRICADO PARA SERVICIOS SALUBRIDAD Y CONFORT AISLADO.



DOTACION: - VESTUARIO PARA 6 TRABAJADORES.
- UN RETRETE.
- UN LAVABO.

ALTURA 2.61 mts.
SUELO, PARED Y TECHO IMPERMEABLE.
VENTILACION DIRECTA.
AGUA POTABLE.

23. SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OÍDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

PLANOS

ÍNDICE PLANOS

Sección 01: Diseño general

01.01 FP Situación y emplazamiento
01.02 FP Referencias catastrales
01.03 FP Afecciones
01.04 FP Layout
01.05 FP Organización del parque
01.06 FP Gestión de residuos
01.07 FP Centro de transformación

Sección 02: Obra civil

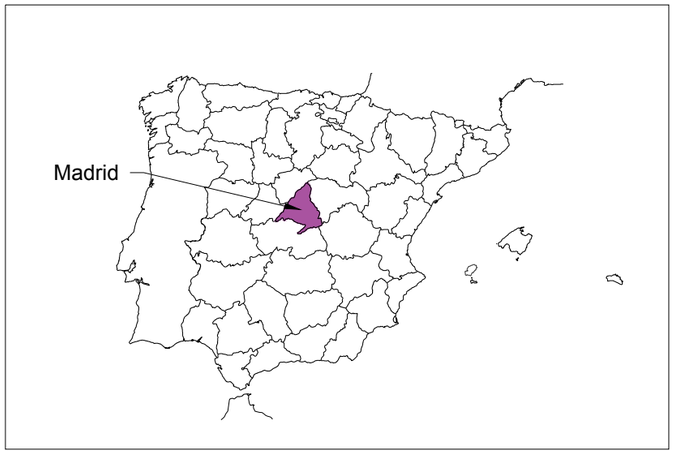
02.01 FP Vallado perimetral
02.02 FP Zanjas

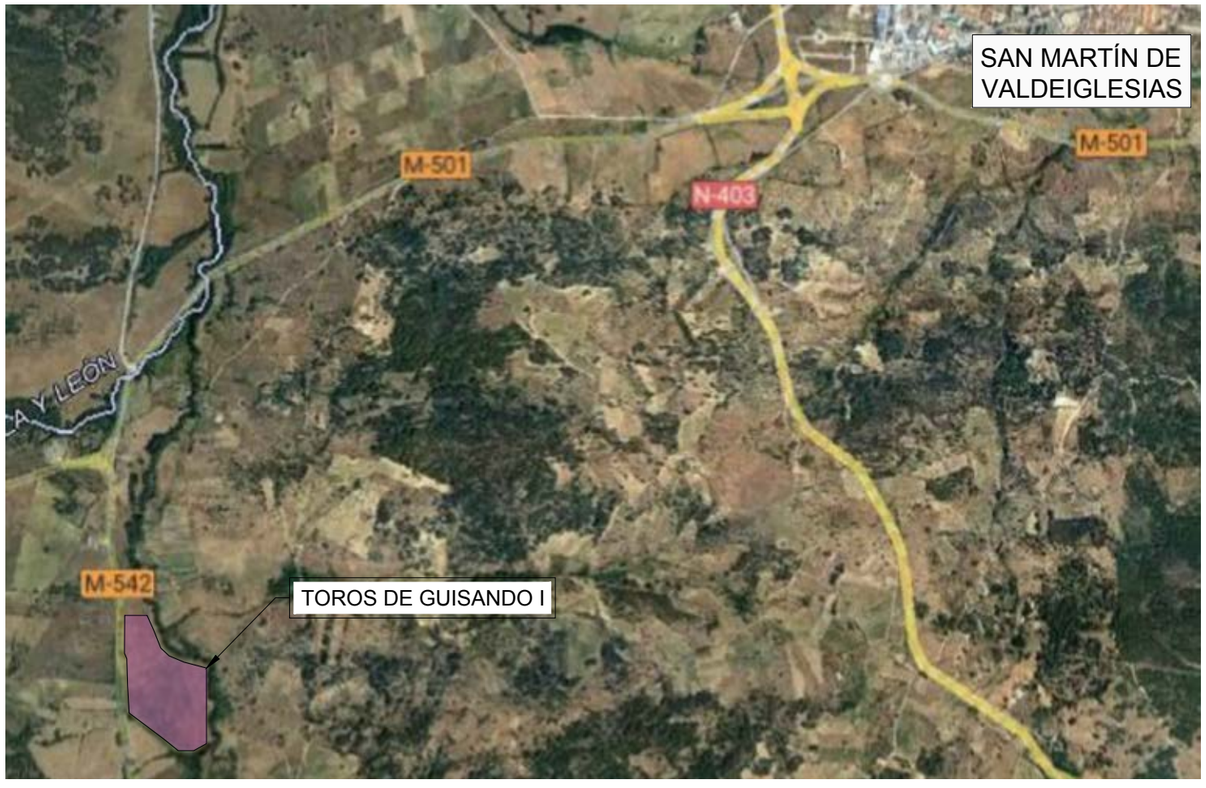
Sección 03: Electricidad

03.01 FP Cableado CC
03.02 FP Cableado CA
03.03 FP Red de tierras
03.04 FP Esquema unifilar



ESCALA: 1:200.000





ESCALA: 1:20.000

						AUTOR DE PROYECTO	PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED "TOROS DE GUISANDO I"		NOMBRE PLANO: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO		NOMBRE ARCHIVO: 01.01 FP Situacion y emplazamiento		
						LIZHER INGENIERIA	FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño general	Nº PLANO: 01.01	FORMATO: A3	ESCALA: VARIAS	HOJA: =/+ 1/1
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA									
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA								

N

28133A01800015
28133A01700139
28133A01900155
28133A01900310
28133A01900309
28133A01900308
28133A01900159
28133A01900166
28133A01900161
28133A01600229
28133A01600231
28133A01600221
28133A01700138
28133A01700002
28133A01700003
28133A01900167
28133A01900168
28133A01900164
28133A01600391
28133A01800018
28133A01700120
28133A01900169
28133A01900170
28133A01609009
28133A01600243
28133A01600248
28133A01800044
28133A01700121
28133A01900171
28133A01900163
28133A01700122
28133A01909007
28133A01800019
28133A01900172
28133A01600390
28133A01700004
28133A01600234
28133A01600242
28133A01700119
28133A01600247
28133A01800020
28133A01700007
28133A01900174
28133A01600386
28133A01600238
28133A01600237
28133A01600388
28133A01600240
28133A01600241
28133A01700123
28133A01800046
28133A01700005
28133A01600385
28133A01600246
28133A01600245
28133A01700006
28133A01600451
28133A01800021
28133A01900178
28133A01600412
28133A01600308
28133A01600384
28133A01600383
28133A01600382
28133A01600413
28133A01700009
28133A01600450
28133A01600417
28133A01600452
28133A01600309
28133A01700113
28133A01600448
28133A01600453
28133A01600414
28133A01900175
28133A01600380
28133A01700010
28133A01600449
28133A01600415
28133A01600416
28133A01700008
28133A01700011
28133A01600401
28133A01609008
28133A01600311
28133A01600457
28133A01600458
28133A01900176
28133A01600379
28133A01700114
28133A01600313
28133A01600374
28133A01600378
28133A01900179
28133A01900177
28133A01600377
28133A01600343
28133A01600314
28133A01600369
28133A01600376
28133A01600342
28133A01600373
28133A01900178
28133A01600341
28133A01700012
28133A01700118
28133A01900180
28133A01600447
28133A01900187
28133A01600340
28133A01900284
28133A01700111
28133A01709001
28133A01900181
28133A01600375
28133A01900311
28133A01600459
28133A01600393
28133A01700060
28133A01600394
28133A01900184

TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

TOROS DE GUISANDO I						
Provincia	**Municipio**	**Polígono**	**Parcela**	**Referencia catastral**	**Uso**	**Sup. (Ha)**
Comunidad de Madrid	San Martín de Valdeiglesias	19	178	28133A019001780000KZ	Agrario	12,186

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
REFERENCIAS CATASTRALES

NOMBRE ARCHIVO:
01.02 FP Referencias catastrales.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (COMUNIDAD DE MADRID)

SECCIÓN: Diseño general

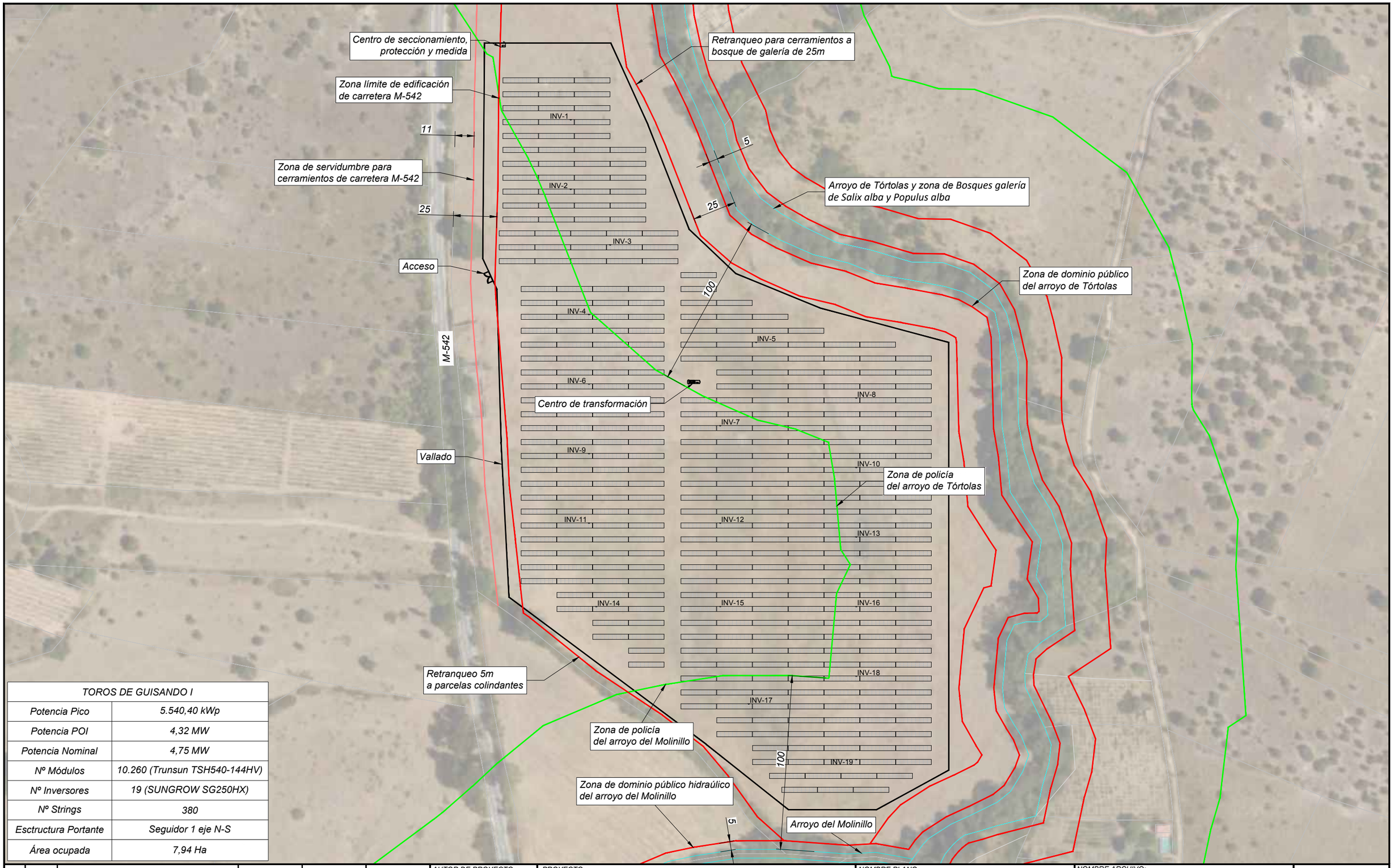
Nº PLANO: 01.02

FORMATO: A3

ESCALA: 1:4.000

HOJA: =/+ 1/1

N



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

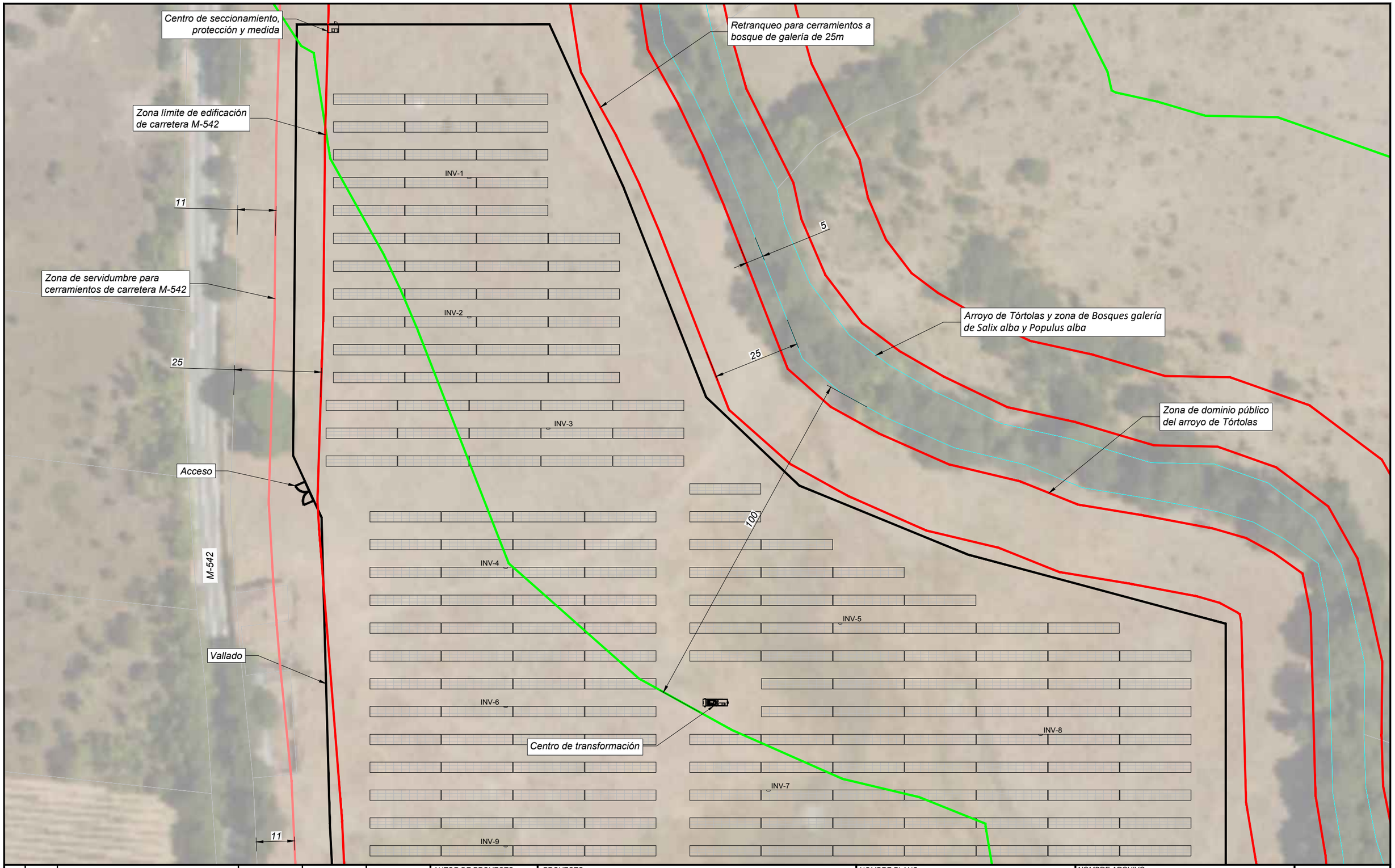
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: AFECCIONES

NOMBRE ARCHIVO: 01.03 FP Afecciones.dwg

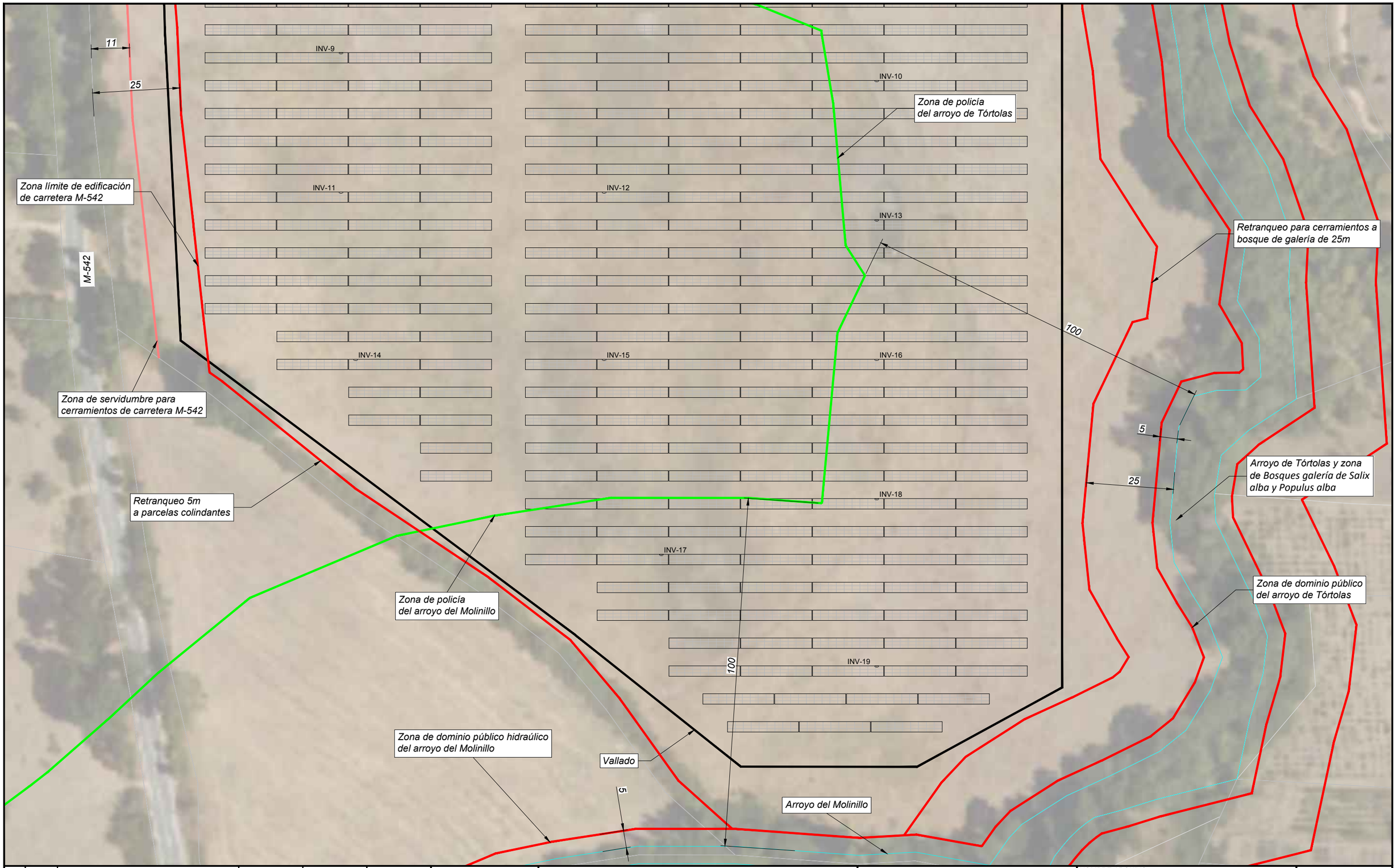
FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.03	A3	1:2.000	=/+ 1/3

N



						AUTOR DE PROYECTO	PROYECTO:	NOMBRE PLANO:	NOMBRE ARCHIVO:			
						LIZHER INGENIERIA	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I	AFECCIONES ZONA NORTE	01.03 FP Afecciones.dwg			
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño General	Nº PLANO: 01.03	FORMATO: A3	ESCALA: 1:1.000	HOJA: =/+ 2/3
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA							

N



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: AFECCIONES ZONA SUR		NOMBRE ARCHIVO: 01.03 FP Afecciones.dwg			N
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño General	Nº PLANO: 01.03	FORMATO: A3	ESCALA: 1:1.000	HOJA: =/+ 3/3	



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: LAYOUT

NOMBRE ARCHIVO: 01.04 FP Layout.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

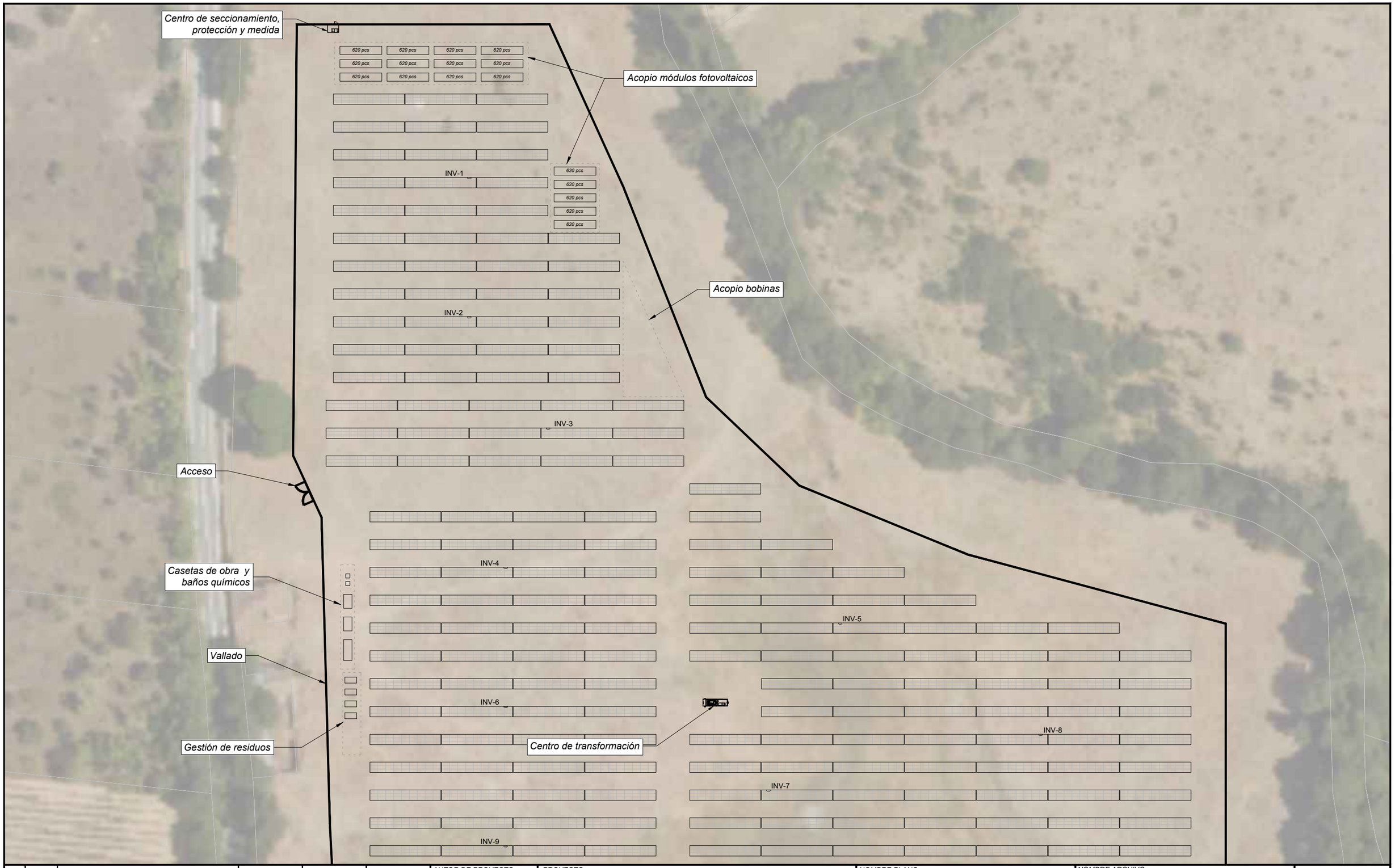
Nº PLANO: 01.04

FORMATO: A3

ESCALA: 1:2.000

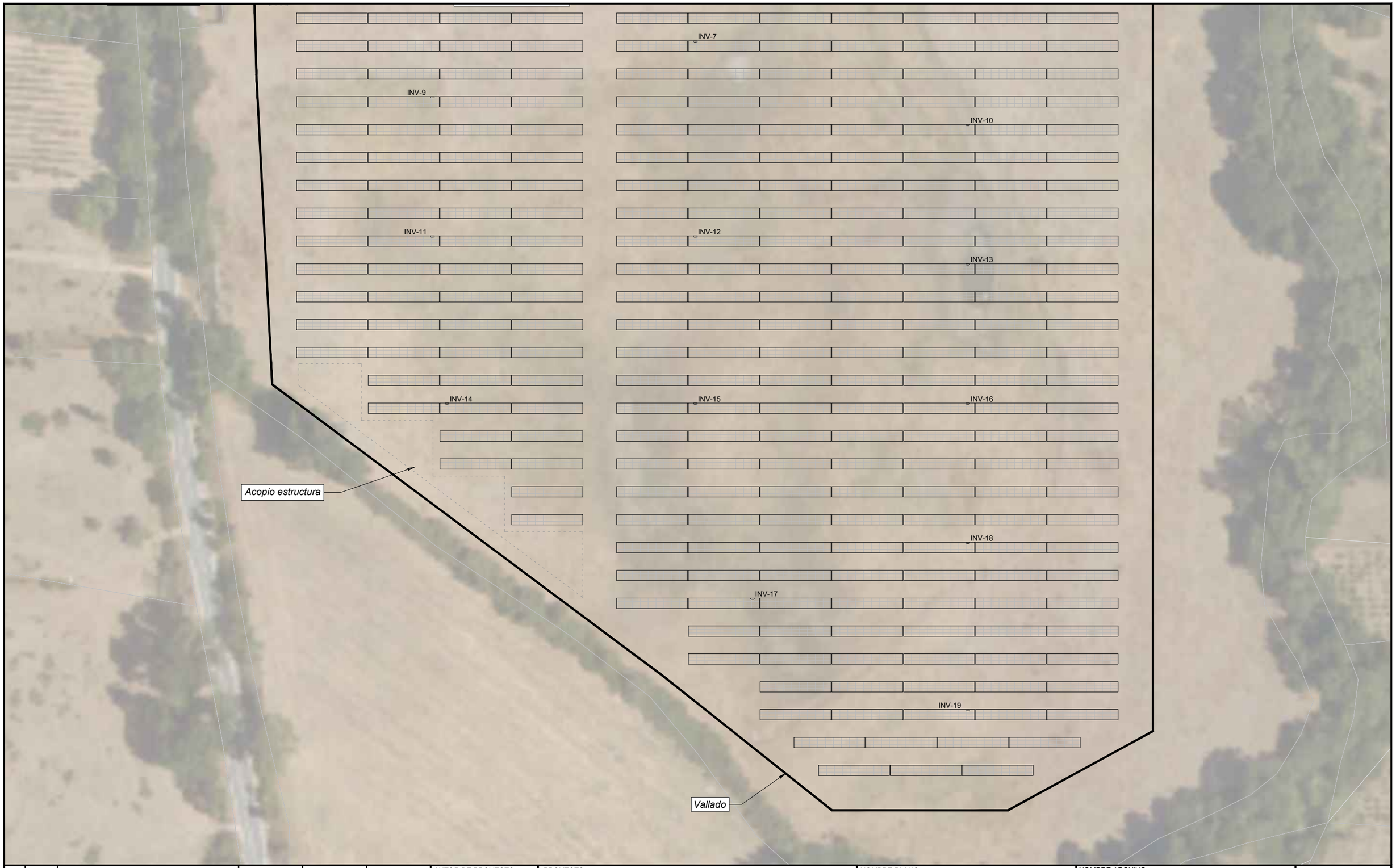
HOJA: =/+ 1/3

N



						AUTOR DE PROYECTO	PROYECTO:	NOMBRE PLANO:		NOMBRE ARCHIVO:	
						LIZHER INGENIERIA	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I	LAYOUT ZONA NORTE		01.04 FP Layout.dwg	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño General	Nº PLANO: 01.04	FORMATO: A3 / ESCALA: 1:1.000 / HOJA: =/+ 2/3
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA						

N



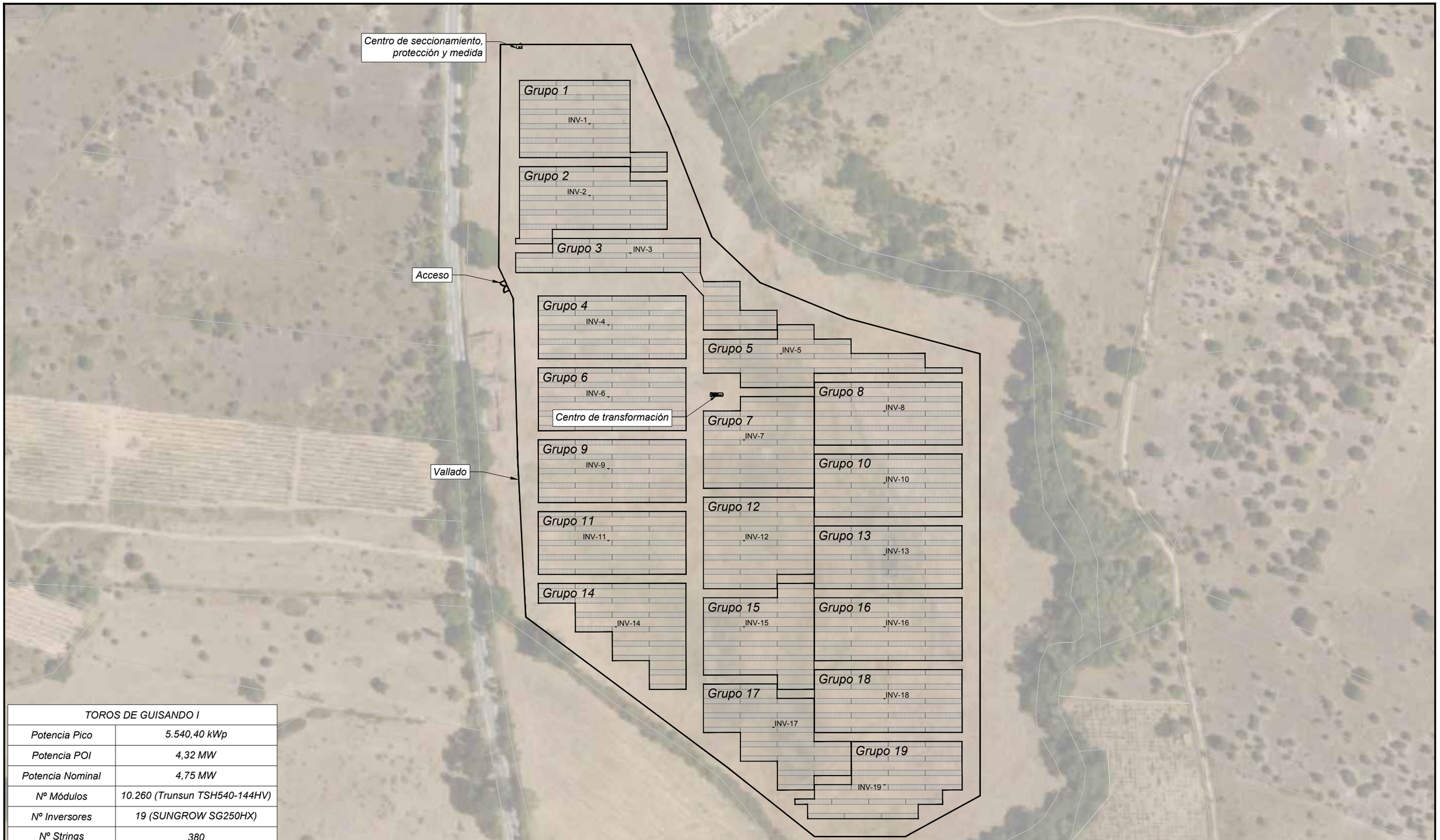
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: LAYOUT ZONA SUR		NOMBRE ARCHIVO: 01.04 FP Layout.dwg		
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño General	Nº PLANO: 01.04	FORMATO: A3	ESCALA: 1:1.000	HOJA: =/+ 3/3

N



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: ORGANIZACIÓN

NOMBRE ARCHIVO: 01.05 FP Organización.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.05

FORMATO: A3

ESCALA: 1:2.000

HOJA: =/+ 1/3

N



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
ORGANIZACIÓN
ZONA NORTE

NOMBRE ARCHIVO:
01.05 FP Organización.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.05

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 2/3

N



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

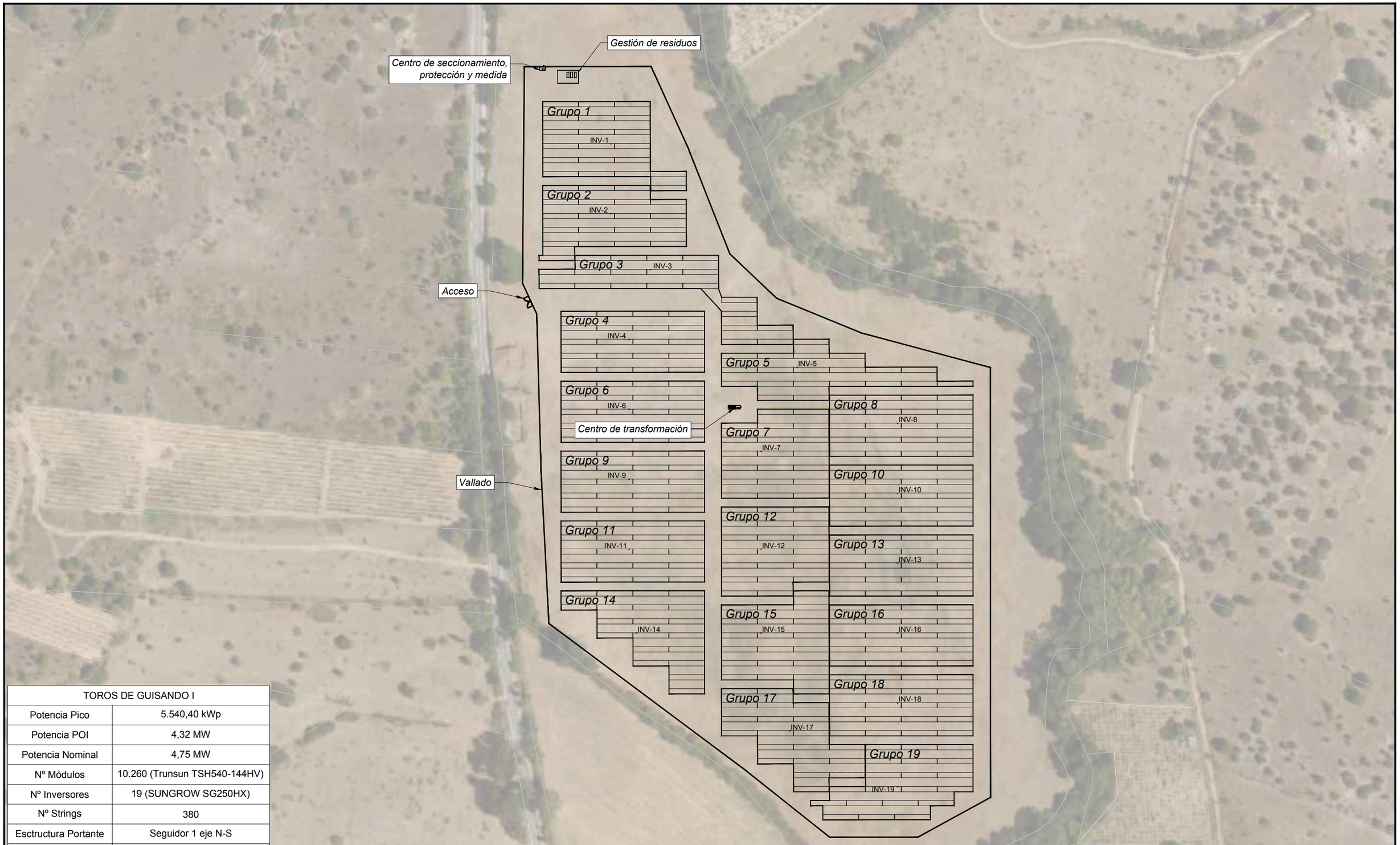
AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: ORGANIZACIÓN ZONA SUR		NOMBRE ARCHIVO: 01.05 FP Organización.dwg	
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño General	Nº PLANO: 01.05	FORMATO: A3	ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 3/3

N



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
GESTIÓN DE RESIDUOS
UBICACIÓN EN PLANTA

NOMBRE ARCHIVO:
01.06 FP Gestión de residuos.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.06	A3	1:2.000	=/+ 1/2

N

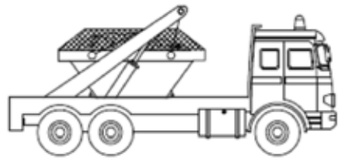
ZONA GESTIÓN DE RESIDUOS

ZONA ACOPIOS MATERIALES REUTILIZABLES

Contenedor residuos pétreos

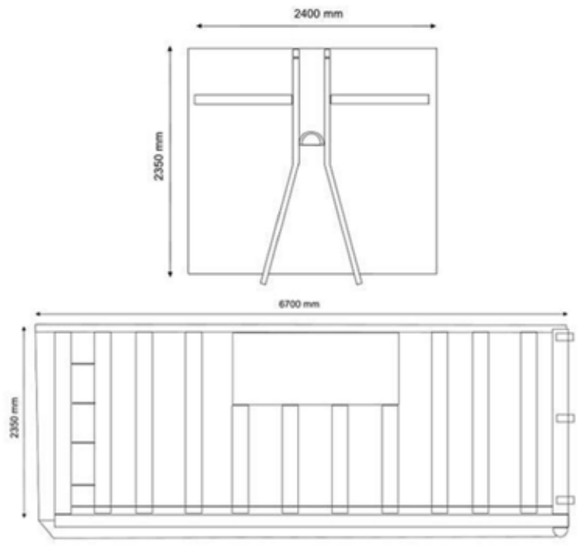
Contenedor residuos banales

Contenedor materiales contaminados



EN TODOS LOS CAMIONES SE LIMPIARAN LAS RUEDAS ANTES DE SALIR DE LA OBRA CON EL FIN DE EVITAR CONTAMINAR LA SALIDA DE LA OBRA CON RESTOS DE TIERRAS, CUANDO SEA NECESARIO SE REGARAN LOS ESCOMBROS CON AGUA PARA EVITAR GENERAR POLVO EN SU TRASLADO HACIA LA PLANTA DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DETALLE CONTENEDOR



TODOS LOS CONTENEDORES QUE SALGAN DE LA OBRA |RAN TAPADOS PARA EV|TAR VERT|DOS EN EL EXTER|OR.



SE COLOCARÁN LOS CONTENEDORES EN LA OBRA EN UN LUGAR APROPIADO EN EL QUE ALMACENAR LOS RESIDUOS. ES IMPORTANTE QUE LOS RESIDUOS SE ALMACENEN JUSTO DESPUÉS DE QUE SE GENEREN PARA QUE NO SE ENSUCIEN Y SE MEZCLEN CON OTROS SOBRANTES, DE ESTE MODO SE FACILITA SU POSTERIOR RECICLAJE.
LOS CONTENEDORES DE OBRA SALDRÁN DE OBRA TAN RÁPIDO COMO SEA POSIBLE.
SE HA DE PREVER UN NÚMERO SUFICIENTE DE CONTENEDORES, EN ESPECIAL CUANDO LA OBRA GENERA RESIDUOS CONSTANTEMENTE.

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

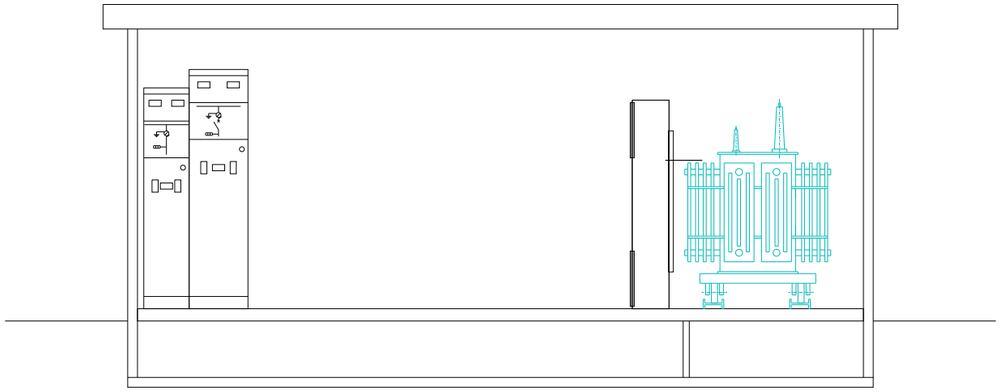
AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

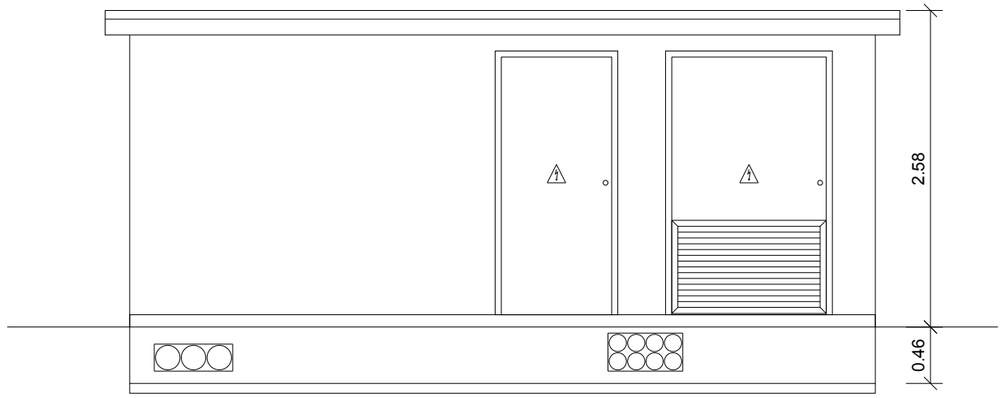
NOMBRE PLANO: GESTIÓN DE RESIDUOS DETALLES

NOMBRE ARCHIVO: 01.06 FP Gestión de residuos.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.06	A3	-	=/+ 2/2

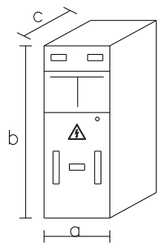


SECCIÓN TRANSVERSAL

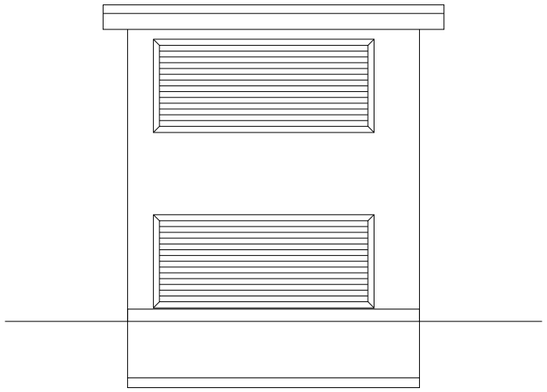


ALZADO FRONTAL

DIMENSIONES CELDAS



Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.37	1.8	0.85
Prot. automático	0.48	1.95	0.85



ALZADO LATERAL DERECHO

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

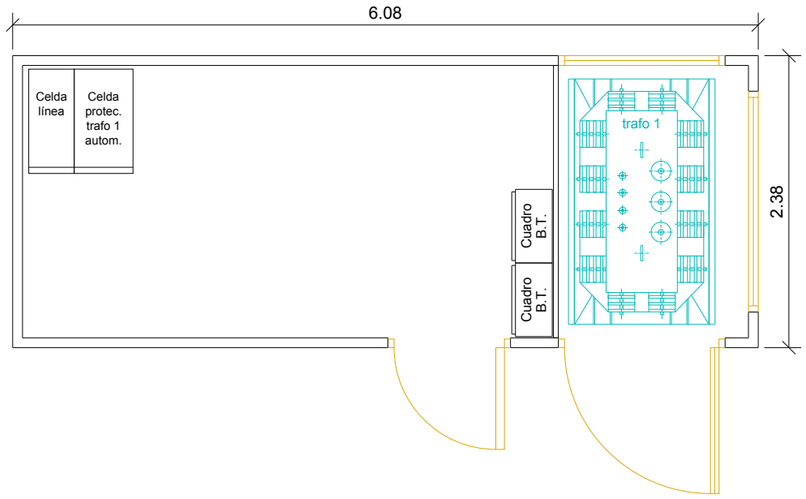
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

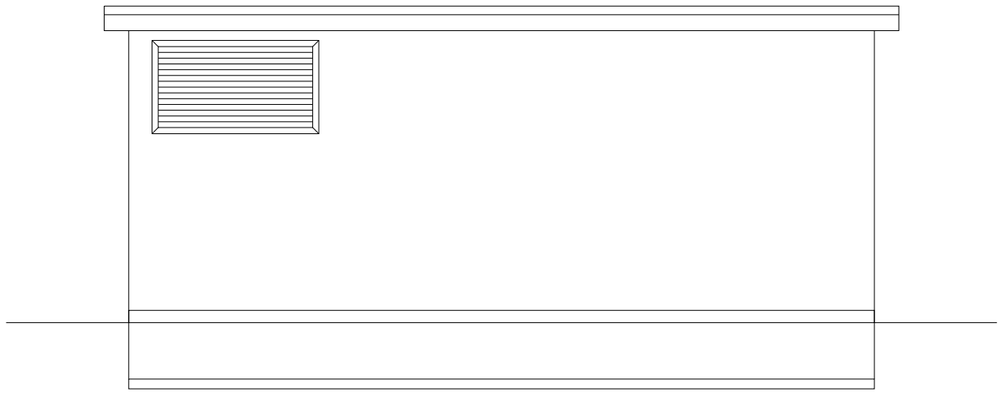
NOMBRE PLANO:
CENTRO TRANSFORMACIÓN

NOMBRE ARCHIVO:
01.07 FP Centro de transformación.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.07	A3	1:50	=/+ 1/3



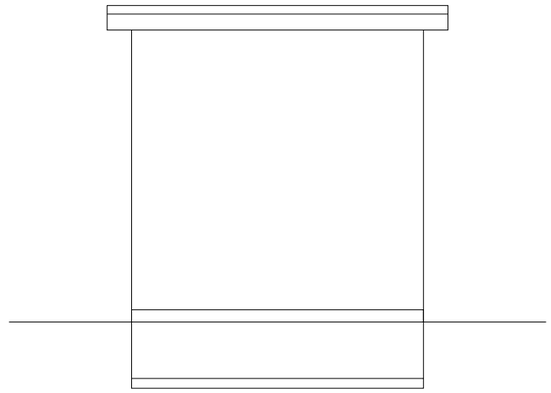
PLANTA



ALZADO POSTERIOR

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN

6.88 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
CENTRO TRANSFORMACIÓN

NOMBRE ARCHIVO:
01.07 FP Centro de transformación.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.07	A3	1:50	=/+ 2/3

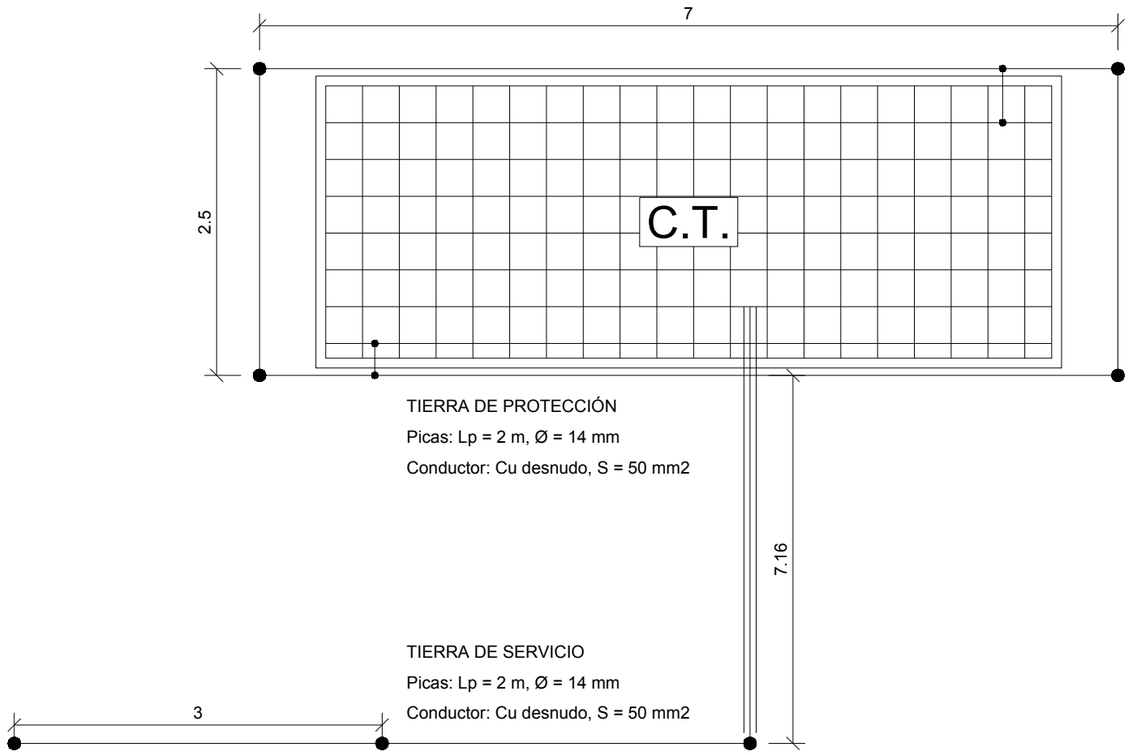
PUESTAS A TIERRA

TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 70-25/5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2 m

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado,
con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m.
Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.
Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.
Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas
conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

TIERRA DE SERVICIO
Configuración: 5/32.
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
3 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

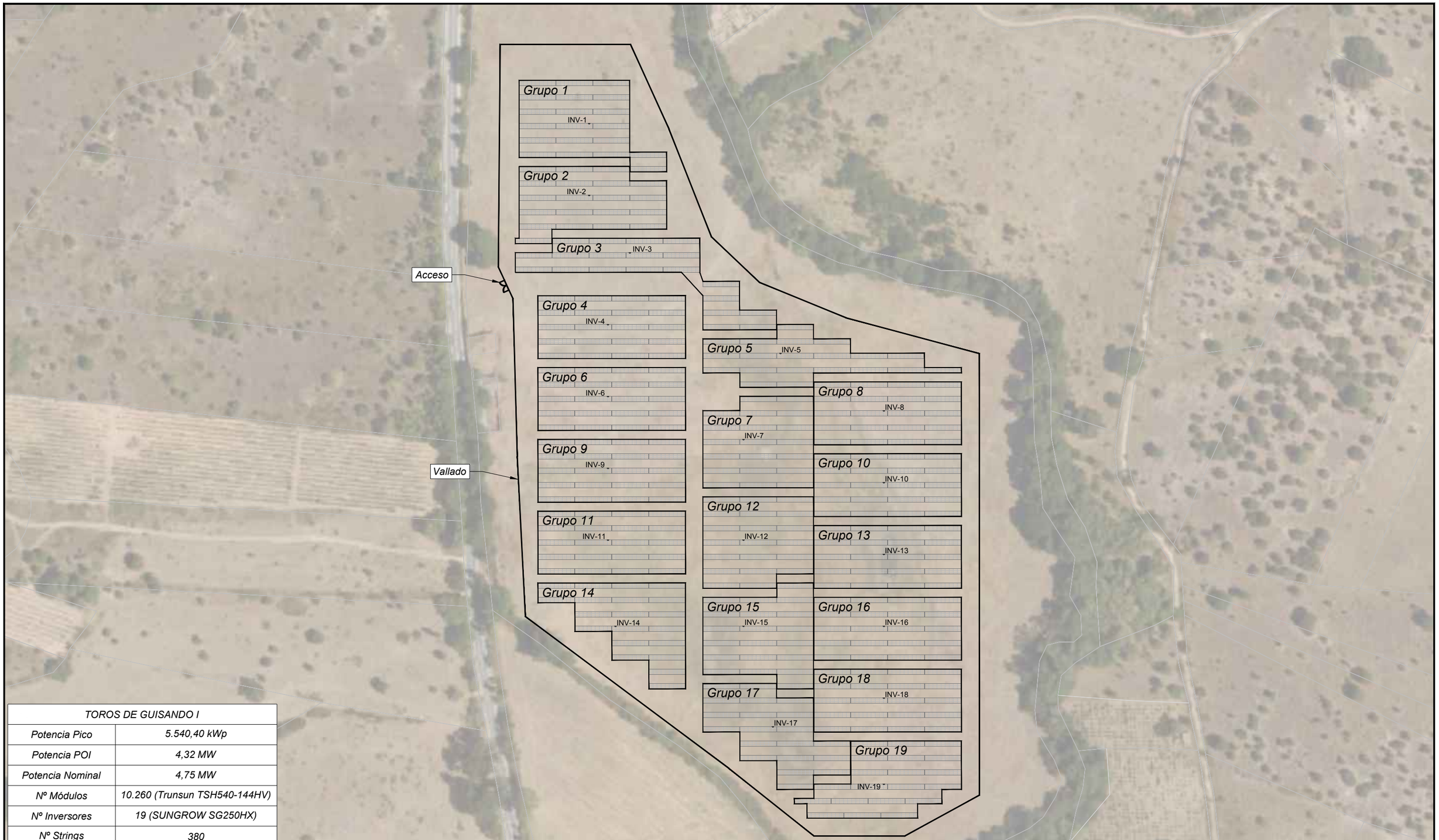
NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador
y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV
de 50 mm2 en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"		NOMBRE PLANO: CENTRO TRANSFORMACIÓN PUESTA A TIERRA		NOMBRE ARCHIVO: 01.07 FP Centro de transformación.dwg		
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño General	Nº PLANO: 01.07	FORMATO: A3	ESCALA: 1:50	HOJA: =/+ 3/3



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
VALLADO PERIMETRAL

NOMBRE ARCHIVO:
02.01 FP Vallado perimetral.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Obra Civil

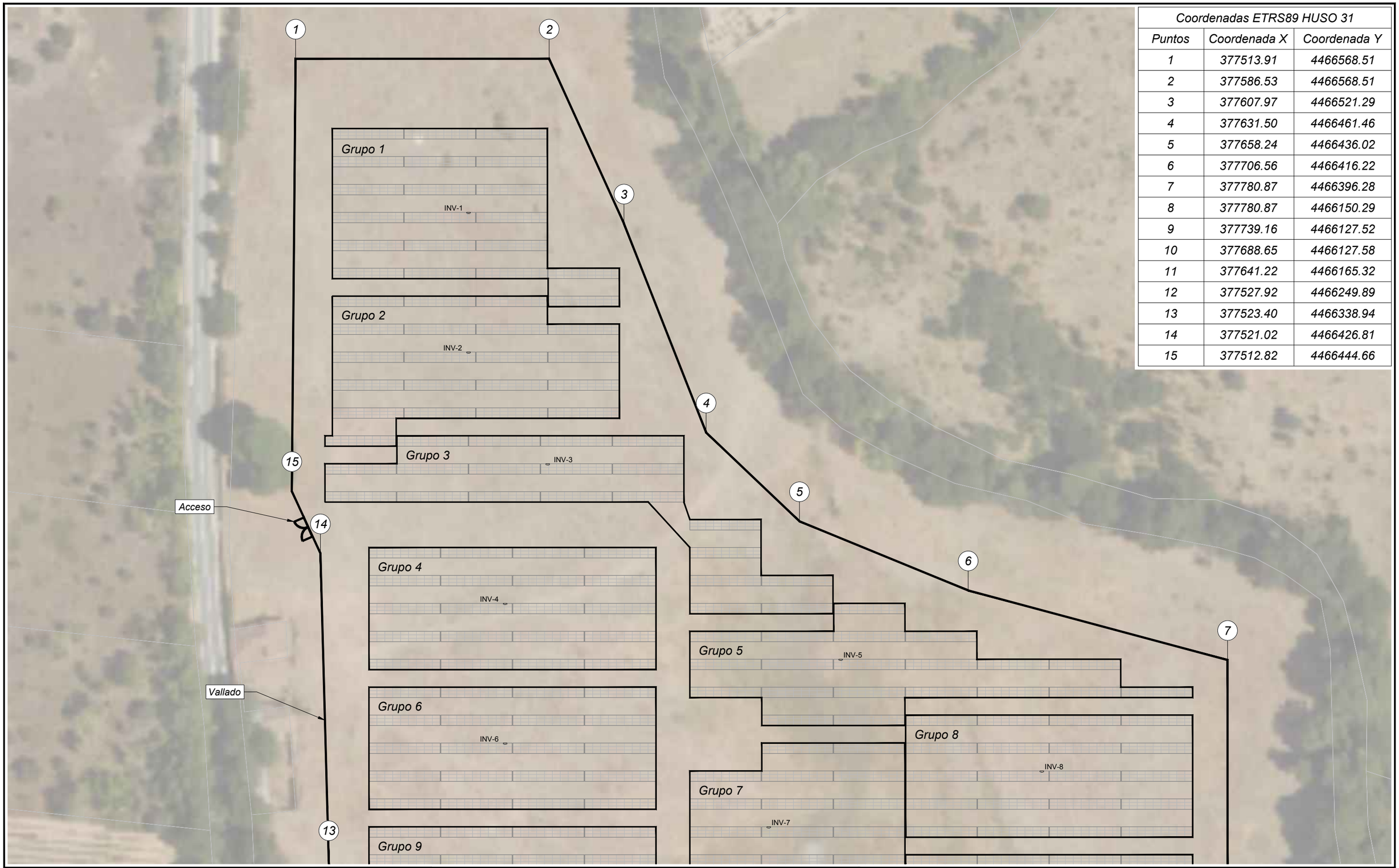
Nº PLANO: 02.01

FORMATO: A3

ESCALA: 1:2.000

HOJA: =/+ 1/4

N



Coordenadas ETRS89 HUSO 31		
Puntos	Coordenada X	Coordenada Y
1	377513.91	4466568.51
2	377586.53	4466568.51
3	377607.97	4466521.29
4	377631.50	4466461.46
5	377658.24	4466436.02
6	377706.56	4466416.22
7	377780.87	4466396.28
8	377780.87	4466150.29
9	377739.16	4466127.52
10	377688.65	4466127.58
11	377641.22	4466165.32
12	377527.92	4466249.89
13	377523.40	4466338.94
14	377521.02	4466426.81
15	377512.82	4466444.66

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
VALLADO PERIMETRAL ZONA NORTE

NOMBRE ARCHIVO:
02.01 FP Vallado perimetral.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Obra Civil	02.01	A3	1:1.000	=/+ 2/4

N



Coordenadas ETRS89 HUSO 31		
Puntos	Coordenada X	Coordenada Y
1	377513.91	4466568.51
2	377586.53	4466568.51
3	377607.97	4466521.29
4	377631.50	4466461.46
5	377658.24	4466436.02
6	377706.56	4466416.22
7	377780.87	4466396.28
8	377780.87	4466150.29
9	377739.16	4466127.52
10	377688.65	4466127.58
11	377641.22	4466165.32
12	377527.92	4466249.89
13	377523.40	4466338.94
14	377521.02	4466426.81
15	377512.82	4466444.66

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
VALLADO PERIMETRAL
ZONA SUR

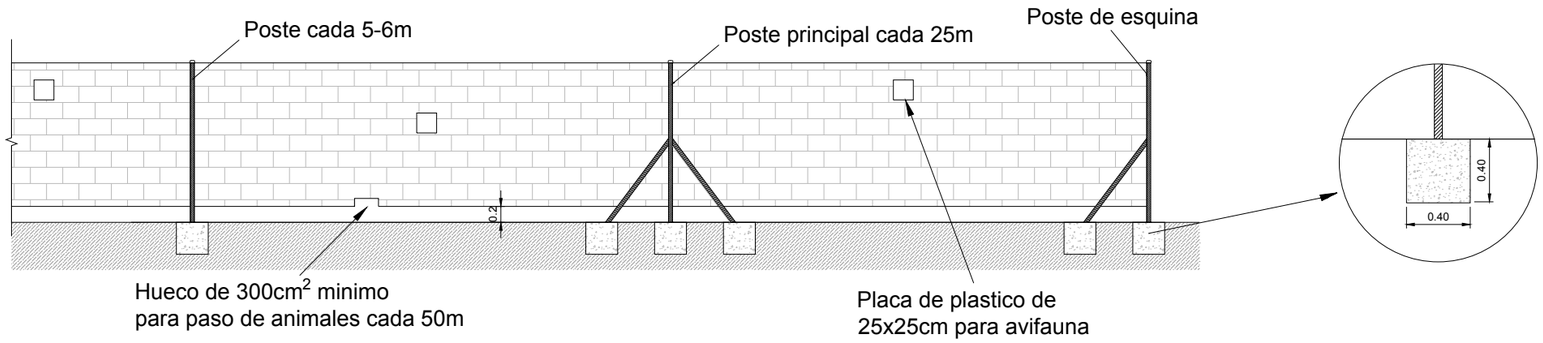
NOMBRE ARCHIVO:
02.01 FP Vallado perimetral.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Obra Civil	02.01	A3	1:1.000	=/+ 3/4

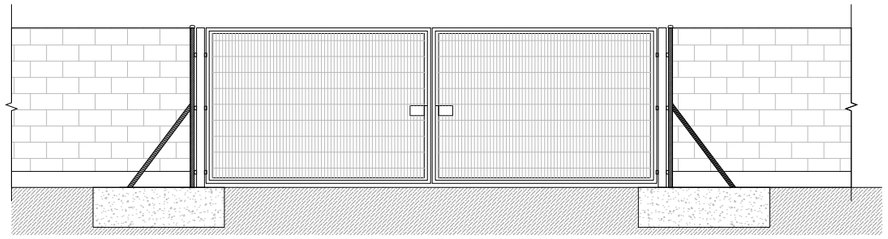
N

DETALLES VALLADO

ESPECIFICACIONES: Cerramiento cinegético de malla anudada de 200*17*30cm, sin elementos cortantes, con postes separados cada 5-6 metros y refuerzos cada 25 metros.
Incluida la zapata de colocación de 40x40x40cm con hormigón H-200.
La altura de los postes y de la malla es de 2 metros.
Espacio libre de los primeros 20cm en todo el perímetro.
Hueco de 30x30cm cada 50m de vallado, que permita la entrada y salida de animales.
Incluida 1 placa por cada vano de plastico/metal de 25x25cm de fleje visualizador.



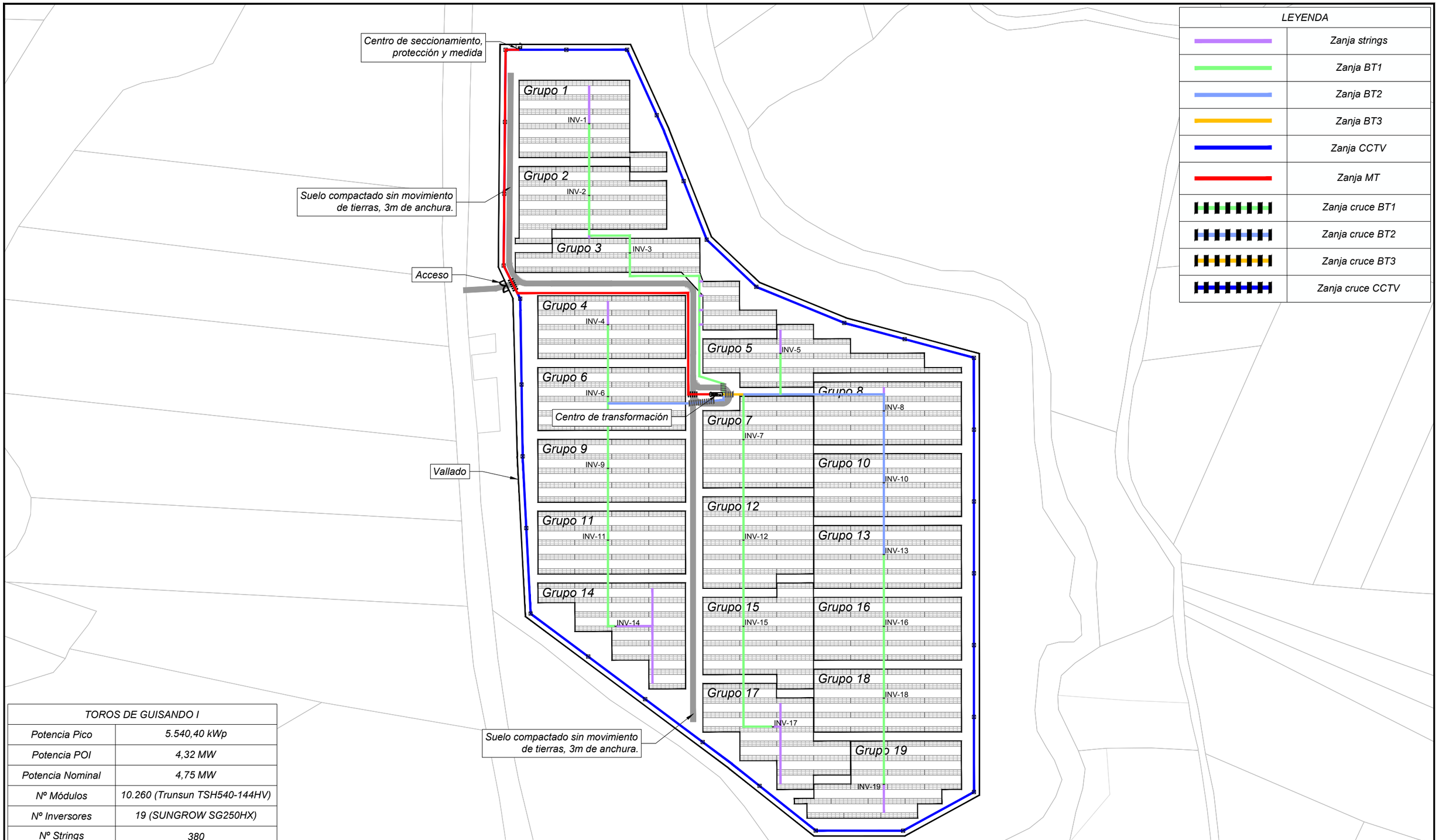
ESPECIFICACIONES: Puerta galvanizada con cerrojo y candado, de dos hojas.
De dimensiones 6 metros x 2 metros de altura.



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: VALLADO PERIMETRAL DETALLES		NOMBRE ARCHIVO: 02.01 FP Vallado perimetral.dwg	
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Obra Civil	Nº PLANO: 02.01	FORMATO: A3	ESCALA: N/A	HOJA: =/+ 4/4



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

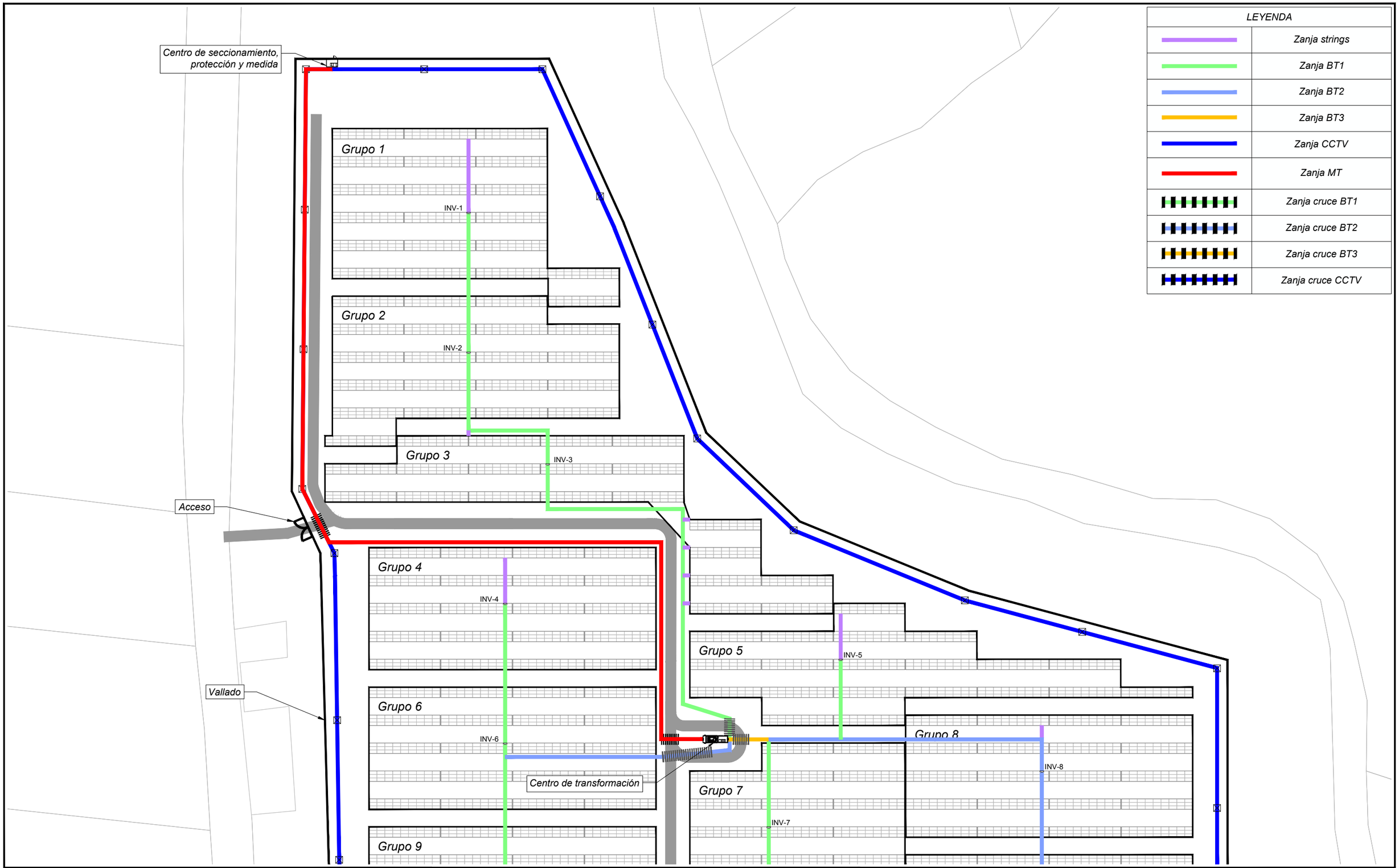
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: ZANJAS

NOMBRE ARCHIVO: 02.02 FP Zanjas.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Obra Civil	02.02	A3	1:2.000	=/+ 1/4

N



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

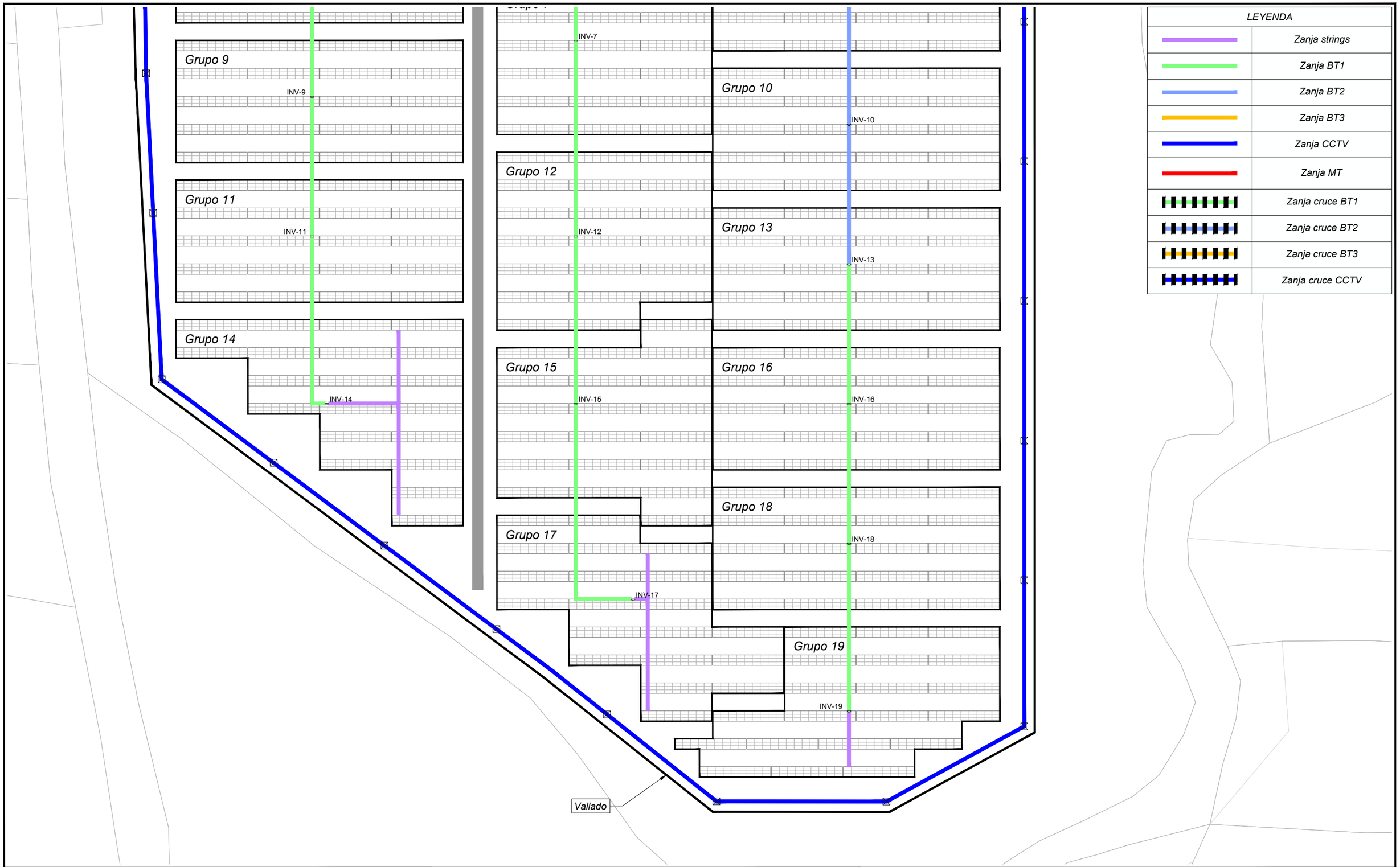
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: ZANJAS ZONA NORTE

NOMBRE ARCHIVO: 02.02 FP Zanjas.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Obra Civil	02.02	A3	1:1.000	=/+ 2/4

N



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

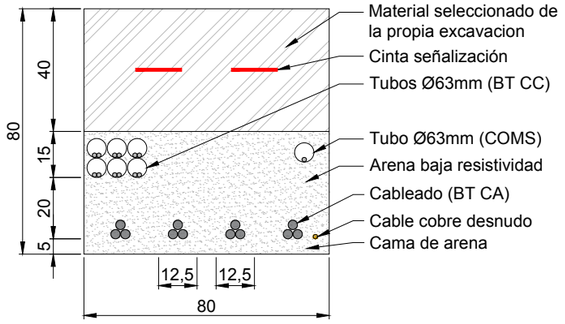
NOMBRE PLANO:
ZANJAS
ZONA SUR

NOMBRE ARCHIVO:
02.02 FP Zanjas.dwg

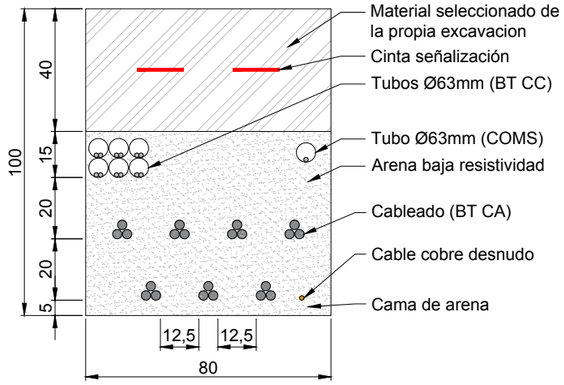
FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Obra Civil	02.02	A3	1:1.000	=/+ 3/4

N

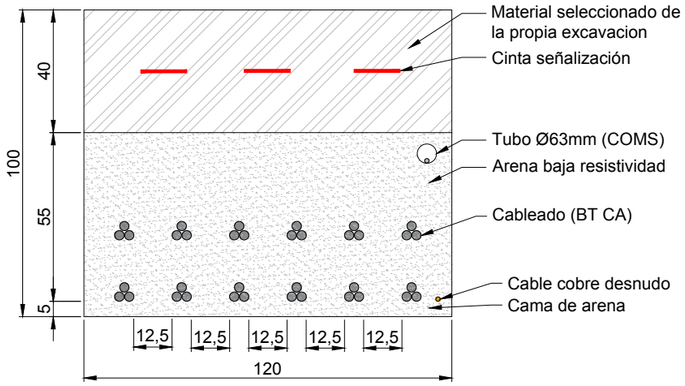
ZANJA BT1



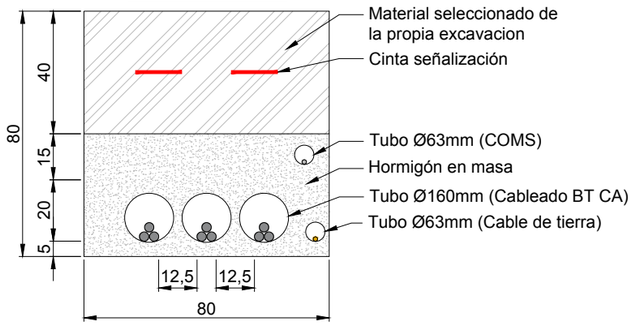
ZANJA BT2



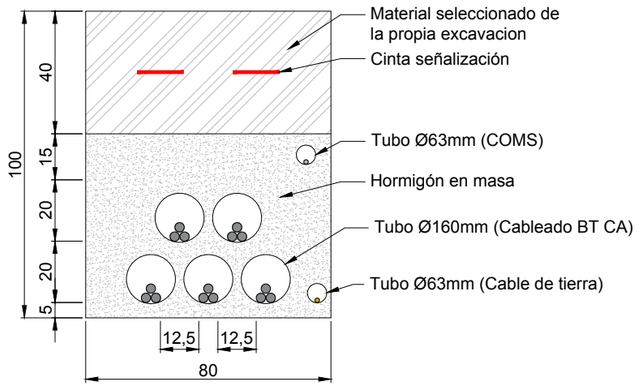
ZANJA BT3



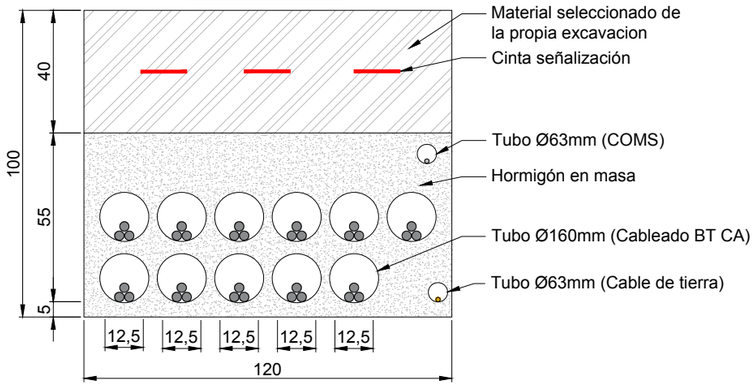
ZANJA CRUCE BT1



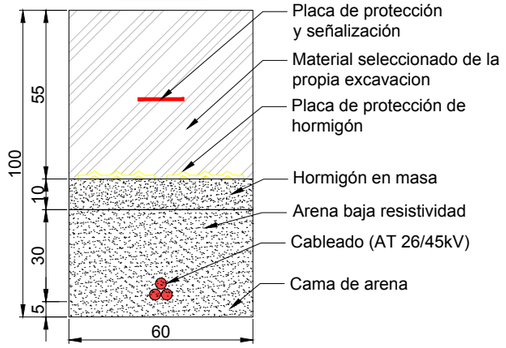
ZANJA CRUCE BT2



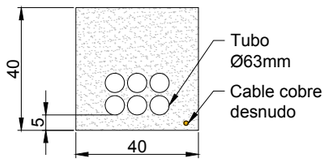
ZANJA CRUCE BT3



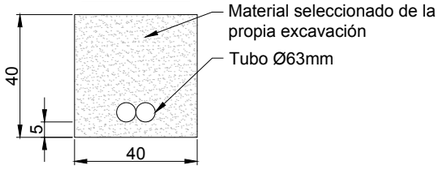
ZANJA MT



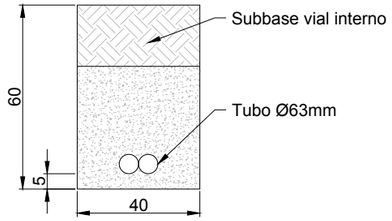
ZANJA STRINGS



ZANJA CCTV



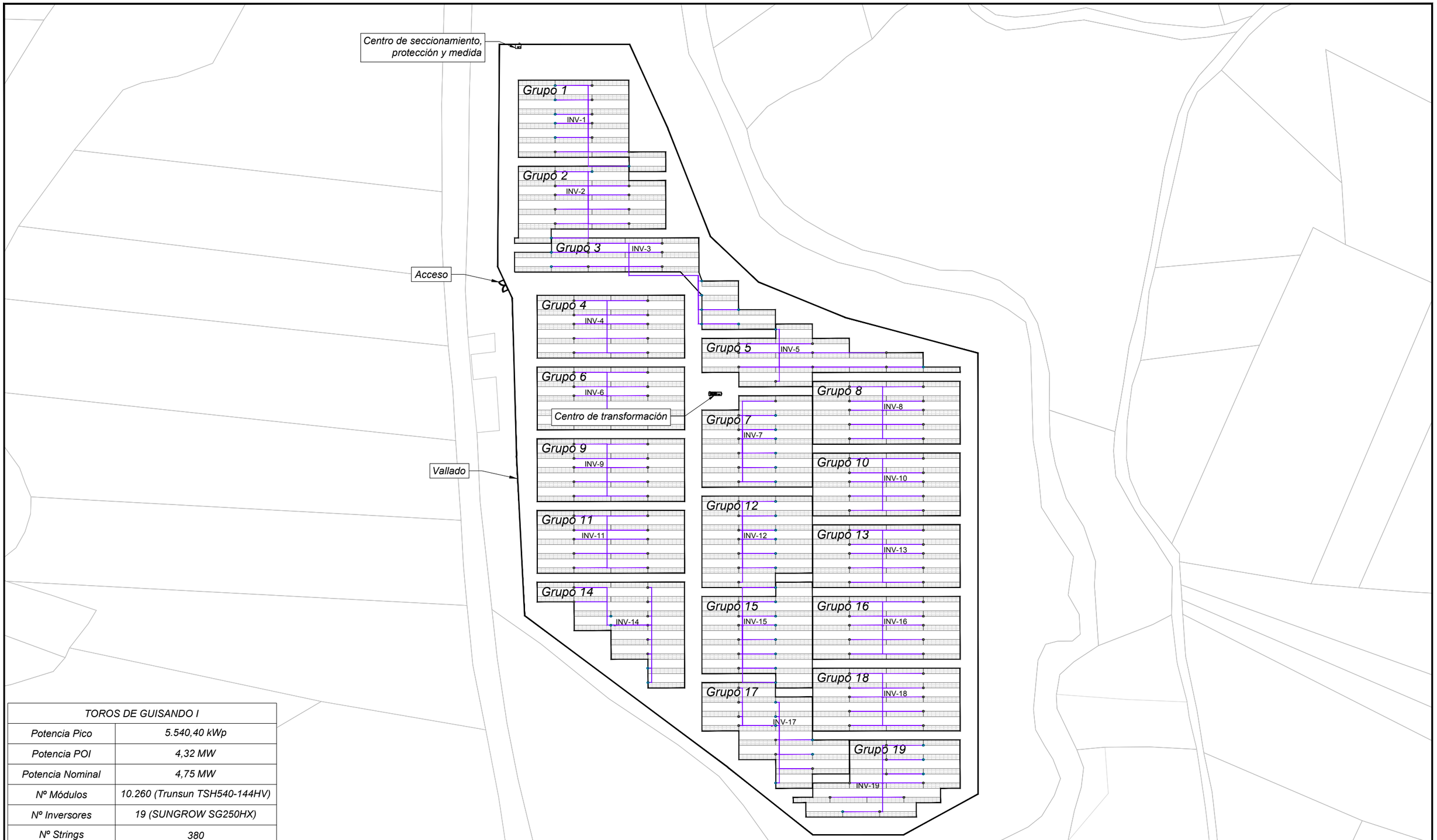
ZANJA CRUCE CCTV



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: ZANJAS DETALLES	NOMBRE ARCHIVO: 02.02 FP Zanjas.dwg
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Obra Civil / Nº PLANO: 02.02	FORMATO: A3 / ESCALA: 1:20 / HOJA: =/+ 4/4



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: CABLEADO CC

NOMBRE ARCHIVO: 03.01 FP Cableado CC.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Electricidad

Nº PLANO: 03.01

FORMATO: A3

ESCALA: 1:2.000

HOJA: =/+ 1/3

N

LEYENDA	
	Cableado CC
	Unión strings 2-1
	String sueltos

Centro de seccionamiento, protección y medida

Acceso

Vallado

Centro de transformación

Grupo 1
ST-1.1 ST-1.2 ST-1.3
ST-1.4 ST-1.5 ST-1.6
ST-1.7 ST-1.8 ST-1.9
INV-1
ST-1.10 ST-1.11 ST-1.12
ST-1.13 ST-1.14 ST-1.15
ST-1.16 ST-1.17 ST-1.18 ST-1.19
ST-2.1 ST-2.2 ST-2.3 ST-1.20

Grupo 2
ST-2.4 ST-2.5 ST-2.6 ST-2.7
INV-2
ST-2.8 ST-2.9 ST-2.10 ST-2.11
ST-2.12 ST-2.13 ST-2.14 ST-2.15
ST-2.16 ST-2.17 ST-2.18 ST-2.19
ST-2.20 ST-3.1 ST-3.2 ST-3.3 ST-3.4

Grupo 3
INV-3
ST-3.5 ST-3.6 ST-3.7 ST-3.8 ST-3.9
ST-3.10 ST-3.11 ST-3.12 ST-3.13 ST-3.14
ST-3.15
ST-3.16
ST-3.17 ST-3.18
ST-3.19 ST-3.20 ST-5.1

Grupo 4
ST-4.1 ST-4.2 ST-4.3 ST-4.4
ST-4.5 ST-4.6 ST-4.7 ST-4.8
INV-4
ST-4.9 ST-4.10 ST-4.11 ST-4.12
ST-4.13 ST-4.14 ST-4.15 ST-4.16
ST-4.17 ST-4.18 ST-4.19 ST-4.20

Grupo 5
ST-5.2 ST-5.3 ST-5.4 ST-5.5
INV-5
ST-5.6 ST-5.7 ST-5.8 ST-5.9 ST-5.10 ST-5.11
ST-5.12 ST-5.13 ST-5.14 ST-5.15 ST-5.16 ST-5.17 ST-5.18
ST-5.19 ST-5.20

Grupo 6
ST-6.1 ST-6.2 ST-6.3 ST-6.4
ST-6.5 ST-6.6 ST-6.7 ST-6.8
INV-6
ST-6.9 ST-6.10 ST-6.11 ST-6.12
ST-6.13 ST-6.14 ST-6.15 ST-6.16
ST-6.17 ST-6.18 ST-6.19 ST-6.20

Grupo 7
ST-7.1 ST-7.2
ST-7.3 ST-7.4 ST-7.5
ST-7.6 ST-7.7 ST-7.8
INV-7
ST-7.9 ST-7.10 ST-7.11
ST-7.12 ST-7.13 ST-7.14

Grupo 8
ST-8.1 ST-8.2 ST-8.3 ST-8.4
ST-8.5 ST-8.6 ST-8.7 ST-8.8
INV-8
ST-8.9 ST-8.10 ST-8.11 ST-8.12
ST-8.13 ST-8.14 ST-8.15 ST-8.16
ST-8.17 ST-8.18 ST-8.19 ST-8.20

Grupo 9
ST-9.1 ST-9.2 ST-9.3 ST-9.4
ST-9.5 ST-9.6 ST-9.7 ST-9.8
INV-9

Grupo 10
ST-10.1 ST-10.2 ST-10.3 ST-10.4

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: CABLEADO CC ZONA NORTE

NOMBRE ARCHIVO: 03.01 FP Cableado CC.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Electricidad

Nº PLANO: 03.01

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 2/3

N



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

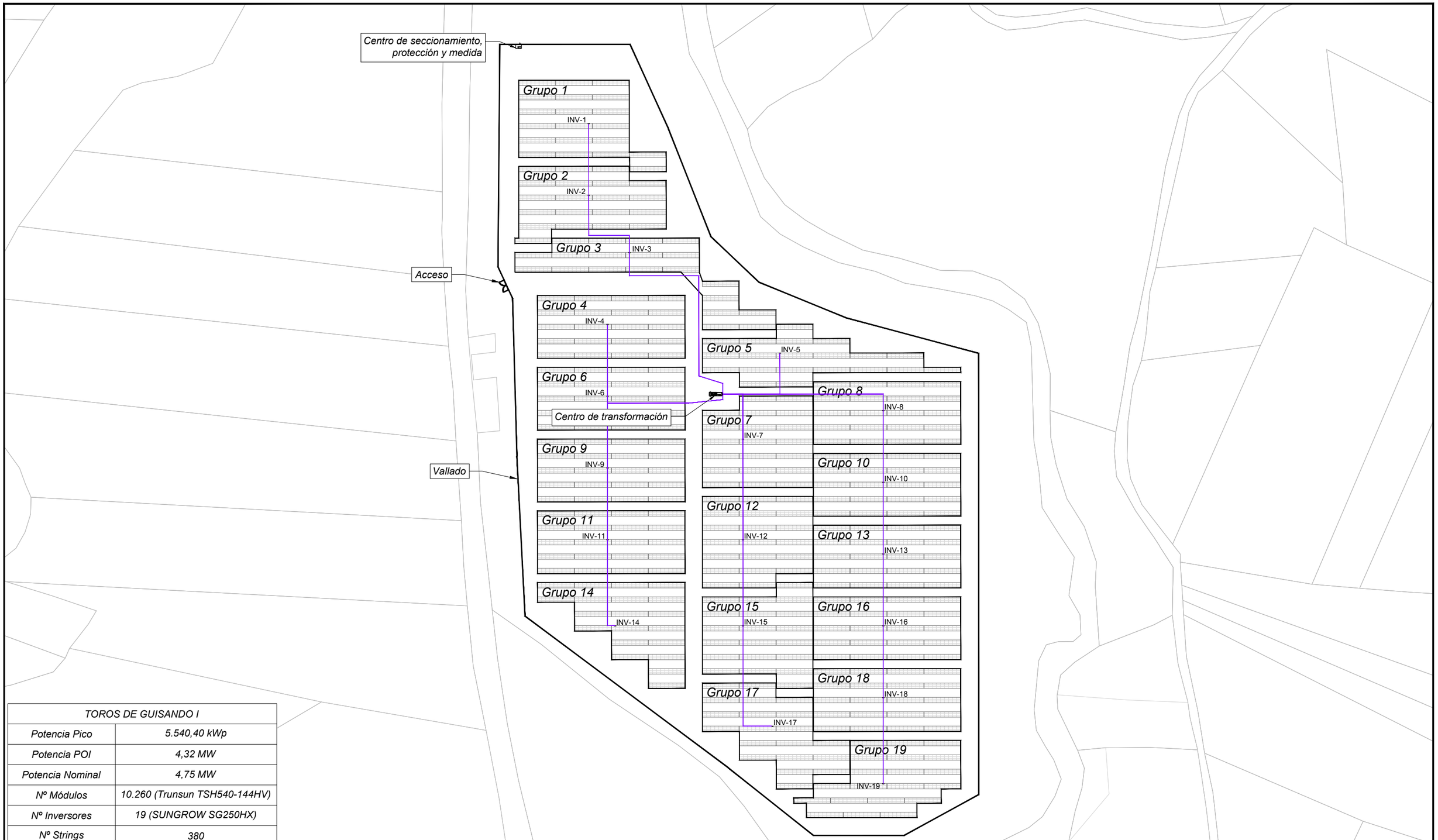
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: CABLEADO CC ZONA SUR

NOMBRE ARCHIVO: 03.01 FP Cableado CC.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.01	A3	1:1.000	=/+ 3/3

N



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
CABLEADO CA

NOMBRE ARCHIVO:
03.02 FP Cableado CA.dwg

FASE:
PROYECTO

SITUACIÓN:
SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN:
Electricidad

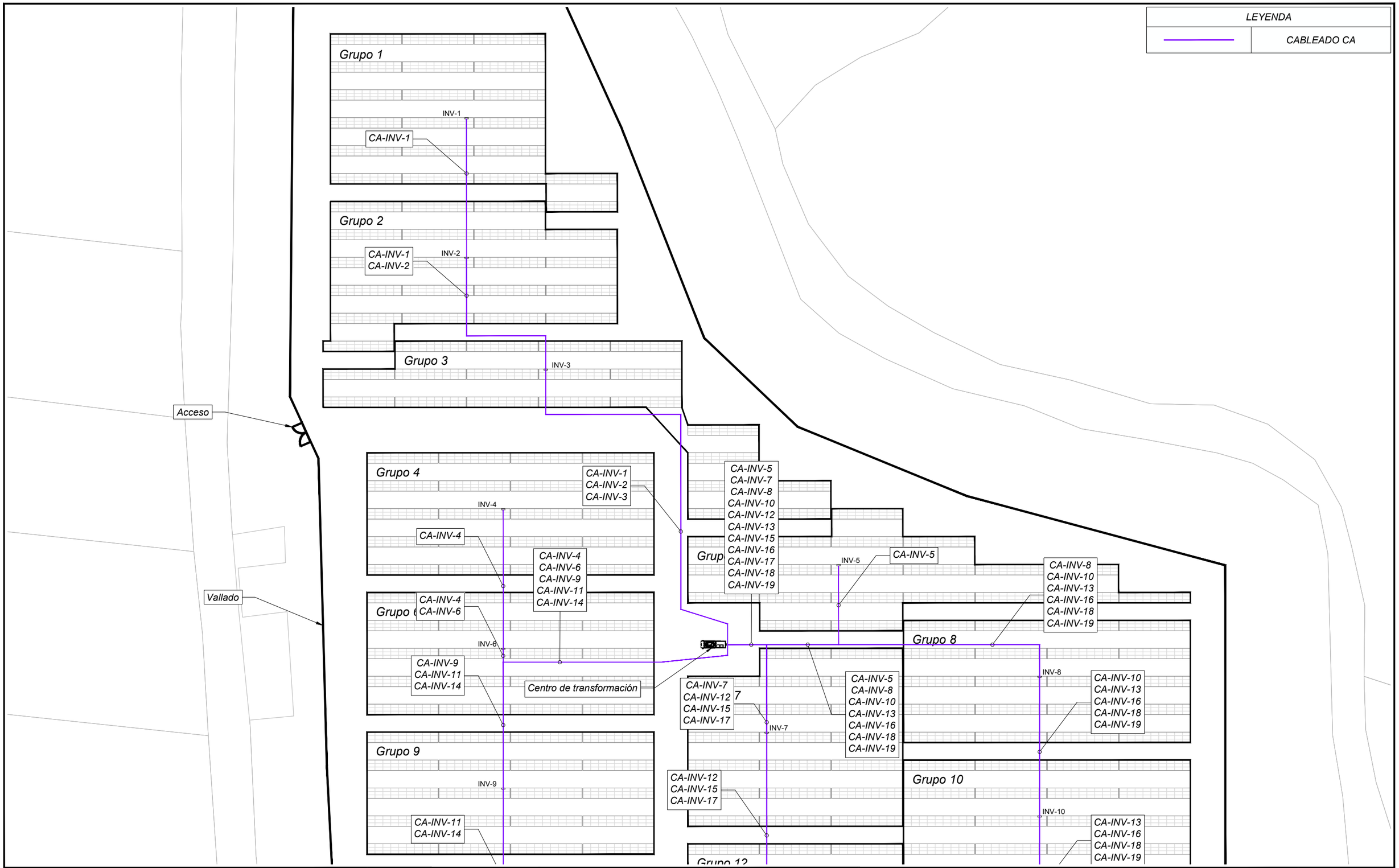
Nº PLANO:
03.02

FORMATO:
A3

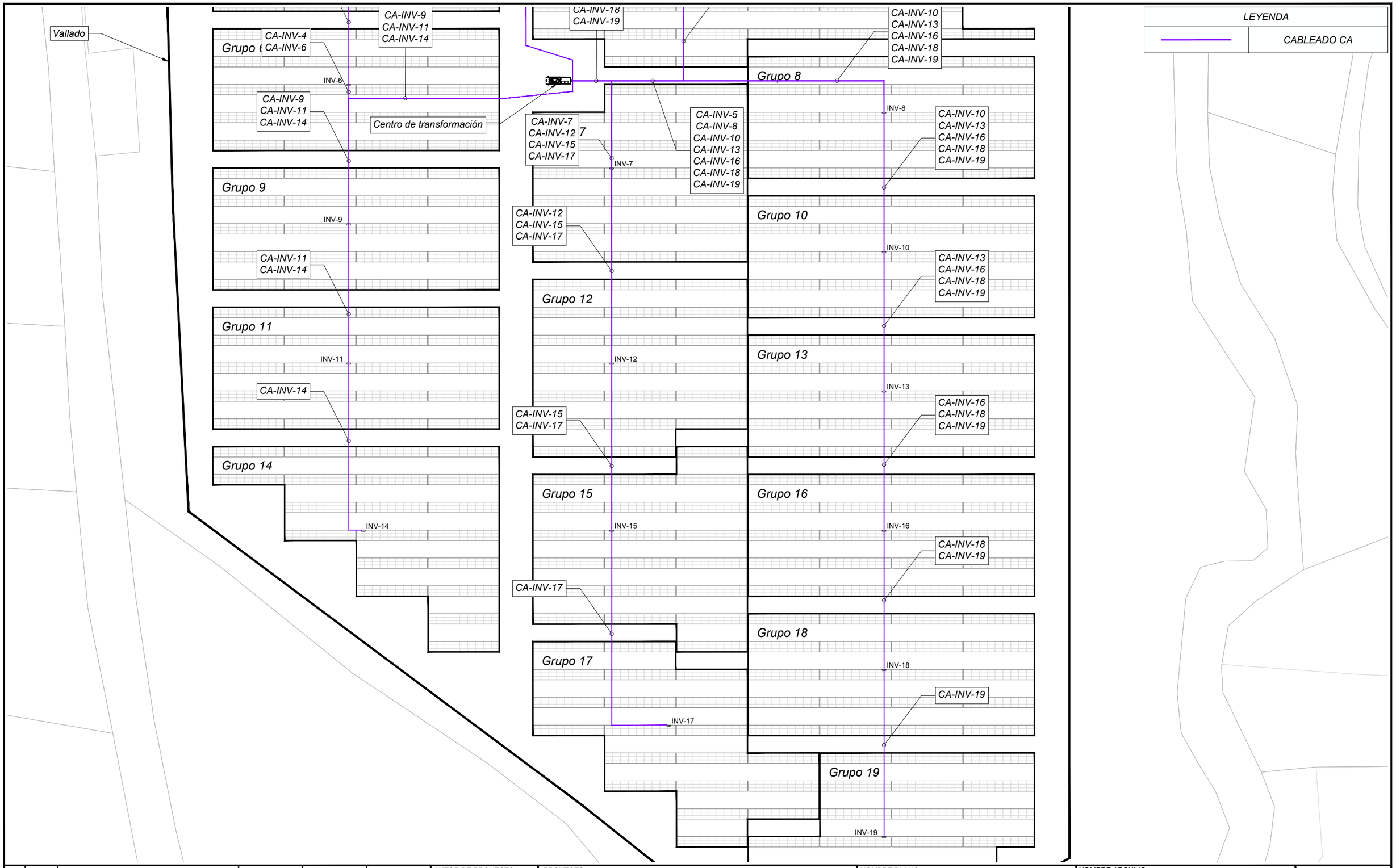
ESCALA:
1:2.000

HOJA:
=/+ 1/3

N



						AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA	PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: CABLEADO CA ZONA NORTE		NOMBRE ARCHIVO: 03.02 FP Cableado CA.dwg
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Electricidad	Nº PLANO: 03.02	FORMATO: A3 / ESCALA: 1:1.000 / HOJA: =/+ 2/3
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA						



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

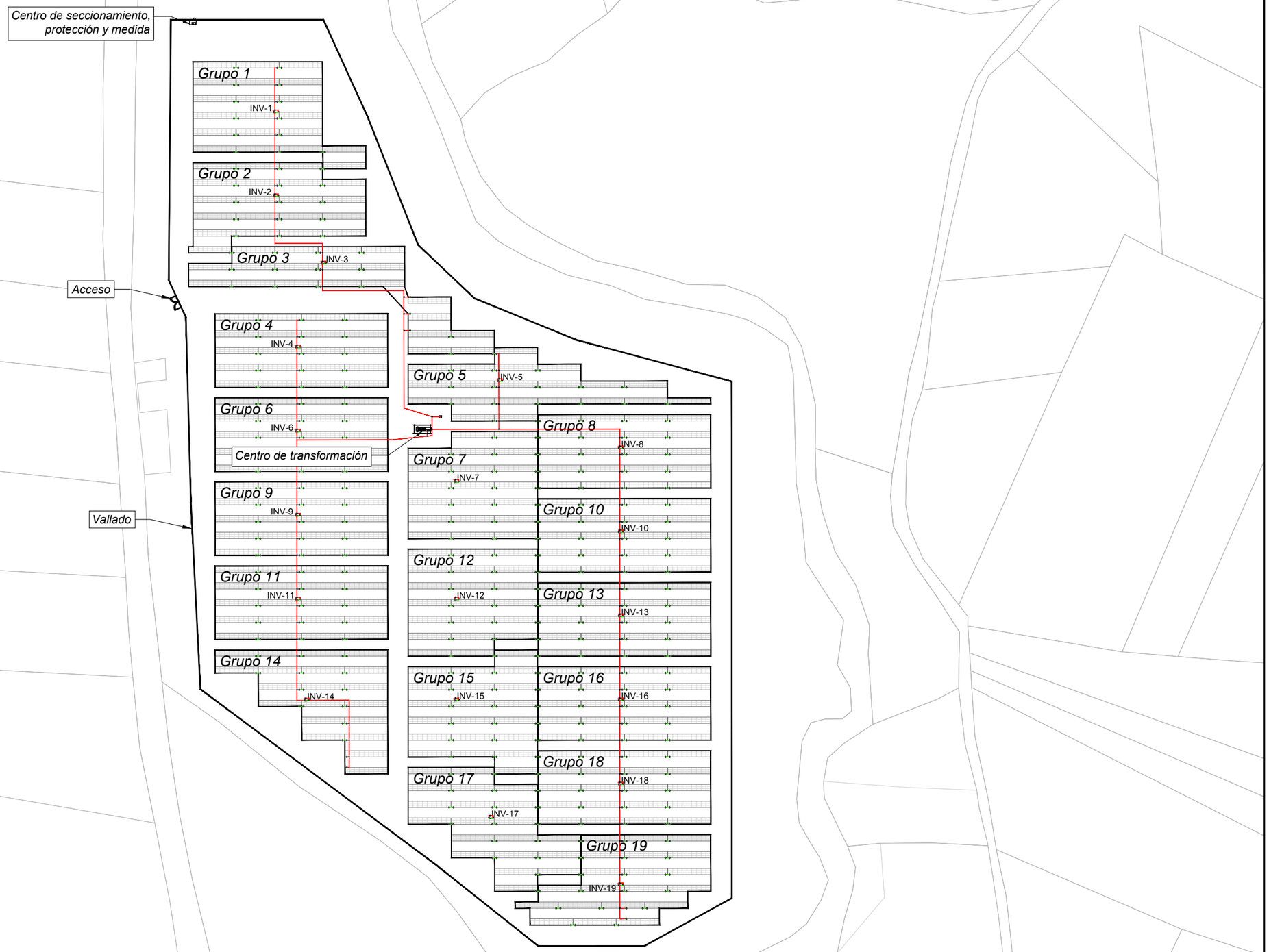
NOMBRE PLANO:
CABLEADO CA
ZONA SUR

NOMBRE ARCHIVO:
03.02 FP Cableado CA.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.02	A3	1:1.000	=/+ 3/3

N

LEYENDA	
	Terminal simple 35 mm^2
	Terminal doble 35 mm^2
	Pica puesta a tierra
	Soldadura aluminotérmica
	Arqueta registrable
	Cable cobre desnudo 35mm^2
	Cable aislado A/V 35mm^2



TOROS DE GUISANDO I	
Potencia Pico	5.540,40 kWp
Potencia POI	4,32 MW
Potencia Nominal	4,75 MW
Nº Módulos	10.260 (Trunsun TSH540-144HV)
Nº Inversores	19 (SUNGROW SG250HX)
Nº Strings	380
Esctructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada	7,94 Ha

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

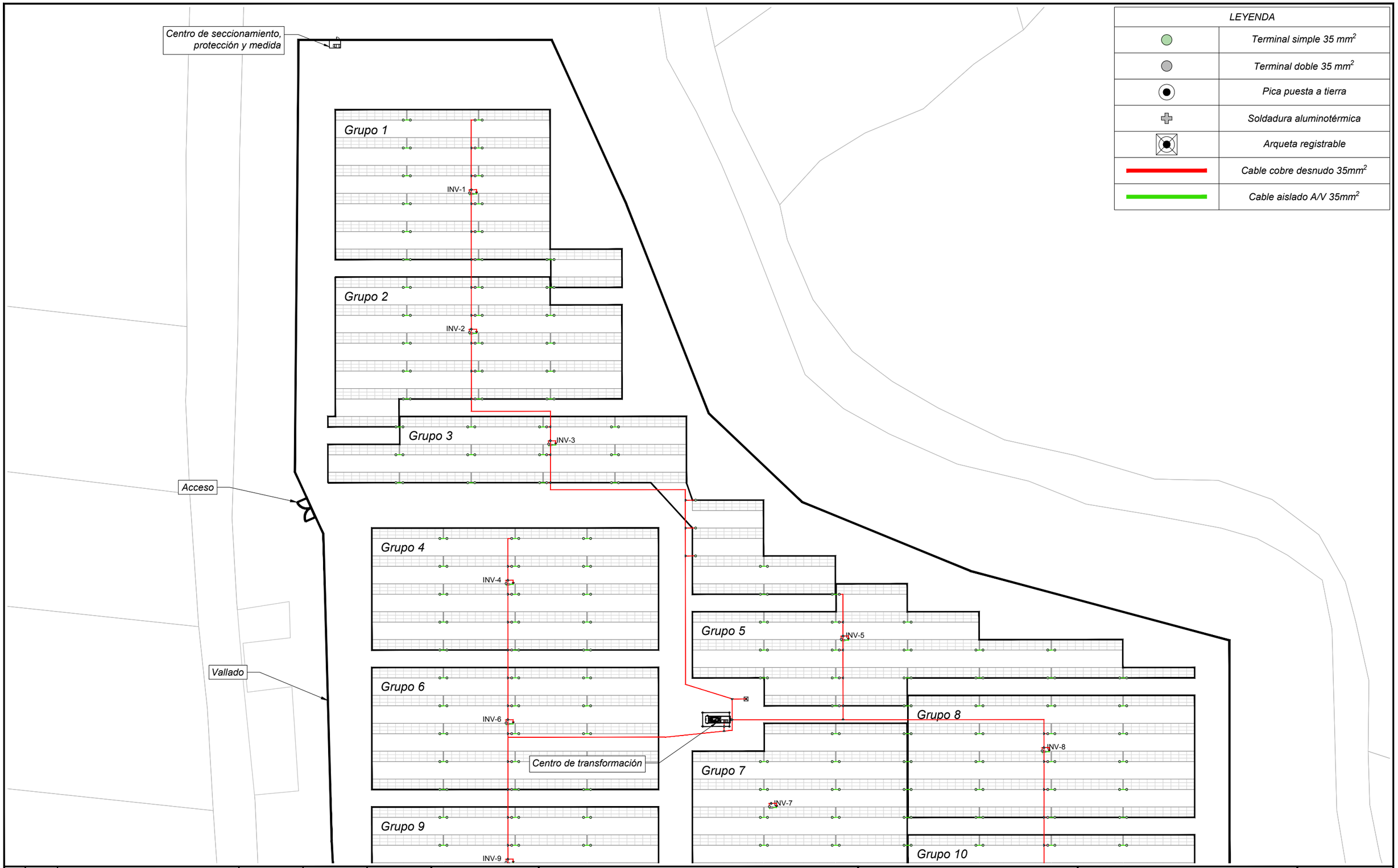
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: RED DE TIERRAS

NOMBRE ARCHIVO: 03.03 FP Red de Tierras.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.03	A3	1:2.000	=/+ 1/5

N



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

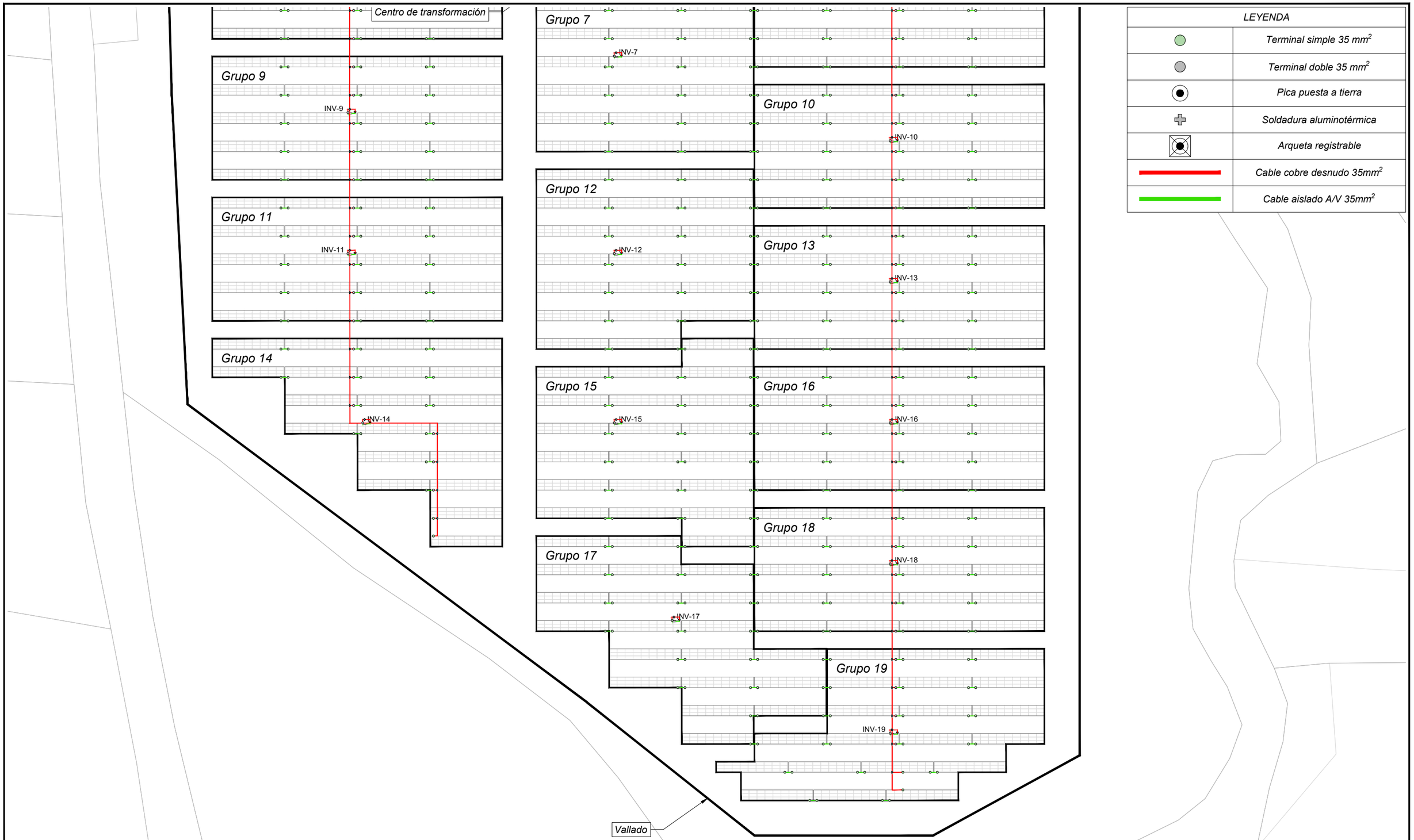
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: RED DE TIERRAS ZONA NORTE

NOMBRE ARCHIVO: 03.03 FP Red de Tierras.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.03	A3	1:1.000	=/+ 2/5

N



LEYENDA	
	Terminal simple 35 mm^2
	Terminal doble 35 mm^2
	Pica puesta a tierra
	Soldadura aluminotérmica
	Arqueta registrable
	Cable cobre desnudo 35mm^2
	Cable aislado A/V 35mm^2

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
RED DE TIERRAS
ZONA SUR

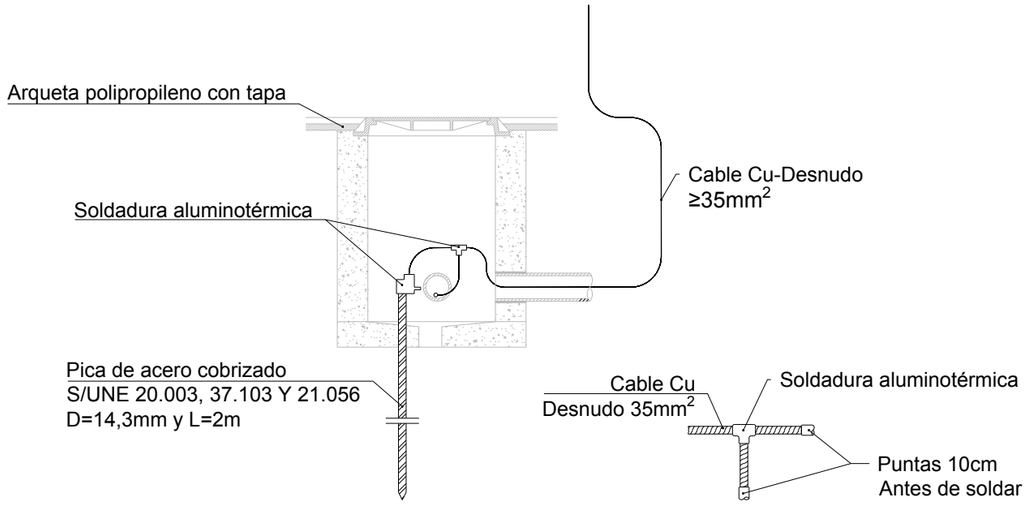
NOMBRE ARCHIVO:
03.03 FP Red de Tierras.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.03	A3	1:1.000	=/+ 3/5

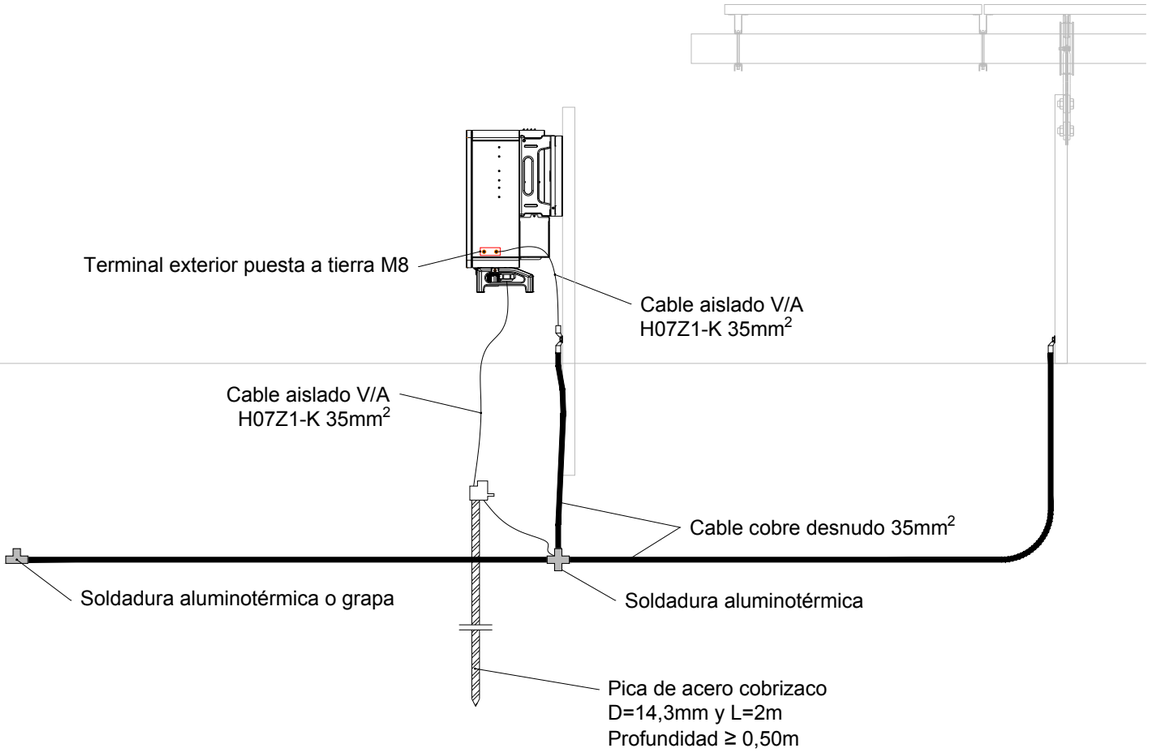
N

DETALLE DE TOMA DE TIERRA EN ARQUETA REGISTRABLE

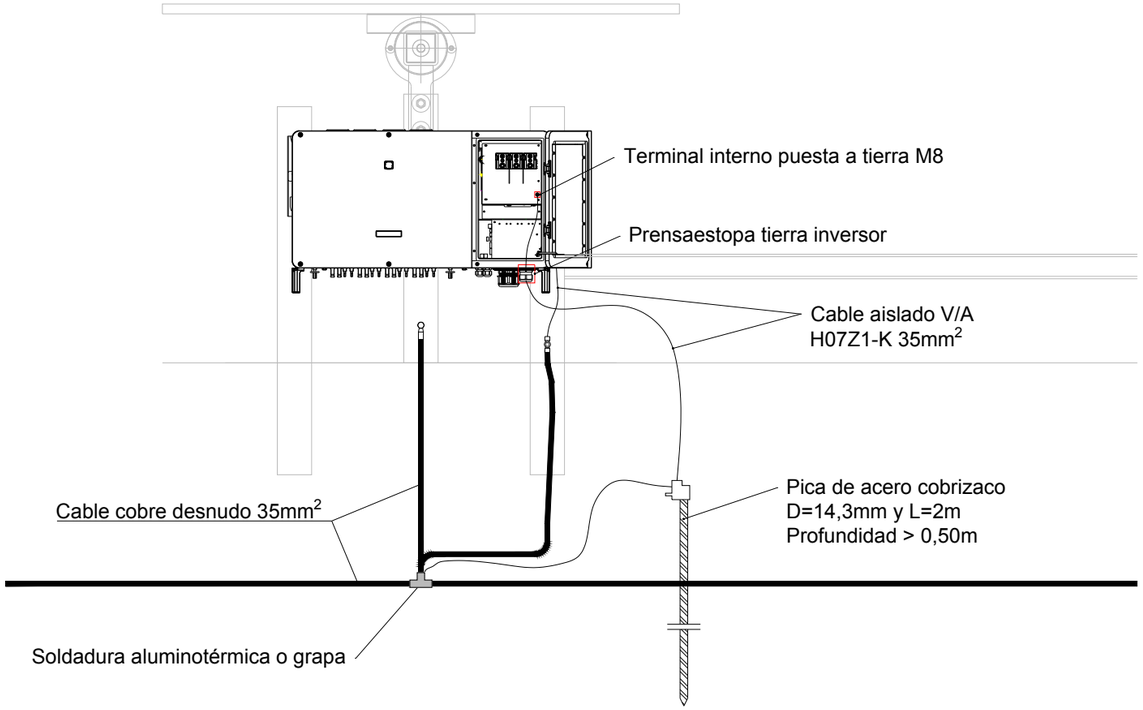
*La sección de los conductores, el sistema de unión y sistema estará de acuerdo con la ITC-BT-18.
*La resistencia máxima del sistema será igual o inferior a 10 Ω.



DETALLE DE TOMA DE TIERRA EN INVERSOR DE STRINGS (PERFIL)



DETALLE DE TOMA DE TIERRA EN INVERSOR DE STRINGS

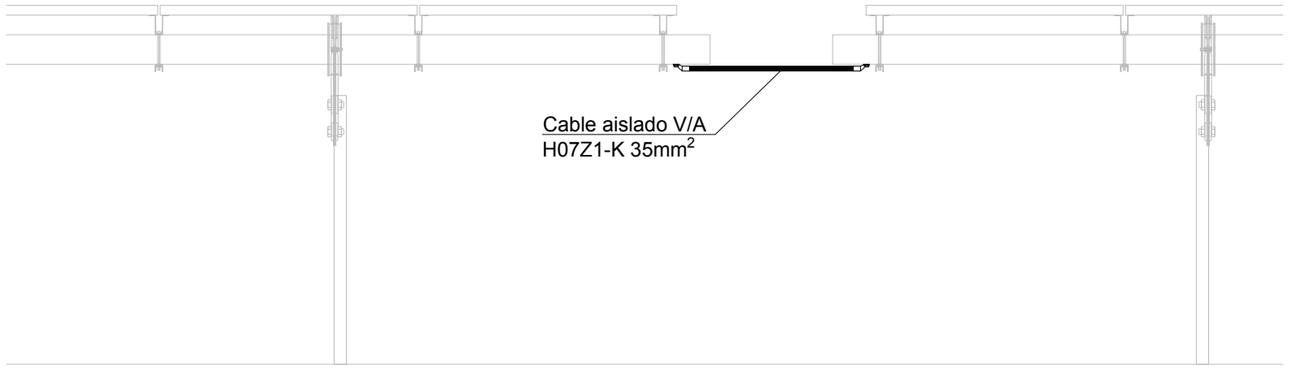


REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

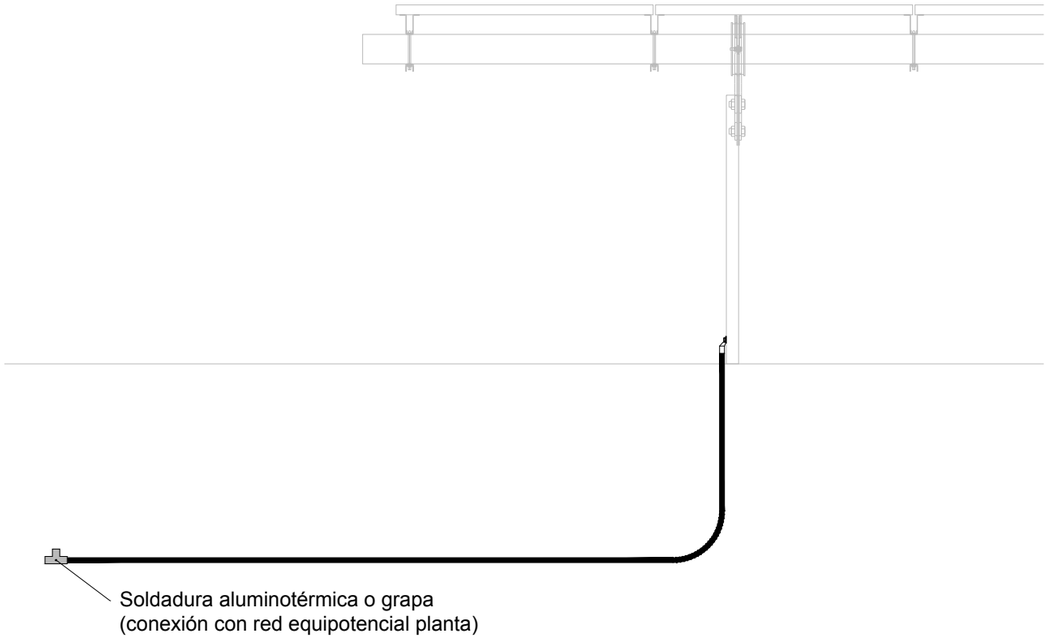
AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: RED DE TIERRAS DETALLES	NOMBRE ARCHIVO: 03.03 FP Red de Tierras.dwg
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Electricidad / Nº PLANO: 03.03	FORMATO: A3 / ESCALA: N/A / HOJA: =/+ 4/5

DETALLE DE PUESTA A TIERRA EN SEGUIDORES N-S



DETALLE DE PUESTA A TIERRA SEGUIDORES A RED GENERAL



DETALLE DE PUESTA A TIERRA EN SEGUIDORES E-O

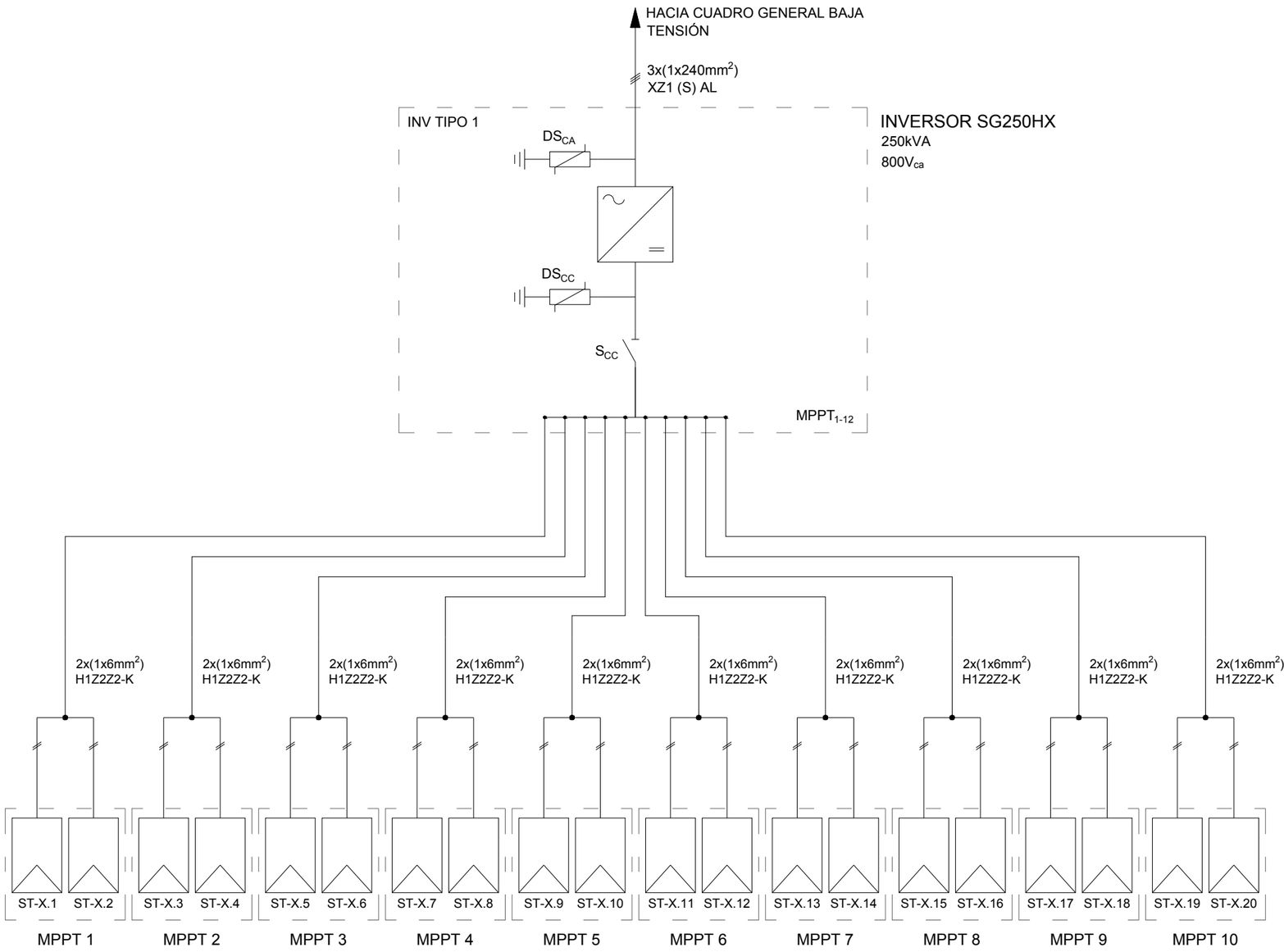


REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

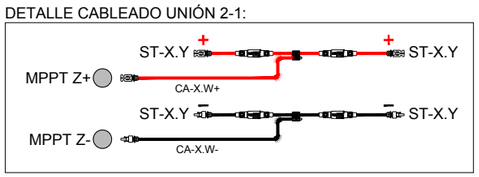
AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: RED DE TIERRAS DETALLES ESTRUCTURA		NOMBRE ARCHIVO: 03.03 FP Red de Tierras.dwg
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Electricidad	Nº PLANO: 03.03	FORMATO: A3 / ESCALA: N/A / HOJA: =/+ 5/5

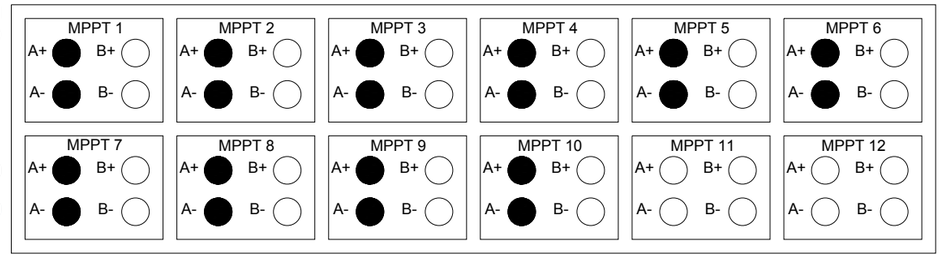
APLICA A:
INV-1
INV-4
INV-6
INV-8
INV-9
INV-10
INV-11
INV-13
INV-16
INV-18



DETALLE CABLEADO UNIÓN 2-1:



INVERSOR TIPO 1 (SG250HX)



Entrada CC 2-1 strings
Entrada CC 1 string

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO: ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR TIPO 1

NOMBRE ARCHIVO: 03.04 FP Esquema Unifilar.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Electricidad

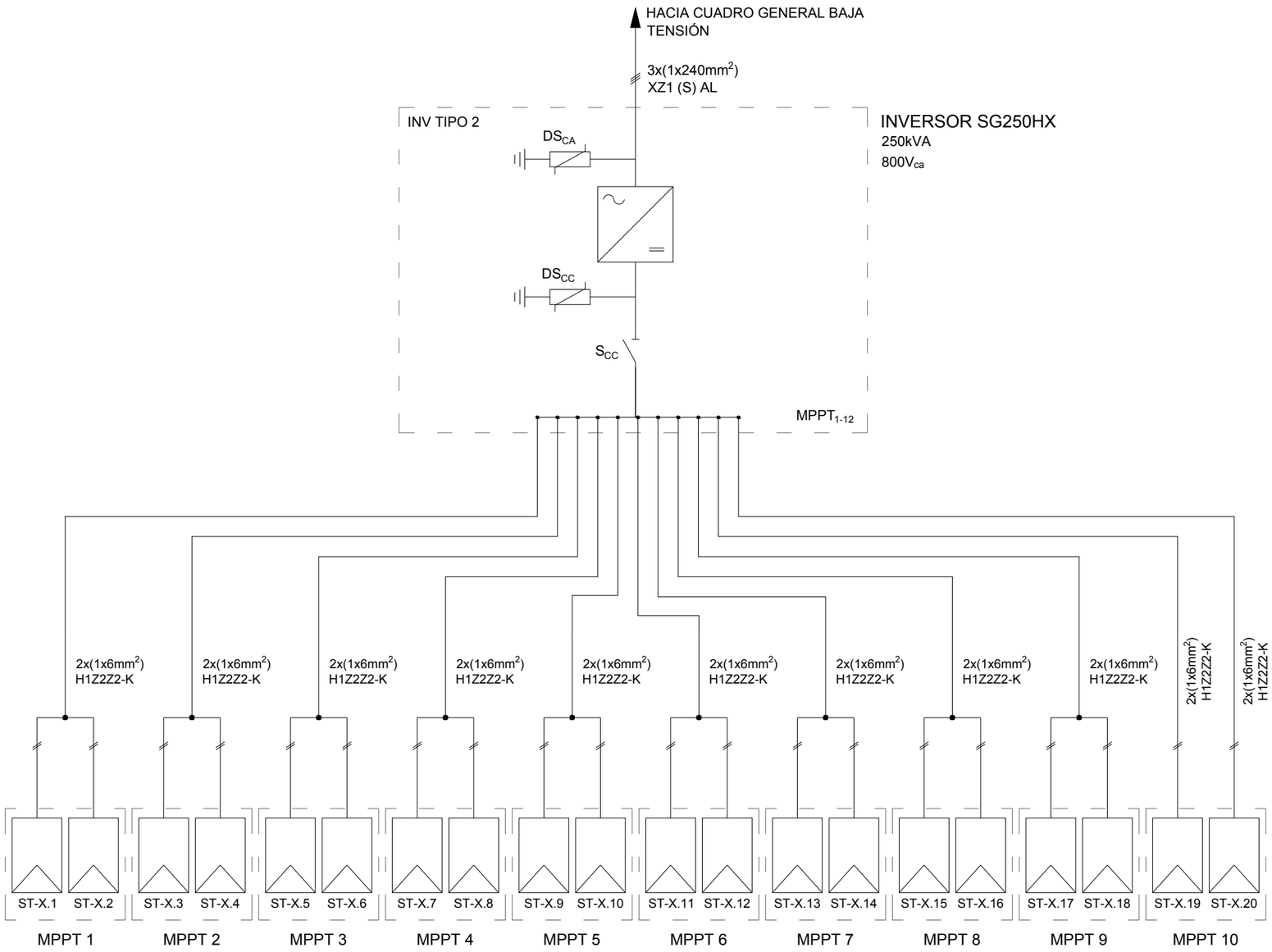
Nº PLANO: 03.04

FORMATO: A3

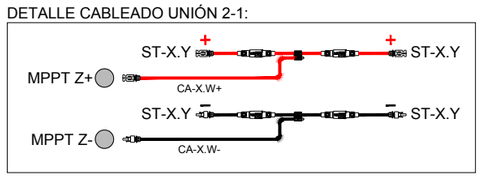
ESCALA: N/A

HOJA: =/+ 1/10

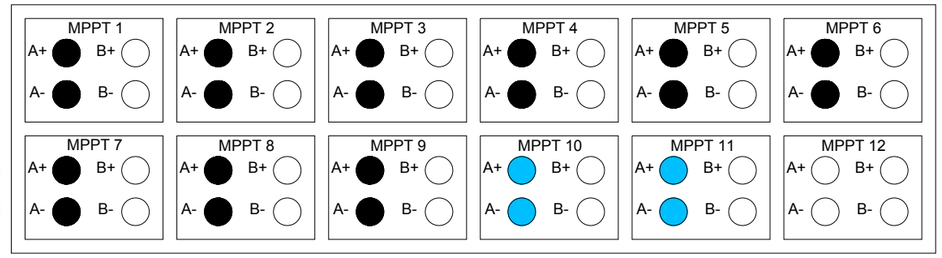
APLICA A:
INV-5



DETALLE CABLEADO UNIÓN 2-1:



INVERSOR TIPO 2
(SG250HX)



Entrada CC 2-1 strings

Entrada CC 1 string

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

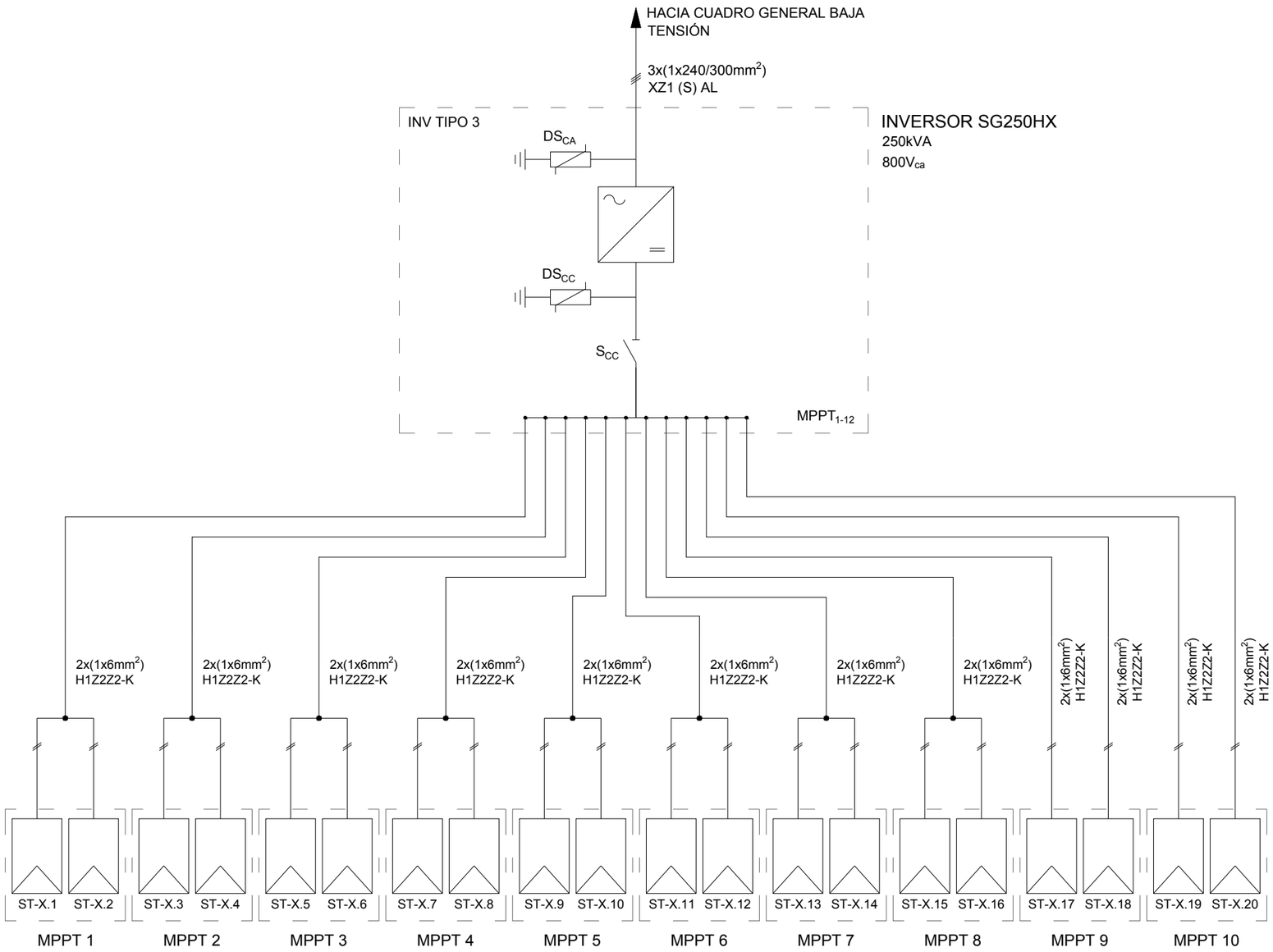
PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR
INVERSOR TIPO 2

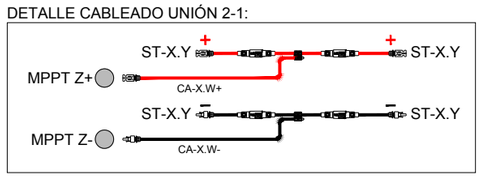
NOMBRE ARCHIVO:
03.04 FP Esquema Unifilar.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.04	A3	N/A	=/+ 2/10

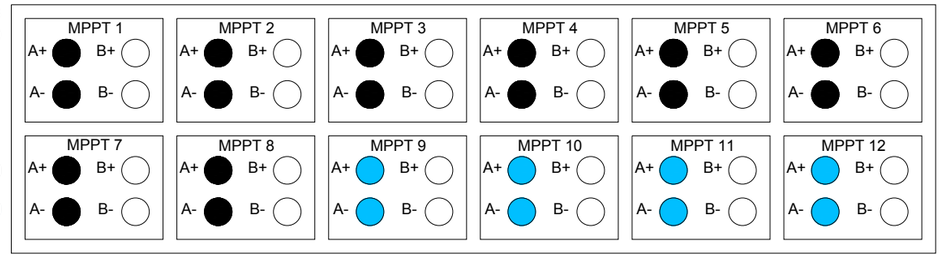
APLICA A:
INV-3
INV-14
INV-19



DETALLE CABLEADO UNIÓN 2-1:



INVERSOR TIPO 3
(SG250HX)

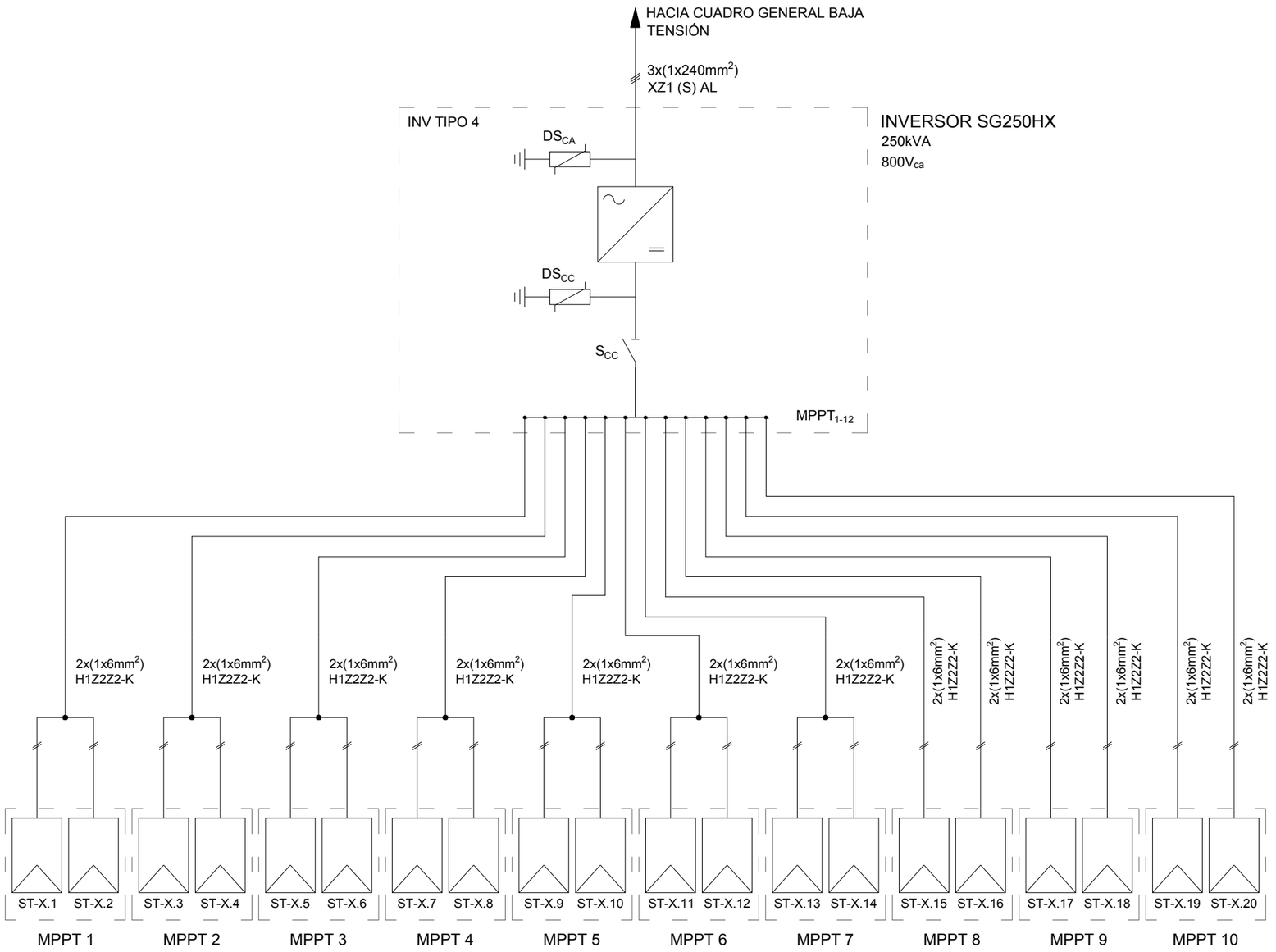


Entrada CC 2-1 strings
Entrada CC 1 string

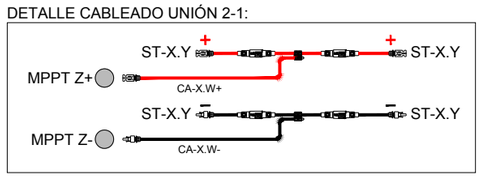
						AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA	PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR TIPO 3	NOMBRE ARCHIVO: 03.04 FP Esquema Unifilar.dwg
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Electricidad	Nº PLANO: 03.04
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA					

FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
A3	N/A	=/+ 3/10

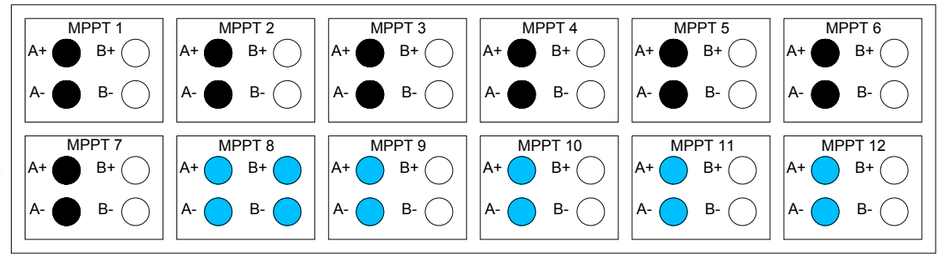
APLICA A:
INV-7
INV-12
INV-17



DETALLE CABLEADO UNIÓN 2-1:



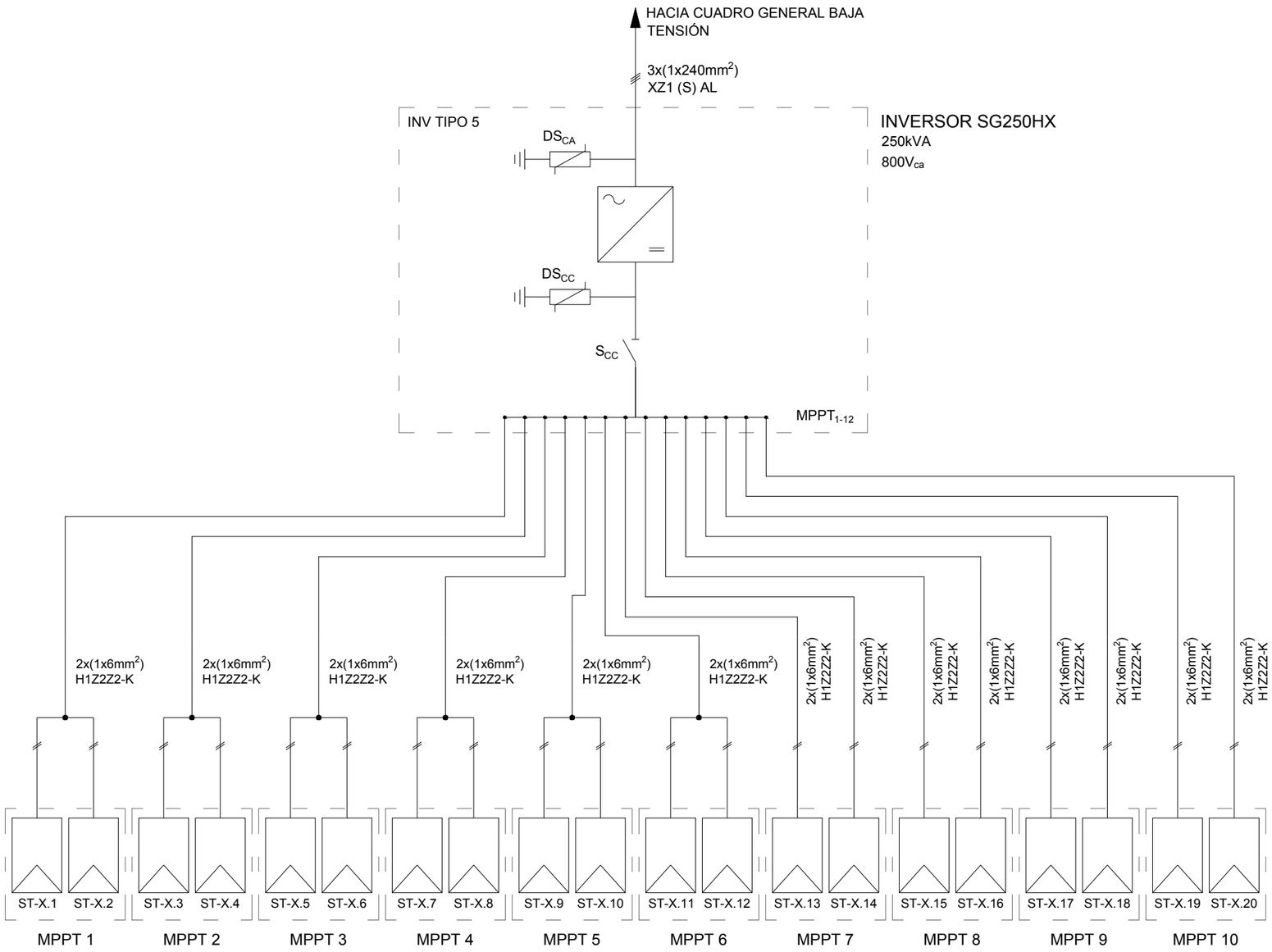
INVERSOR TIPO 4
(SG250HX)



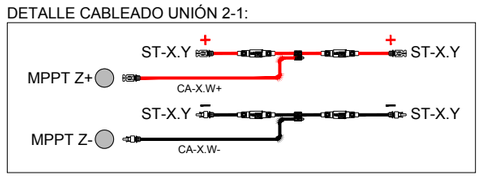
Entrada CC 2-1 strings
Entrada CC 1 string

						AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA	PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I	NOMBRE PLANO: ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR TIPO 4	NOMBRE ARCHIVO: 03.04 FP Esquema Unifilar.dwg	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Electricidad / Nº PLANO: 03.04	FORMATO: A3 / ESCALA: N/A / HOJA: =/+ 4/10
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA					

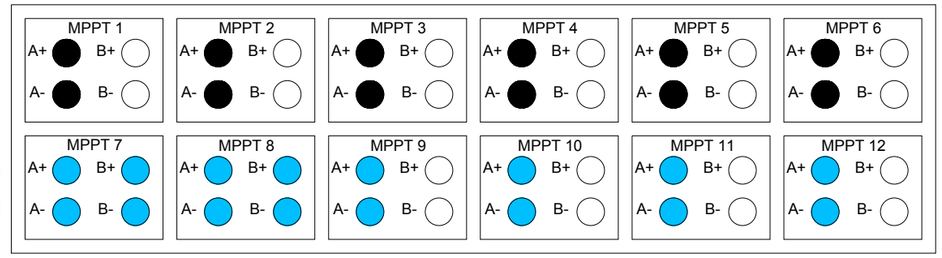
APLICA A:
INV-2
INV-15



DETALLE CABLEADO UNIÓN 2-1:



INVERSOR TIPO 5
(SG250HX)



Entrada CC 2-1 strings

Entrada CC 1 string

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR
INVERSOR TIPO 5

NOMBRE ARCHIVO:
03.04 FP Esquema Unifilar.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.04	A3	N/A	=/+ 5/10

A TRANSFORMADOR

+CUADRO GENERAL BT

-Q101
3.500A 3P
55kA 800Vac

-Q102
250A 3P
50kA 800Vac

-Q102
250A 3P
50kA 800Vac

-Q103
250A 3P
50kA 800Vac

-Q104
250A 3P
50kA 800Vac

-Q105
250A 3P
50kA 800Vac

-Q106
250A 3P
50kA 800Vac

-Q107
250A 3P
50kA 800Vac

3x(1x240mm^2)
XZ1 (S) AL

INV-1 (TIPO 1)
250kVA
800Vac

INV-2 (TIPO 5)
250kVA
800Vac

INV-3 (TIPO 3)
250kVA
800Vac

INV-4 (TIPO 1)
250kVA
800Vac

INV-5 (TIPO 2)
250kVA
800Vac

INV-6 (TIPO 1)
250kVA
800Vac

INV-7 (TIPO 4)
250kVA
800Vac

40 (20+ 20-)
1x6mm^2 H1Z2Z2-K

Campo FV
20 strings
27 módulos/string
TSHM540-144HV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

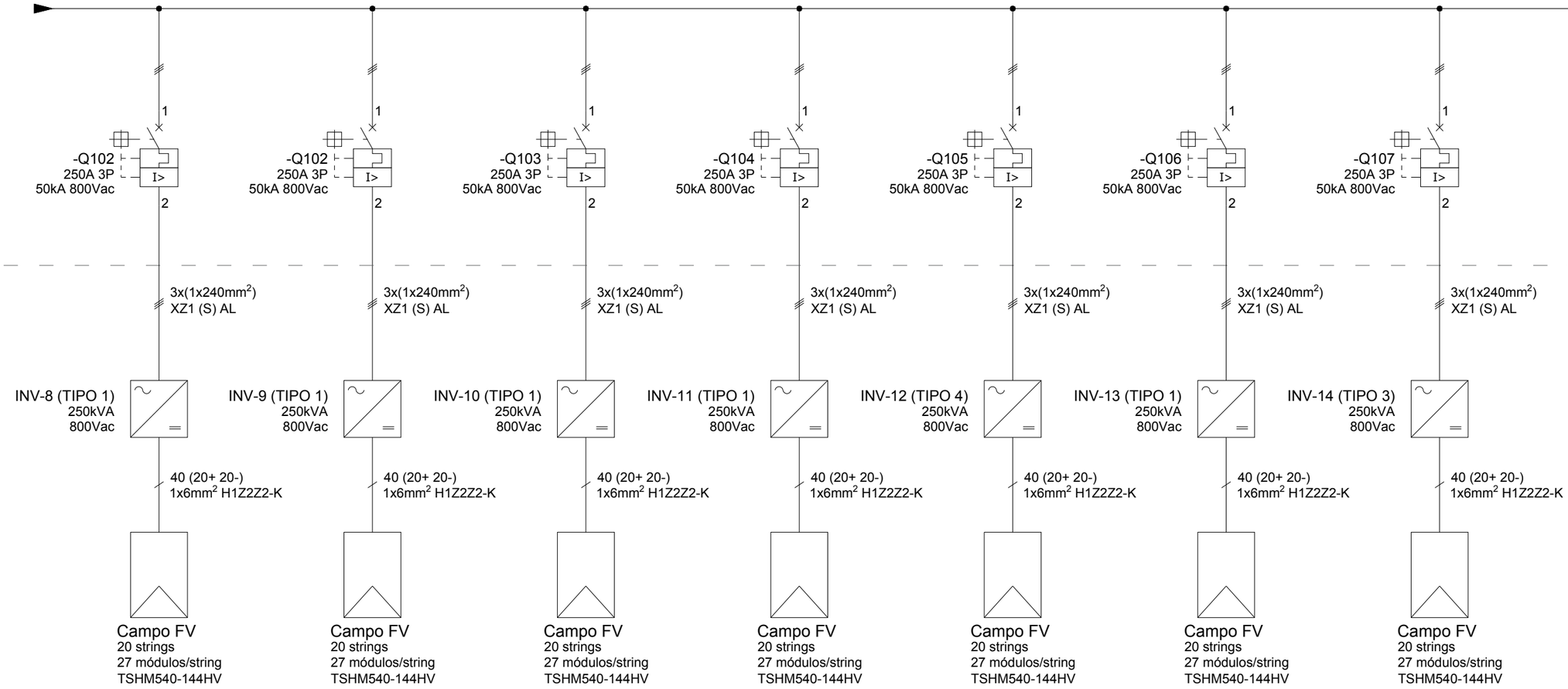
PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR
CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (1/3)

NOMBRE ARCHIVO:
03.04 FP Esquema Unifilar.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.04	A3	N/A	=/+ 6/10

+CUADRO GENERAL BT

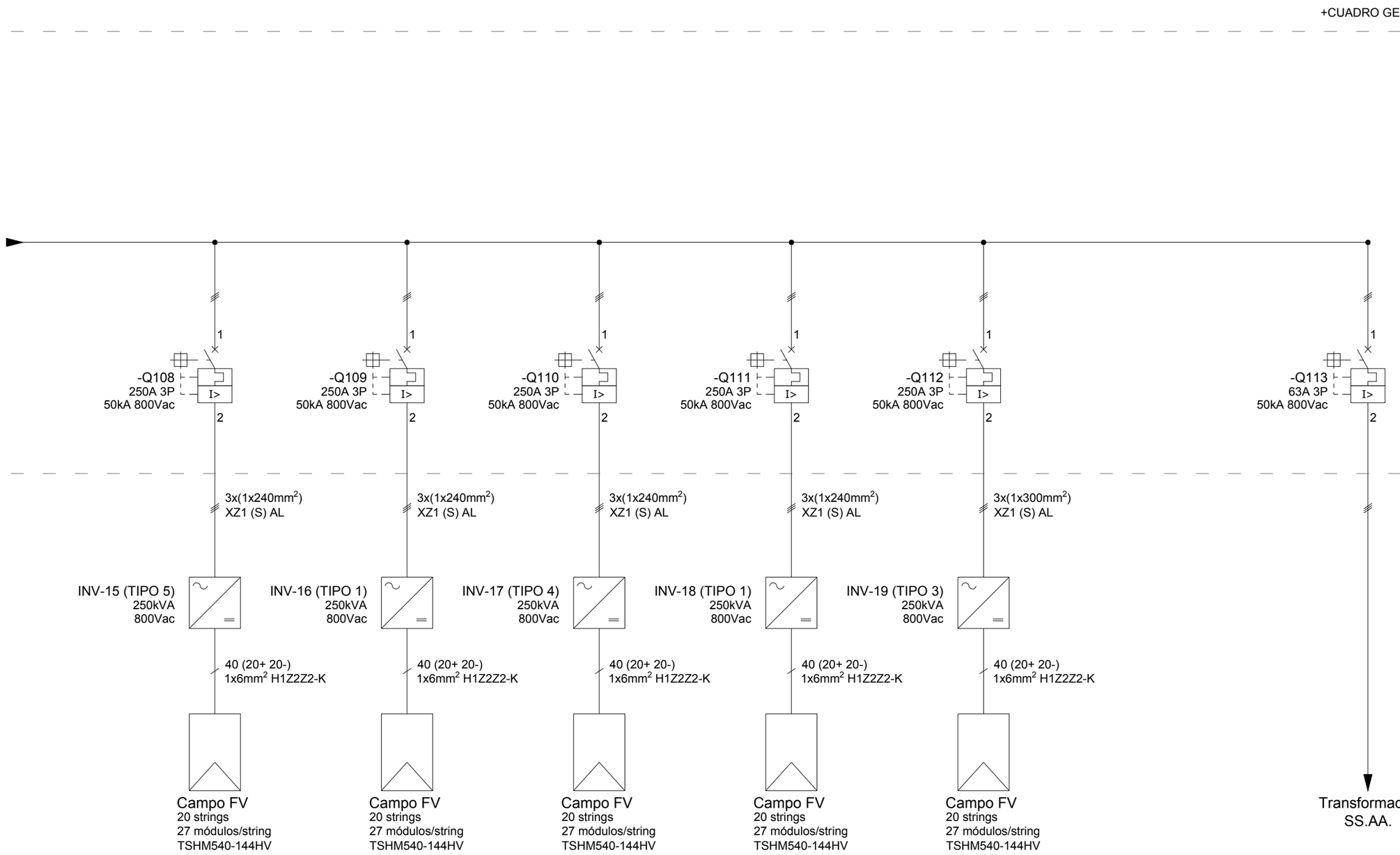


REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

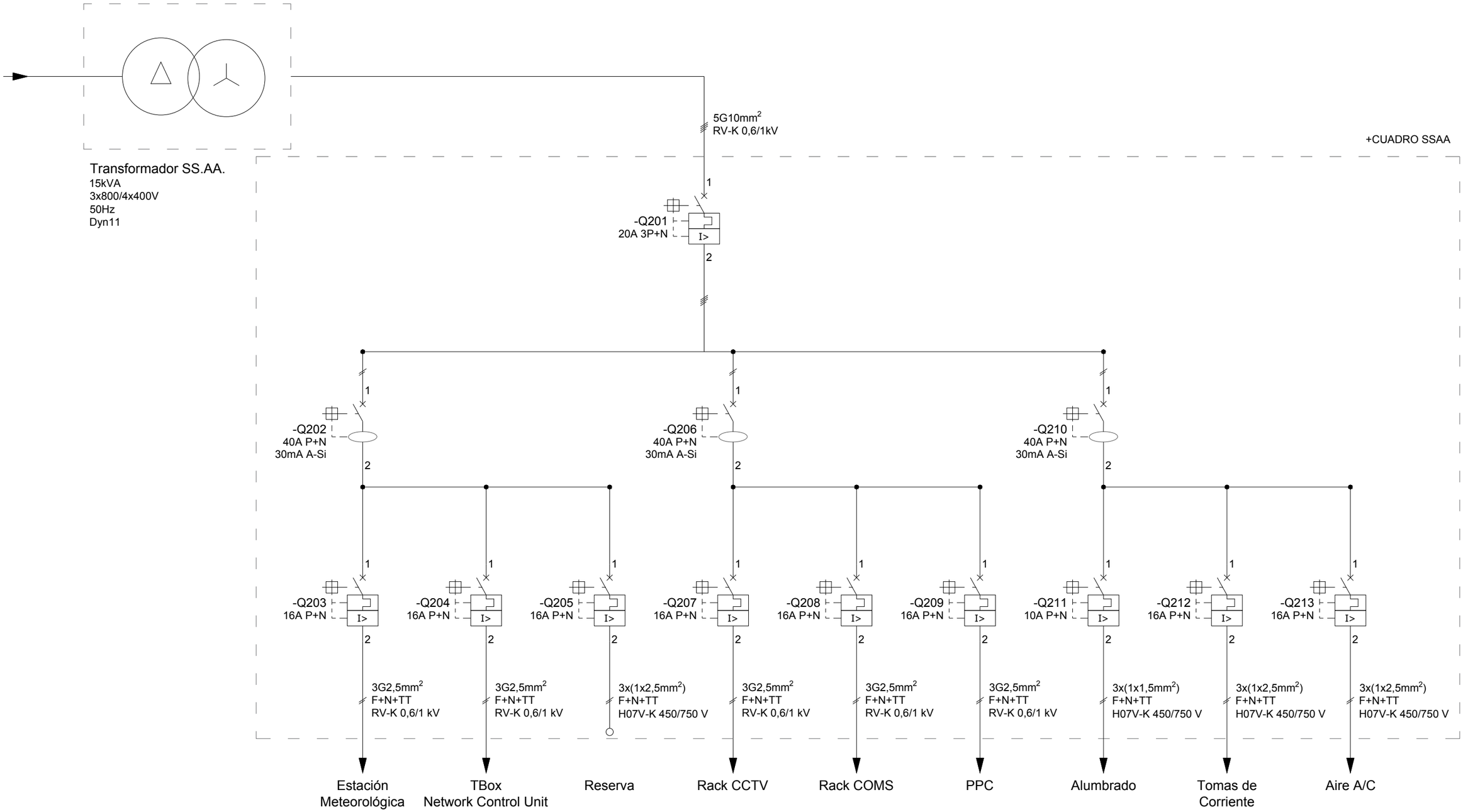
AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I		NOMBRE PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (2/3)		NOMBRE ARCHIVO: 03.04 FP Esquema Unifilar.dwg	
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Electricidad	Nº PLANO: 03.04	FORMATO: A3	ESCALA: N/A	HOJA: =/+ 7/10



						AUTOR DE PROYECTO	PROYECTO:	NOMBRE PLANO:	NOMBRE ARCHIVO:		
						LIZHER INGENIERIA	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (3/3)	03.04 FP Esquema Unifilar.dwg		
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA			FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Electricidad	Nº PLANO: 03.04	FORMATO: A3 / ESCALA: N/A / HOJA: =/+ 8/10
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA						



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED TOROS DE GUISANDO I

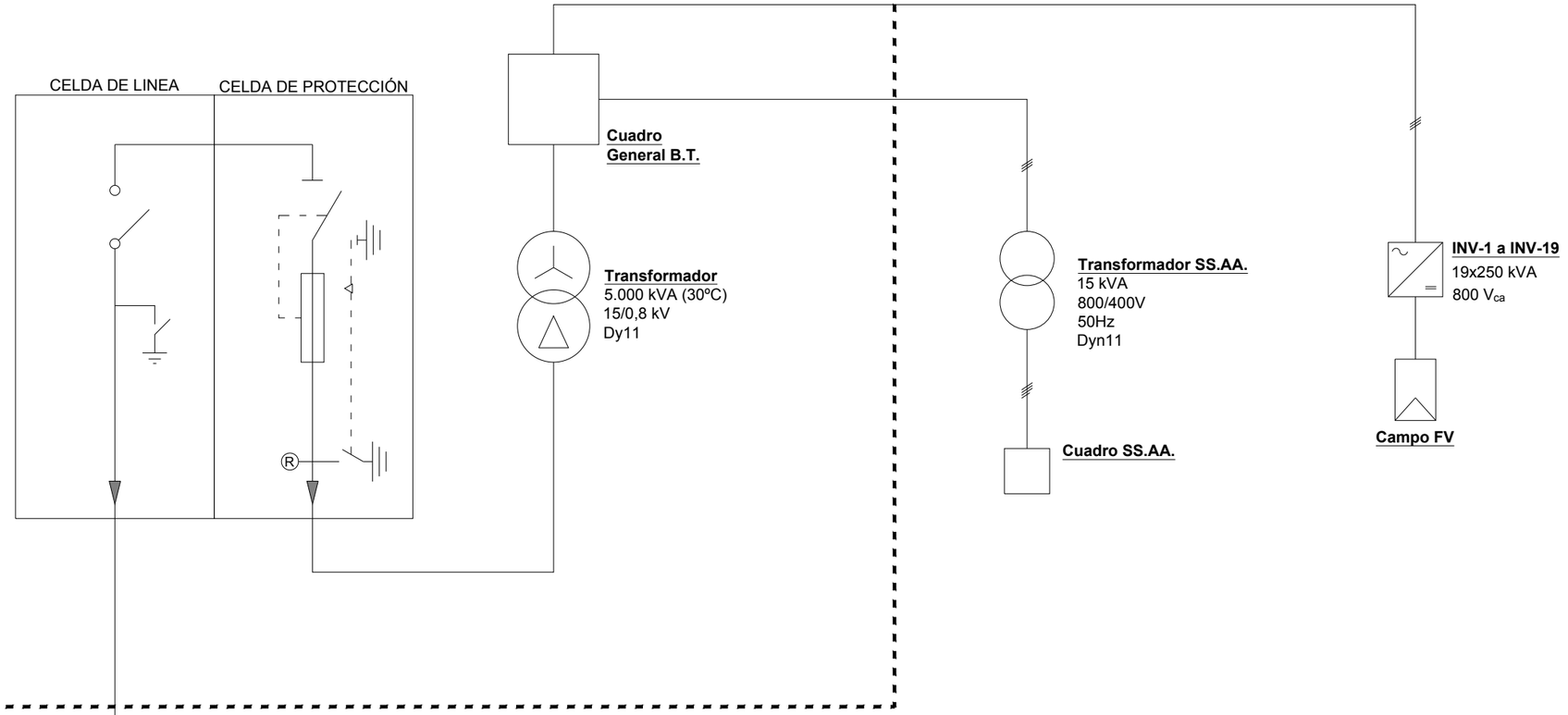
NOMBRE PLANO: ESQUEMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES

NOMBRE ARCHIVO: 03.04 FP Esquema Unifilar.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.04	A3	N/A	=/+ 9/10

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA

PROPIEDAD GENERADOR



RH5Z1-OL AL 3x1x150mm2 12/20kV

A CENTRO SECCIONAMIENTO,
PROTECCIÓN Y MEDIDA

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED
TOROS DE GUISANDO I

NOMBRE PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

NOMBRE ARCHIVO:
03.04 FP Esquema Unifilar.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Electricidad	03.04	A3	N/A	=/+ 10/10

PROYECTO v2

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA “TOROS DE GUISANDO I”

TOROS DE GUISANDO I

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)



Noviembre 2024

ÍNDICE GENERAL

- MEMORIA
- ANEXO I: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS
- ANEXO II: CÁLCULOS
- ANEXO III: GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEXO IV: CÁLCULOS CAMPO ELECTROMAGNÉTICO, JUSTIFICACIÓN LÍMITE DE RUIDO Y VENTILACIÓN
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PRESUPUESTO
- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- PLANOS

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 1
   1.1 OBJETO 1
   1.2 AUTOR DEL ENCARGO 1
   1.3 AUTOR DEL PROYECTO 1
   1.4 EMPLAZAMIENTO 1
   1.5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN 2
   1.6 NORMATIVA 3
   1.7 ORGANISMOS AFECTADOS 4
2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA 5
   2.1 OBRA CIVIL 5
      2.1.1 LOCAL 5
      2.1.2 EDIFICIO 5
      2.1.3 CIMENTACIÓN 5
      2.1.4 SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES 5
      2.1.5 CUBIERTA 6
      2.1.6 PINTURAS 6
      2.1.7 VARIOS 6
   2.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 6
      2.2.1 CALIDAD DE LA RED 6
      2.2.2 APARAMENTA A.T. 6
      2.2.3 APARAMENTA B.T. 7
   2.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 7
   2.4 PUESTA A TIERRA 7
      2.4.1 TIERRA DE PROTECCIÓN 7
   2.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS 7
      2.5.1 ALUMBRADO 7
      2.5.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 7
      2.5.3 VENTILACIÓN 7
      2.5.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD 8
3. ACOMETIDA A PTO. DE CONEXIÓN: LÍNEA SUBTERRÁNEA 15 KV 9
   3.1 TRAZADO DE LA LÍNEA 9
   3.2 CATEGORÍA DE LA RED 9
   3.3 MATERIALES 9
   3.4 CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA 9
   3.5 INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS 9
   3.6 PUESTA A TIERRA 10
   3.7 PROTECCIONES 10
      3.7.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES (50/51, 50/51N, 67N) 10
      3.7.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES 11

3.7.3 PROTECCIÓN DE MÍNIMA TENSIÓN (27) 11
3.7.4 PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN (59) 12
3.7.5 PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN HOMOPOLAR (59N) 12
3.8 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 12
3.8.1 GENERALIDADES 12
4. CRONOGRAMA 15
5. PROTECCIÓN DEL SUELO 16
6. CONCLUSIÓN 16

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1 OBJETO

La empresa START RIGHT NOW S.L. está realizando la legalización de un parque solar fotovoltaico de 4,5 MW de potencia nominal, en el término municipal de San Martín de Valdeiglesias (Madrid).

El punto de conexión a la red de distribución para la evacuación de la energía será la ST TOROS DE GUISANDO, concretamente en el módulo de MT (15 kV), según condiciones de evacuación dadas por la compañía distribuidora, solicitadas y concedidas con anterioridad a este proyecto.

El objeto de este documento es definir las características técnicas y económicas de las instalaciones de evacuación del parque solar, con el fin de solicitar la Autorización Administrativa para la ejecución de la instalación, así como la autorización medioambiental correspondiente.

La instalación de evacuación estará compuesta por un centro de seccionamiento y medida que se construirá en el interior del parque solar y será propiedad de este, y una línea subterránea de 15 kV que partirá desde dicho centro hasta la ST TOROS DE GUISANDO. La conexión a la nueva posición de la subestación, así como el tendido del cable, lo llevará a cabo una empresa autorizada por la empresa distribuidora.

En el interior del parque discurrirá una línea soterrada de 15 kV, objeto de otro proyecto, que interconectará el centro de seccionamiento con el centro de transformación de la instalación fotovoltaica, el cual tendrá una potencia de 5.000 kVA.

Esta evacuación de la energía se realiza siguiendo las condiciones dadas por IBERDROLA en los documentos con números de referencia 9038958050, con fecha 01/07/2021.

1.2 AUTOR DEL ENCARGO

El encargo del presente proyecto ha sido realizado la sociedad mercantil START RIGHT NOW S.L. con:

- C.I.F.: B-87904934
- Domicilio social:
  C/ Carretera del Mediodía nº8 1ºA
  28055 Madrid (Madrid)
- Domicilio para notificaciones:
  Pol. Berroa nº4, planta 3ª oficina 311
  Tajonar 31192 (Navarra)
- Notificaciones:
  Susana Lizarraga (email: slizarraga@lizheringenieria.com)

1.3 AUTOR DEL PROYECTO

El presente proyecto ha sido realizado por el Ingeniero Industrial Susana Lizarraga Zúñiga colegiado nº 442, por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra.

1.4 EMPLAZAMIENTO

La instalación denominada TOROS DE GUISANDO I, se va a situar en suelo no urbanizable dentro del término municipal de San Martín de Valdeiglesias (Madrid). Es en estas mismas parcelas donde se ubican las instalaciones de evacuación del parque solar, a excepción de la Línea de AT cuya relación de parcelas afectadas se encuentra reflejada en el anexo correspondiente.

Las parcelas donde se ubicará el parque solar fotovoltaico serán las siguientes:

PROVINCIA	MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA	SUP. (Hra)	REFERENCIA CATASTRAL
Madrid	San Martín de Valdeiglesias	19	178	12,19	28133A019001780000KZ



SITUACIÓN PLANTA SOLAR Y PUNTO DE CONEXIÓN

1.5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN

La transformación de la energía producida en baja tensión se realizará mediante un centro de transformación de 5.000 kVA que elevará la potencia de baja tensión 800 V a 15 kV.

Desde este centro de transformación, situado en la instalación TOROS DE GUISANDO I partirá una línea subterránea en 15 kV hasta un centro de seccionamiento y medida, instalado en la misma parcela.

Desde aquí partirá una línea de alta tensión en 15 kV subterránea hasta el punto de conexión otorgado en ST TOROS DE GUISANDO.

La longitud de la línea es:

- Tramo soterrado desde centro seccionamiento y medida hasta ST Toros de Guisando: 742,59 m

1.6 NORMATIVA

La redacción del proyecto y ejecución de las instalaciones se efectuará de acuerdo con lo prescrito en los siguientes reglamentos vigentes:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto 40/1998, de 5 de marzo, por el que se establecen Normas Técnicas en Instalaciones Eléctricas para la protección de la avifauna.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- 1999/519/CE: Recomendación del Consejo, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- UNE-EN 60529:2018. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 62271-200:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN IEC 62271-102:2021. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-105:2013. Aparamenta de alta tensión. Parte 105: Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para tensiones nominales superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-103:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-1:2019. Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.
- MT.2.31.01 Proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV.

- NI 56.43.01 Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.43.02 Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina (Z1) para redes de AT hasta 30 kV.
- NI 56.80.02 Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco.
- MT.2.11.01 Proyecto tipo para centro de transformación prefabricado de superficie.
- MT.2.11.33 Especificaciones Particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal ≤ 30 kV.
- MT.2.13.40 Procedimiento de selección y adaptación del calibre de los fusibles de MT para Centros de Transformación.
- MT.3.51.20 Especificaciones particulares para Sistemas de Telegestión y Automatización de Red. Instalación en nuevos Centros de Transformación.
- MT.2.80.14 Guía para la instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (hasta 132 kV).
- NI 42.71.01 Cuadros modulares y sin envolvente para medida en BT. Instalación interior.
- NI 42.72.00 Instalaciones de enlace. Caja de protección y medida.
- NI 76.50.01 Cajas general de protección (CGP).
- MT.2.03.20 Especificaciones Particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión.

1.7 ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se detalla una lista de los organismos que se ven afectados por la instalación de evacuación:

ORGANISMO	PARTE AFECTADA
I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	L.A.A.T.
Carreteras. Comunidad de Madrid	Carretera M-542
Carreteras. Comunidad de Madrid	Carretera M-501
Confederación Hidrográfica del Tajo	Zona de policía del Arroyo de Tórtolas
Ayuntamiento de San Martín de Valdeiglesias	Término municipal

2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA

Se instalará un centro de seccionamiento y medida, con acceso desde vial público. Dicho edificio será prefabricado de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica. La acometida al mismo será subterránea y la energía tendrá una tensión de servicio de 15kV y una frecuencia de 50 HZ. Desde este edificio partirá una línea de alta tensión hasta el punto de conexión, ST TOROS DE GUISANDO.

2.1 OBRA CIVIL

2.1.1 LOCAL

El centro estará ubicado en una caseta o envolvente independiente, destinada únicamente a esta finalidad. En ella se instalará toda la aparamenta y demás equipos eléctricos.

Para el diseño del centro se han observado las normativas vigentes, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

2.1.2 EDIFICIO

El edificio prefabricado de hormigón está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanqueidad quedará garantizada por el empleo de juntas de gomas esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 300 kg/cm^2. La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada del cableado.

2.1.3 CIMENTACIÓN

Para la ubicación del centro prefabricado se realizará una excavación, con dimensiones según planos adjuntos, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm^2.

2.1.4 SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cableado, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cableados eléctricos y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

El centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonores superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas.

2.1.5 CUBIERTA

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre esta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

2.1.6 PINTURAS

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

2.1.7 VARIOS

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m^2.
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m^2 (144 km/h).

Sobrecarga de nieve: 400 kg/m^2.

2.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.2.1 CALIDAD DE LA RED

La red de la cual que acomete en el centro es de tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 324,38 MVA según datos proporcionados por la compañía distribuidora.

2.2.2 APARAMENTA A.T.

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos de mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparamenta del centro.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de estos.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

Un ≤ 20 kV:

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 Kv
- A la distancia de seccionamiento: 145 kV

2.2.3 APARAMENTA B.T.

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas de alta tensión.

2.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario del transformador de intensidad y de tensión de la celda de medida.

2.4 PUESTA A TIERRA

2.4.1 TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

2.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS

2.5.1 ALUMBRADO

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos de este. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

2.5.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se incluirá un extintor eficacia 89B. La resistencia al fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de reacción al fuego de materiales de suelos, paredes y techos será A1 según la clasificación europea de los productos para la construcción.

2.5.3 VENTILACIÓN

La ventilación del centro se realizará de modo natural mediante rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

2.5.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Solo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF6, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantallados, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de alta tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al centro estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso, y si las hubiera, las pantallas de protección llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del centro se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el centro y en un lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Para realizar maniobras en alta tensión, el centro dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

3. ACOMETIDA A PTO. DE CONEXIÓN: LÍNEA SUBTERRÁNEA 15 KV

3.1 TRAZADO DE LA LÍNEA

La línea discurrirá desde el centro de seccionamiento y medida hasta el punto de conexión ST TOROS DE GUISANDO. La longitud de la línea es de 742,59 m y tiene un nivel de tensión de 15 kV.

3.2 CATEGORÍA DE LA RED

La red tiene las siguientes características:

- Clase de corriente Alterna-trifásica
- Tensión nominal 15.000 Voltios
- Tensión más elevada 17.500 Voltios
- Frecuencia 50 Hz

3.3 MATERIALES

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435, UNE-EN 60071-1 y UNE-EN 60071-2. La tensión más elevada del material (Um) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde dicho material será instalado (Us). La tensión asignada del cable U_0/U se elegirá en función de la tensión nominal de la red (Un), o tensión más elevada de la red (Us), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra.

Con todo esto, el nivel de aislamiento de los cables a emplear será 12/20 (24) kV.

3.4 CABLES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación. Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación. Podrán ser unipolares o tripolares.

Los cables utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los accesorios deberán ser asimismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termoretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

3.5 INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados. El trazado será lo más

rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que puedan soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

Los cables podrán instalarse en las formas que se indican a continuación:

- Directamente enterrados: La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos.
- En canalización entubada. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Se evitará en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.
- En galerías. Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.
- En atarjeas o canales revisables. Son canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.
- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared. Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones y otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a persona o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

3.6 PUESTA A TIERRA

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de estas estarán también puestas a tierra.

3.7 PROTECCIONES

3.7.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES (50/51, 50/51N, 67N)

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. En sistemas con neutro puesto a tierra, la protección será 50-51 para la sobreintensidad de fases y 50N-51N para el neutro. En sistemas con neutro aislado la protección a utilizar será 50-51 para la sobreintensidad de fases y 67N para el neutro. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Para realizar correctamente esas funciones de protección, en el caso de neutro a tierra, se dispondrá de transformadores de intensidad en cada fase. Para sistemas de neutro aislado, además de los

transformadores de intensidad anteriores, se instalará un transformador toroidal para detección de intensidad homopolar y 3 transformadores de tensión con sus devanados conectados en triángulo abierto. La instalación de estos 3 transformadores de tensión podrá evitarse si los transformadores de tensión instalados en la celda de medida cuentan con un devanado secundario exclusivo y de las características adecuadas.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de c.c. o sobrecarga sea la menor posible.

La protección contra c.c. por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. no exceda de la máxima admisible asignada en c.c.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

3.7.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 y ITC-RAT 13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2, UNE-EN 60099-1 y UNE-EN 60099-4.

3.7.3 PROTECCIÓN DE MÍNIMA TENSIÓN (27)

La protección de mínima tensión se conectará entre fases. Dispondrá de desconexión temporizada en tiempo fijo y regulable. Los valores de ajuste se adaptarán a los de la red de E-DE a los que se conecte.

En las instalaciones con obligación de cumplir requisitos de comportamiento frente a huecos de tensión según P.O. 12.3 el tiempo de actuación será acorde a las curvas tensión – tiempo indicadas en dicho procedimiento operativo.

Para el resto de los generadores, el ajuste se realizará en un único escalón:

Umbral de protección	Tiempo de actuación
Un: -15%	Máx. 0,8 seg.

3.7.4 PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN (59)

La protección de máxima tensión se conectará entre fases para detectar el funcionamiento en red separada. Dispondrá de desconexión temporizada en tiempo fijo y regulable.

El ajuste se realizará en dos escalones:

Umbral de protección	Tiempo de actuación
Un: +10%	Máx. 0,8 seg.
Un: +15%	Máx. 0,2 seg.

3.7.5 PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN HOMOPOLAR (59N)

Protección de máxima tensión homopolar para detectar faltas a tierra de la red. El ajuste se determinará según la siguiente tabla:

Configuración neutro	Tiempo de actuación/sobretensión
Neutro a tierra	3 seg. 10 V (*)
Neutro aislado	3 seg. 40 V (*)

(*) Sobretensión referida a la tensión medida en el secundario de los transformadores de protección.

3.8 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar cruzamientos o paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

3.8.1 GENERALIDADES

Los cables subterráneos enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de A.T.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización. Estos requisitos no serán de aplicación a cables dispuestos en galerías. En dichos casos, la disposición de los cables se hará a criterio de la empresa que los explote; sin embargo, para establecer las intensidades admisibles en dichos cables, deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección definidos en el capítulo 6 de la presente instrucción.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad decirculación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

Cruzamientos

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de A.T.

CALLES Y CARRETERAS

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión. La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de A.T. deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia.

CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En particular, esta línea de evacuación tiene los siguientes cruces y paralelismos:

ARROYO DE TÓRTOLAS – CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

El trazado de la línea de evacuación discurre de forma paralela al cauce del Arroyo de Tórtolas, de manera que no se producen cruzamientos con el mismo.

En dicho paralelismo, la línea se ubica entre la zona de servidumbre, definida a 5 m de la línea que delimita el cauce del arroyo (zona de dominio público), y la zona de policía, definida a 100 m de dicha línea.

M-542 Y M-501 – CARRETERAS. COMUNIDAD DE MADRID

Partiendo desde la planta fotovoltaica, el trazado de la línea de evacuación discurre, en su inicio, de forma paralela a la carretera M-542. Según el mapa de carreteras de la Comunidad de Madrid, la carretera M-542 está catalogada como Red Local, cuya zona de dominio público está definida a 3 metros desde la arista exterior de explanación y la zona de protección a 15 metros desde dicha arista exterior de explanación. Como se puede observar en los planos, el trazado de la línea de evacuación discurre entre la zona de dominio público y la zona de protección de la carretera.

La zona de dominio público de esta carretera solo se invade en el cruce definido en el punto de coordenadas aproximadas UTM ETRS89 H30 X: 377453,2003 ; Y: 4467037,3277. Este cruce se realiza con perforación horizontal dirigida, perpendicular a la carretera y sin arquetas. Para realizar la perforación se construirán dos pozos (entrada y salida) con las dimensiones y profundidad suficiente, y se respetarán las distancias establecidas por la ITC-LAT 06.

LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN - I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

En el trazado que describe la línea de evacuación soterrada se producen tres cruzamientos con líneas aéreas de alta tensión propiedad de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. Estos cruces se producen en los puntos de coordenadas aproximadas:

Cruzamiento 1: UTM ETRS89 H30 X: 377465,1961 ; Y: 4466991,0969

Cruzamiento 2: UTM ETRS89 H30 X: 377356,8395 ; Y: 4467116,3548

Cruzamiento 3: UTM ETRS89 H30 X: 377312,1068 ; Y: 4467167,3089

El actual reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008) no estipula condición alguna sobre cruzamientos de líneas aéreas eléctricas de alta tensión con líneas eléctricas subterráneas. Sin embargo, en todo momento de ejecución de los trabajos en campo se cumplirá con las distancias de seguridad establecidas en el R.D. 614/2001.

4. CRONOGRAMA

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
IMPLANTACIÓN EN OBRA										
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO										
APERTURA ZANJA, INSTALACIÓN DEL CABLEADO Y CIERRE DE LA ZANJA										
CRUZAMIENTO CARRETERAS CON PERFORACIÓN DIRIGIDA										
CIMENTACIÓN Y COLOCACIÓN DEL CM										
MONTAJE APARELLAJE										
CONEXIÓN TERMINALES										
PRUEBAS Y ENSAYOS										
PUESTA EN MARCHA										

5. PROTECCIÓN DEL SUELO

Para la ubicación de las instalaciones auxiliares de obra, se respetarán las zonas que defina la Dirección ambiental de la obra y las que se definen en el Estudio Ambiental.

Se prohíbe el paso de maquinaria y el depósito de materiales o residuos fuera de las zonas de obra delimitadas por el vallado perimetral.

Se implantará un punto limpio para la segregación y almacenamiento de los residuos peligrosos que se puedan generar durante la obra.

Para los caminos de acceso, se utilizarán los caminos públicos existentes.

Con respecto a los movimientos de tierra que serán mínimos, se procurará reutilizar todas las tierras excedentarias.

El contratista principal deberá elaborar un Plan de Gestión de Residuos de Obra donde indique que tipos de residuo generará, almacenamiento y gestión de estos, que deberá ser aprobado por la Dirección ambiental.

6. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, se ha dado una descripción detallada de la instalación a realizar, así como de las características técnicas que han de reunir los aparatos, protecciones, obra civil, etc. Y que junto con los demás documentos que acompañan a la presente memoria, se espera sirvan para cumplir los trámites legales precisos para su autorización.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ANEXO

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA Y LÍNEA DE EVACUACIÓN HASTA SUBESTACIÓN ST TOROS DE GUISANDO

Tipo	Nº Afección	Datos Catastrales						Afección		Naturaleza del terreno
		Ref. Catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Superficie (m^2)	Paraje	Superficie (m^2)	Longitud (m)	
CSM	1	28133A019001780000KZ	19	178	San Martín de Valdeiglesias	121.856	Prado CE	7,82	-	E- - Pastizal
LSAT	2	28133A019001550000KY	19	155	San Martín de Valdeiglesias	9.110	Prado CE	97,72	162,87	V - Viña secano
LSAT	3	28133A019003310000KD	19	331	San Martín de Valdeiglesias	4.478	Prado CERR	44,46	74,10	C - Labor o Labradío secano
LSAT	4	28133A019001580000KP	19	158	San Martín de Valdeiglesias	5.336	Prado CE	47,28	78,79	V - Viña secano
LSAT	5	28133A019001540000KB	19	154	San Martín de Valdeiglesias	6.318	Prado CE	28,45	47,42	PD - Prados o praderas
LSAT	6	28133A017090010000KA	17	9001	San Martín de Valdeiglesias	28.545	Descuento	6,35	10,58	VT - Vía de comunicación de dominio público
LSAT	7	28133A017090030000KY	17	9003	San Martín de Valdeiglesias	7.899	Camino	Afección temporal por perforación dirigida		VT - Vía de comunicación de dominio público
LSAT	8	28133A018090010000KE	18	9001	San Martín de Valdeiglesias	37.013	Carretera	2,33	3,88	VT - Vía de comunicación de dominio público
LSAT	9	28133A018000120000KU	18	12	San Martín de Valdeiglesias	10.044	NAVA RED	104,77	174,61	C- Labor o Labradío secano
LSAT	10	28133A018000060000KE	18	6	San Martín de Valdeiglesias	15.743	Vega de	27,92	46,54	PD - Prados o praderas

ANEXO II:
CÁLCULOS

ÍNDICE

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA 15 KV HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN.....1
1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....1
1.2 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR.....1
1.3 REACTANCIA DEL CABLE.....2
1.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EN SERVICIO PERMANENTE.....3
1.4.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DEL CONDUCTOR.....4
1.4.2 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA TEMPERATURA DEL TERRENO.....4
1.4.3 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.....4
1.4.4 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA AGRUPACIÓN DE CIRCUITOS.....5
1.4.5 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN.....5
1.4.6 RESULTADO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE.....6
1.5 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO.....7
1.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS.....8
1.7 PÉRDIDA DE POTENCIA.....9
1.8 CAÍDA DE TENSIÓN.....9
1.9 PROTECCIONES.....9
1.9.1 PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES.....9
1.9.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....10
2. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....10
2.1 INTRODUCCIÓN.....10
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....10
2.2.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....11
2.2.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.....11
2.2.3 SISTEMA ÚNICO PARA LAS PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO.....11
2.3 DATOS INICIALES.....11
2.4 RESISTIVIDAD DEL TERRENO.....12
2.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....13
2.5.1 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA.....13
2.5.2 NEUTRO AISLADO.....14
2.5.3 NEUTRO A TIERRA.....14
2.5.4 RESISTENCIA MÁXIMA DE LA PUESTA A TIERRA DE MASAS DEL CT.....14
2.5.5 SELECCIÓN DEL ELECTRODO.....15
2.5.6 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO.....16
2.5.7 TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.....18
2.5.8 VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES.....18
2.5.9 COMPROBACIÓN DE QUE CON EL ELECTRODO SELECCIONADO SE SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS.....20
2.5.10 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.....21

2.5.11 SEPARACIÓN ENTRE LOS SITEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO ... 21
2.5.12 HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA ... 21
3. CONCLUSIÓN ... 32

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA 15 KV HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características del conductor que se detallan en la norma de referencia informativa **MT 2.31.01**.

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Clase de corriente: Alterna trifásica
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión nominal: 15 kV
- Tensión más elevada de la red (Us): 17,5 kV
- Categoría de la red (según Norma UNE 211435): Categoría A

1.2 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90 ºC. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20\,℃} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20\,℃))$$

Siendo:

α: Coeficiente de temperatura del aluminio (0,00403 $ºC^{-1}$)

θ: Temperatura máxima del conductor (105 ºC)

$R_{20\,℃}$: Resistencia del conductor a 20 ºC

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C) (Ω/km)
	12/20 kV y 18/30 kV
1 x 50 (2)	0,641
1 x 95	0,320
1 x 150 (1)	0,206
1 x 240 (1)	0,125
1 x 400 (1)	0,008
1 x 630 (1)	0,047

En el caso particular que nos ocupa se ha escogido el cableado tipo RH5Z1-OL AL 12/20 kV 1x150 mm^2, por lo tanto, el valor de la resistencia para la temperatura máxima del conductor (90 ºC) será:

$$R = R_{20\,℃} \cdot \left(1 + \alpha \cdot (\theta - 20\,℃)\right) = 0{,}206 \cdot \left(1 + 0{,}00403 \cdot (90 - 20)\right)$$

$$\boldsymbol{R = 0{,}264\ \Omega/km}$$

1.3 REACTANCIA DEL CABLE

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición de un conductor por tubo responderán a las siguientes fórmulas:

$$X_L = w \cdot L \ [\Omega/km]$$

Siendo:

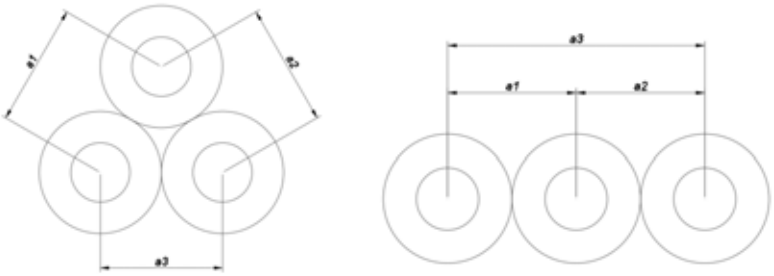
$w = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 100 \cdot \pi$

$L = \left(0{,}05 + 0{,}2 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot DMG}{\emptyset_C}\right)\right) \cdot 10^{-3} \ [H/km]$

Donde:

DMG: distancia media geométrica entre conductores [mm]

$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$



$\emptyset_C$: diámetro del conductor = 13,82 mm

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR MEDIO AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)
12/20 kV			
1 x 50/16 (1)	18,0	4,5	26,3
1 x 95/16	20,8	4,3	29,1
1 x 150/16 (1)	23,5	4,3	32,1
1 x 240/16 (1)	27,6	4,3	36,1
1 x 400/16 (1)	32,7	4,4	41,5
1 x 630/16	41,0	4,5	49,6

El cableado se tenderá en tresbolillo, por lo que sabiendo que el diámetro exterior del cable es 36,1 mm tenemos:

a1 = 32,1 mm

a2 = 32,1 mm

a3 = 32,1 mm

$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3} = \sqrt[3]{32{,}1 \cdot 32{,}1 \cdot 32{,}1} = 32{,}1 \ mm$

$L = \left(0{,}05 + 0{,}2 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot DMG}{\emptyset_C}\right)\right) \cdot 10^{-3} = \left(0{,}05 + 0{,}2 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot 32{,}1}{13{,}82}\right)\right) \cdot 10^{-3} = 0{,}0003557 \ H/km$

$X_L = w \cdot L = 100 \cdot \pi \cdot 0{,}0003557$

$\boldsymbol{X_L = 0{,}112 \ \Omega/km}$

1.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EN SERVICIO PERMANENTE

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según se establece en la ITC-LAT-06, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la tabla 5.

Tabla 5. Cables aislados con aislamiento seco
Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente θs	Cortocircuito θcc (t ≤ 5 s)
Policloruro de vinilo (PVC)* S ≤ 300 mm² S > 300 mm²	 70 70	 160 140
Polietileno reticulado(XLPE)	90	250
Etileno – Propileno (EPR)	90	250
Etileno - Propileno de alto módulo (HEPR)	105 para Uo/U ≤ 18/30 kV 90 para Uo/U > 18/30 kV	250

* Solo para instalaciones de tensión asignada hasta 6 kV.

Los valores de intensidad máxima admisibles según la ITC-LAT-06 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la tabla 4:

- Temperatura máxima del conductor: 105 °C.
- Profundidad de instalación: 1m.
- LSMT en servicio permanente con conductores directamente enterrados.
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W.
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25 °C.
- Temperatura del aire ambiente: 40 °C.

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

El cálculo de la intensidad admisible responde a la fórmula indicada a continuación:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp}$$

Siendo:

I_{adm}: intensidad máxima admisible en servicio permanente [A].

I: intensidad máxima admisible del conductor sin coeficientes de corrección [A].

F_{ct}: factor de corrección debido a la temperatura del terreno.

F_{crt}: factor de corrección debido a la resistividad del terreno.

F_{ca}: factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.

F_{cp}: factor de corrección debido a la profundidad de instalación.

1.4.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DEL CONDUCTOR

El conductor por instalar es de tipo RH5Z1-OL AL 12/20 kV 1x150 mm^2, el cual tiene un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Por lo cual, atendiendo a la tabla 6 de la ITC-LAT-06 la intensidad máxima admisible del conductor son **260 A**.

1.4.2 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA TEMPERATURA DEL TERRENO

En la tabla 7 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección de la intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25 ºC, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 ºC

Temperatura ºC Servicio Permanente θs	Temperatura del terreno, θ, en ºC								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Sabiendo que la temperatura máxima de nuestro conductor son 105 ºC y la temperatura del terreno considerada son 25 ºC tenemos un factor de corrección debido a la temperatura del terreno:

F_{ct} = 1,00

1.4.3 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

En la tabla 8 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección para distintas resistividades térmicas del terreno.

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm^2	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La tabla 9 de la ITC-LAT-06 muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Tabla 9. Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Considerando una resistividad del terreno de 1,5 K·m/W tenemos un factor de corrección debido a la resistividad del terreno:

$$F_{crt} = 1,00$$

1.4.4 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA AGRUPACIÓN DE CIRCUITOS

En la tabla 10 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de cables tripolares o ternos de cables unipolares y la distancia entre ternos o cables unipolares.

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Factor de corrección									
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja							
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Nuestra línea subterránea de alta tensión irá tendida en solitario por la zanja, por lo que tenemos un factor de corrección debido a la agrupación de circuitos:

$$F_{ca} = 1,00$$

1.4.5 FACTOR DE CORRECCIÓN DEBIDO A LA PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN

En la tabla 11 de la ITC-LAT-06 se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 1 metro.

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Sabiendo que el conductor se instalará a una profundidad de 1 metro tenemos un factor de corrección debido a la profundidad de instalación:

$$\mathbf{F_{cp} = 1{,}00}$$

1.4.6 RESULTADO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE

Una vez conocida la intensidad máxima admisible del conductor y todos los factores de corrección debido a la temperatura del terreno, a la resistividad de este, a la agrupación de circuitos y a la profundidad de instalación tenemos que:

$$I_{adm} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp} = 260 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$\mathbf{I_{adm} = 260{,}00\ A}$$

La máxima corriente que circulará por la línea la obtenemos tras la aplicación de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

I: máxima corriente que circulará por la línea

S: potencia máxima de la línea

U: tensión de la línea

$$I_{máx} = \frac{4.500 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 15.000}$$

$$\boldsymbol{I_{máx} = 173{,}21\ A}$$

La corriente máxima que circulará por la línea es menor que la máxima corriente admisible por el conductor, por lo que el conductor seleccionado es válido para el cálculo de corrientes máximas admisibles:

$$\mathbf{I_{adm} > I_{máx}}$$

260,00 A > 173,21 A

1.5 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor el valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3Adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{cc3Adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

$I_{cc3\ Adm}$: intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor

S: sección del conductor [mm^2]

K: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento HEPRZ1. K = 94 A/mm^2, suponiendo una temperatura inicial antes del cortocircuito de 105 ºC y máxima durante el cortocircuito de 250 ºC.

t_{cc}: duración del cortocircuito en segundos (1s)

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* Δθ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

A continuación, se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito para el conductor empleado:

$$I_{cc3Adm} = 94 \cdot \frac{150}{\sqrt{1}}$$

I_{cc3Adm} = 14.100 A

Según los datos proporcionados por la compañía distribuidora, la máxima corriente de cortocircuito en el punto de conexión es:

$I_{cc3,máx}$ = 12.500 A (1 s)

Como este valor es menor que la intensidad máxima admisible de cortocircuito para el conductor empleado, podemos afirmar que el conductor propuesto cumple con las condiciones de cortocircuito:

$I_{cc3Adm} > I_{cc3,máx}$

14.100 A (1 s) > 12.500 A (1 s)

1.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito en la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta que la pantalla es de hilos de cobre se sección total 16 mm^2, con una temperatura inicial de 85 ^oC y una temperatura final de la pantalla de 180 ^oC.

Se comprobará, de acuerdo con la instalación proyectada, que las intensidades de cortocircuito por la pantalla calculadas en el punto de cortocircuito (cortocircuito monofásico) quedan por debajo de los valores de intensidad de cortocircuito máxima admisibles definidos en la siguiente tabla:

Tabla 23
Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA

Aislamiento	Sección	Duración en segundos								
	mm^2	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01
XLPE	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Para el conductor empleado la intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla para una duración del cortocircuito de 1 segundo es de **2,12 kA**.

Según el catálogo técnico del cableado empleado, la intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla para una duración del cortocircuito de 1 segundo es de **2,88 kA**.

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm^2)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1 s*** (A)	
	12/20 kV (pant. 16 mm^2)	18/30 kV (pant. 25 mm^2)
1 x 50 (2)	2880	
1 x 95	2880	4250
1 x 150 (1)	2880	4250
1 x 240 (1)	2880	4250
1 x 400 (1)	2880	4250
1 x 630 (1)	2880	4250

Según los datos proporcionados por la compañía distribuidora, la corriente de cortocircuito monofásico de diseño en el punto de conexión es:

$$I_{cc2} = 1.000 \text{ A}$$

Como este valor es menor que la intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla para el conductor empleado, podemos afirmar que el conductor propuesto cumple con las condiciones de cortocircuito:

$$I_{cc2,Adm} > I_{cc2}$$

2.880 A > 1.000 A

1.7 PÉRDIDA DE POTENCIA

Las potencias de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$P_P = \frac{3 \cdot R \cdot L \cdot I^2}{1000} = \frac{3 \cdot 0{,}264 \cdot 811{,}22 \cdot 173{,}21^2}{1000}$$

$$\boldsymbol{P_P = 19.275{,}68\ W}$$

En valor porcentual:

$$P_P(\%) = \frac{P_P}{P} \cdot 100 = \frac{19.275{,}68}{4.500.000} \cdot 100 = \ 0{,}43\ \%$$

$$\boldsymbol{P_P(\%) = \ 0{,}43\ \%}$$

1.8 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo proyectado mediante la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$cdt = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{1000} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) = \frac{\sqrt{3} \cdot 173{,}21 \cdot 811{,}22}{1000} \cdot (0{,}264 \cdot 0{,}9 + 0{,}112 \cdot 0{,}4359)$$

$$cdt = 69{,}71\ V$$

En valor porcentual:

$$cdt\ (\%) = \frac{cdt}{U} \cdot 100 = \frac{69{,}71}{15.000} \cdot 100$$

$$\boldsymbol{cdt}\ (\%) = \mathbf{0{,}47}\ \%$$

1.9 PROTECCIONES

1.9.1 PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando estas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de este.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a esta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

El proyectista analizará la existencia de fenómenos de ferrorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en cuyo caso se utilizará de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

Protección contra cortocircuitos:

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 0,3 segundos, serán las indicadas en el capítulo 6 de la presente instrucción. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

Protección contra sobrecargas:

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

1.9.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

2. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.1 INTRODUCCIÓN

El cálculo de la instalación de puesta a tierra se realiza según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría" elaborado por UNESA.

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

2.2.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de AT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Asimismo, al disiparse dicha intensidad por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse el sistema de puesta a tierra de protección deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

2.2.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseña bajo el criterio de que su resistencia de puesta a tierra sea inferior a 37 Ω. Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación de un abonado, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V.

2.2.3 SISTEMA ÚNICO PARA LAS PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO

La reglamentación vigente permite la utilización de un único sistema de puesta a tierra de protección y servicio para el centro siempre y cuando se verifique que la tensión de defecto a tierra sea inferior a 1.000 V.

2.3 DATOS INICIALES

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

U: tensión de servicio de la red (V)

V_{bt}: nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V)

ρ: reistividad del terreno (Ω ·m)

a – b: dimensiones exteriores (ancho y largo) del local en planta (m)

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (tipo independiente o dependiente).

I_a': intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A)

t': relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s)

k, α: relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

k_v: factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 s (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (tiempo independiente o dependiente).

I_a'': intensidad de arranque del relé tras el reenganche rápido (A)

t'': relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras el reenganche rápido.

k, α: relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

k_v: factor de tiempo de ajuste de relé de protección.

Para el caso de red con neutro aislado:

C_a: capacidad homopolar de la línea aérea (F/km). Normalmente se adopta C_a=0,006 µF/km.

L_a: longitud total de las líneas aéreas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (km)

C_c: capacidad homopolar de la línea subterránea (F/km). Normalmente se adopta C_c=0,25 µF/km.

L_c: longitud total de las líneas subterráneas de media tensión subsidiarias de la misma transformación AT/MT (km)

ω: pulsación de la corriente ($\omega=2\cdot\pi\cdot f$)

Para el caso de red con neutro a tierra:

Rn: resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

Xn: reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

2.4 RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 16kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite, que además de medir, se pueda estimar la resistividad del terreno.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente, en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	**Resistividad (Ω·m)**
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y res procedentes de alteración	1500 a 10000

Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda utilizar el método de Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad (ver figura siguiente). La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.

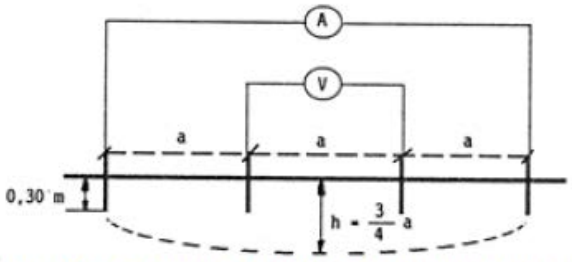


Figura 1.- *Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno*

Dada la profundidad máxima a la que se instalará el electrodo de puesta a tierra del CT (h), calcularemos la distancia entre picas para realizar la medición mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{4}{3} \cdot h$$

Con el aparato de medida se inyecta una diferencia de potencial (V) entre las dos picas centrales y se mide la intensidad (I) que circula por un cable conductor que una las dos picas extremas. La resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h viene dada por:

$$\rho_h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot U}{I}$$

Si denominamos r a la lectura del aparato:

$$r = \frac{U}{I}$$

La resistividad quedará:

$$\rho_h = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot r$$

Siendo:

ρ_h: resistividad media del terreno entre la superficie y la profundidad h (Ω·m)

r: lectura del equipo de medida (Ω)

a: distancia entre picas en la medida (m)

2.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

2.5.1 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red.

2.5.2 NEUTRO AISLADO

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación que alimenta el CT.

Excepto en aquellos casos en los que el proyectista justifique otros valores, para el cálculo de la corriente máxima de defecto a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Donde:

c: factor de tensión (c=1,1)

I_d: intensidad máxima de defecto a tierra (A)

R_t: resistencia de la puesta a tierra de protección del centro (Ω)

El resto de las variables tienen la definición y unidades en el apartado 3.3.

2.5.3 NEUTRO A TIERRA

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Esto supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no se aplicará en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que sí se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Donde:

c: factor de tensión (c=1,1)

I_d: intensidad máxima de defecto a tierra (A)

R_t: resistencia de la puesta a tierra de protección del centro (Ω)

R_N: resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

X_N: reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)

2.5.4 RESISTENCIA MÁXIMA DE LA PUESTA A TIERRA DE MASAS DEL CT

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red de distribución.

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del centro, es decir, se debe verificar que:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del centro la podemos calcular por la expresión:

$$R_t \leq \frac{V_{bt}}{I_d}$$

2.5.5 SELECCIÓN DEL ELECTRODO

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo con las fórmulas contenidas en la siguiente tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

R: resistencia de tierra del electrodo (Ω)

ρ: resistividad del terreno (Ω·m)

L: longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.

r: radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

También pueden seleccionarse electrodo de entre las configuraciones tipo de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

<u>Electrodos con picas en anillo</u>

A-B / C / DE

A: dimensión del lado mayor del electrodo (dm)

B: dimensión del lado menor del electrodo (dm)

C: profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm)

D: número de picas

E: longitud de las picas (m)

<u>Electrodos con picas alineadas</u>

A / BC

A: profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm)

B: número de picas

C: longitud de las picas (m)

Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma, dimensiones exteriores de la planta del centro y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r) debe verificar:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$$

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA sus parámetros característicos:

K_r: valor unitario de la resistencia de puesta a tierra (Ω/Ω·m)

K_p: valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación (V/Ω·m·A)

K_c: valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación (V/Ω·m·A)

2.5.6 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO

A continuación, se calculan los valores de la resistencia de puesta a tierra (R_t), intensidad de defecto (I_d') y tensión de defecto (V_d') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado:

$$R'_t = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto a tierra:

Para neutro aislado:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Para neutro a tierra:

$$I_d = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

En general, la tensión de paso en el exterior (V'_p) y la tensión de paso en el acceso al centro (V'_{pacc}) se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = I'_d \cdot \rho \cdot K_p$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{pacc} = I'_d \cdot \rho \cdot K_c$$

Al existir un mallazo equipotencial en la solera del centro conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior, por lo tanto:

- **Agrupación de electrodos en paralelo:**

Cuando no sea posible alcanzar un valor de resistencia de puesta a tierra adecuado que verifique que las tensiones de paso y contacto sean admisibles utilizando un solo electrodo, se agruparán varios electrodos en paralelo. En este caso se procederá de la siguiente manera:

La resistencia equivalente del electrodo (R'_t) resultante de la agrupación en paralelo de los N electrodos individuales se obtendrá a partir de la resistencia de cada electrodo individual (R'_{ti}) mediante la expresión:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{R'_{ti}}}$$

Si suponemos la resistividad del terreno constante alrededor del centro, la resistencia individual de cada electrodo dependerá de su valor unitario de resistencia (K_{ri}) que será diferente según su configuración geométrica:

$$R'_{ti} = \rho \cdot K_{ri}$$

Con lo que resulta:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{K_{ri}}}$$

Dado que los electrodo se conectan en paralelo, la tensión de defecto será la misma para todos ellos y se calculará como el producto de la resistencia equivalente y la intensidad de defecto total obtenida mediante las expresiones dadas en el apartado anterior según el modo de instalación del neutro de la red (neutro aislado o a tierra):

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

La corriente de defecto que atravesará cada uno de los electrodos individuales será inversamente proporcional a su resistencia de puesta a tierra:

$$I'_{di} = \frac{V'_d}{R'_{ti}}$$

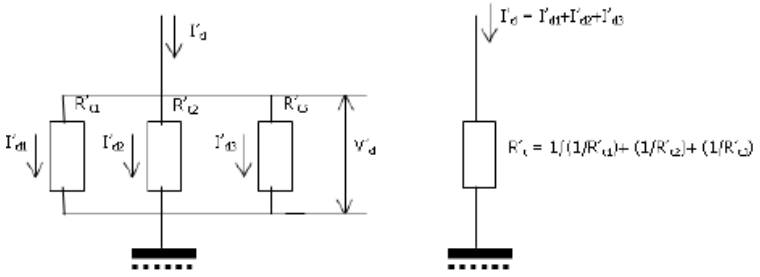


Figura 2.-*Circuito equivalente. Agrupación de electrodos en paralelo*

La tensión de paso en la superficie sobre cada electrodo puede considerarse, con suficiente aproximación, igual a la calculada a partir de su valor unitario de tensión de paso exterior (Kpi) y de la intensidad de defecto que lo atraviesa (I'_{di}):

$$V'_{pi} = I'_{di} \cdot \rho \cdot K_{pi}$$

Se adoptará como tensión de paso de cálculo (V'_p) el máximo de los valores de las tensiones de paso para cada electrodo individual:

$$V'_p = máx(V'_{pi})$$

De manera análoga calcularemos la tensión de paso en el acceso (V'_{pacc}) como:

$$V'_{p(acc)i} = I'_{di} \cdot \rho \cdot K_{ci}$$

$$V'_{pacc} = máx(V'_{p(acc)i})$$

2.5.7 TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

Las líneas de MT que alimentan los centros disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = cte$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^{\alpha} - 1} \cdot k_v$$

Siendo:

I'd: intensidad de defecto (A)

I'a: intensidad de ajuste del relé de protección (A)

α, k: constantes características de la curva de protección

k_v: factor de tiempo de ajuste de relé de protección

t': tiempo de actuación del relé de protección (s)

En la tabla siguiente se dan valores de la constante (K') del relé para los tres tipos de curva (n') más utilizadas:

Normal inversa (α=0,02)	**Muy inversa (α=1)**	**Extremadamente inversa (α=2)**
0,13	13,5	96

En el caso de que exista reenganche rápido (menos de 0'5 segundos), el tiempo de actuación del relé tras el reenganche será:

Relé a tiempo independiente:

$$t' = cte$$

Relé a tiempo pendiente:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^{\alpha} - 1} \cdot k_v$$

La duración total de falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más de la desconexión posterior al reenganche típico.

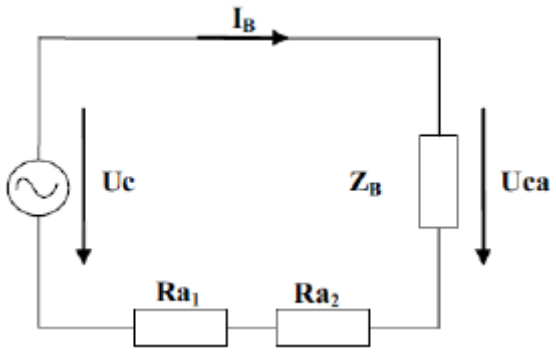
$$t = t' + t''$$

2.5.8 VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES

De acuerdo con lo establecido en la ITC RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta, según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la falta t_F (s)	**Tensión de contacto aplicada admisible V_{ca} (V)**
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, V_c y V_p, considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

V_{ca}: tensión de contacto aplicada admisible

V_{pa}: tensión de paso aplicada admisible (V_{pa}=10·V_{ca} según ITC RAT-13)

Z_B: impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000 Ω)

I_B: corriente a través del cuerpo

V_c: tensión de contacto máxima admisible en la instalación

V_p: tensión de paso máxima admisible en la instalación

R_{a1}: resistencia adicionales (calzado)

R_{a2}: resistencia adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, V_c y V_p, considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

$$V_c = V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right] = V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5 \cdot \rho_s}{1000}\right]$$

$$V_p = V_{pa} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right] = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000}\right]$$

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000 Ω.
- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de $3 \cdot \rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del terreno.
- Según cada caso, R_{a1} es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000 Ω para esta resistencia.

Para los casos en los que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de dicha capa por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0{,}106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho *}}{2 \cdot h_s + 0{,}106}\right)$$

Siendo:

C_s: coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial

ρ: resistividad del terreno natural

ρ*: resistividad de la capa superficial

h_s: espesor de la capa superficial en metros

2.5.9 COMPROBACIÓN DE QUE CON EL ELECTRODO SELECCIONADO SE SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

- **Tensiones de paso y contacto en el interior del centro:**

La solera del centro estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, por tanto, no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que serán prácticamente nulas.

- **Tensión de contacto en el exterior del centro:**

Las puertas y rejas metálicas que dan al exterior del centro no tienen contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto a tierra, por lo que no es necesario realizar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

- **Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al centro:**

La tensión de paso en el exterior del centro, calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$V'_p \leq V_p$$

De igual modo, la tensión de paso en el acceso al centro para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$V'_{p(acc)} \leq V_{p(acc)}$$

- **Protección del material:**

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del centro:

$$V'_d \leq V_{bt}$$

- **Garantía de eliminación de la falta:**

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I'_d > I'_a \text{ y } I'_d > I''_a$$

- **Corrección y ajuste del diseño inicial:**

En el caso de que con el electrodo seleccionado se incumpla alguna de las condiciones indicadas en el apartado anterior, deberemos escoger otra configuración de electrodo y repetir todo el proceso.

Aumentando la longitud total de electrodo horizontal, el número de picas o su longitud, disminuirá R'_t, y en consecuencia los valores de V'_p y $V_{p(acc)}$.

2.5.10 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Como ya se ha indicado anteriormente, para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los clientes, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de servicio de 37 Ω.

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$k'_r = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (*Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA*) de manera que su valor unitario de resistencia (K_r'') cumpla la condición:

$$k''_r \leq k'_r$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (R'_{bt}) es menor de 37 Ω:

$$k'_{bt} = k''_r \cdot \rho \leq 37\ \Omega$$

2.5.11 SEPARACIÓN ENTRE LOS SITEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SERVICIO

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio requerida para garantizar que, ante posibles defectos a tierra, no se transfieran tensiones peligrosas se calcula mediante la fórmula:

$$D > \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot V_i} \approx \frac{\rho \cdot I_d}{6.283}$$

Siendo:

D: distancia entre circuitos de puesta a tierra (m)

ρ: resistividad media del terreno (Ω·m)

I_d: intensidad de defecto (A)

V_i: tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de servicio (V). Se adopta V_i = 1.000 V

2.5.12 HOJAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

En la práctica, para un determinado centro en proyecto, los datos de partida, los electrodos seleccionados, los resultados obtenidos de los cálculos y la comprobación con los valores máximos admisibles, se recogen en unas hojas de cálculo, cuyos formatos se adjuntan a continuación según sea el sistema de puesta a tierra del neutro de la red.

ANEXO 4

PROCESO DE JUSTIFICACIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO

ANEXO 4.2

PROCESO DE JUSTIFICACIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO (NEUTRO AISLADO)

0.- REFERENCIA DEL CS

* Código: CS TOROS DE GUISANDO I
* Población: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

1.- DATOS DE PARTIDA

1.1.- Características iniciales

* Tensión de servicio	U =	15.000	V
* Red aérea			
- Longitud total	L_a =		km
- Capacidad	C_a =		µF/km
* Red subterránea			
- Longitud total	L_c =	0,743	km
- Capacidad	C_c =	0,294	µF/km

* Duración de la falta

☑ Desconexión inicial

☑ Relé a tiempo independiente — t' = 1 s

☐ Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé — K' = ; n' =

Intensidad de arranque — I'_a = A

☐ Reenganche en menos de 0,5 segundos

☐ Relé a tiempo independiente — t'' = s

☐ Relé a tiempo dependiente

Constantes del relé — K'' = ; n'' =

Intensidad de arranque — I''_a = A

* Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT del CT	V_{bt} =	10.000	V

* Red subterránea de AT de suficiente conductibilidad

☑ NO

☐ SI (ver justificación en apartado 7)

- Superficie del círculo de igual área que la cubierta por la malla	S_m =		m^2
- Longitud total de los cables existentes en la malla con cubierta conductora	L =		m
- Longitud total de las picas verticales incluidas en la malla	L' =		m

1.2.- Características del CS

☑ En edificio

☑ Aislado

☐ Destinado a otros usos

Dimensiones del local — a = 3,28 m; b = 2,38 m

☐ Sobre apoyo

☐ Sobre 1 apoyo

☐ Sobre 2 apoyos

2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

* Resistividad del terreno ρ = 250 Ω·m

3.- OBSERVACIONES

4.- CÁLCULO

4.1.- Resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT (R_t) e intensidad de defecto (I_d)

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \ (3R_t)^2}}$$

I_d = 234,06 A

R_t = 37 Ω

4.2.- Selección del electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas del ANEXO 2 del documento UNESA "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación")

* "Valor unitario" máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{37}{250}$$

$K_r \leq$ 0,148 Ω/(Ω·m)

* Dimensiones horizontales del electrodo — a' = 4 m; b' = 3 m

* Picas alineadas

☐ Sí — Separación entre picas: ____

☑ No

* Sección del conductor de cobre desnudo: 50 mm^2

* Picas alineadas

☐ 0,50 m

☑ 0,80 m

* Número de picas	* Longitud de las picas L_p (m)
☐ 0	☑ 2
☐ 2	☐ 4
☐ 3	☐ 6
☑ 4	☐ 8
☐ 6	
☐ 8	

* Electrodo seleccionado (indicar código de la configuración): 80-40/8/42

- Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia	K_r =	0,069	$\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$
De la tensión de paso	K_p =	0,0105	$\frac{V}{(\Omega \cdot m)(A)}$
De la tensión de contacto exterior	K_c =	0,0329	$\frac{V}{(\Omega \cdot m)(A)}$

4.3.- Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adoptan las siguientes medidas de seguridad:

4.3.1.- CS interior

a ☑ Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

b ☑ En el piso del CT se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra de protección del CT.

c ☐ Empleo de pavimentos aislantes

d ☐ Otras

4.3.2.- CS sobre apoyo

a ☐ Se colocará un mallazo que sobresalga 1m en todas las direcciones respecto a la base del apoyo, que se conectará a la tierra de protección, cubriéndolo luego con una capa de hormigón de 10cm de espesor

b ☐ Empleo de pavimentos aislantes

c ☐ Otras

4.4.- Valores de resistencia de puesta a tierra (R'$_t$), intensidad de defecto (I'$_d$) y tensiones de paso (V'$_p$ y V'$_{p(acc)}$) del electrodo tipo seleccionado, para la resistividad del terreno medida (ρ)

* Resistencia de puesta a tierra (R'$_t \leq$ R$_t$)

R'$_t$ = K$_r$·ρ = 0,069 x 250 R'$_t$ = 17,25 Ω

* Intensidad de defecto

$$I'_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \ (3R'_t)^2}}$$

I'$_d$ = 1,78 A

* Tensión de paso en el exterior

V'$_p$ = K$_p$·ρ·I'$_d$= 0,0105 x 250 x 1,78 V'$_p$ = 4,68 V

* Tensión de paso en el acceso al CT

V'$_c$ = K$_c$·ρ·I'$_d$= 0,0329 x 250 x 1,78 V'$_{p(acc)}$ = V'$_c$ = 14,66 V

* Tensión de defecto

V'$_d$ = R'$_t$ ·I'$_d$= 17,25 x 1,78 V'$_d$ = 30,76 V

4.5.- Duración total de la falta

☑ Desconexión inicial

☑ Relé a tiempo independiente t' = 1 s

☐ Relé a tiempo dependiente:

Constantes del relé — K' = ; n' =

Intensidad de arranque I'$_a$ = A

$$t' = \frac{K'}{\left[\frac{I'_d}{I'_a}\right]^{n'} - 1}$$ t' = s

☐ Reenganche a menos de 0,5 segundos

☐ Relé a tiempo independiente t'' = [ ] s

☐ Relé a tiempo dependiente:

Constantes del relé — K'' = [ ] ; n'' = [ ]

Intensidad de arranque I''_a = [ ] A

$$t'' = \frac{K'}{\left[\frac{I''_d}{I''_a}\right]^{n''} - 1} = \frac{[\ ]}{[\ ]^{[\ ]} - 1}$$

t'' = [ ] s

Duración total t = t' + t'' t = [1] s

4.6.- <u>Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección (masas) y de servicio (neutro de B.T.)</u>

☐ Sistema de puesta a tierra único (V'd <= 1.000 V)

☑ Sistemas de puesta a tierra separados e independientes

* Distancia mínima de separación (tabla 6 página 22)

$$D = \frac{\rho \cdot I'_d}{2{,}000 \cdot \pi} = \frac{250 \times 1{,}78}{6283{,}19}$$

D ≥ 0,071 m

5.- <u>VALORES ADMISIBLES</u> [Tabla 1 (ITC-RAT 13)]

t = 1 s (según apartado 4.5 de este ANEXO)

t (s)	Vca (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10	50

* Tensión de paso en el exterior

$$V_p = V_{pa} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1}+R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right] = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000}\right] = 10 \boxed{107} \cdot \left[5 + 0{,}006 \boxed{250}\right]$$

V_p = 6.955 V

* Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{p(acc)} = V_{pa} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B}\right] = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3\rho + 3\rho'}{1000}\right]$$

$$V_{p(acc)} = 10 \boxed{107} \cdot \left[5 + 0{,}003 \cdot \boxed{250} + 0{,}003 \cdot \boxed{3000}\right]$$

$V_{p(acc)}$ = 15.783 V

6.- COMPROBACIÓN DE QUE LOS VALORES CALCULADOS SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

6.1.- Tensiones de paso y contacto en el interior

☑ Se han adoptado las medidas de seguridad "b" o "c" del aptdo. 4.3.1, o la "a" ó "b" del aptdo. 4.3.2., por lo que no será preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente cero.

☐ Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o los correspondientes cálculos y comprobaciones de las tensiones de paso y contacto interiores.

6.2.- Tensiones de paso y contacto en el interior

☑ Se ha adoptado la medida de seguridad "a" del aptdo. 4.3.1., por lo que no será preciso calcular la tensión de contacto exterior, ya que ésta será prácticamente cero.

☐ Se adjunta anexo justificando otras medidas adicionales de seguridad, o el correspondiendiente cálculo y comprobación de la tensión de contacto exterior.

6.3.- Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT

Concepto	Valor calculado		Condició	Valor admisible	
Tensión de paso en el exterior	V'_p =	16,19	≤	V_p =	6.955
Tensión de paso en el acceso al CT	$V'_{p(acc)}$ =	50,86	≤	V'p(acc) =	15.783

6.4.- Tensión e intensidad de defecto

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	V'_d = 30,76 V	≤	V_{bt} = 10.000 V

7.- JUSTIFICACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA RED DE CABLES SUBTERRÁNEOS

* Radio del círculo de igual superficie que el área cubierta por la malla

$$r = \sqrt{\frac{S_m}{\pi}} = \sqrt{\frac{\square}{3{,}14}}$$

r = ☐ m

* Valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra formada por los cables subterráneos de alta tensión con cubierta conductora y las picas conectadas a la misma, ampliada con los cables de cubierta aislante

$$R'_m = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L + L'} = \frac{\square}{4 \cdot \square} + \frac{\square}{\square + \square}$$

R'_m = ☐ Ω

* Intensidad de defecto

$$I'_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \, (3R'_m)^2}} =$$

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1 + [10^{-6}(1{,}9 \cdot L_a + 78{,}5 \cdot L_c)]^2 \cdot 9 \cdot (R'_m)^2}}$$

$$\frac{\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \left[1{,}9 \cdot \square + 78{,}5 \cdot \square \right] \cdot \square}{\sqrt{1 + \left[10^{-6}(1{,}9 \cdot \square + 78{,}5 \cdot \square) \right]^2 \cdot 9 \cdot \square^2}}$$

I'_d = ☐ A

* Tensión de defecto

$V'_d = R'_t \cdot I'_d =$ ☐ x ☐ ⟶

V'_d = ☐ V

$V'_d \leq$ 1.000 V

3. CONCLUSIÓN

El presente documento justifica detalladamente los cálculos obtenidos y el cumplimiento de la normativa legal vigente aplicable por lo que junto con el resto de los documentos del proyecto se da por justificada la solución proyectada.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ANEXO III:
GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE MEMORIA

1. OBJETO 1
2. NATURALEZA DE LOS RESIDUOS 1
3. VOLUMEN GENERADO DE RESIDUOS 3
4. ALMACENAMIENTO 3
5. RECOGIDA 4
6. TRATAMIENTO 4
7. RECICLADO 4

1. OBJETO

El objeto del presente apartado es dar cumplimiento al preceptivo estudio de residuos tóxicos, en cumplimiento al Real Decreto 105/2008 del 1 de febrero 2008.

2. NATURALEZA DE LOS RESIDUOS

Los residuos generados por la instalación u obra que conlleva este proyecto entran en la clasificación de residuo inerte, es decir, aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado son insignificantes.

Estos residuos son los resultantes del excavado y levantamiento de tierras o aceras para la ejecución de redes subterráneas (o para la instalación de la red de tierras del CT), o de cimentación u otro elemento constructivo necesario para la adecuación del recinto para la instalación del CT.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

En la siguiente tabla adjunta se ven estos residuos marcando con una X los que se van a producir en esta obra:

A.1.: Nivel I		
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
RCD: Naturaleza no pétrea		
	2. Madera	
	17 02 01	Madera
	3. Metales	
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	4. Papel	
	20 01 01	Papel
	5. Plástico	
	17 02 03	Plástico
	6. Vidrio	

	17 02 02	Vidrio
RCD: Naturaleza pétrea		
	1. Arena Grava y otros áridos	
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
	2. Hormigón	
	17 01 01	Hormigón
X	10 13 14	Residuos de hormigón y lodos de hormigón
	4. Piedra	
	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
	2. Potencialmente peligrosos y otros	
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos, …)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor, …)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua

	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

3. VOLUMEN GENERADO DE RESIDUOS

La estimación se realizará en función de la categoría del punto 5.1 según la orden MAM/304/2002.

Para la estimación de los diferentes volúmenes de residuos en obra nueva se partirá del siguiente porcentaje en peso (%) de generación de los diferentes residuos:

Tipo de residuos	Kg	%
Arena, grava y otros áridos	718,65	65,08
Hormigón	8,28	0,75
Ladrillos azulejos y otros cerámicos	0,00	0,00
Piedra	187,42	16,97
Asfalto	0,00	0,00
Madera	150,00	13,58
Metales	21,00	1,90
Papel, cartón	5,00	0,45
Plásticos	13,93	1,26
Vidrio	0,00	0,00
Yeso	0,00	0,00
Residuos peligrosos	0,00	0,00
Residuos sólidos urbanos	0,00	0,00
Total kg	**1.104,27**	

4. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento que se va a producir es prácticamente nulo, ya que se hace retirada de los productos sobrantes de forma continua y en vertedero autorizado. Dicha actuación se limita a la separación pertinente de los residuos y/o la gestión por entidades autorizadas para el manejo, separación y, en su caso otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra que estas últimas tengan asignadas.

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlo al órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma correspondiente, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación de las comunidades autónomas. La legislación de las comunidades autónomas podrá someter a autorización el ejercicio de estas actividades.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

5. RECOGIDA

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlo al órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma correspondiente, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación de las comunidades autónomas. La legislación de las comunidades autónomas podrá someter a autorización el ejercicio de estas actividades.

En cualquier caso, siempre se seguirá lo dispuesto en la norma UNE 134002:1999 de Gestión de eliminación de Residuos Inertes de derribo y demás residuos de la construcción.

6. TRATAMIENTO

Entendiendo por tratamiento cualquier proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición de los residuos generados en la obra o instalación, no se contempla, debido a la naturaleza de los residuos, otra actividad que no sea la de la clasificación, preparación, y separación de los deshechos, además de preparar la documentación e informes exigidos en el Decreto 105/2008 del 1 de febrero 2008.

Se reducirá en lo posible el volumen o la peligrosidad de los materiales residuales, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

Según la Orden MAM/304/2002, el destino de los residuos es el siguiente:

- D12 Depósito permanente.
- D5 Vertido en lugares especialmente diseñados.

7. RECICLADO

La entidad propietaria no contempla, debido a la naturaleza de los residuos, tratamientos posibles de reciclado que no sean aquellos a los que los propios organismos autorizados y encargados de las actividades de recogida y almacenamiento hayan legalmente dispuesto para uso ajeno al de la propiedad.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ANEXO IV: CÁLCULOS CAMPO ELECTROMAGNÉTICO, JUSTIFICACIÓN LÍMITE DE RUIDO Y VENTILACIÓN

INDICE

1. CAMPOS MAGNÉTICOS 3

1.1 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS 3
1.2 MEDIDAS DE ATENUACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS 5
1.3 MEDICIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS: MÉTODOS, NORMAS Y CONTROL POR LA ADMINISTRACIÓN 5
1.4 CÁLCULOS DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE LA INSTALACIÓN 6
1.4.1. CÁLCULOS SOBRE LA LÍNEA SOTERRADA 15 kV 7
1.4.2. CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL CS 8

2. LÍMITES DE RUIDO 10

2.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA RUIDO 10

3. VENTILACIÓN 10

3.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA VENTILACIÓN 10

1. CAMPOS MAGNÉTICOS

1.1 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

Según se estable en el apartado 4.7 de la ITC-14 relativa a las Instalaciones eléctricas de interior del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba El Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, en el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones.

A su vez, el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En el apartado de "Cálculos justificativos", se detalla un apartado de cálculos de campos electromagnéticos en diversos puntos tanto del CS, como de la LMT, donde en ningún caso se supera este nivel de referencia.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001,de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20. Podrán utilizarse los cálculos y comprobaciones recogidos en un proyecto tipo, siempre que la instalación proyectada se ajuste a las condiciones técnicas de cálculo previstas en el proyecto tipo.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizarlos campos magnéticos generados:

- El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposicional tresbolillo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñaran evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.
- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.

En el apartado 3.1 del Anexo II correspondiente a "Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas" del R.D.1066/2001, se reflejan los niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos según la siguiente tabla:

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores ms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (Vm)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m^2)
0-1 Hz		$3,2x10^4$	$4x10^4$	
1-8 Hz	10.000	$3,2x10^4/f^2$	$4x10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0.92/f	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375\ f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$0,0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Nota:

1- f según se indica en la columna de gama de frecuencia.
2- Para valores de pico, se aplicarán los siguientes niveles de referencia para la intensidad de campo eléctrico (E) (V/m), la intensidad de campo magnético (H) (A/m) y a la inducción de campo magnético (B) (μT):
   - Para frecuencias de hasta 100 kHz, los valores de pico esta de referencia se obtienen multiplicando los valores rms correspondientes por √2 (≈1,414). Para pulsos de duración t_p, la frecuencia equivalente que ha de aplicarse debe calcularse como $f=1/(2t_p)$.

En el caso que nos ocupa la densidad de flujo magnético o inducción magnética es una magnitud vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en teslas (T). En espacio

libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia 1 A/m =4 π 10^{-7} T.

Así, según la tabla anterior, para una frecuencia de 50 Hz, que es la empleada en electricidad, el nivel de referencia del Campo B será:

$$B \leq \frac{5}{f} = \frac{5}{0{,}05 kHz} = 100 \mu T$$

1.2 MEDIDAS DE ATENUACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Para minimizar el posible impacto de los campos magnéticos generados por el CS, en su diseño se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las entradas y salidas al CS de la red de media tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán, preferentemente, la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores, como por ejemplo el apantallamiento.

1.3 MEDICIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS: MÉTODOS, NORMAS Y CONTROL POR LA ADMINISTRACIÓN

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

En lo relativo a los métodos de medidas, tipos de instrumentación y otros requisitos se estará a lo recogido en las normas técnicas aplicables, con el orden de prelación que se indica:

1. Las adoptadas por organismos europeos de normalización reconocidos: El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación(ETSI), el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).
2. Las internacionales adoptadas por la Union Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Organización Internacional de Normalización (ISO) o la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
3. Las emanadas de organismos españoles de normalización y, en particular, de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
4. Las especificaciones técnicas que cuenten con amplia aceptación en la industria y hayan sido elaboradas por los correspondientes organismos internacionales.

Normas de referencia:

- **UNE-EN 62311:** Evaluación de los equipos eléctricos y electrónicos respecto de las restricciones relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos (0 Hz -300 GHz).
- **NTP-894:** Campos electromagnéticos: evaluación de la exposición laboral

1.4 CÁLCULOS DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE LA INSTALACIÓN

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20.

Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μT), conforme al Cuadro 2 del R.D.1066/2001, indicado en la memoria.

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

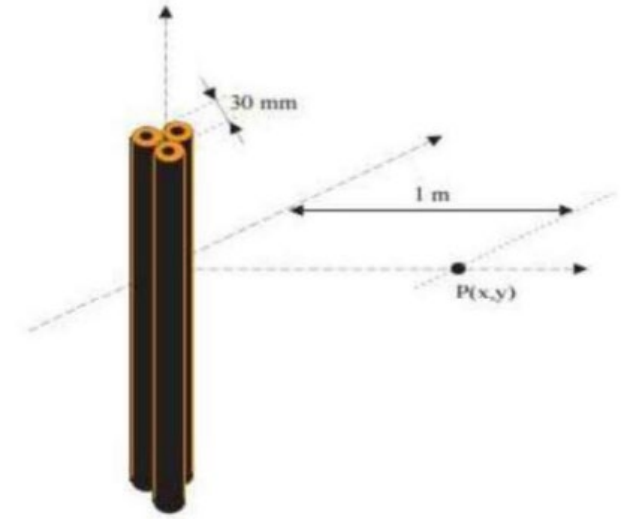
1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación, se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE 20833 de abril de 1997: "Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial". Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. "Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general".
2. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".
3. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

1.4.1. CÁLCULOS SOBRE LA LÍNEA SOTERRADA 15 kV

La fórmula a aplicar para realizar estos cálculos es la ecuación de Biot y Savart, descrita a continuación;



$$B(longitud\ infinita) \approx \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{l \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2}(T)$$

B (longitud L) ≈ B (longitud infinita) · sin α (T)

Donde:

a. Frecuencia = 50 Hz.
b. B: Campo magnético.
c. µo: permeabilidad magnética del aire (µo=4*π*10^{-7} NA^{-2})
d. I: Intensidad máxima que discurre por circuito
e. d: Distancia entre conductores
f. L: Longitud real del circuito

Esta fórmula permite aplicar el campo magnético real del circuito, en su tramo o longitud, independientemente de en qué punto se desea obtener dicho campo magnético.

Para el cálculo del valor eficaz del campo magnético en un punto determinado cuando no existe ningún apantallamiento magnético, dicha ley puede simplificarse por la siguiente:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{l}{2 \cdot \pi \cdot r}(T)$$

Donde:

g. I= corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

h. r= distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).

Así, calculando el campo magnético generado por los conductores a una distancia de 1m, se obtiene:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{260}{2 \cdot \pi \cdot 1} = 52\ \mu T < 100\ \mu T$$

1.4.2. CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL CS

Se procede a simular el campo magnético procedente de las celdas de línea, de entrada y salida y de protección hacia el cliente particular, considerando la máxima intensidad admisible. Se simula según la siguiente disposición de conductores:

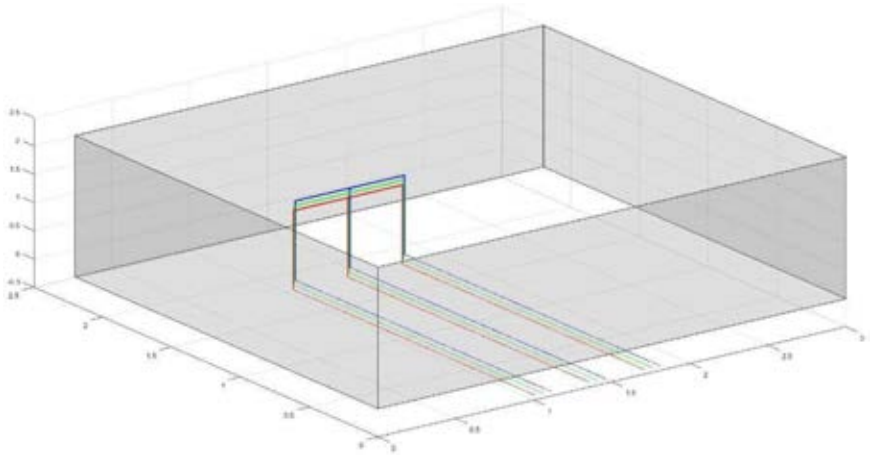


Figura 1: Representación en 3D de los conductores para simulación del campo magnético en CS.

Los resultados serían los siguientes:

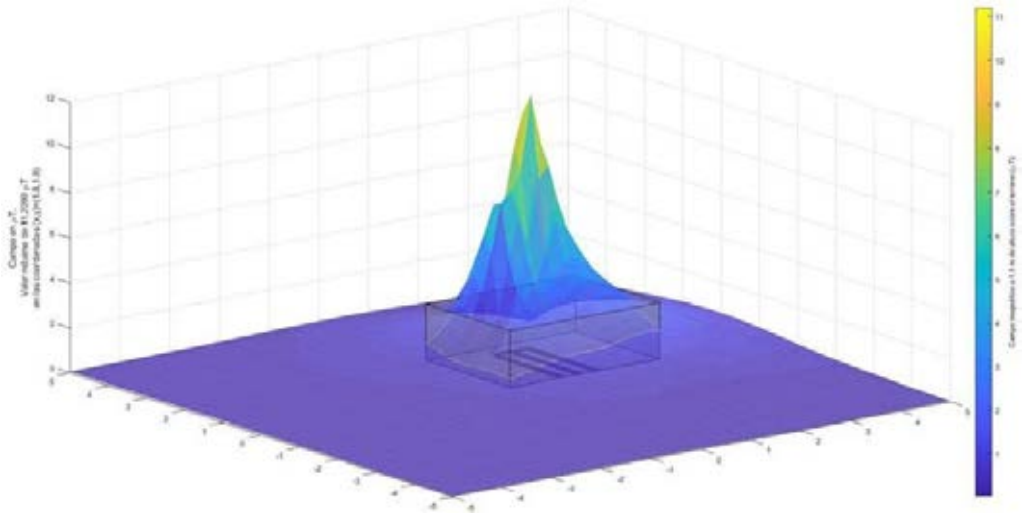


Figura 2: Representación en 3D del campo magnético a 1,5 metros de altura sobre el terreno.

Ahora, analizamos dicho campo en diversos planos, siguientes:

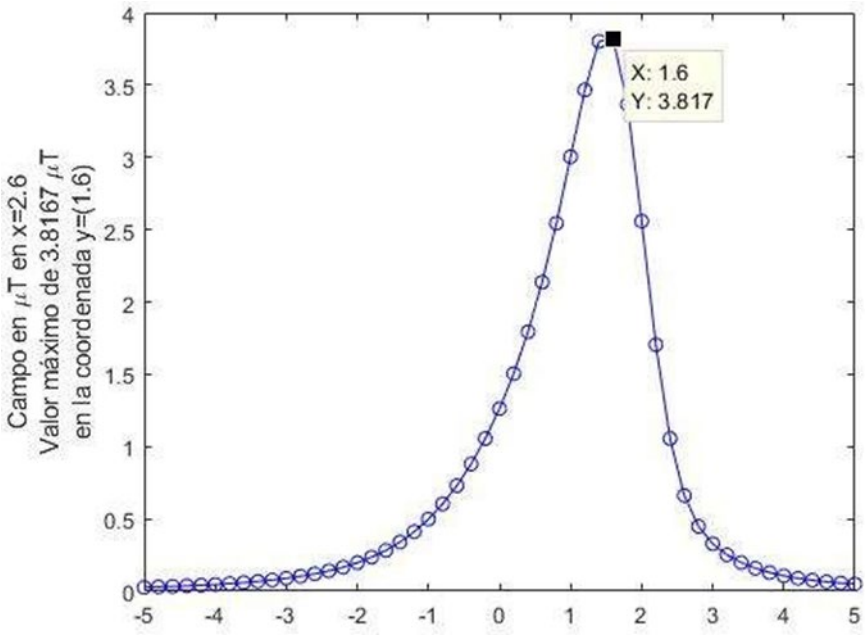


Figura 3: Representación del campo a 0,5 m del exterior del recinto en el lado más corto.

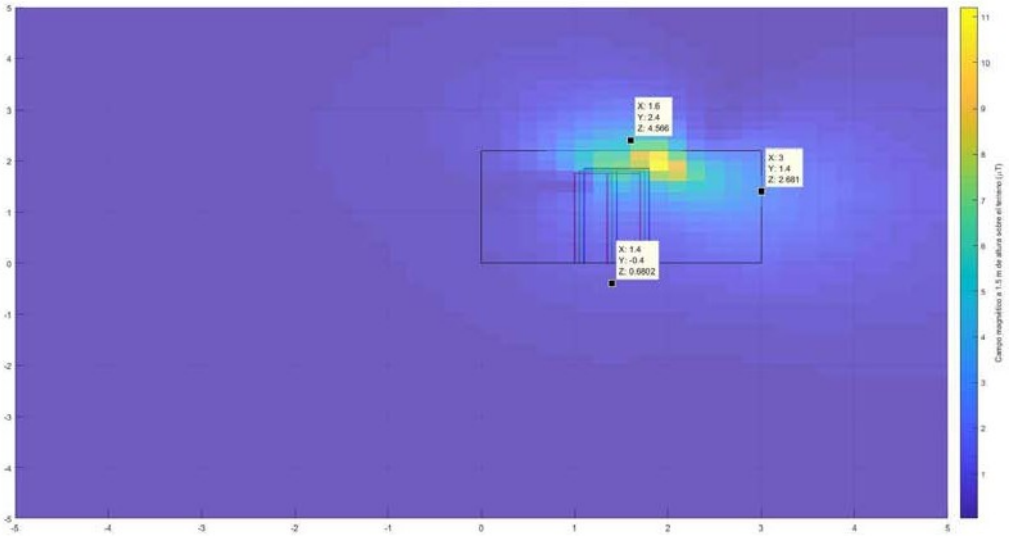


Figura 4: Representación del campo en planta en coordenadas X,Y, a 1,5 metros de altura.

En resumen, los valores que se tienen serían los siguientes:

ID CAMPO	DESCRIPCIÓN	VALOR MÁXIMO (μT)	VALOR CALCULADO (μT)	¿CUMPLE?
1	Campo máximo a 1,5m en interior CS	100	11,21	SÍ
2	Campo máximo a 0,5m en exteriorCS en lado corto (más desfavorable)	100	3,8167	SÍ
4	Campo máximo a 1,5 m de altura en exterior CS	100	4,58	SÍ

Dado que en el exterior del recinto todos los valores son inferiores a 100 μT SE CUMPLE normativa.

2. LÍMITES DE RUIDO

2.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA RUIDO

El nivel de ruido originado por el centro de seccionamiento cumple con los requisitos reglamentarios exigidos en el RD 1367/2007, y por tanto con las exigencias establecidas en la ITC-RAT 14, ya que al tratarse de un centro de seccionamiento (sin transformador) no existen fuentes con emisión acústica.

3. VENTILACIÓN

3.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO NORMATIVA VENTILACIÓN

La evacuación del calor generado en el interior del CS se efectuará según lo indicado en la ITC RAT-14 apartado 4.4, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. Para ello se instalarán rejillas de ventilación bien en las puertas o en los paramentos asegurándose una buena circulación del aire.

La ubicación de las rejas de ventilación se diseñará procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre los equipos para evitar calentamientos excesivos de los equipos.

Los huecos destinados a la ventilación deben estar protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales, cuando su presencia pueda ser causa de averías o accidentes y estarán dispuestos o protegidos de forma que en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Deberán tener la forma adecuada o disponer de las protecciones precisas para impedir la entrada del agua de lluvia.

Las rejillas, por tanto, estarán dotadas de una tela mosquitera con una luz máxima de 6 mm.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire, utilizaremos la siguiente expresión:

$$Sr = \frac{Pp}{0{,}24 * Kx * \sqrt{h} * \Delta t3}$$

Siendo;

Pp= Suma de las pérdidas asignadas totales (en kW)

H= Distancia vertical entre centros de rejas = 2 metros

Δt= Diferencia de temperatura entre aire de salida y de entrada, 15ºC

K= Coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose 0,6

Sr= Superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador.

Para justificar el cumplimiento de la normativa en el centro de seccionamiento, se tiene en cuenta que las pérdidas de potencia de las celdas contenidas en el centro de seccionamiento suponen aproximadamente un 0,1%, por lo que se obtiene:

$$Pp = 5.000\ kW \cdot 0{,}1\% = 5\ kW$$

De esta manera, se obtiene una superficie de la reja de entrada de aire de:

$$Sr = \frac{5}{0{,}24 * 0{,}6 * \sqrt{2 * 15^3}} = 0{,}42\ m^2$$

De esta manera, esta sería la superficie mínima para la evacuación del calor generado en el interior del edificio. Se dispondrá por tanto de 4 rejillas de 0,15 m2 para dar cumplimiento con una superficie total de 0,60 m2 > 0,42 m2.

Además, en el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF6, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas, aunque en los locales con instalaciones aisladas por SF6 y situados por encima del suelo, como es el caso, generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE MEMORIA

1. CONDICIONES GENERALES 1
1.1 OBJETO 1
1.2 CAMPO DE APLICACIÓN 1
1.3 DISPOSICIONES GENERALES 1
1.3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES 1
1.3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO 2
1.3.3 SEGURIDAD PÚBLICA 3
1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO 3
1.4.1 DATOS DE LA OBRA 3
1.4.2 REPLANTEO DE LA OBRA 3
1.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO 4
1.4.4 RECEPCIÓN DE MATERIALES 4
1.4.5 ORGANIZACIÓN 4
1.4.6 EJECUCIÓN DE OBRAS 4
1.4.7 SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS 5
1.4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN 5
1.4.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL 5
1.4.10 PERIODOS DE GARANTÍA 6
1.4.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA 6
1.4.12 PAGO DE OBRAS 6
1.4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS 6
1.5 DISPOSICIÓN FINAL 6
2. CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN 7
2.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN 7
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES 7
2.3 COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN 7
2.3.1 CONDUCTORES 8
2.3.2 EMPALMES Y CONEXIONES 8
2.3.3 CABLES DE TIERRA 8
2.3.4 TERMINALES 8
2.3.5 PIEZAS DE DERIVACIÓN 9
2.3.6 HERRAJES 9
2.3.7 AISLADORES 9
2.3.8 PROTECCIONES 9
2.3.9 APOYOS 10
2.3.10 DERIVACIONES, SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES 11
2.4 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE 11
2.4.1 CONDICIONES PREVIAS 11

2.4.2 TRABAJOS Y FASES POR EJECUTAR 12
3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA 41
3.1 OBJETO 41
3.2 LOCAL 41
3.2.1 DIMENSIONES 42
3.2.2 SUPERFICIES DE OCUPACIÓN 42
3.2.3 VENTILACIÓN 42
3.2.4 INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTIVIBRATORIAS 42
3.2.5 MEDIDAS CONTRA INCENDIOS 42
3.2.6 CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA 43
3.2.7 CANALIZACIONES DE ENTRADA DE CABLES 43
3.2.8 PISO Y MALLAZO 43
3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 43
3.3.1 CABLES DE MT 43
3.3.2 APARAMENTA DE MT 43
3.3.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES EN MT 44
3.3.4 ALUMBRADO 44
3.4 SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD 44
4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICO PARTICULAR LÍNEA SUBTERRÁNEA 45
4.1 EJECUCIÓN DE LA OBRA 45
4.1.1 TRAZADO 45
4.1.2 DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS 46
4.1.3 APERTURA DE ZANJAS 46
4.1.4 CANALIZACIONES 46
4.1.5 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y ACOPIO DE LOS MATERIALES A PIE DE OBRA 47
4.1.6 TENDIDO DE CABLES 47
4.1.7 PROTECCIÓN MECÁNICA Y SEÑALIZACIÓN 49
4.1.8 CIERRE DE ZANJAS 49
4.1.9 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS 50
4.1.10 EMPALMES Y TERMINACIONES 50
4.1.11 SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA 50
4.1.12 ENSAYO DE CONDUCTORES 50

1. CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

1.2 CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere al montaje de Centros de Seccionamiento y/o Transformación, y al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de líneas aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir, de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

1.3 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

1.3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias Decreto 842/2002 de 2 de agosto.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, del Sector Eléctrico, (BOE núm. 160 de 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, (BOE núm. 310 de 27/12/00), y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial, (BOE núm. 32 de 6/02/96) y modificaciones posteriores.

- Orden ITC/3747/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los contadores eléctricos estáticos de energía activa en corriente alterna, clases a, b y c, en conexión directa o en conexión a transformador, emplazamiento interior o exterior, en sus fases de verificación después de reparación o modificación y de verificación periódica, (BOE núm. 294 de 9/12/06).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, (BOE núm. 68 de 19/03/08 y corrección de errores de BOE núm. 174 de 19/07/08).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Resolución de 21 de enero de 1997, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial, por la que se autoriza el empleo de conductores de aluminio en las canalizaciones prefabricadas para instalaciones eléctricas de enlace, (BOE núm. 35 de 10/02/97).
- Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados, bajo canales protectores de material plástico, (BOE núm. 43 de 19/02/88).
- Resolución de 19 de junio de 1984, de la Dirección General de Energía, por la que se establecen normas sobre ventilación y acceso de ciertos centros de transformación. (BOE núm. 152 de 26/06/84).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, (BOE núm. 269 de 10/11/1995) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, (BOE núm. 256 de 25/10/97) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos, (BOE núm. 148 de 21/06/01).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, (BOE núm. 176 de 23/07/92).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), (BOE núm. 203 de 22/08/08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación del Ministerio de la Vivienda (BOE núm. 74 de 28/3/2006).
- Ordenanzas Municipales y otras Normas Municipales de señalización de obras y protecciones.
- Normas Técnicas Particulares de la empresa distribuidora.
- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos, en sus correspondientes actualizaciones efectuadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento definan las características de los elementos integrantes de la LAMT.

1.3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del apartado anterior y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

1.3.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes.

1.4.1 DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.4.2 REPLANTEO DE LA OBRA

El Contratista antes de comenzar las obras, deberá realizar el replanteo de la misma, dedicando especial atención a los puntos singulares. El replanteo de los apoyos será realizado a partir de los planos de planta, perfil y de las características propias de cada uno de ellos.

Para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones se colocarán estacas con la siguiente disposición:

a) Tres estacas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aun cuando sean de amarre. Estarán alineadas en la dirección de la alineación siendo la estaca central la que indicará la proyección del eje vertical del apoyo.

b) Cinco estacas para los apoyos de ángulo dispuestas en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea. La estaca central indicará la proyección del eje vertical del apoyo.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil, por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, así como la aparición de obstáculos (naturales o artificiales) no contemplados inicialmente (edificaciones, caminos, carreteras, etc.), se realizará un nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas próximas, cumpliendo en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad. Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán por cuenta del Contratista.

1.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

1.4.4 RECEPCIÓN DE MATERIALES

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

1.4.5 ORGANIZACIÓN

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.4.6 EJECUCIÓN DE OBRAS

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como

en las Condiciones Técnicas especificadas, sin prejuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de los dispuesto en el último párrafo del aptdo. 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

1.4.7 SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

1.4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

1.4.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detallados para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

1.4.10 PERIODOS DE GARANTÍA

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

1.4.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

1.4.12 PAGO DE OBRAS

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

1.4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

1.5 DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

2. CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

2.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como "instalación eléctrica" todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo, y según Art. 3 del Decreto 141/2009 estas se agrupan y clasifican en:

- Instalación de baja tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV (U<1 kV).
- Instalación de media tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV (1 kV ☐ U < 66 kV).
- Instalación de alta tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV (U ☐ 66 kV).

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan.

Los conductores instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes y lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Ingeniero-Director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre y cuando no se especifique lo contrario en el Contrato de Adjudicación de las obras a realizar.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Ingeniero-Director.

2.3 COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Aisladores
- Accesorios de sujeción
- Apoyos
- Crucetas, herrajes-soportes y tornillería
- Tirantes y tornapuntas
- Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones, Empalmes, Grapas etc.

2.3.1 CONDUCTORES

Los conductores podrán ser de cualquier material metálico o combinación de éstos que permitan construir alambres o cables de características eléctricas y mecánicas adecuadas para su fin e inalterables con el tiempo, debiendo presentar, además, una resistencia elevada a la corrosión atmosférica.

Podrán emplearse cables huecos y cables rellenos de materiales no metálicos. Los conductores de aluminio y sus aleaciones serán siempre cableados.

La sección nominal mínima admisible de los conductores de cobre y sus aleaciones será de 10 mm². En el caso de los conductores de acero galvanizado la sección mínima admisible será de 12,5 mm².

Para los demás metales, no se emplearán conductores de menos de 350 kg de carga de rotura.

En el caso en que se utilicen conductores usados, procedentes de otras líneas desmontadas, las características que afectan básicamente a la seguridad deberán establecerse razonadamente, de acuerdo con los ensayos que preceptivamente habrán de realizarse.

2.3.2 EMPALMES Y CONEXIONES

Cuando en una línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, o alambres de más de 6 mm de diámetro, los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores.

Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por 100 de la carga de rotura del conductor.

Para conductores de alambre de 6 mm o menos de diámetro, se podrá realizar el empalme por simple retorcimiento de los hilos.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Se prohíbe colocar en una instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas horizontales de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

2.3.3 CABLES DE TIERRA

Cuando se empleen cables de tierra para la protección de la línea, se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y el conductor, no exceda de 35º.

Los conductores y empalmes reunirán las mismas condiciones explicadas en los apartados anteriores.

Cuando para el cable de tierra se utilice cable de acero galvanizado, la sección nominal mínima que deberá emplearse será de 50 mm² para las líneas de 1ª categoría y 22 mm² para las demás.

Los cables de tierra, cuando se empleen para la protección de la línea, deberán estar conectados en cada apoyo directamente al mismo, si se trata de apoyos metálicos, o a las armaduras metálicas de fijación de los aisladores, en el caso de apoyos de madera u hormigón.

2.3.4 TERMINALES

Serán de aluminio, adecuados para que la conexión al cable se efectúe por compresión hexagonal. La conexión del terminal a la instalación fija se efectuará mediante tornillos a presión.

2.3.5 PIEZAS DE DERIVACIÓN

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a solicitaciones mecánicas. Así, pues, las conexiones para dar continuidad a la línea o para conectar una derivación se realizarán en el bucle entre dos cadenas horizontales (puente flojo) de un apoyo. En este caso la pieza de conexión, además de no aumentar la resistencia eléctrica del conductor, tendrá una resistencia al deslizamiento de, al menos, el 20 % de la carga de rotura del conductor. La continuidad de la línea y la conexión de derivaciones a la línea principal se efectuará mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acuñamiento cónico.

2.3.6 HERRAJES

Los herrajes serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deberán ser prácticamente inalterables a la acción corrosiva de la atmósfera, muy particularmente en los casos que fueran de temerse efectos electrolíticos.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90 por 100 la carga de rotura del mismo, sin que se produzca un deslizamiento.

2.3.7 AISLADORES

Los aisladores utilizados en las líneas a que se refiere este Reglamento podrán ser de porcelana, vidrio u otro material de características adecuadas a su función.

Las partes metálicas de los aisladores estarán protegidas adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmósfera.

2.3.8 PROTECCIONES

- **Protección de sobrecorriente en M.T**

La línea dispondrá de una protección que deberá actuar ante sobrecargas y cortocircuitos y defectos a tierra, incluso en los puntos más alejados de la red. En todos los casos deberá adecuarse a la estructura de la red para garantizar la actuación de los diferentes escalones de protección.

Para la protección contra sobreintensidad se utilizarán interruptores automáticos asociados a relés de protección, colocados en la cabecera de la línea o de aquellas derivaciones que por sus características lo requieran. Estarán provistas de un automatismo de reconexión automática provisto de dos ciclos de reenganche uno rápido y otro lento.

- **Protección contra sobretensiones en M.T**

En las conversiones de línea aérea a línea subterránea, y a lo largo de la línea cuando ésta discurra por zonas con alto índice isoceráunico, se instalarán pararrayos de óxido metálico, cuyas características se ajustarán a la Norma UNE-EN 60099.

- **Puesta a tierra**

Los apoyos metálicos y de hormigón armado estarán provistos de una puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse por descargas en el propio apoyo. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente en cabecera de línea, deberá asegurar la descarga a tierra de la corriente homopolar de defecto, y contribuir, en caso de contacto con masas susceptibles de ponerse en tensión, a eliminar el riesgo eléctrico de tensiones peligrosas. El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra será 20 Ω.

2.3.9 APOYOS

- **Apoyos metálicos**

En los apoyos de acero, así como en elementos metálicos de los apoyos de otra naturaleza no se emplearán perfiles abiertos de espesor inferior a cuatro milímetros. Cuando los perfiles fueran galvanizados por inmersión en caliente, el límite anterior podrá reducirse a tres milímetros.

Análogamente, en construcción remachada o atornillada no podrán realizarse taladros sobre flancos de perfiles de una anchura inferior a 35 mm.

No se emplearán tornillos ni remaches de un diámetro inferior a 12 mm.

En los perfiles metálicos enterrados sin recubrimiento de hormigón se cuidará especialmente su protección contra la oxidación, empleando agentes protectores adecuados, como galvanizado, soluciones bituminosas, brea de alquitrán, etc.

Se emplea la adopción de protecciones anticorrosivas de la máxima duración, en atención a las dificultades de los tratamientos posteriores de conservación necesarios.

- **Conexión de los apoyos a tierra**

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos y de hormigón armado, así como las armaduras metálicas de los de madera en líneas de primera categoría, cuando formen puente conductor entre los puntos de fijación de los herrajes de los diversos aisladores.

La puesta a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

- Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.
- Conectando a tierra la armadura de hormigón, siempre que la armadura reúna las condiciones que más adelante se exigen para los conductores de conexión a tierra. Sin embargo, esta forma de conexión no se admitirá en los apoyos de hormigón pretensado.

Los conductores de conexión a tierra podrán ser de cualquier material metálico que reúna las condiciones exigidas en el apartado de conductores. Tendrán una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de la línea.

En ningún caso la sección de estos conductores será inferior a la eléctricamente equivalente a 16 mm^2 de cobre.

Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior e inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, etc.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

- **Numeración y avisos de peligro**

En cada apoyo se marcará el número que le corresponda, de acuerdo con el criterio de comienzo y fin de línea que se haya fijado en el proyecto, de tal manera que las cifras sean legibles desde el suelo.

También se recomienda colocar indicaciones de existencia de peligro en todos los apoyos. Esta recomendación será preceptiva para líneas de primera categoría y en general para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas.

- **Cimentaciones**

Las cimentaciones de los apoyos podrán ser realizadas en hormigón, hormigón armado, acero o madera.

En las cimentaciones de hormigón se cuidará de su protección en el caso de suelos y aguas que sean agresivos para el mismo. En las de acero o madera se prestará especial atención a su protección, de forma que quede garantizada su duración.

2.3.10 DERIVACIONES, SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

- **Derivaciones, seccionamiento de líneas**

Las derivaciones de líneas se efectuarán siempre en un apoyo.

Como norma general, deberá instalarse un seccionamiento en el arranque de la línea derivada.

- **Seccionadores o desconectadores**

En el caso en que se instalen seccionadores en el arranque de las derivaciones, la línea derivada deberá ser seccionada sin carga o, a lo sumo, con la correspondiente a la de vacío de los transformadores a ella conectados, siempre que la capacidad total de los mismos no exceda de 500 kVA.

Sin embargo, previa la justificación de características, podrán utilizarse los denominados seccionadores bajo carga.

Los desconectadores tipo intemperie estarán situados a una altura del suelo superior a cinco metros, inaccesibles en condiciones ordinarias, con su accionamiento dispuesto de forma que no pueda ser maniobrado más que por el personal de servicio, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad.

Las características de los desconectadores serán las adecuadas a la tensión e intensidad máxima del circuito en donde han de establecerse y sus contactos estarán dimensionados para una intensidad mínima de paso de 200 amperios.

- **Interruptores**

En el caso en que por razones de explotación del sistema fuera aconsejable la instalación de un interruptor automático en el arranque de la derivación, su instalación y características estarán de acuerdo con lo dispuesto para estos aparatos en el Reglamento Técnico correspondiente.

- **Protecciones**

En todos los puntos extremos de las líneas eléctricas, sea cual sea su categoría, por los cuales pueda influir energía eléctrica en dirección a la línea, se deberán disponer protecciones contra cortocircuitos o defectos en línea, eficaces y adecuadas.

En los finales de líneas eléctricas y sus derivaciones sin retorno posible de energía eléctrica hacia la línea se dispondrán las protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones necesarias de acuerdo con la instalación receptora.

El accionamiento automático de los interruptores podrá ser realizado por relés directos solamente en líneas de tercera categoría.

Se prestará especial atención en el proyecto del conjunto de las protecciones a la reducción al mínimo de los tiempos de eliminación de las faltas a tierra, para la mayor seguridad de las personas y cosas, teniendo en cuenta la disposición del neutro de la red puesto a tierra, aislado o conectado a través de una impedancia elevada.

2.4 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

2.4.1 CONDICIONES PREVIAS

En las presentes condiciones técnicas se especifican las que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales. Se indicarán, asimismo, los ensayos y mediciones que se llevarán a cabo sobre las unidades de obra terminadas, señalándose las tolerancias.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar que puedan dañar el aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. Se prohíbe golpear los bulones o tornillos para que entren en sus orificios respectivos. Todos los tornillos quedarán bien apretados para evitar que se aflojen.

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo el Ingeniero-Director suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

2.4.2 TRABAJOS Y FASES POR EJECUTAR

Los trabajos a los que se refieren son los siguientes:

1. Zona de tala y poda de arbolado.
2. Pistas y Accesos.
3. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra de los materiales.
4. Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.
5. Explanación.
6. Excavación.
7. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos.
8. Instalación de apoyos.
9. Tomas de tierra.
10. Instalación de conductores.
11. Instalación de cables de tierra.
12. Pintado de los apoyos.
13. Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos.

En el caso de que puedan existir trabajos y fases de ejecución distintos a los enumerados, se especificarán especialmente en el Contrato de Adjudicación de la obra.

- **Protecciones**

Cuando sea preciso para el paso de la línea, la Propiedad recabará de los Organismos Oficiales competentes la autorización para el talado de una zona de arboleda a ambos lados de la línea cuya anchura será la que determina el Artículo 35.1 del vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. En cualquier caso el Contratista no llevará a cabo estos trabajos sin la previa autorización por escrito del Ingeniero-Director.

- **Pistas y accesos**

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de las pistas y accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de tendido, etc., sin la previa autorización del Ingeniero-Director. Cuando éste autorice la realización de los caminos correrá a cargo del Contratista:

- La obtención de los permisos para su ejecución y la indemnización que hay lugar por los mismos.
- Todos los daños que se ocasionen por motivo de la apertura de los caminos.
- La maquinaria, herramientas, suministro de explosivos, autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para la mejor ejecución de dichos caminos.

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

Quedará prohibido el transporte de personas en las cabinas, estribos, escalerillas, cucharas, etc. No se llevará en las máquinas envases o materiales sueltos. Lo mismo en la carga como en la descarga de materiales en las que tengan que intervenir varios operarios, esta operación estará dirigida por una persona responsable, designada por el Contratista.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

- Evitar causar daño o la muerte a cualquier ejemplar de reptil o ave.
- Utilizar como localización preferentemente de los caminos, los lomos, mesas o altos y en general, las zonas más llanas, evitando su apertura en laderas de fuerte pendiente. Cuando esto último sea inevitable los caminos deberán seguir la dirección de las curvas de nivel.
- Se procurará para los obligados accesos una sola rodada de camión reduciéndose al mínimo la anchura de los caminos y el tamaño de los desmontes y terraplenes.
- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.
- Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.
- Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.
- Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.
- Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.
- Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.
- Mentalizar a los operarios que intervengan en las tareas propias de la apertura de caminos, de la importancia de minimizar las alteraciones sobre la vegetación de la necesidad de respetar los ejemplares y el hábitat de la fauna presente en la zona de trabajo. El Contratista se hará cargo de los fuegos, caza furtiva, etc., que efectúen los operarios al pasar por los montes y cotos de caza.
- La prohibición de abandonar residuos de cualquier tipo como hormigón, envoltorio de cigarros, cascos de cerveza, refrescos, etc., restos de comidas, árboles secos, etc., y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

- **<u>Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra</u>**

Los materiales de acopio anticipado, es decir, aquellos materiales que por no encontrarse existencia en el mercado local, es necesario adquirirlos antes de empezar los trabajos, serán suministrados normalmente por la Propiedad. En caso de que fuera el Contratista el suministrador de todos o parte de ellos, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Los materiales de acopio en el momento de la construcción de la línea, es decir, aquellos materiales que por su reducido plazo de acopio, pueda considerarse su adquisición como simultánea a su empleo, serán suministrados normalmente por el Contratista. En caso de que todos o parte de ellos fuesen suministrados por La Propiedad, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Cuando el Contratista sea el que suministre los materiales, cuidará de su carga y transporte desde Fábrica o Puerto a sus almacenes. Estos transportes serán por cuenta del Contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra. En el caso de que entre estos materiales estén incluidos los apoyos, y si en el momento del acopio se observase la falta de algunas barras, éstas se podrán suplir provisionalmente con la previa autorización del Ingeniero-Director hasta que se disponga de las barras originales. Esta sustitución provisional no es extensiva a cartelas y elementos de unión.

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto, siendo responsable el Contratista de que esto se cumpla. En caso de su incumplimiento, el Ingeniero-Director dictará orden de retirar dichos materiales.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder del Ingeniero-Director con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto. El importe de todos los ensayos y pruebas de los materiales aportados por el Contratista será por cuenta del mismo.

El Contratista será responsable de todos los materiales entregados, debiendo sustituirlos por su cuenta si las pérdidas o inutilizaciones superan las tolerancias que se fijan a continuación:

Conductores y cables de tierra	2%
Aisladores	1%
Herrajes	1%
Tornillos, arandelas, etc.	2% del nº de tornillos.
Perfiles, Angulares, Chapas y Cartelas	2% del nº piezas por torre

Para el conductor se tomará como cantidad necesaria la suma de la longitud real de conductor aislado, más los trozos que se hayan tendido que cortar por indicación del Ingeniero-Director.

Los materiales que suministre la Propiedad quedarán situados en uno o más almacenes, cuyo emplazamiento e indicación de los materiales que van a contener se especificarán al Contratista.

En este caso los transportes de fábrica a almacenes serán de cuenta de la Propiedad.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

El Contratista, a partir de la entrega de los materiales, tendrá a su cuenta y riesgo los gastos de carga, transporte, vigilancia y almacenamiento posterior.

La propiedad de los materiales entregados al Contratista, seguirá siendo de la Propiedad y los recibirá con carácter de depósito.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por el Ingeniero-Director, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

La Propiedad podrá exigir del Contratista, que tenga en Compañía Aseguradora de reconocida solvencia, póliza contra robo y avería en transporte y montaje del material entregado.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estribará de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en las barras ni daño en el galvanizado.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estrobos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas, su transporte se hará siempre bien embalado y con el debido cuidado en atención a su fragilidad.

Las bobinas se descargarán siguiendo lo expuesto en el 1er COMPLEMENTO a la Norma NUECSA 00.7-24A (NI-57) "Procedimiento para la Manipulación y Transporte de Bobinas de Madera".

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al MEDIO AMBIENTE, deberá depositarse en un VERTEDERO AUTORIZADO, debiendo entregar el Contratista al Ingeniero-Director copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

- **Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil**

El replanteo de los apoyos será realizado por un topógrafo especializado en los estudios topográficos de líneas aéreas a cargo del Contratista, y en presencia del Ingeniero-Director o persona delegada, a partir de los planos de planta, perfil y características propias de cada apoyo entregados por la Propiedad. Con antelación suficiente, deberá comunicársele al Ingeniero-Director, la fecha en que se iniciará el replanteo, así como el topógrafo designado por el Contratista para efectuarlo. Este topógrafo vendrá provisto de los útiles necesarios para realizar el replanteo y estaquillado, así como de personal que sea preciso.

Una vez finalizados el replanteo y estaquillado de la línea, el Ingeniero-Director y el Contratista firmarán el ACTA DE REPLANTEO, que supone el conocimiento exacto por el Contratista del trazado de la línea, situación de las estaquillas y todos los detalles necesarios para su ejecución, haciéndose cargo a partir de ese momento de todas las estaquillas o banderas colocadas.

La reposición de las estaquillas desaparecidas desde la firma del ACTA DE REPLANTEO hasta el comienzo de la apertura de hoyos, será por cuenta del Contratista.

Los apoyos deben quedar replanteados de la siguiente forma:

Apoyos de alineación (Monobloques y patas separadas)

Quedará definidos como mínimo, por una estaquilla central que indicará la proyección de eje vertical del apoyo y cuatro más que estarán, dos alineadas en la dirección de la línea y dos en la dirección perpendicular.

Apoyos de ángulo (Monobloques y de patas separadas)

Los apoyos de ángulo se replantearán mediante cinco estaquillas que se dispondrán en cruz, dos de ellas según la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea y otras dos en la perpendicular a ella, pasando por la estaquilla central que indicará la proyección del eje vertical de apoyo.

Apoyos de anclaje y fin de línea (Monobloque de patas separadas)

Se replantearán igual que los apoyos de alineación.

En apoyos de patas separadas, a partir de la cota de la estaquilla central, que se considerará como cota cero, el topógrafo en función de la conicidad del apoyo obtendrá las correspondientes a los centros de las excavaciones de las 4 patas del apoyo con cuyos datos el Contratista cumplimentará el correspondiente Parte de Cimentaciones de Apoyos. A partir de este documento el Contratista realizará las explanaciones, recrecidos de hormigón y de anclajes a realizar en cada apoyo.

Este documento se firmará por el Ingeniero-Director y el Contratista y no se admitirán modificaciones o certificaciones, en este concepto, que se aparten del replanteo primitivo, salvo que taxativamente, y por escrito, el Ingeniero-Director los ordene.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil. Por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, el Ingeniero-Director ordenará la obtención del nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

En caso de que al realizar explanación se desplazase o moviese alguna de las estaquillas que definían el apoyo será preciso volver a realizar el replanteo del mismo según lo descrito anteriormente.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas de sus proximidades. Se deben cumplir en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad.

Los caminos, pistas, sendas que sean utilizadas, cumplirán lo siguiente:

- Serán lo suficientemente anchos para evitar roces y choques con ramas, árboles, piedras, etc.
- No favorecerán las caídas o desprendimientos de las cargas que transporte vehículos.
- Las pendientes o peraltes serán tales que impidan las caídas o vuelcos de vehículos.

- **<u>Explanación</u>**

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del apoyo según los datos suministrados por el Parte de Cimentación del apoyo, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, el suministro de explosivos, la autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa del Ingeniero-Director. Los datos definitivos figurarán en el Parte de Cimentación del apoyo. Este Parte será firmado por el Contratista y el Ingeniero-Director.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas. Esta explanación será definida por el Ingeniero-Director según lo especificado en el apartado "Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil" del presente Pliego de Condiciones Técnicas, y se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante, según las Tablas adjuntas, con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.

TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES

NATURALEZA DEL TERRENO	*EXCAVACIÓN EN TERRENO VIRGEN O TERRAPLENES HOMOGÉNEOS MUY ANTIGUOS*			
	Terreno secos		*Terrenos inmersos*	
	Angulo con Horizontal	*Pendiente*	*Angulo con Horizontal*	*Pendiente*
Roca Dura	80º	5/1	80º	5/1
Roca blanda o fisurada	55º	7/5	55º	7/5
Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.	45	1/1	40º	4/5
Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla mezclada con piedra y tierra vegetal	45º	1/1	30º	3/5
Grava, arena gruesa no arcillosa.	35º	7/10	30º	3/5
Arena fina no arcillosa.	30º	3/5	20º	1/3

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACION EN TERRENO REMOVIDO RECIENTE O TERRAPLENES RECIENTES			
	TERRENOS SECOS		TERRENOS INMERSOS	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
Roca dura.				
Roca blanda o fisurada.				
Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.	45°	1/1	40°	4/5
Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal.	35°	7/10	30°	3/5
Grava, arena gruesa no arcillosa.	35°	7/10	30°	3/5
Arena fina no arcillosa.	30°	6/10	20°	1/3

Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones. Se respetarán las medidas correctoras definidas en el apartado "Pistas y accesos.", del Presente Pliego de Condiciones Técnicas.

- **Explanación**

La excavación propiamente dicha para los macizos de las fundaciones de los apoyos comprende, además de la apertura de hoyos en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes al apoyo, el suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las indicadas en los Partes de Cimentación de apoyos, corriendo los excesos a cargo del Contratista, a menos que el Ingeniero-Director, considere oportuno el aumento de volumen de la excavación, si el terreno no corresponde al supuesto en los cálculos. En este caso se confeccionará un nuevo Parte de Cimentaciones que anulará el anterior. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de las excavaciones, éste será a cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico.

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, el Ingeniero-Director concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de hoyos, su manipulación, transporte, almacenaje, etc., deberá ajustarse en todo a lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de Abril de 1.987 que modifica la instrucción Técnica Complementaria 10.2-01 "Explosivos - Utilización" publicada en el B.O.E. nº 114 de 13 de Mayo de 1.987, debiendo poseer el Contratista los permisos correspondientes de la Autoridad Competente. El Contratista deberá ajustarse en todo a las disposiciones oficiales vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajo.

En la excavación con empleo de explosivos, se cuidará que la roca no sea dañada debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no forman bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

La compactación del terreno de relleno a realizar en las cimentaciones que requieran este procedimiento, será indicada en cada caso por el Ingeniero-Director.

En los hoyos de gran profundidad y boca de pequeño diámetro, es necesario que los operarios vayan protegidos con mascarillas de filtros adecuados.

Los compresores deberán cumplir lo dispuesto en el vigente Reglamento de Aparatos de Presión, debiéndose hacer el ajuste de su válvula de seguridad al principio de los trabajos y una revisión anual.

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50metros.

En los casos de profundidad superiores a 3 metros, el operario que excave en su interior deberá llevar un arnés tipo paracaídas con cuerda de salvamento resistente.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de la varilla de puesta a tierra según lo estipulado en el apartado "Tomas de Tierra".

- **Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos**

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Antes de proceder al hormigonado de cualquier apoyo, y con una antelación mínima de 48 horas, el Contratista se lo hará saber al Ingeniero-Director, el cual dispondrá lo necesario para verificar las dimensiones mínimas, comprobar con un cuadro metálico la excavación y autorizar el hormigonado si procediere.

Salvo aceptación en contrario por parte del Ingeniero-Director, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

- **Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos**

Se emplearán preferentemente hormigones fabricados en central. En cualquier caso, la mezcla de los componentes del hormigón se efectuará siempre con hormigonera exceptuándose aquellos emplazamientos en que por difícil acceso o cualquier otra circunstancia haya autorización del Ingeniero-

Director para realizar la mezcla a mano. En este caso, se empleará una hormigonera portátil (eléctrica o de carburante) y si el hormigón necesario para el llenado de la excavación fuese de poco volumen se autorizará hacerlo con una pastera pero nunca se autorizará hacerlo sobre una plancha de hierro ya que agua y el cemento se pierden en gran parte.

La consistencia del hormigón será blanda (asiento en el cono de Abrams 6 - 9cm, con tolerancia de ± 1cm).

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm2 (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm2 (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m³ de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

A efectos de normalización, tanto para la indicación en planos como en el control de suministro, la designación de las propiedades del hormigón tendrá el siguiente formato:

T - R/C/TM/A

Siendo:

T: Indicativo que será, HA para el hormigón armado y HM para el hormigón en masa.

R: Resistencia característica especificada en N/mm2.

C: Letra inicial del tipo de consistencia.

TM: Tamaño máximo del árido.

A: Designación del ambiente.

Por lo que, salvo indicación en contra en el Proyecto o del Ingeniero-Director, el hormigón exigido tendrá la siguiente designación:

HM - 20 / B / 40 / III (Hormigones en masa)

HA - 25 / B / 40 / III (Hormigones armados)

Cemento: PUZ - 350

El Ingeniero-Director podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

- **Puesta en obra del hormigón**

Antes de verter el hormigón deberá limpiarse la excavación de materiales desprendidos de las partes superiores.

Caso de existir agua en los hoyos, la operación de vaciado se realizará tomando las precauciones adecuadas para no causar daños a terceros.

La operación de hormigonado no se comenzará a menos que, por la cantidad de hormigón disponible, tengamos la seguridad de que el inicio o último estribo superior del anclaje (cuando disponga de más de uno) vaya a quedar cubierto con una capa de 40 cm.

Antes de hormigonar, el Contratista está obligado a disponer en el lugar de hormigonado de las varillas precisas para poder afrontar cualquier situación de emergencia.

Salvo en casos de circunstancias especiales no se realizarán labores de hormigonado en ausencia de luz diurna, considerándose como tal la comprendida desde una hora después de la salida del sol y una hora antes de su puesta.

El tiempo límite transcurrido entre la adición del agua al cemento y su descarga total deberá ajustarse a lo recomendado en la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE). En ningún caso dicho tiempo será superior a una hora y media. Toda masa que sobrepase dicho tiempo deberá ser rechazada.

Si por alguna circunstancia se prevé que el tiempo límite no se puede respetar, se pondrá en conocimiento del Ingeniero-Director para la adopción de las medidas adecuadas.

En el vertido del hormigón, incluso cuando se realice mediante conducciones adecuadas se adoptarán las debidas precauciones para que no se produzca la disgregación de la mezcla ni el desplazamiento de los anclajes.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante vibradores mecánicos adecuados hasta que aparentemente se consiga una masa homogénea ausente de huecos. Deberá vibrarse por capas como máximo 30cm de altura.

En caso de que se averíe el vibrador durante el proceso de hormigonado, se dispondrá en obra en todo momento, los procedimientos manuales adecuados para la mejor compactación. Esta solución eventual proseguirá mientras se repara el vibrador que deberá hacerse en el menor tiempo posible.

En el caso de que esto suceda se podrá continuar el hormigonado antes de las 12 horas siguientes, previas comprobación de que las superficies están suficientemente limpias y se riegan abundantemente. En caso de que este tiempo se supere, se colocarán varillas corrugadas que serán con cargo al Contratista, para unir las partes seccionadas de forma que queden embebidas 80cm como mínimo en cada una de ellas, procediendo a doblarla en la parte correspondiente cuando suceda que no es posible colocarlas rectas. Estas varillas se colocarán inmediatamente de vertida la última capa de hormigón.

Las varillas serán de 20mm de diámetro e irán colocadas en el hormigón a 15cm de la pared del hoyo formando circunferencia y separadas 50cm entre sí con un mínimo de ocho. En el caso de que por alguna circunstancia no se puedan colocar las varillas, se procederá a colocar una abundante capa de resina, previa limpieza de la superficie y comprobación de que la misma esté bien seca. Antes de volver a verter la nueva capa de hormigón se limpiará la superficie de la anterior, y se mojará con agua.

Durante el hormigonado se procederá a la colocación de tubos, que permitan el paso de los cables de puesta a tierra. Estos tubos serán rígidos, corrugados, reformados y de un diámetro interior de 36mm.

No se permitirá el hormigonado si la temperatura ambiente es inferior a 5º C.

Los pozos de hormigonado de las patas de las torres que no han sido hormigonados al finalizar la jornada de trabajo, han de quedar cubiertos, para evitar accidentes.

Si en el terreno de roca o en cualquier clase de suelo (arenas, creta, conglomerado, pizarra), y con el motivo debido al empleo de explosivos, la excavación ha dado un volumen mayor del que le corresponde, el hueco ha de ser rellenado de hormigón, y se certificará la medida teórica tanto de la excavación como del hormigonado.

- **Encofrados**

Se procurará que no haya recrecidos. En zonas ecológicas se utilizarán apoyos de patas desniveladas.

En el caso de que necesariamente se hayan de realizar recrecidos, el Ingeniero-Director entregará un plan de los mismos en el que figurarán las dimensiones del macizo de hormigón, número y tipo de hierro para la confección de la armadura y longitud de la misma. Este plano se adjunta al parte de Cimentaciones.

Todos los parámetros de los recrecidos deben tener correspondencia (la misma horizontalidad, y la misma verticalidad) y cualquiera que sea la altura resultante, las peanas tendrán la misma altura.

Para recrecidos superiores a 70cm se utilizarán armaduras de acero corrugado de 25mm de diámetro con correas de 10mm cada 30cm que serán embebidas en la cimentación como mínimo 1m.

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado de las bancadas presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que el Ingeniero-Director autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada (peanas) es extensivo para los recrecidos.

- **Áridos**

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por el Ingeniero-Director. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MAXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

Los áridos no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considerarán reactivos si:

Para R ≥ 70 la concentración de Si02 es > R

Para R > 70 la concentración de Si02 es > 35 = 0,5 R

La pérdida de peso máxima no será superior a la siguiente:

Ensayo realizado mediante:

	A	b
	CON SULFATO SODICO	CON SULFATO MAGNESICO
Arenas	10 %	15 %
Gravas	12 %	18 %

- **Arenas**

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente. No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

- **Grava o árido grueso**

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

- **Cemento**

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización del Ingeniero-Director.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa del Ingeniero-Director o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte del Ingeniero-Director.

- **Agua**

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar. Tolerancias de aniones y cationes: Deberán rechazarse todas las que tengan un pH inferior a 5, las que posean un total de sustancias disueltas superior a los 15gramos por litro (15.000ppm.) aquellas cuyo contenido en sulfato, expresado en SO4, rebase un gramo por litro (1.000ppm.) las que contengan ión cloro en proporción superior a 6gramos por litro (6.000ppm.), en las que se aprecien hidratos de carbono y las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a 15 gramos por litro (15.000ppm.).

- **Instrucciones para la ejecución de las cimentaciones**

Antes de proceder al hormigonado, cualquiera que sea el tipo de apoyo a cimentar, se procederá a aplicar una protección superficial de pintura. La manera de ejecutar las distintas clases de cimentaciones, según el tipo de apoyo será la siguiente:

- **Cimentaciones para apoyos metálicos de bases empotradas**

Sin utilización de plantillas de hormigonado

- Se echará primeramente una capa de hormigón del espesor indicado en los planos facilitados por el fabricante, según el tipo de apoyo, de manera que teniendo el apoyo una base firme, limpia y nivelada, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón mencionada.

- Al día siguiente, y sobre la base de hormigón, se colocarán y nivelarán los anclajes o el primer tramo del apoyo metálico, según el caso, quedando prohibido el hormigonado con el apoyo totalmente armado.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado "Tomas de Tierra" de Presente Pliego de Condiciones Técnicas.
- A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las "CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES".

Con utilización de plantillas de hormigonado

- Se colocará la plantilla sobre el foso con los anclajes debidamente situados, y será emplazada y nivelada adecuadamente, comprobando diagonales y longitudes de cara así como la correcta instalación con las marcas de línea y contralínea, fijándola al terreno a continuación, de modo que no pueda sufrir movimiento.
- Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra, según lo especificado en el apartado "Tomas de Tierra" de Presente Pliego de Condiciones Técnicas
- A continuación, se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las "CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES", comprobándose el número de veces necesarias la correcta colocación de la plantilla y de los anclajes.
- Una vez relleno el foso, la plantilla no podrá tocarse ni desmontarse hasta pasadas 48 horas como mínimo de la terminación del hormigonado; se quitará entonces con el suficiente cuidado para que los anclajes no agrieten el hormigón ni queden huecos entre ambos.
- En los recrecidos se cuidará de la verticalidad y horizontalidad de los encofrados, y que éstos no se muevan durante el relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.
- El hormigón de la peana exterior al terreno, además de tener la misma composición que el resto de la cimentación, debe llegar hasta el borde inferior del empalme de anclaje con la torre para evitar que el extremo superior de los anclajes y del hormigón pueda trabajar a flexión.

Tolerancias en las cimentaciones

- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido de la línea será ± 0,1%.
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido transversal a la línea será de ± 0,1%.
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido diagonal del cuadrilátero formado será de ± 0,15%.
- El error máximo admisible en la nivelación de las testas de cada uno de los anclajes será de ± 0,05% de la distancia entre dichas testas.
- Respecto a los ejes de los hoyos, el máximo error admisible es de 100mm en el centrado de los anclajes.
- Se respetará el emplazamiento de los apoyos en la traza de la línea referido a la estaquilla central y no se admitirán variaciones en la orientación de sus caras (giros) respecto al eje de la traza de la línea superiores al primer centesimal de las distancias de los anclajes a los ejes de replanteo de los apoyos.
- Los anclajes se fijarán de forma adecuada, para que no sufran desplazamientos durante el vertido del hormigón.
- Los elementos de fijación de los anclajes no podrán ser retirados antes de cumplirse las 24 horas del vertido del hormigón en los hoyos.
- Cualquier error superior a los indicados será corregido por la Contrata corriendo por su cuenta todos los gastos. El Contratista asumirá los costos extras que pudieran originarse, incluidos los gastos en que puedan incurrir los contratistas de izado.

- En todo caso, las tolerancias de las cimentaciones serán tales que, una vez instalado el apoyo, previo el tendido de los conductores, este quede vertical, admitiéndose una desviación máxima del 0,2%, de la altura total del apoyo, tanto en el sentido de la línea como en contralínea.

Control de calidad

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

Control de consistencia

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

Para verificar este control se tomará una muestra de la amasada a pie de obra realizándose con la misma el ensayo de asentamiento en cono de Abrams.

Si el asentamiento está fuera de los límites reseñados incluidas las tolerancias, se procederá a tomar dos nuevas muestras de forma inmediata, después de un breve batido de toda la masa. Si los dos últimos valores del ensayo están comprendidos entre los valores de aceptación, la amasada se dará por buena. En caso contrario la amasada completa será rechazada y el vehículo que realiza el transporte no podrá suministrar más hormigón durante ese día.

El Ingeniero-Director podrá realizar este control en cada una de las amasadas que se suministran.

Control de resistencia

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

Salvo indicación en contra del Ingeniero-Director, es indispensable extraer 4 probetas por apoyo. En caso de que el volumen de hormigón vertido en el apoyo supere los 18 m3, se extraerá un juego de probetas por cada 18 m3 o fracción.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la "Instrucción de Hormigón estructural (EHE)" en vigor para la modalidad de "Ensayos de Control Estadístico del Hormigón".

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar al Ingeniero-Director los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Ingeniero-Director procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes y de acuerdo con los resultados obtenidos, adoptará la determinación que considere más adecuada corriendo todos los gastos producidos por cuenta del Contratista.

Realizados los ensayos de una serie de probetas tendremos, llamando X1, X2,...X8 a los valores obtenidos, los valores medios siguientes:

Amasada A=(X1+ X2+ X3 +X4)/4=XA

Amasada B=(X5+ X6+ X7 +X8)/4=XB

Estos dos ensayos nos permitirán aplicar la tabla 88.4 b de la Instrucción EHE para N=2, K=0,88, debiendo cumplirse que la resistencia estimada Fest. = Kn·X (siendo X el valor más bajo de XA y XB) ≥ 175 kp/cm2.

Se efectuará el número de ensayos de información a juicio del Ingeniero-Director.

Ensayos por realizar con las gravas, las arenas y el agua

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo del Ingeniero-Director, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la "Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)" y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa del Ingeniero-Director para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por el Ingeniero-Director se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

Normas de seguridad espescíficas

El equipo de Protección personal utilizado deberá constar de casco de barboquejo, guantes de cuero y botas de seguridad, debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

Si hubiera que realizar barrenado, el operario deberá estar provisto de mascarilla con filtro para polvo y protectores de vista y oído.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de ocurrir algún percance.

Para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas, es aconsejable no trabajar más de un operario en el interior de cada hoyo.

La parte superior de los hoyos debe quedar libre de escombros para evitar caídas de materiales que puedan dañar a los operarios.

Para subir y bajar a los hoyos deberán utilizarse escaleras lo suficientemente largas para que su parte superior sobresalga de los hoyos como mínimo 1 m, debiendo estar homologadas.

Los motores o elementos que expulsen gases deberán tener el escape orientados de forma que los mismos no se acumulen en las excavaciones.

- **Instalación de apoyos**

En la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes fases:

- Recepción.
- Transporte.
- Acopio.
- Clasificación.
- Armado.
- Izado.
- Apretado y graneteado.
- Maquinaria y herramienta auxiliar.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad Específicas.

Recepción

Caso de que los apoyos sean suministrados por la Propiedad, además de tener en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, ésta facilitará al Contratista el "Packing List" de los mismos con relación de bultos y contenido de cada uno de ellos, teniendo que comprobar el Contratista que el material recibido está de acuerdo con el citado "Packing List".

Transporte

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los caminos de acceso a los puntos de emplazamiento de los apoyos, serán los mismos que sirvieron para desarrollar las actividades precedentes. Cualquier alteración será propuesta al Ingeniero-Director para su aceptación, si es que procede.

Acopio

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado "Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra" del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Las torres se acopiarán a obra de acuerdo con la Propiedad con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que estén en el campo excesivo tiempo sin ser utilizadas.

Los tornillos se acopiarán a medida que se vayan a utilizar.

Clasificación

Para la clasificación se utilizarán los planos y listas que la Propiedad facilitará al respecto, realizándola con la previsión suficiente para no interrumpir los trabajos del armado e izado, debiéndose comunicar las posibles faltas o defectos con al menos quince días de antelación.

Armado

- *Consideraciones previas*

  No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingletes, talados, etc.) ni sustitución de materiales, sin el consentimiento previo del Ingeniero-Director. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Ingeniero-Director. La parte modificada deberá protegerse de la oxidación mediante la aplicación de la correspondiente pintura del tipo Frigalván.

  Las barras de los apoyos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su corrección o desecharlas en el caso de que esto haya ocurrido.

  No podrán ser utilizados en obra sin autorización expresa del Ingeniero-Director y para cada caso en particular sopletes o elementos de soldadura eléctrica u oxiacetilénica.

- *Tornillería*

  En cada unión se utilizarán los tornillos indicados en los planos. Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y una vez apretados, deberán sobresalir de la tuerca el mínimo necesario que nos permita garantizar un correcto graneteado. Caso de no ser así, se le comunicará al Ingeniero-Director. Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (crucetas y encuadramientos), la tuerca irá hacia arriba y se comprobará exhaustivamente en estos elementos su apriete y posterior graneteado. Se prohíbe expresamente golpear tornillos en su colocación.

- *Herramientas*

  Para el montaje sólo se emplearán como herramientas las llaves autorizadas, barrilla, el puntero y el punzón de calderero que servirá para hacer coincidir los taladros de las piezas pero sin que el uso del puntero sirva para agrandar el taladro.

Las herramientas y medios mecánicos empleados están correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

- *Ejecución material*

El sistema de montaje de apoyo será el adecuado al tipo del mismo y se podrá realizar por el procedimiento que el Contratista considere más conveniente, pero en el caso de no ser el denominado "barra a barra" deberá ser previamente aprobado por el Ingeniero-Director.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo será inferior al determinado como apriete final, debiendo ser el suficiente para mantener unidas las barras.

En caso de roturas de barras y rasgado de taladros por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director y de proceder al cambio de los elementos.

- *Izado*

No podrán comenzar los trabajos de izado de los apoyos antes de haber transcurrido siete días desde la finalización del hormigonado de los mismos.

En todos los casos en que la estructura por su volumen o dimensiones necesite de arriostramiento para su izado, con el fin de evitar deformaciones, éste se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados. El Contratista utilizará para el izado, el procedimiento que estima más conveniente, dentro de los habitualmente sancionados por la práctica (con pluma y cabrestantes, con grúas, etc.), evitando causar daños a las cimentaciones y sin someter a las estructuras a esfuerzos para los que no estén diseñadas.

Cualquiera que sea el procedimiento de izado, el apriete de las barras en el armado será el adecuado para que permita a los taladros en las distintas fases del izado absorber las pequeñas diferencias que se hayan producido como consecuencia de la fabricación del apoyo y la ejecución de las cimentaciones antes del apriete final.

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior a 0,2% de la altura del apoyo.

Con carácter orientativo el par de apriete final de los tornillos de calidad 5.6 será:

M-12	3.00 daN.m
M-14	4.50 daN.m
M-16	7.00 daN.m
M-18	9.50 daN.m
M-20	13.50 daN.m
M-22	18.50 daN.m
M-24	25.00 daN.m

Las partes, por ser de rosca métrica se apretarán con llave dinamométrica y a los pares de apriete recomendados para la tornillería.

- *Izado con pluma*

Cuando se utilice el procedimiento de izado con pluma, se hará siempre con cabrestante y a fin de evitar el pandeo de la misma, el cable de cabrestante deberá deslizarse verticalmente pegado a la pluma, colocándose en la base del apoyo, una polea de reenvío.

Se comprobará el estado de las plumas en todos sus tramos cada vez que vayan a usarse. Una vez izada la pluma, se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida, y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido concebida. Se instalarán como mínimo, 3 vientos dispuestos en estrella. Todos los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje, debidamente diseñados y ejecutados, siendo obligatorio intercalar trácteles o "pull-lifs" para su regulación.

La pluma no podrá suspenderse en el apoyo, excepto en los puntos y de la forma expresamente señalada para ello por el Ingeniero-Director quien indicará además el peso máximo entre pluma y tramo a suspender. El ángulo máximo del eje de la pluma con los estrobos de fijación de la misma al apoyo no superará los 45º.

- *Izado con pluma*

Cuando las condiciones del terreno, de su entorno y de los apoyos a izar lo permitan, se podrán usar grúas en las operaciones de izado, con tal de que el proceso se realice con el conocimiento y aprobación previa del Ingeniero-Director.

Cuando se utilice este procedimiento, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos. Caso de no existir puntos específicos para esta maniobra, se estrobará por las zonas aprobadas por el Ingeniero-Director, a propuesta del Contratista, forrando convenientemente los estrobos para evitar daños.

La estructura será convenientemente arriostrada en las zancas y lugares propensos a deformaciones antes del izado.

Previamente a la operación de izado, el Contratista remitirá al Ingeniero-Director un informe donde se reflejen el nombre y experiencia del gruísta para este tipo de trabajo.

Salvo autorización expresa del Ingeniero-Director no se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados; en cualquier caso el Contratista tomará las precauciones

necesarias en evitación de accidentes. Cumpliendo en todo momento con lo dispuesto en las "Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios" redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y "Prescripciones de Seguridad" para Trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas" de UNELCO-AMYS.

- *Apriete y graneteado*

Una vez que el Contratista haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, deberá proceder al repaso de los mismos, comprobando que han sido colocados la totalidad de los tornillos y realizado de forma sistemática el último apriete de los mismos y el graneteado de las tuercas de los tornillos (3 granetazos en estrella), con el fin de impedir que se aflojen. Una vez finalizado el graneteado de los tornillos y las tuercas se procederá a proteger el conjunto de la oxidación mediante pintura de tipo Frigalván.

- *Maquinaria y herramienta auxiliar*

Toda la maquinaria y herramienta por utilizar en el izado de los apoyos estará dimensionada para soportar los esfuerzos que demande de acuerdo con el tipo y altura del apoyo a izar.

- Camión, para el transporte y acopio de los materiales, provisto de pluma auxiliar y acompañado de grúa para las operaciones de carga y descarga.
- Grúa. Las grúas que se utilicen en las operaciones de izado llevarán en lugar perfectamente visible la placa de características. Deberán ser autopropulsadas, de pluma telescópica y con capacidad y altura suficiente para seguir con corrección las maniobras. Las grúas deberán ineludiblemente disponer de dispositivos de seguridad que incluya como mínimo el limitador de carga.
- Cabrestante de izado, elemento utilizado en la operación de izado con pluma, llevará una placa de características fijas en la que vendrán grabadas en caracteres indelebles el peso de esfuerzo útil, potencia y velocidad en los distintos desarrollos. Asimismo, el Contratista dispondrá de la documentación que justifique las revisiones periódicas. El cable será de las características y

longitud adecuadas y estará perfectamente fijado al extremo del tambor de arrollamiento. Su coeficiente de seguridad será de al menos 6, con relación a los pesos a manejar. Estarán dotados de un sistema de bloqueo manual que impida el movimiento accidental de la pieza elevada.
- Plumas de izado. Serán metálicas y los tramos abrochados con tornillería de alta resistencia.
- Aparejo armado con cable. Compuesto al menos de dos roldanas por cabeza y de giratorio. El número de roldanas estará en función de las cargas de trabajo.
- Trácteles o pull-lifts, utilizados en las operaciones de atirantado de pluma y auxiliares de construcción.
- Eslingas, estrobos y pilotos, los cuales deberán tener marcado o justificada su carga de trabajo.
- Llaves para tornillería, utilizadas para el apriete de los tornillos, será las denominadas llaves de pipa empleadas en sus dimensiones originales (sin suplemento). Para el apriete final se utilizarán llaves dinamométricas (manuales, neumáticas o eléctricas).
- Taquímetro, provisto de anteojo con giro azimutal, para comprobación de la verticalidad de los apoyos en sentido de línea y contra línea.
- Utillaje diverso. Poleas auxiliares de maniobra, con su carga de trabajo marcada; pistolos para anclaje, barrillas y punteros de montaje, granetes, gatos niveladores, calces prismáticos de madera, riostras de madera o metálicas para evitar deformaciones en el izado de las estructuras.

- *Control de calidad*

La verticalidad final del apoyo izado previo al tendido de los conductores, no tendrá una desviación superior al 0,2% de la altura del apoyo.

Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producido como consecuencia de las operaciones desarrolladas, serán subsanados con los productos de protección adecuados, autorizados por el Ingeniero-Director, o en su caso con el cambio completo de elementos defectuosos, a cargo del Contratista.

Se dispondrá en obra de un comprobador de llaves dinamométricas.

El Contratista deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director el protocolo de revisión de apoyos de línea.

- *Normas de seguridad específicas*

El equipo de protección personal utilizado deberá constar de casco con barboquejo, guantes de cuero, botas de seguridad, cinturón de seguridad y paracaídas (método "línea de vida"), debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de que ocurra algún percance.

Las herramientas y medios mecánicos empleados estarán correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

Cuando se utilice el cabrestante en el izado estará anclado al terreno y situado a una distancia tal que no pueda ser alcanzado por la caída fortuita de la pluma o tramos de apoyo que se están izando. Deberá disponer de puesta a tierra.

Cuando para el izado se utilice grúa, las señales entre el jefe de maniobra y el gruista serán las especificadas para estos casos, debiendo figurar en el cuadro de maniobra de la grúa. La grúa se asentará en terreno firme y resistente que impida el hundimiento de los gatos hidráulicos que la sustentan, colocando cuando sea necesario, los elementos auxiliares para lograr una correcta distribución de la presión sobre el terreno y poniendo el chasis de la grúa a tierra.

- **Tomas de tierra**

Definición de toma de tierra de los apoyos

Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.

- Toma de tierra del apoyo. Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.
- Toma de tierra de cada pata. Es la que se instala en cada hoyo de cimentación, bien de trate de apoyos monobloques o de cada cimentación de apoyos de patas separadas.
- Mejora de la toma de tierra. Es la parte de la toma de tierra formada por anillos y antenas y cuyo fin es rebajar el gradiente de potencial en las proximidades del apoyo y disminuir la resistencia de la toma de tierra del apoyo.

Reglamentación y normativas aplicables

Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

- *Normativa sobre clasificación de zonas de situación de apoyos*

En el ámbito de esta especificación las zonas en las que pueden quedar situados los apoyos se clasifican en:

  - Zonas de pública concurrencia (P.C.)
  - Zonas frecuentadas (F)
  - Zonas no frecuentadas agrícolas (N.F.A.)

A continuación, se define cada una de las zonas, indicando de forma concreta detalles que puedan ayudar al proyectista en su clasificación correcta.

- *Zonas de pública concurrencia*

Se consideran como tales las siguientes:

  - Casco urbano y parques urbanos públicos.
  - Áreas públicas destinadas al ocio cultural o recreativo, tales como parque deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
  - Lugares de celebración habitual de romerías, festivales, concursos, actos políticos, sindicales, religiosos, mercados, ferias de ganado, etc.
  - Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

- *Zonas frecuentadas*

Se considerarán zonas frecuentadas las que, no estando incluidas en el apartado anterior se hallen próximas a las anteriores.

Se consideran también como tales:

  - Zonas próximas a viviendas, carreteras, caminos de servicio de los que sean titulares el Estado, entidades autónomas, entidades locales y demás personas de derecho público, o aquellas construidas por personas privadas con finalidad análoga.
  - Fuentes y pozos de utilización habitual. Zonas de huertas.
  - Instalaciones agropecuarias en la proximidad de establos o edificaciones.
  - Proximidad a ermitas.

- *Zonas no frecuentadas agrícolas*

Se considerarán comprendidas en este tipo aquellas zonas que, no estando incluidas en los apartados anteriores, se hallen o puedan estar sometidas a explotación agrícola o bien a explotación ganadera en terreno cercado.

- **Instalación de conductores**

Instalación de conductores desnudos

Los trabajos comprendidos en este apartado son los correspondientes a:

- Condiciones generales.
- Colocación de cadenas de aisladores y poleas.
- Instalación de protecciones en cruzamientos.
- Tendido de los conductores y cables de tierra.
- Realización de empalmes y amarres.
- Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos.
- Tensado.
- Regulado y medición de flechas.
- Compensación de cadenas e instalación de grapas suspensión.
- Elementos de unión y puentes.
- Colocación de antivibradores y contrapesos.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad específicas.
- Maquinaria auxiliar.

Condiciones generales

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo.

El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Ingeniero-Director.

Antes del inicio de los trabajos, se hará conjuntamente por parte del Ingeniero-Director y del Contratista una revisión de cada uno de los apoyos del cantón, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos. En caso de que el Ingeniero-Director lo considere oportuno, se realizará una prueba del equipo de tendido, herramientas y útiles a emplear.

Cualquier diferencia de longitud que el Contratista hallara al ser tendido el cable, deberá ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director por escrito.

Colocación de cadenas de aisladores y poleas

Las cadenas de aisladores, tanto de suspensión, como de suspensión-cruce o de amarre tendrán la composición indicada en los planos de montaje del presente proyecto. En el plano de perfil de la línea se reflejará el tipo de cadena a instalar en cada apoyo. La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación, comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta a almacén y sustituida por otra.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos.

Su elevación de hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos. A tal fin, las cadenas cuya composición sea igual o superior a 12 elementos, se montarán disponiéndolas en el interior de armaduras que aseguren el cumplimiento de lo expuesto.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores una vez montados quedarán mirando hacia la torre.

Instalación de protecciones en cruzamientos

Son los dispositivos que deben colocarse en los cruzamientos con carreteras, caminos, líneas eléctricas y telefónicas etc., antes de iniciarse el tendido de los cables, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de comunicación sin interrumpir la circulación.

Estarán compuestas, como mínimo, por 2 pies derechos y 1 travesaño horizontal que deberá ser de madera o material de similar dureza. El número de travesaños y pies derechos será tal que la longitud total de la protección exceda, como mínimo, 2 metros a cada lado del ancho total de la línea.

En los cruzamientos con caminos, líneas de Baja Tensión y líneas telefónicas se instalará una protección, por delante del obstáculo a cruzar y en el sentido de la línea a tender.

En los cruces con carreteras y autopistas se instalará una protección a cada lado de las mías. Y una en la mediana de separación en el caso de autopistas. En ambos casos se instalará una red que proteja las vías de posibles caídas de los cables.

Su instalación se realizará de forma que cumpla los Reglamentos vigentes para los servicios cruzados.

Estarán convenientemente atirantadas con un cable de acero de 9mm de diámetro.

Si los pies derechos van empotrados, su profundidad mínima será de 1,30 m para una altura hasta 8 metros, aumentando en 0,10 m por cada metro de exceso.

Cuando sea necesario el acoplamiento de postes, éste se realizará por medio de piezas metálicas adecuadas.

En los cruzamientos con líneas eléctricas se tomarán todas las precauciones (cortes de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el Contratista de lo que pudiera suceder, eximiendo en todo momento de responsabilidad al Ingeniero-Director.

El Contratista deberá solicitar los cortes de tensión con quince (15) días de antelación. Las líneas de tensión inferior a 66kV, podrán ser puenteadas por el Contratista con cable aislado siempre que lo considere oportuno el Ingeniero-Director. En todo momento se contará con el permiso de la Compañía Suministradora para realizar estos trabajos, estando siempre presente un responsable de la esta para la observación de la ejecución de los trabajos. Asimismo ésta facilitará al Contratista el cable aislado necesario para realizar un "by pass" de la línea de 66 kV.

Tendido de los conductores y cables de tierra

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolo por las poleas situadas en los apoyos, las cuales se colocarán a la altura de fijación de los cables, esto es, en las cadenas de suspensión, en los apoyos de alineación, y en la punta de cruceta, en los de amarre.

Se denomina "serie" el tramo de línea comprendida entre dos apoyos de amarre entre los que se tenderá un conductor o una bobina. Una serie podrá comprender varios cantones.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables deslizan suavemente sobre las poleas.

Contratista elegirá los emplazamientos de los equipos de tendido y de las bobinas teniendo en cuenta la longitud de las mismas, el número y la situación de los apoyos de amarre y las prescripciones que señala el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, respecto a la situación de empalmes. Con anterioridad suficiente, el Contratista presentará para su aprobación, el Plan General de Tendido, en el que se indicará, para cada serie, la ubicación de la maquinaria, bobinas, longitud de la serie, longitud de las bobinas y posible punto de empalme.

El criterio a seguir es tender bobinas completas y las combinaciones de las mismas a que diera lugar en cada serie particular, incluso su tendido parcial sucesivo o en series discontinuas, a fin de evitar en la medida de lo posible los sobrantes de cable y la realización de empalmes.

Se podrá tender más de una bobina por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de freno. En este caso la unión de ambas bobinas, durante el tendido, se realizará mediante una camisa de dos puntas o cualquier otro tipo de empalmes provisional. Queda totalmente prohibido el paso de un empalme definitivo por una polea, durante el tendido.

El cable se sacará de las bobinas mediante giro de las mismas. Este giro deberá efectuarse en el sentido impuesto por el fabricante.

Las bobinas se instalarán sobre gatos o soportes adecuados al peso y dimensiones de la misma.

Estos gatos deberán disponer de elementos de nivelación mecánica y frenos adecuados para conseguir que el cable entre en la máquina de freno con tracción mecánica, evitando así que se aflojen las capas del cable en la bobina.

Las bobinas se situarán perfectamente alineadas con la máquina de freno y traza de la línea.

El despliegue de los cables se efectuará con máquina de freno, para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, o cualquier otro obstáculo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar posibles deterioros.

En los conductores que se observen rozamientos o rotura de alguna vena, bien procedente de fábrica o producidos durante el tendido, se podrán utilizar varillas o manguitos de reparación, o bien un empalme completo, si respecto a su situación el Reglamento lo autoriza. En todos los casos la reparación a efectuar deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero-Director.

La máquina de freno deberá estar convenientemente anclada al terreno mediante el suficiente número de puntos, de forma que quede asegurada su inmovilidad. Nunca podrán utilizarse los apoyos, cimentaciones o árboles para realizar el anclaje de las mismas.

Las máquinas de freno y de tiro deberán situarse a una distancia de los apoyos tal, que el ángulo que forme el cable, a la salida o llegada de las mismas, con la horizontal, no supere los 26º. En la práctica se puede decir que:

"El cabrestante o freno se situará a una distancia mínima de la torre, que sea doble de la que hay entre la cota donde se instale la máquina y la polea superior en la torre".

Para el manejo de cada una de estas máquinas deberá disponerse como mínimo de dos operarios dotados de emisoras que comuniquen perfectamente entre ellos.

En las líneas de media tensión con una longitud inferior a 300 m, y siempre que la sección del conductor no justifique la utilización de maquinaria y quede garantizado que el conductor no rozará con algún obstáculo, podrá autorizarse el tendido sin máquina de freno, sustituyéndola por gatos con sistema de freno efectivo. Todo lo mencionado se concederá con la autorización por escrito del Ingeniero-Director.

Durante el despliegue de los cables se situarán los operarios necesarios, provistos de emisoras, y en disposición de detener la operación de tendido de inmediato. Será necesario disponer de un operario en cada punto de cruce importante de la línea (carreteras, líneas eléctricas, obstáculos importantes, etc.).

La tracción de tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales. Como máximo, esta tracción será del 70% de la necesaria para colocar los cables a su flecha. Esta tracción deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie.

Una vez definida la tracción máxima para una serie, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro y no podrá variarse el mismo sin contar con la autorización expresa del Ingeniero-Director.

Los cables pilotos empleados para ejercer la tracción sobre los cables deberán ser flexibles y antigiratorios, con una carga de rotura tal que el coeficiente de seguridad mínimo durante el tendido sea de cinco (5).

La unión del piloto al conductor se realizará mediante bulones de rotación (giratorios), para compensar los efectos de torsión.

La longitud de la serie a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio se puede considerar un máximo de 20 poleas por conductor y tramo, aunque este número se reducirá si existen poleas muy cargadas. No podrá iniciarse el tendido de un cable si se prevé que no podrá finalizarse en el día. No podrá detenerse la operación de tendido por un periodo mayor de dos horas. Según se vayan terminando los distintos cantones, se irá retirando el material sobrante así como las bobinas vacías de manera que éstas estorben el menor tiempo posible.

Los daños producidos durante el tendido serán por cuenta del Contratista.

Realización de empalmes y amarres

- Grapas de amarre de compresión

El Contratista en caso necesario, dispondrá para la realización de la compresión de grapas de la prensa hidráulica adecuada con sus matrices correspondientes al diámetro de los conductores.

Las grapas de compresión, deberán ser limpiadas interior y exteriormente con cepillos y baquetas adecuados, debiendo limpiar el cable con gasolina en la zona donde se realizará la comprobación. Caso de efectuarse esta operación, sobre el terreno, se instalará una lona de al menos 2 x 2 metros, sobre la que se dispondrán las piezas necesarias y el utillaje. El corte de hilos de aluminio se realizará con útil adecuado (terraja cortadora o sierra) para no dañar jamás el alma de acero. Nunca podrá utilizarse tijeras o cizallas. Para evitar que se aflojen los hilos se colocarán unas retenciones de alambre al cable, por el punto de corte.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- Deslizar el cuerpo de grava sobre el conductor.
- Se dejará al descubierto el alma de acero con una longitud aproximada un 20% mayor que la longitud de la caña del émbolo de la grapa.
- Para evitar la oxidación se pintará con una pasta espesa de cromato de cinc o minio de plomo y aceite de linaza, el(los) extremo(s) del alma de acero del cable, antes de entrar en el manguito de acero, y el manguito de acero después de comprimido.
- Introducir el alma de acero en la caña del émbolo, haciendo tope en el fondo de éste.
- Comprimir con la matriz adecuada al diámetro del conductor, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el émbolo (desde la zona ondulada hacia el conductor).
- Limpiar con cepillo cuidadosamente e impregnar con grasa selladora toda la zona que quedará cubierta con el cuerpo de aluminio.
- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el émbolo.
- Elegir la posición del émbolo (según interese por la posición de la cadena) mediante las muescas de la pala del cuerpo y el pivote situado en la balona o tope del émbolo.
- Comprimir con la matriz indicada la zona de grapa correspondiente a las ondulaciones del émbolo, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Comprimir con la misma matriz la zona de grapa correspondiente al conductor siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Una vez comprimido el émbolo se efectuará la medida de la distancia entre caras del hexágono resultante, que será una media de 3 medidas efectuadas entre cada pata de caras. Esta medida se comparará con la medida que viene marcada por el fabricante en dicho émbolo. Análogamente, una vez comprimido el conjunto del émbolo cuerpo grapa, se repetirá la operación anterior, pero en este caso la media se efectuará con 12 medidas de las cuales 3 de ellas se efectuarán en la zona de émbolo y el resto en la zona del conductor.

Se pondrá especial cuidado en que no se produzca embolsamiento del aluminio a la salida de la grapa. Todas las grapas comprimidas serán realizadas siempre en presencia del Ingeniero-Director, quien

grabará una contraseña en la parte externa sin lo cual no podrán ser regulados los conductores. A todas las uniones atornilladas o comprimidas así como en las bocas de las grapas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

- **Grapas de amarre helicoidales (Retenciones Terminales Preformadas)**

En las líneas de Distribución hasta 36 kV, en los amarres se utilizarán grapas de amarre helicoidales también denominadas retenciones terminales preformadas, que basadas en el arrollamiento helicoidal de las varillas preformadas, proporcionan una fuerza de agarre radial y constante sobre el conductor, no inferior al 90% de la carga nominal de rotura del propio conductor.

Empalmes y manguitos de separación

Todo lo indicado para las grapas de comprensión, con relación a las medidas a tomar con respecto a limpieza, corte del conductor, medidas de hexágonos, embolsamientos de aluminio, supervisión, cintas auto-oxidantes, etc., será de aplicación a la ejecución de empalmes haciendo la consideración de que para éstos se sustituirán los émbolos por manguitos y con relación a los manguitos de separación, las de limpieza, medidas de hexágonos, etc.

Durante la sustitución de los empalmes provisionales por los definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto del conductor se mantenga con la tracción necesaria para que no llegue a tocar en tierra.

En el caso de empalmes, se tomarán las medidas necesarias para conseguir que el manguito de

acero quede perfectamente centrado respecto al de aluminio, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos

Antes de iniciar las operaciones de tensado, se atirantarán las torres de amarre de principio y final de la serie, siempre que no sean torres de fin de línea, en sentido de la línea y como un ángulo de los tirantes con la horizontal de 30º. Las crucetas de estos dos apoyos deberán ser atirantadas, siempre, para contrarrestar los esfuerzos verticales a los que se verán sometidas.

El resto de los apoyos de amarre de la serie se ventearán en sentido contrario al del tensor que se venga efectuando. Este atirantado puede obviarse, contando con la autorización expresa del Ingeniero-Director, siempre que se colocaran en su posición de amarre los cables de dos cantones contiguos, con su tensión mecánica en ambos lados del apoyo. Esto es, de forma que el apoyo quede con la tensión mecánica equilibrada en ambos lados. Las crucetas de estos apoyos sí deberán ser atirantadas siempre.

El atirantado, tanto horizontal como vertical, se realizará con cables de acero sección adecuada al esfuerzo que van a estar sometidos, afectados por un coeficiente de seguridad mínimo de 5.

Cada uno de estos tirantes llevará intercalado un tráctel que permita aumentar o disminuir la tracción del tirante.

Tensado

Esta operación, posterior a la de tendido, consiste en poner a flecha aproximada los cables de la serie, previo amarre de los mismos en uno de sus extremos, por medio de las cadenas y grapas correspondientes, sin sobrepasar nunca la tensión de flecha. En caso de que la serie esté formada por más de un cantón, la tensión a la que llevará toda la serie será inferior a la menor de todos los cantones.

Las operaciones de tensado podrán realizarse con un cabrestante, tráctel o cualquier otro tipo de maquinaria o útil adecuado, que estará colocado a una distancia horizontal mínima del apoyo de tense, igual a dos veces y media la altura del mismo, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes de entrada y salida del cable piloto a su paso por la polea no sea inferior a 150º. Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán los cables a sacudidas.

Los cables deberán permanecer sin engrapar un máximo de 48 horas, colocados en su flecha sobre poleas antes del regulado, al objeto que se produzca el asentamiento de los cables.

- *Instrucciones para la realización del tensado*

A cada uno de los tramos en que quede dividida la línea entre cadenas de amarre la denominaremos "cantón". Queda terminantemente prohibido tensar con las pinzas de amarre.

Regulado y medición de flechas

- *Regulado*

Una vez se haya producido el asentamiento de los cables, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las Tablas de Tendido para la temperatura del cable en ese momento.

El afino de la regulación se hará con cabrestante auxiliar de mano colocado en serie con la máquina o sistema de tracción y la comprobación por medio de la flecha.

Para efectuar la operación de regulado, se divide la longitud de la línea en tramos de longitud variable, según sea la situación de los apoyos de amarre. A cada uno de estos tramos entre cadenas de amarre se le denominará "cantón".

Se denominan "Vanos de Regulación" de un cantón aquéllos en los que se ha de medir la flecha, es decir, donde se ha de efectuar la regulación de los conductores. Se elegirá como tales los de mayor longitud y menor desnivel. Los denominados como "Vanos de Comprobación" son aquellos en los que se contrastarán los errores motivado por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Dependiendo de la longitud del "cantón", el perfil del terreno, y la uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

1 Vano de regulación	1 Vano de comprobación
1 Vano de regulación	2 Vanos de comprobación
2 Vanos de regulación	3 Vanos de comprobación

No debiendo quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar. En todo caso el Ingeniero-Director decidirá el número de vanos de regulación y de comprobación necesarios.

La operación de regulado se realizará por medio de pull-lifts o trácteles en la cruceta punto de amarre o cabrestante situado en el punto de tiro del conductor. El tensado de los conductores se efectuará con arreglo a las tablas de tendido. La longitud de los vanos y desniveles será facilitada por el Contratista de las medidas tomadas una vez instalados los apoyos.

Si existen árboles que puedan estorbar para la regulación porque los conductores descansen en ellos, en su posición normal, deben ser cortados antes de la regulación y su necesidad se preverá con el tiempo suficiente para obtener el permiso necesario.

Si en un mismo cantón se han marcado dos vanos como de regulación, ésta debe ejecutarse simultáneamente en ambos, disponiendo el Contratista de los medios de comunicación necesarios para que las órdenes de tirar, aflojar y parar lleguen al cabrestante auxiliar de mano de forma simultánea, y si a éste llegan dos órdenes contradictorias, primero se ejecutará la del punto más alejado.

- *Medición de flechas*

La medición de las flechas, deberá realizarse con aparatos topográficos de precisión o por el método de tablillas utilizando un teleflechas u otro dispositivo óptico similar.

Para la determinación de la temperatura, se utilizará un termómetro centesimal, instalación en un trozo de conductor o bien alojado en el mismo en sustitución del alma de acero. Se instalará el termómetro a la altura de las crucetas y si la serie tiene una longitud superior a un kilómetro, se colocarán tantos termómetros como vanos de regulación tenga, durante un tiempo mínimo de 30 minutos. Si la diferencia de temperatura entre dos puntos cualesquiera fuera de ± 5ºC no podrá regularse.

En cualquiera de las operaciones tanto de tensado, regulado, marcado y correcciones a que diera lugar se mantendrá la instrucción anterior sobre los ± 5ºC.

El Contratista deberá marcar las flechas correspondientes a los vanos de regulación y comprobación en la situación mencionada en el plano correspondiente como la de "Flechas sobre poleas" para las operaciones de tensado y regulado, estableciéndose las correspondientes a "Flechas definitivas" para la comprobación final.

Cualquier variación de la Temperatura en ± 5ºC sobre la fijada para el marcado de flechas dará lugar a la corrección de las marcas para los distintos cables de la serie en las diversas operaciones.

Las tolerancias admisibles en las medidas de las flechas de los cables para cada uno de ellos, así como respecto a la de su situación en el conjunto serán:

- **Para cada cable independiente**

  En los vanos de la regulación y comprobación ± 2% de la flecha teórica con un máximo admisible de ± 50 cm. En el resto de los vanos, las tolerancias anteriores afectadas por el coeficiente 1,20 es decir, ± 2,4% con un máximo admisible de ±60cm.

- **Para el conjunto de los cables**

  Tanto en el plano vertical como en el horizontal, ± 2% de la flecha teórica, con un máximo de ± 50cm. Una vez efectuado el regulado, se comprobarán las flechas en los vanos correspondientes antes de iniciar las operaciones de engrapado.

Compensación de cadenas e instalación de grapas de suspensión

- *Compensación de cadenas*

Esta operación se realizará como mínimo a partir de las 48 horas siguientes al regulado contándose con la autorización previa del Ingeniero-Director.

En aquellos cantones en que por razón del perfil del terreno, los apoyos se hallen enclavados a niveles muy diferentes, el Contratista deberá conseguir mantener constante la tensión horizontal del conductor en las grapas de suspensión para la temperatura más frecuente del año y, por lo tanto, la verticalidad en las cadenas de aisladores de suspensión. No se admitirá que las mencionadas grapas se desplacen en sentido de la línea, un valor superior al 1% de la longitud de la cadena.

El proceso de compensación de cadenas será el siguiente:

- Se tomará como base la tabla de corrección de cadenas de cada uno de los cantones, en la que vendrá indicada la magnitud en cm de la corrección y el sentido de la misma.
- Se determinará como punto de referencia para las magnitudes de corrección, la proyección vertical del punto de fijación de la cadena sobre el conductor.
- A partir de este punto de referencia y con el sentido indicado en las tablas se llevará la magnitud de corrección correspondiente, que dará lugar a la marca del punto de engrape.
- Esta operación se repetirá en todas las torres de suspensión del cantón antes de proceder al engrapado.
- Si una vez engrapado el conductor se comprueba que por no haberlo marcado bien la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la cadena no queda dentro de los límites de tolerancia indicados, se procederá a desengrapar el conductor y a engrapar de nuevo considerando dichos límites de tolerancia.

- **Instalación de grapas de suspensión**

Las grapas de suspensión armada serán instaladas sobre la segunda marca, una vez efectuada en la compensación.

El procedimiento de instalación es el siguiente:

- En primer lugar procederemos a instalar los manguitos de neopreno, centrándolos en el punto de engrapado ya definido; las dos mitades de los manguitos quedarán situadas de forma que su plano de unión sea horizontal.
- En segundo lugar se procederá a la colocación de las varillas de protección comenzando su instalación por el centro de la misma, aplicándose sobre el conducto primero hacia un extremo y después hacia el otro.
- El sentido del cableado de las varillas deberá ser el mismo que el de la capa externa de conductor sobre el que vaya a ser aplicado.
- Una vez finalizada la colocación de todas las varillas se procederá a la instalación de la grapa de suspensión.

Una vez terminada la operación de engrapado y amarrado de la serie, se comprobarán la flechas de los vanos de regulación y comprobación las cuales deberán coincidir con las indicadas en las Tablas de Tendido como "flechas después de engrapado". Posteriormente, se comprobará la situación de "verticalidad" entre sí de las cadenas de suspensión, en cada apoyo.

- *Elementos de unión y puentes*

La brida de unión de la grapa de amarre de compresión con el puente postizo, se entregará cubierta con un papel especial que no se quitará hasta el momento del montaje de los puentes. Tanto en bridas, como en todas las uniones a través de las cuales circule la corriente, se usará una impregnación conductora, de la que de ninguna forma se puede prescindir. A todas las uniones atornilladas o comprimidas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

Asimismo, es fundamental dar el correspondiente par de apriete a los tornillos de todos los elementos

cogidos al conductor ya que de no ser así, las vibraciones del conductor pueden aflojarlos, con el consiguiente riesgo de avería ("punto caliente").

Para las líneas de Distribución se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las conexiones o empalmes en cobre-cobre o aluminio-aluminio se realizarán mediante manguitos a compresión adecuados al conductor respectivo, evitándose la tornillería, pero cuando sea imprescindible instalarla, ésta será de acero inoxidable calidad AISI/316 o equivalente en la norma europea.
- Las conexiones "bimetálicas" se realizarán mediante conectores de cuña a presión protegidos con masilla dieléctrica y las cubiertas adecuadas según las secciones de los conductores y especificaciones del fabricante y teniendo muy en cuenta que el aluminio irá siempre en la parte alta y el cobre en la parte baja.
- Las conexiones bimetálicas se utilizarán para las conexiones de conductores de distinta naturaleza como Aluminio y Cobre, así como para las conexiones de Aluminio con aluminio. Para la conexión cobre-cobre sólo se utilizarán piezas de cobre, nunca "bimetálicas".
- Los trabajos a compresión se harán con las matrices adecuadas. La compresión se hace en el cobre sin punzonado y en el aluminio con punzonado. En cualquier caso, se limpiará muy bien los conductores y se les dará grasa de contacto antes de hacer los empalmes.
- Las conexiones o empalmes "bimetálicos" se realizarán mediante cuñas a presión de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

No se efectuará ningún empalme que quede sometido a tracción mecánica. Los "puentes" de conexión a la aparamenta serán lo más corto posible y con terminales reforzados.

En los puentes flojos se cuidarán su distancia a masa, y la verticalidad de los mismos así como, su homogeneidad.

PUENTES FLOJOS		
TENSION EN	Nº DE ELEMENTOS POR	ALTURA DEL PUENTE [1]
20	3 y 4	80
66	8	180
132	12	200
220	24	280

[1] Distancia mínima entre el conductor y las partes metálicas de la cruceta.

Control de calidad

Antes de iniciar los trabajos se realizará una revisión conjunta por parte del Ingeniero-Director y el Contratista, de las herramientas, útiles, máquinas a emplear en la realización de los trabajos. En el transcurso de la obra en intervalos comprendidos entre uno y medio y dos meses, se realizarán revisiones similares a la antes mencionada.

Ninguna modificación de los elementos definidos para la obra (programa, persona, maquinaria, herramienta y proyecto) podrá ser realizada sin la autorización previa del Ingeniero-Director.

El Contratista, deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director los siguientes protocolos:

- Protocolo de mantenimiento de las máquinas y herramientas principales a utilizar en los trabajos: Vehículos, cabrestante, freno, poleas, trácteles, pull-lifts, carros, llaves dinamométricas, etc., así como de sus revisiones periódicas.
- Protocolo de tendido de conductores y medición de empalmes y grapas, como indicación de los datos complementarios, relación de bobinas empleadas en cada cantón indicando longitud empleada y metros sobrantes.
- Protocolo de comprobación de regulado de las flechas de cada cantón, en los vanos de Regulación y Comprobación, así como las temperaturas y las tolerancias en flecha.
- Relación de daños producidos tanto a terceros como a instalaciones de la obra, incluidos los materiales que le hayan sido suministrados por parte de la Propiedad.

El Contratista al finalizar cada uno de los cantones, cumplimentará un protocolo, donde se reflejarán los datos reseñados en el proyecto para cada vano y la situación real de la construcción, así como un resumen del estado de los caminos, accesos y modificaciones del entorno, que deberá entregar al Ingeniero-Director, así como las fichas anteriormente mencionados. Estos datos se harán llegar a la Propiedad.

Asimismo, dispondrá en obra de los siguientes elementos, tarados oficialmente:

- Comprobador dinamométrico para llaves.

  Dinamómetro de 4 T.

El Ingeniero-Director podrá realizar todos los controles e inspecciones que estime oportuno en cualquiera de las instalaciones o equipos, relacionados con la obra, así como en documentación preceptiva, en los plazos señalados y en cualquier otro que pudiera parecerle conveniente.

Normas de seguridad específicas

Tanto el cabrestante como el freno deberán disponer de elementos de puesta a tierra. El Contratista, dispondrá de los juegos de puesta a tierra necesarios, así como de detectores de tensión a distancia preferentemente de tipo acústico.

En todos los cruzamientos que se efectúen con líneas eléctricas, además de la utilización de las protecciones indicados en el apartado referente a la "INSTALACION DE PROTECCIONES EN CRUZAMIENTOS", deben comprobarse (cuando la línea a cruzar esté en descargo) la ausencia de tensión

colocándose las puestas a tierra correspondientes en ambos extremos del vano del cruce. Solo se cruzarán líneas con tensión cuando la misma esté constituida por cable aislado convenientemente protegido para evitar que una caída fortuita del cable pueda dañar el aislamiento y energizar el conductor que se esté tendiendo.

En todos los trabajos en proximidad de elementos con tensión eléctrica, se observará lo dispuesto en las "Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios" redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y "Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas" de UNELCO-AMYS.

En los cruzamientos sobre vías públicas de comunicación se situarán operarios a ambos lados del cruzamiento, según lo dispuesto en el vigente Código de Circulación, provisto de emisoras y de señales indicadoras de peligro, disponiendo asimismo la instalación de las señales de tráfico reglamentarias.

En los casos, en los que por la trascendencia del cruzamiento se estimara oportuno, se utilizarán elementos complementarios de seguridad para prevenir los posibles deslizamientos de vanos o rotura de los dispositivos de tense (estrobos fiadores, doble sistema de los elementos de tensa independientemente de la tracción, fiadores de las cadenas de suspensión, etc.). Estas medidas complementarias se dispondrán en todas las operaciones de tendido, tensado y regulado, hasta el amarre completo de la serie.

Cesarán los trabajos en los cables, cuando exista riesgo de tormenta eléctrica en la zona.

Los elementos de comunicación (radioteléfonos) deberán ser probados antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido, tensado o regulado.

Las poleas, giratorios, camisas, etc., deberán tener grabada su carga de trabajo.

Se dispondrá de un Plan de Seguridad para atención y evacuación de accidentados.

Maquinaria auxiliar

El Contratista deberá aportar toda la maquinaria y herramienta necesaria, para realizar con las debidas garantías técnicas la instalación de conductores, cables de tierra y accesorios. A este fin el Contratista deberá facilitar al Ingeniero-Director, para su aprobación, una relación de las herramientas y maquinaria que se van a emplear en las distintas operaciones de tendido. La aceptación de esta maquinaria dependerá exclusivamente del criterio del Ingeniero-Director.

- **Pintado de los apoyos**

No es objeto de este Pliego describir cómo se debe aplicar una protección superficial de los apoyos a base de pintura.

- **Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos**

Los apoyos llevarán la siguiente identificación:

- Numeración.
- Nombre de la Línea.
- Advertencia del riesgo eléctrico.

Fijación de la identificación

En el caso de la numeración, ésta irá rotulada con plantilla.

Las placas con el nombre de la línea y con la advertencia de riesgo eléctrico se sujetan de la forma que se describe a continuación, siempre y cuando el montante del apoyo traiga de fábrica un taladro exprofeso para su fabricación. Se prohíbe terminantemente realización de taladros para la fijación de las placas.

Para la fijación de la placa se empleará uno de estos métodos.

- Brida + Prolongación.

La brida se sujeta al montante del apoyo, y la placa se fija en la prolongación.

- Cinta adhesiva de doble cara de espuma acrílica.

Se prestará especial atención en la esmerada limpieza de las partes a unir.

Líneas de media tensión

Cada apoyo dispondrá de:

- Una numeración de apoyo.
- Una placa de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-21 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS).

3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

3.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones que se han adoptado para la ejecución de las obras concernientes a la instalación y puesta en funcionamiento de centros de seccionamiento.

3.2 LOCAL

La ubicación se determinará considerando los aspectos siguientes: El local de todo CPM tener acceso directo desde la vía pública, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos. Tendrá una acera exterior, preferentemente de al menos de 1,10m de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto. Los viales para el acceso al CPM deben permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes de aquél, hasta el lugar de ubicación del mismo. En ningún caso se admitirá el acceso a través de garaje o pasillo interior de un edificio, ni tampoco a través de zonas que no sean comunes. El acceso estará situado en una zona que con el CPM abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

El local estará convenientemente defendido contra la entrada de aguas en aquellos lugares en que haya posibilidad de inundaciones o en las zonas de alto nivel freático. En todo caso, dicho nivel freático se encontrará como mínimo 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del CPM.

3.2.1 DIMENSIONES

Las dimensiones del CS deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación; Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.
- La instalación de las celdas prefabricadas de MT.

Para determinar las dimensiones del CPM se establecen los siguientes criterios:

a) Se instalará el conjunto de las celdas de forma alineada. Debe dejarse el espacio libre necesario para una celda adicional, en previsión de una posible ampliación.

b) Se tendrán en cuenta las superficies de ocupación de la aparamenta y las de pasillos o zonas de maniobra.

c) Aquellas partes en tensión que puedan ser accesibles deberán quedar perfectamente delimitadas y protegidas, respetándose las distancias indicadas en la Tabla 1 del RD 614/2001 de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

3.2.2 SUPERFICIES DE OCUPACIÓN

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del CPM se tomarán en consideración las dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra según ITC-RAT 14, no se incluye la separación a pared de la aparamenta que debe facilitar el fabricante. En el diseño de CPM las zonas de servidumbre podrán superponerse. Se entiende por zona de servidumbre aquella necesaria para hacer maniobras y efectuar el montaje y desmontaje de la aparamenta, su ancho de pasillo es el reglamentario.

3.2.3 VENTILACIÓN

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC RAT-14 apartado 3.3, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejas de ventilación se diseñará procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre los equipos. Cuando sea necesario el empleo de la ventilación forzada, ésta deberá disponer de dispositivo de parada automática para su actuación en caso de incendio (ITC RAT-14).

3.2.4 INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTIVIBRATORIAS

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se preverá que los centros de seccionamiento lleven el correspondiente aislamiento acústico y medidas antivibratorias, de forma que con el CS en servicio, no se transmitan niveles superiores a los admitidos por las Ordenanzas Municipales si las hubiere, o en su defecto 40 y 30 dbA, respectivamente, según recomienda la Norma Básica de la Edificación vigente. El aislamiento acústico y antivibratorio cumplirán con la Norma ONSE 34.20-12.

3.2.5 MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se tomarán las medidas de protección contraincendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 4.1 del ITC-RAT 14.

3.2.6 CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA

La solera soportará los esfuerzos verticales asignados para los forjados para cargas fijas y móviles antes indicadas. Cuando sea necesario, en la construcción de CPM en edificio independiente, deberá realizarse un estudio geotécnico simplificado (un sondeo) para determinar si el terreno admite cimentaciones superficiales directas. En caso de que las características del terreno no admitan este tipo de cimentaciones, se realizarán cimentaciones profundas con micropilotes, o se estudiará un nuevo emplazamiento.

Cuando la solera sea de obra de fábrica, se hará con una capa de mortero de una composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión, estará elevada como mínimo 0,20 m sobre el nivel exterior y contendrá el mallazo equipotencial. Tendrá una ligera pendiente hacia el exterior o un punto adecuado de recogida de líquido, en el propio CPM.

3.2.7 CANALIZACIONES DE ENTRADA DE CABLES

Los cables entrarán al CPM a través de pasamuros estancos o tubos, llegando a las celdas correspondientes por un sistema de fosos o canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro PN 160, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Los que no se utilicen se sellarán con espumas impermeables y expandibles.

Los fosos o canales de cables tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables.

En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

3.2.8 PISO Y MALLAZO

El CPM estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial para lo cual en el piso y a 0,10 m de profundidad máxima se instalará un enrejado de acero, formado por redondo de 3 mm de diámetro como mínimo, con los nudos electrosoldados, formando una malla no mayor de 0,30 x 0,30 m.

El enrejado se unirá a la puesta a tierra de protección mediante una pletina metálica o conductor de acero o cobre que sobresalga 0,50 m por encima del piso del CPM, de sección mínima igual a la del enrejado.

3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.3.1 CABLES DE MT

Los valores mínimos que deben tener los radios de curvatura que deben respetarse al instalar cables unipolares de aislamiento seco es 10 (D+d), siendo D el diámetro del cable y d el del conductor.

En el caso de centros de seccionamiento interior cuya alimentación provenga de una línea aérea, la entrada de líneas al CPM será subterránea con conversión aerosubterránea en apoyo, entrando con cable seco de las características antes indicadas.

Los terminales serán del tipo enchufables.

3.3.2 APARAMENTA DE MT

La aparamenta de MT será del tipo denominado bajo envolvente metálica, con dieléctrico y corte en SF6 del tipo "extensible". Las características eléctricas de la aparamenta y el cumplimiento de las Normas deberá garantizarse mediante el correspondiente protocolo de ensayo. Los fusibles empleados en la protección de los transformadores serán del tipo "limitadores" de alto poder de ruptura (APR), que deberán cumplir con las Normas UNE 21.120 y ONSE 54.25-01, y los compartimentos dispuestos para

alojar esos fusibles serán compatibles con las dimensiones de los fusibles indicadas en dicha Norma ONSE 54.25-01.

3.3.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES EN MT

En caso de paso aéreo-subterráneo, se instalarán pararrayos de óxido metálico. Se colocará un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80%.

3.3.4 ALUMBRADO

Para el alumbrado interior del CS se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir al menos un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo dos puntos de luz. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma, que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia. También podrán utilizarse interruptores final de carrera.

3.4 SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD

Los CPM cumplirán las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al CPM llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.410, modelo CE-14 con rótulo adicional "Alta Tensión - Peligro de muerte".
- Todo CPM se dotará de la señal CR 14 de Peligro Tensión de Retorno.
- En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo AE-10. Las celdas prefabricadas de MT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica.
- En un lugar bien visible del interior del CS se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- En todo CS y en lugar apropiado, se dispondrán las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.

4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICO PARTICULAR LÍNEA SUBTERRÁNEA

4.1 EJECUCIÓN DE LA OBRA

4.1.1 TRAZADO

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se vayan a abrir las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen puentes o llaves para la contención del terreno. Si se conocen las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones necesarias.

Se realizará la señalización de los trabajos de acuerdo con la normativa vigente y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos y personal.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

4.1.2 DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS

Se efectuará con medios manuales o mecánicos, trasladando a vertedero autorizado los cascotes y tierras sobrantes.

Para dar cumplimiento a la normativa sobre emisiones de ruido en la vía pública, las herramientas neumáticas que hayan de utilizarse, así como los compresores, serán del tipo insonorizados.

Cuando se trate de calzadas con mortero asfáltico u hormigón en masa se efectuará previamente un corte rectilíneo de una anchura 5-10 cm superior a la anchura de la zanja tipo.

4.1.3 APERTURA DE ZANJAS

Antes del inicio de la obra se obtendrá de las Empresas de Servicios la afectación que la traza indicada en el plano de obra tiene sobre sus instalaciones. Será responsabilidad de la Empresa que ejecuta los trabajos, cualquier daño ocasionado a terceros.

Se iniciará la obra efectuando catas de prueba con objeto de comprobar los servicios existentes y determinar la mejor ubicación para el tendido.

Al marcar el trazado de zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección.

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

En el caso de que exista o se prevea la instalación de nuevos servicios y estos comprometan la seguridad del tendido de la red subterránea de MT, se aumentará la profundidad de la zanja.

Se procurará dejar un espacio mínimo de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deberán tomar las precauciones precisas para no tapar con tierra los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Si existen árboles en las inmediaciones de la ubicación de la canalización, se definirán con el servicio de conservación de parques y jardines del Ayuntamiento, o con el Organismo que corresponda las distancias a mantener.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán los pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial del Organismo competente.

En el caso de construcción de nuevas tubulares para cruces, se procederá a la realización de las mismas por carriles de circulación, abriendo y tapando sucesivamente hasta el último en que se colocarán los tubos, se hormigonarán y se continuará con los tramos anteriores.

Cuando la naturaleza del tráfico rodado permita la colocación de planchas de hierro adecuadas, no se tapará la zanja abierta, teniendo la precaución de fijarlas sobre el piso mediante elementos apropiados.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las indicadas en el proyecto.

El fondo de la zanja deberá estar en terreno firme para evitar corrimientos en profundidad que pudieran someter a los cables a esfuerzos por estiramiento.

4.1.4 CANALIZACIONES

Las zanjas por construir deberán ser paralelas a la línea de bordillo a una distancia tal que permita salvar los albañales de recogida de aguas y futuras construcciones de éstos.

En el caso de tubulares directamente enterrados estos se instalarán sobre un lecho de arena y posteriormente serán cubiertos también con arena. Las dimensiones serán las indicadas en el proyecto.

En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

Para tubos en dado de hormigón las embocaduras se dispondrán para que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro de los cables.

Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón HNE-15/B/20 de 6 cm de espesor.

El bloqueo de los tubos se llevará a cabo con hormigón de resistencia HNE-15/B/20 cuando provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg/m3 cuando se realice a pié de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles. Para permitir el paso del hormigón se utilizarán separadores de tubos.

Terminada la tubular, se procederá a su limpieza interior.

El hormigón de la tubular no debe llegar hasta el pavimento de rodadura, pues facilita la transmisión de vibraciones. Cuando sea inevitable, debe intercalarse una capa de tierra o arena que actúe de amortiguador.

Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables, yeso o mortero ignífugo.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán a distinta profundidad los tubos previstos para la MT y para la BT.

En tramos largos se evitará la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación con el perfil altimétrico.

4.1.5 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y ACOPIO DE LOS MATERIALES A PIE DE OBRA

El transporte y manipulación de los materiales se realizará de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y evitando que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el acopio no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera o un embalaje adecuado.

Las bobinas se transportarán siempre de pie. Para su carga y descarga deberán embragarse las bobinas mediante un eje o barra de acero alojado en el orificio central. La braga o estrobo no deberá ceñirse contra la bobina al quedar ésta suspendida, para lo cual se dispondrá de un separador de los cables de acero. No se podrá dejar caer la bobina al suelo, desde la plataforma del camión, aunque este esté cubierto de arena.

Los desplazamientos de la bobina por tierra se harán girándola en el sentido de rotación que viene indicado en ella por una flecha, para evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando deba almacenarse una bobina en la que se ha utilizado parte del cable que contenía, se sellarán los extremos de los cables mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad. Las bobinas no se almacenarán sobre un suelo blando.

4.1.6 TENDIDO DE CABLES

- **Emplazamiento de las bobinas para el tendido**

La bobina del cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del mismo se efectúe por su parte superior, y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alineación del tendido.

Los elementos de elevación necesarios para las bobinas son gatos mecánicos y una barra de dimensiones convenientes, alojada en el orificio central de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

La elevación de ésta respecto al suelo es deben ser de unos 10 ó 15 cm como minino.

Al retirar las duelas de protección, se cuidará hacerlo de forma que ni ellas ni el elemento empleado para desclavarlas pueda dañar el cable.

- **Ejecución del tendido**

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados, no se permitirá el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizables para impedir los efectos de la humedad y asegurar la estanquidad de los conductores.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En ningún caso, el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las normas UNE correspondientes, relativas a cada tipo de cable.

El deslizamiento del cable se favorecerá con la colocación de rodillos preparados al efecto; estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro, dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impidan que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Esta colocación, será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que faciliten el deslizamiento, deben disponerse otros verticalmente, para evitar el ceñido del cable contra el borde de la canalización en el cambio de sentido. Igualmente debe vigilarse en las embocaduras de los tubulares donde deben colocarse protecciones adecuadas.

Para evitar el roce del cable contra el suelo a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

En general el tendido de los conductores se realizará mediante dispositivos mecánicos (cabestrante o máquina de tiro y máquina de frenado). Sólo en líneas de pequeña entidad se permitirá el tendido manual y, en cualquier caso, será obligatorio el uso de cables piloto.

Las máquinas de tiro estarán accionadas por un motor autónomo, dispondrán de rebobinadora para los cables piloto y de un dispositivo de parada automática.

Las máquinas de frenado dispondrán de dos tambores en serie con acanaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor (de aluminio, plástico, neopreno…), cuyo diámetro no sea inferior a 60 veces el del conductor que se vaya a tender.

Los cables piloto para el tendido serán flexibles, antigiratorios y estarán dimensionados teniendo en cuenta los esfuerzos de tendido y los coeficientes de seguridad correspondientes para cada tipo de conductor. Se unirán al conductor mediante manguitos de rotación para impedir la torsión.

Para permitir la fijación del cable a la cuerda piloto del tren de tendido la guía del extremo se colocará una mordaza tiracables a la que se sujetará la cuerda piloto.

Estas mordazas, consisten en un disco taladrado por donde se pasan los conductores sujetándolos con manguitos mediante tornillos. El conjunto queda protegido por una envolvente, (el disco antes citado va roscado a éste interiormente) que es donde se sujeta el fiador para el tiro.

La tracción para el tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno puedan desplegarse los conductores. Deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie y no será superior a 3 kg/mm2 para cables unipolares de aluminio según UNE 211620.

Una vez definida la tracción máxima para un conductor, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los conductores en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá de ser de máxima y

mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán en la longitud indicada en el proyecto o en su defecto por el técnico encargado de obra.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas. Si involuntariamente se causa alguna avería en dichos servicios, al terminar el trabajo,las instalaciones averiadas deberán dejarse en las mismas condiciones que se encontraban primitivamente.

No se pasarán por un mismo tubo más de una terna de cables unipolares.

Los extremos de los tubulares deberán quedar sellados.

4.1.7 PROTECCIÓN MECÁNICA Y SEÑALIZACIÓN

El cable se protegerá mecánicamente mediante placa de polietileno normalizada, según se indica en los planos correspondientes y solamente para cable en tubo directamente enterrado.

Adicionalmente, todo conjunto de cables deberá estar señalado por una cinta de atención colocada a la distancia indicada en el correspondiente plano.

4.1.8 CIERRE DE ZANJAS

En tubo directamente enterrado, en el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena de río de un espesor de 5 cm sobre la que se depositara el tubo a instalar, que se cubrirá con otra capa de arena de idénticas características hasta la altura indicada en el proyecto; sobre esta se colocara como protección mecánica placas de plástico sin halógenos (PE), colocadas longitudinalmente al sentido del tendido del cable.

En todos los casos, incluido el tubo hormigonado, a continuación se extenderá otra capa, con tierra procedente del la excavación, de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Esta capa de tierra estará exenta de piedras o cascotes, en general serán tierras nuevas.

A continuación, se rellenara la zanja con tierra apta para compactar por capas sucesivas de 15 cm de espesor, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

En la compactación del relleno debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el próctor modificado. Se instalara la cinta de señalización que servirá para indicar la presencia de los cables durante eventuales trabajos de excavación según indican los planos del proyecto.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizara o lavará convenientemente si fuera necesario. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm.

En los casos de dificultad en el acopio de arena el técnico encargado de la obra podrá autorizar el cambio por otro material de similares características.

En las zonas donde se requiera efectuar reposición de pavimentos, se rellenará hasta la altura conveniente que permita la colocación de éstos.

Finalmente se reconstruirá el pavimento, si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse durante el tiempo de garantía exigido.

Si en la excavación de las zanjas, los materiales retirados no reúnen las condiciones necesarias para su empleo como material de relleno con las garantías adecuadas, por contener escombros o productos de desecho, se sustituirán por otros que resulten aceptables para aquella finalidad.

En cualquier caso se atenderá a lo que establezca la Administración competente en sus Ordenanzas o en la licencia de obras (acopio obligatorio de nuevas, etc.).

4.1.9 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

La reposición de pavimento, tanto de las calzadas como de aceras, se realizará en condiciones técnicas de plena garantía, recortándose su superficie de forma uniforme y extendiendo su alcance a las zonas limítrofes de las zanjas que pudieran haber sido afectadas por la ejecución de aquellas.

En los casos de aceras de losetas, éstas se repondrán por unidades completas, no siendo admisible la reposición mediante trozos de baldosas.

En los casos de aceras de aglomerado asfáltico en las que la anchura de las zanjas sea superior al 50% de la anchura de aquéllas, la reposición del pavimento deberá extenderse a la totalidad de la acera.

4.1.10 EMPALMES Y TERMINACIONES

Para la confección de empalmes y terminaciones se seguirán los procedimientos establecidos por los fabricantes.

Los operarios que realicen los empalmes y terminaciones, conocerán y dispondrán de la documentación necesaria para su ejecución prestando especial atención en los siguientes aspectos:

- Dimensiones del pelado de cubierta, semiconductora externa e interna.
- Utilización correcta de manguitosy engaste con el utillaje necesario
- Limpieza general.
- Aplicación del calor uniforme en los termo retráctiles y ejecución correcta de los contráctiles.

Tras realizar las terminaciones, las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en ambos extremos.

4.1.11 SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA

La señalización de las zonas de trabajo, se realizará de acuerdo con el estudio básico de Seguridad y Salud que figure en el proyecto, así como por todo lo recogido en el plan de de seguridad y salud efectuado por el contratista antes de empezar la ejecución y aprobado por el técnico de Seguridad y Salud responsable de la obra.

Los elementos que se utilicen para señalización, además de cumplir adecuadamente su finalidad fundamental, deberán mantenerse en perfecto estado de conservación.

4.1.12 ENSAYO DE CONDUCTORES

Con carácter previo a la puesta en servicio de las líneas subterráneas de Media Tensión se ensayarán los conductores de acuerdo con lo indicado en la ICT-LAT 05 y 06.

Pamplona, noviembre de 2024



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

PRESUPUESTO

TOROS DE GUISANDO I

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	01 CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA								
	SUBCAPÍTULO 01.01 OBRA CIVIL								
01.01.01	**m2 PREPARACION TERRENO**								
	M2. preparación de terreno a base de desbrozado, limpieza y explanación por medios mecánicos, aporte de material para compactar y transporte de sobrantes a vertedero.								
						7,81	8,90		69,51
01.01.02	**M3 EXCAVACION BASES**								
	M3. excavación de tierras en pozo a cualquier profundidad para caseta prefabricada, incluso transporte de sobrantes a vertedero.								
						7,27	29,95		217,74
01.01.03	**M3 APERTURA ZANJA TIERRAS**								
	M3. apertura de zanja para colocación de malla de tierra, incluso relleno de la misma con 15 cm. de tierra de cultivo y el resto con tierras procedentes de la excavación								
						13,00	7,33		95,29
01.01.04	**Ud ENVOLVENTE PREFABRICADA**								
	Suministro y colocación de envolvente prefabricada de dimensiones 3.28 x 2.38 x 2.58 m.								
						1,00	6.053,14		6.053,14
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 OBRA CIVIL.....								**6.435,68**

TOROS DE GUISANDO I

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 01.02 CELDAS A.T.								
01.02.01	**Ud Celda de línea**								
	Celda de línea de 24 kV, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra. Mano de obra incluida.								
						1,00	7.070,33		7.070,33
01.02.02	**Ud Celda de protección con fusibles**								
	Celda de protección con fusible, de 24 kV de tensión asignada, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra y fusibles combinados. Mano de obra incluida.								
						1,00	3.735,65		3.735,65
01.02.03	**Ud Celda de medida**								
	Celda de medida, de 24 kV de tensión asignada, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre y transformadores de medida. Mano de obra incluida.								
						1,00	2.380,92		2.380,92
01.02.04	**Ud Celda de remonte de cables**								
	Celda de remonte, de 24 kV de tensión asignada, formada por cuerpo metálico y embarrado de cobre.								
						1,00	1.755,68		1.755,68
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 CELDAS A.T.								**14.942,58**
	SUBCAPÍTULO 01.03 RED DE TIERRAS								
01.03.01	**Ud Pica acero cobrizado 14mm - 2m**								
						4,00	27,86		111,44
01.03.02	**m Conductor desnudo Cu 50mm2**								
						19,00	7,12		135,28
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 RED DE TIERRAS								**246,72**
	TOTAL 01 CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA								**21.624,98**

TOROS DE GUISANDO I

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	02 LÍNEA SOTERRADA 15 KV								
	SUBCAPÍTULO 02.01 OBRA CIVIL								
02.01.01	**Ml CANALIZACION SUBTERRANEA**								
	Ml. Excavación en apertura de zanjas en terreno medio, por medios mecánicos, de dimensiones 600 mm (anchura) x 1200 mm (profundidad) en sección. Incluye excavación, colocación de cableado eléctrico sobre cama de arena de 100mm, relleno con arena de río lavada hasta cota -600mm, cinta de señalización, cierre de la zanja con tierra procedente de la propia excavación y posterior compactado mecánico. Quedan incluidas las operaciones de reperfilado de taludes, nivelación y compactación de los fondos de excavación y cualquier operación intermedia necesaria de manipulación del material. La unidad totalmente terminada.								
						742,59	36,12		26.822,35
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 OBRA CIVIL.....								**26.822,35**
	SUBCAPÍTULO 02.02 LINEAS SUBTERRANEAS A 15KV								
02.02.01	**m CONDUCTOR 12/20 kV RHZ1-OL AL 3x(1x150mm2)**								
						811,22	9,76		7.917,51
02.02.02	**ud BOTELLA TERMINAL CONDUCTOR 24kV 3x150 mm2**								
	Ud. Botella terminal interior para cable RHZ1-OL AL 24kV 3x150mm2, a base de tres terminales unipolares de interior enchufables y apantallados de 600 A para cable seco tipo K-600TB+11TL y terminales rectos de compresión. La unidad totalmente colocada.								
						3,00	294,50		883,50
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 LINEAS SUBTERRANEAS A 15KV.....								**8.801,01**
	TOTAL 02 LÍNEA SOTERRADA 15 KV.....								**35.623,36**
	TOTAL.....								**57.248,34**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN		EUROS	%
1	CENTRO SECCIONAMIENTO Y MEDIDA.....		21.624,98	37,77
-01.01	-OBRA CIVIL.....	6.435,68		
-01.02	-CELDAS A.T.....	14.942,58		
-01.03	-RED DE TIERRAS.....	246,72		
2	LÍNEA SOTERRADA 15 KV.....		35.623,36	62,23
-02.01	-OBRA CIVIL.....	26.822,35		
-02.02	-LINEAS SUBTERRANEAS A 15KV.....	8.801,01		
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		57.248,34	

El presupuesto de ejecución material asciende a la expresada cantidad de CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

LA DIRECCIÓN FACULTATIVA



Susana Lizarraga Zúñiga

Ingeniero Industrial

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE MEMORIA

1. OBJETO 1
2. ALCANCE 1
3. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA 2
   3.1 LEYES 2
   3.2 REALES DECRETOS 2
4. DATOS GENERALES 3
   4.1 TIPO DE TRABAJO 3
   4.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES 3
   4.3 PLAZO DE EJECUCIÓN 3
   4.4 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS 3
   4.5 OFICIOS 3
   4.6 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES 4
   4.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES 4
5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS 5
   5.1 RIESGOS GENERALES 5
   5.2 RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS 5
      5.2.1 TRABAJOS CON FERRALLA 6
      5.2.2 TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO 6
      5.2.3 TRABAJOS CON HORMIGÓN 6
      5.2.4 MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES 7
      5.2.5 MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES 8
      5.2.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES 9
6. PROTECCIONES PERSONALES 9
7. FORMACIÓN PERSONAL 10
   7.1 CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA 10
   7.2 CHARLAS SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS 10
8. MEDICINA ASISTENCIAL 11
   8.1 CONTROL MÉDICO 11
   8.2 MODOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS 11
9. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD 11

1. OBJETO

El objeto de este documento es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

En el artículo 4 de dicho Real Decreto se especifica la obligatoriedad, por parte del promotor, de incluir en el Proyecto un Estudio de Seguridad y Salud o un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El promotor está obligado a elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en los que se den alguno de los siguientes supuestos:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose como tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En todos aquellos proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos anteriores, será obligatorio la elaboración de un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por tanto, como este caso no se encuentra entre los supuestos anteriormente citados, se procede a elaborar un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor debe designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debe ser objeto de un contrato expreso.

Este documento debe servir de base a los contratistas que participen en la obra para elaborar un Plan de Seguridad y Salud.

2. ALCANCE

El Estudio Básico de Seguridad y Salud debe precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Además, se debe identificar los riesgos laborales que pueden ser evitados y las medidas técnicas necesarias para ello. Asimismo, se debe incluir la relación de riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas que facilitan el control y la reducción de dichos riesgos, valorando su eficacia.

En su caso, debe tener en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en las misma, conteniendo medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II del Real Decreto 1627/1997.

Por otra parte, se debe contemplar previsiones e informaciones útiles para efectuar, posibles trabajos posteriores, en las debidas condiciones de seguridad y salud.

3. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA

3.1 LEYES

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

3.2 REALES DECRETOS

- Real Decreto, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

4. DATOS GENERALES

4.1 TIPO DE TRABAJO

Consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases principales de construcción:

- Obra Civil.
- Montaje de estructuras metálicas.
- Montaje de contenedores prefabricados.
- Montaje de Cuadros, cableado y conexionado.
- Pruebas y Puesta en Marcha de los distintos Equipos y Sistemas.

4.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales por ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo, Excavación y Cimentación.
- Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Montaje de estructuras y cerramientos.
- Maniobra de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales.
- Tendido y conexionado de cables.
- Montaje de Instalaciones.
- Suelos y Acabados.

Más adelante analizaremos los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

4.3 PLAZO DE EJECUCIÓN

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del Proyecto es de 20 días.

4.4 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTOS

El número aproximado de trabajadores totales previstos, para realizar las distintas actividades del proyecto, serán unos 8, estimándose una punta máxima de 6.

4.5 OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada.
- Albañiles
- Montadores de estructuras metálicas
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas
- Soldadores
- Cableadores y Conexionistas
- Pintores
- Gruistas y Maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

4.6 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica -oxicorte.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Cablestante de izado.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Tracteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Martillo rompedor y picador, etc.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

Equipos de medida

- Comprobador de secuencia de fases.
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras.
- Pinzas amperimétricas.

4.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, maquinas o herramientas eléctricas.

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son los siguientes:

5.1 RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen.

Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamiento entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.

Protecciones Colectivas

- Se montará Protección Mecánica en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material inifugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona inifuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.

5.2 RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan solo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 5.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

5.2.1 TRABAJOS CON FERRALLA

- **Riesgos más comunes:**

Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.

- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de estas.
- Torcedura de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

- **Medidas específicas:**

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1.50m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres del armado.

5.2.2 TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

- **Riesgos más comunes:**

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.)
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

- **Medidas específicas:**

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.

5.2.3 TRABAJOS CON HORMIGÓN

- **Riesgos más comunes:**

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atropellamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocución por ambientes húmedos.

- **Medidas específicas:**

Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertidos mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

5.2.4 MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES

- **Riesgos más comunes:**

- Caída de materiales, equipos o componentes de estos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobado o desestrobado de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.

A- prisionamiento o aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.

- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, viviendas, etc.)
- Caída o vuelco de los medios de elevación.

- **Medidas específicas:**

- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de las cargas o equipos para su ubicación definitiva se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con medios mecánicos los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- La zona de trabajo sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos y estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

5.2.5 MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse

en el uso de la maquinaria y medios auxiliares.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos de la forma siguiente.

Máquinas fijas y herramientas eléctricas.

- Accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

Medios de Elevación.

- Caída de la carga por deficiente estrobado o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, grillete, o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante operaciones de movimiento de cargas.

Andamios, Plataformas y Escaleras.

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.)

Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

- **<u>Medidas específicas</u>:**

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en el mismo vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.

Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para evitar la caída de personas:

Colocarán protecciones mecánicas en los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m. del suelo.

Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán prácticamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada mas finalizar estas.

Los andamios que se utilicen (molduras o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T., destacando entre otras:

- Superficie de apoyo horizontal y resistente.
- Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
- No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
- En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- Se instalarán cuerdas o cables fijadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
    - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
    - La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
    - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
    - Colocarla con la inclinación adecuada.
    - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

5.2.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

Medidas específicas

Serán estancos, y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.
- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

6. PROTECCIONES PERSONALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactínico.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.).
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

Todos los equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1470/92 de 20 de noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.I. España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

7. FORMACIÓN PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

7.1 CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, deberá asistir a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, medidas previstas para evitarlos, Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y aspectos generales de Primeros Auxilios.

7.2 CHARLAS SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.

8. MEDICINA ASISTENCIAL

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

8.1 CONTROL MÉDICO

Tal como establece la legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

8.2 MODOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias y médicos locales.

9. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Con el fin de comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad, el Coordinador de Seguridad durante la Obra realizará cuantas visitas e inspecciones considere oportunas.

En el caso de efectuarse alguna anotación en el libro de incidencias el Coordinador de Seguridad estará obligado a remitir en el plazo de 24 horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la Obra.

Pamplona, noviembre de 2024



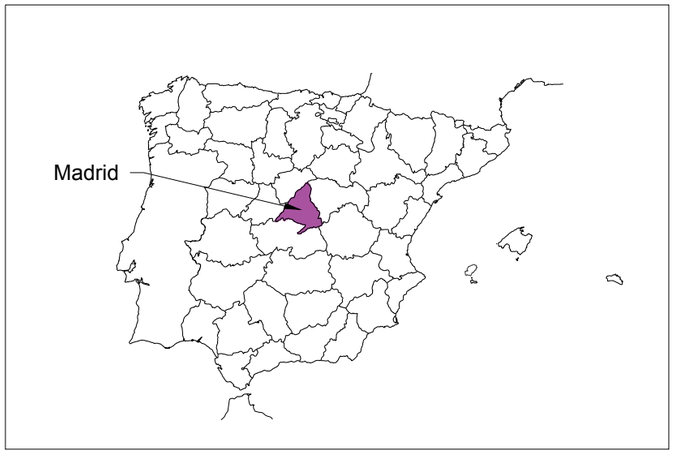
Susana Lizarraga Zúñiga

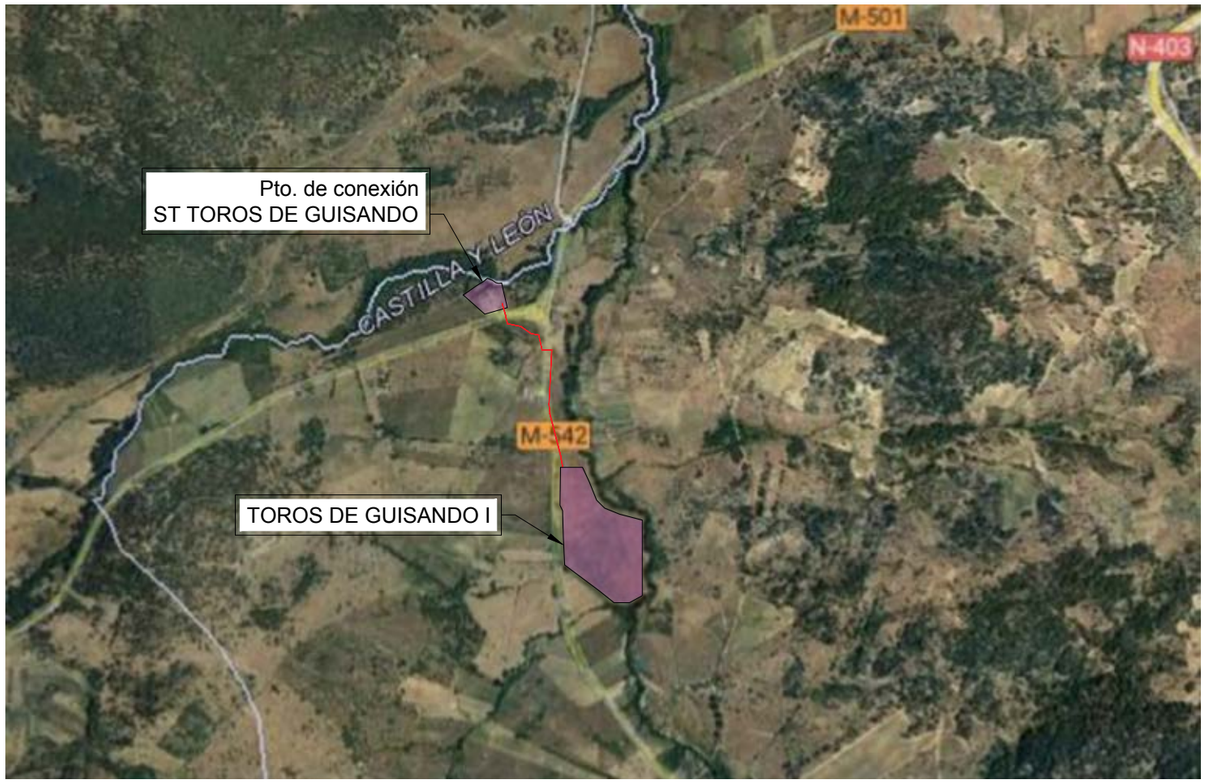
Ingeniero Industrial

PLANOS



ESCALA: 1:200.000





ESCALA: 1:20.000

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

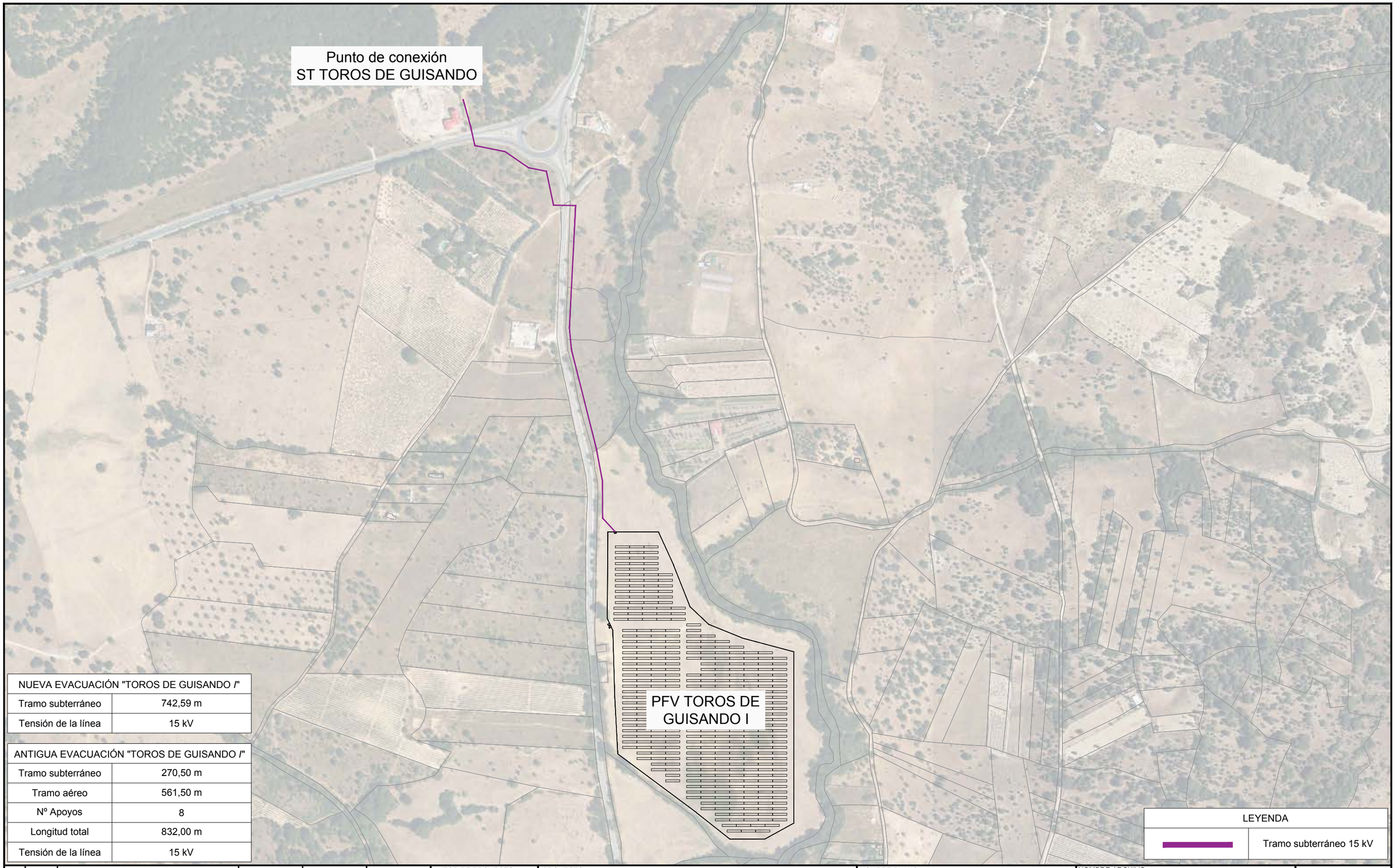
PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

NOMBRE ARCHIVO: 01.01 FP Situacion y emplazamiento

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño general	01.01	A3	VARIAS	=/+ 1/1

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
LÍNEA DE EVACUACIÓN
VISTA GENERAL

NOMBRE ARCHIVO:
01.02 FP Línea de Evacuación.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.02

FORMATO: A3

ESCALA: 1:5000

HOJA: =/+ 1/5

N

Tipo	Nº Afección	DATOS CATASTRALES							AFECCIÓN	
		Ref. catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Sup. (m^2)	Paraje	Naturaleza del terreno	Sup. (m^2)	L (m)
CSPM	1	28133A01900178	19	178	San Martín de Valdeiglesias	121.856	Prado CE	E - Pastizal	7,8	-
L.S.A.T.	2	28133A01900178	19	178	San Martín de Valdeiglesias	121.856	Prado CE	E - Pastizal	75,49	125,82

Centro de seccionamiento, protección y medida

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO: LÍNEA EVACUACIÓN

NOMBRE ARCHIVO: 01.02 FP Línea de Evacuación.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.02

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 2/5

N

Tipo	Nº Afección	DATOS CATASTRALES							AFECCIONES	
		Ref. catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Sup. (m^2)	Paraje	Naturaleza del terreno	Sup. (m^2)	L (m)
L.S.A.T.	3	28133A01900155	19	155	San Martín de Valdeiglesias	9.110	Prado CE	V - Viña secano	97,72	162,87
L.S.A.T.	4	28133A01900331	19	331	San Martín de Valdeiglesias	4.478	Prado CE	C - Labradía secano	44,45	74,09

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
LÍNEA EVACUACIÓN

NOMBRE ARCHIVO:
01.02 FP Línea de Evacuación.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.02

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 3/5

N

Tipo	Nº Afección	DATOS CATASTRALES							AFECCIONES	
		Ref. catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Sup. (m^2)	Paraje	Naturaleza del terreno	Sup. (m^2)	L (m)
L.S.A.T.	5	28133A01900158	19	158	San Martín de Valdeiglesias	5.336	Prado CE	I - Improductivo	47,27	78,79
L.S.A.T.	6	28133A01900154	19	154	San Martín de Valdeiglesias	6.318	Prado CE	PD - Prados o praderas	28,45	47,42
L.S.A.T.	7	28133A01709001	17	9001	San Martín de Valdeiglesias	28.545	Descuento	VT - Vía de comunicación	6,35	10,58
L.S.A.T.	8	28133A01809001	18	9001	San Martín de Valdeiglesias	37.013	Carretera	VT - Vía de comunicación	1,97	3,29
L.S.A.T.	9	28133A01800012	18	12	San Martín de Valdeiglesias	10.044	Nava red	C - Labor o labradío secano	104,74	174,56

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:

LÍNEA EVACUACIÓN

NOMBRE ARCHIVO:

01.02 FP Línea de Evacuación.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.02

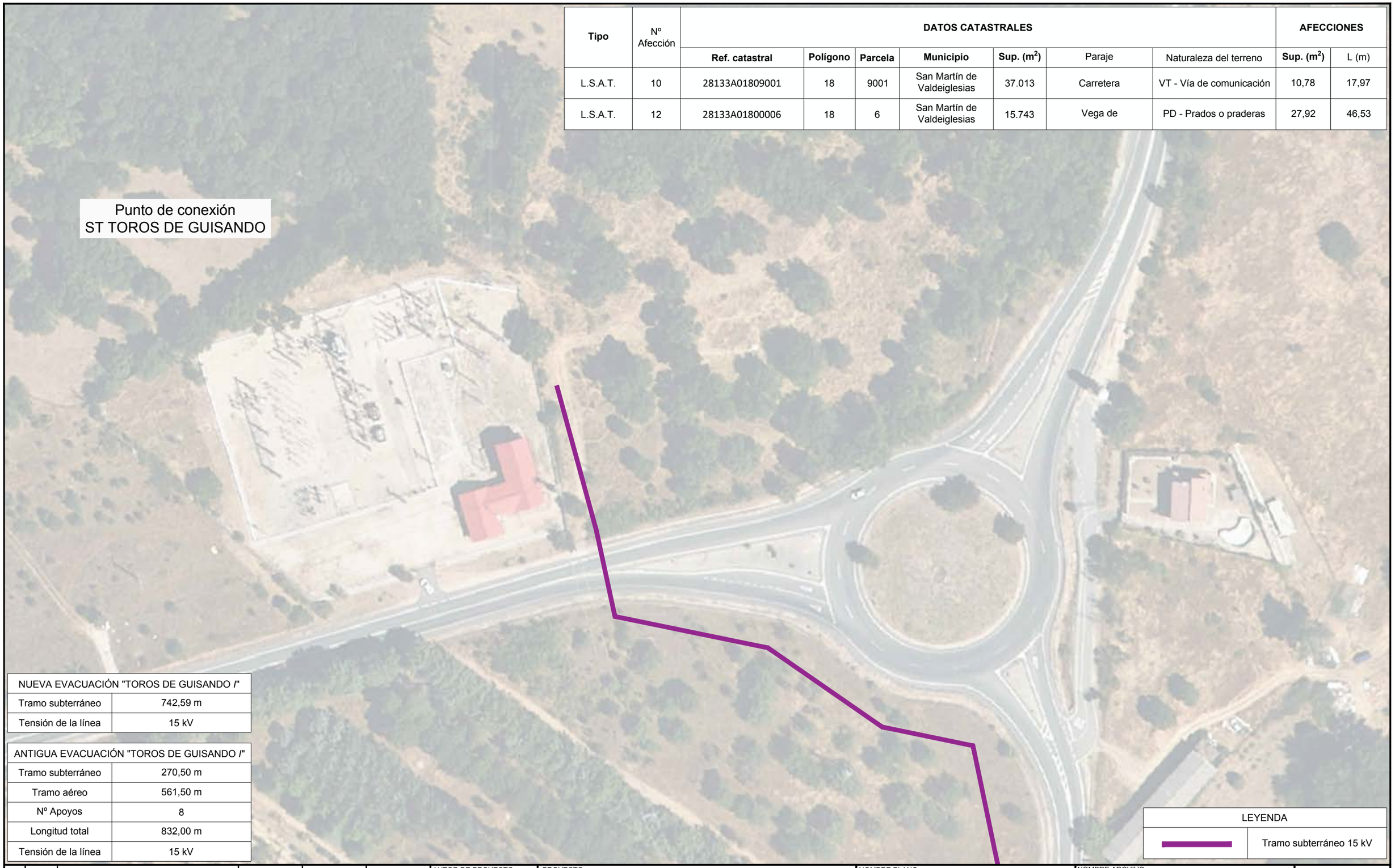
FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 4/5

N

Tipo	Nº Afección	DATOS CATASTRALES							AFECCIONES	
		Ref. catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Sup. (m^2)	Paraje	Naturaleza del terreno	Sup. (m^2)	L (m)
L.S.A.T.	10	28133A01809001	18	9001	San Martín de Valdeiglesias	37.013	Carretera	VT - Vía de comunicación	10,78	17,97
L.S.A.T.	12	28133A01800006	18	6	San Martín de Valdeiglesias	15.743	Vega de	PD - Prados o praderas	27,92	46,53



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo 15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
LÍNEA EVACUACIÓN

NOMBRE ARCHIVO:
01.02 FP Línea de Evacuación.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.02

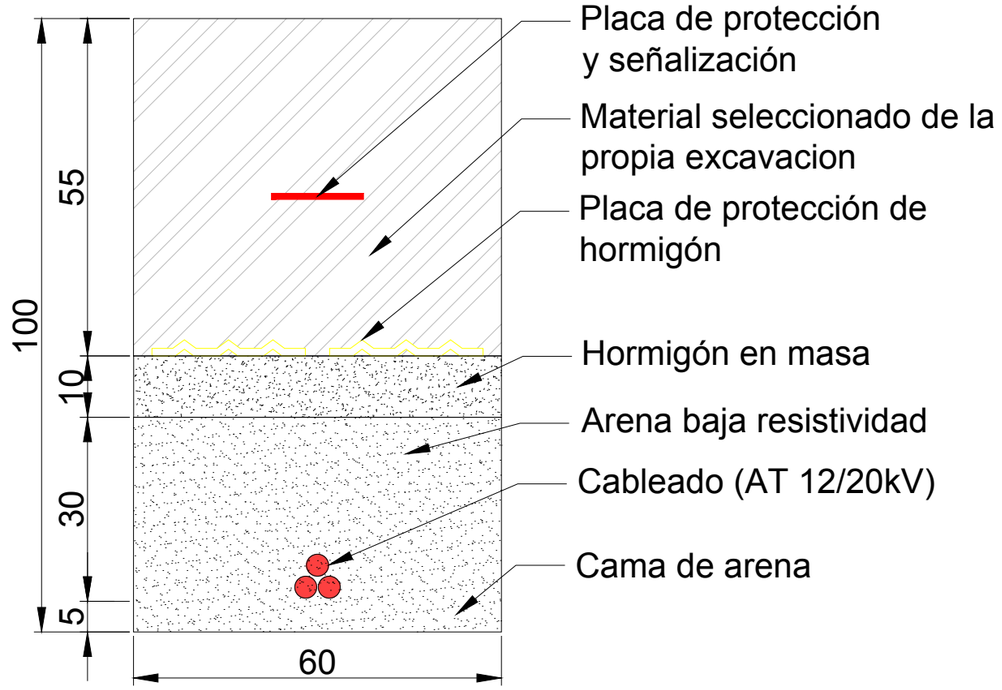
FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 5/5

N

ZANJA MT



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

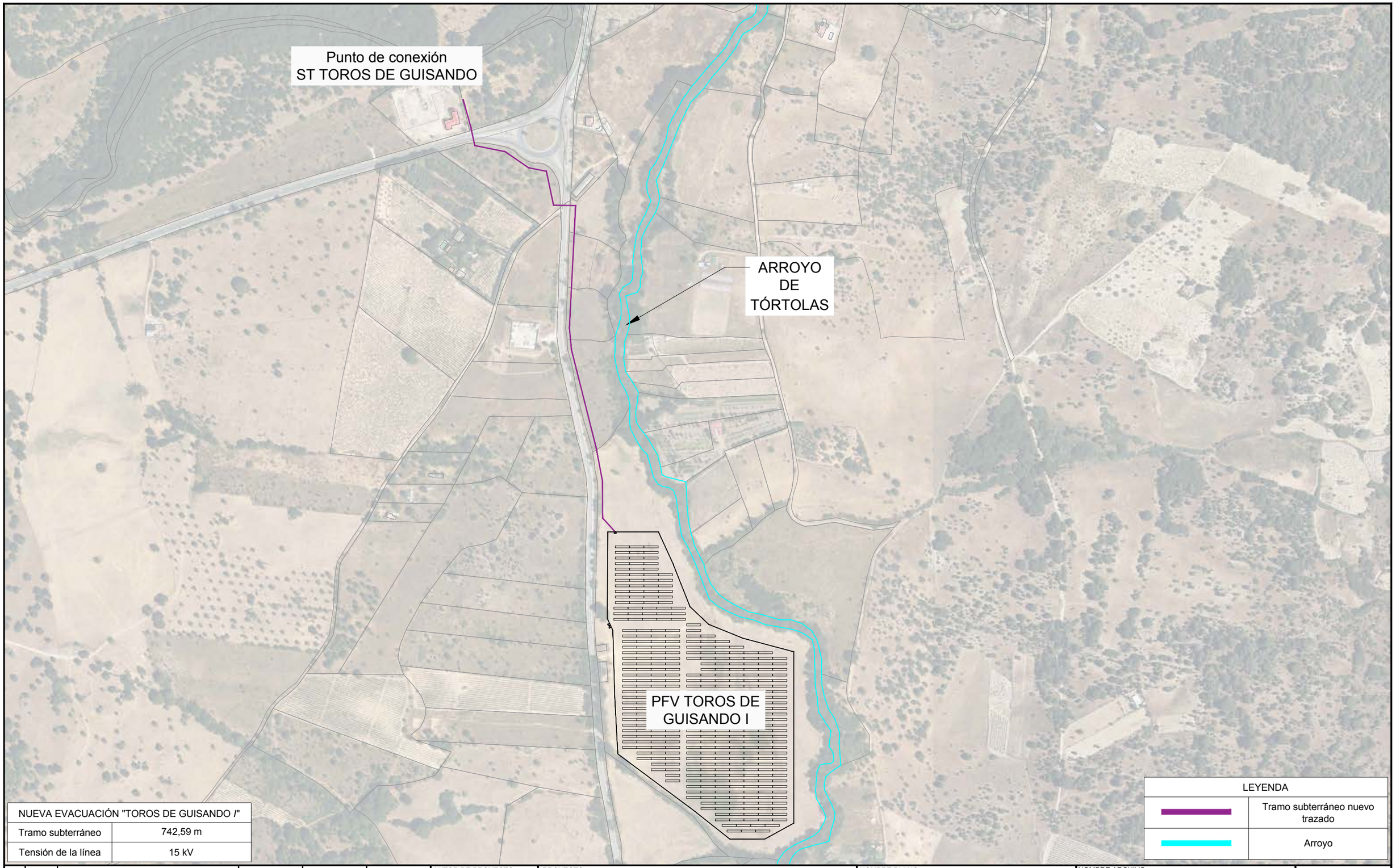
PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
LÍNEA EVACUACIÓN
DETALLE ZANJA

NOMBRE ARCHIVO:
01.02 FP Línea de Evacuación.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.02	A3	N/A	=/+ 6/5

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arroyo

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN CHT
VISTA GENERAL

NOMBRE ARCHIVO:
01.03 FP Afección CHT.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

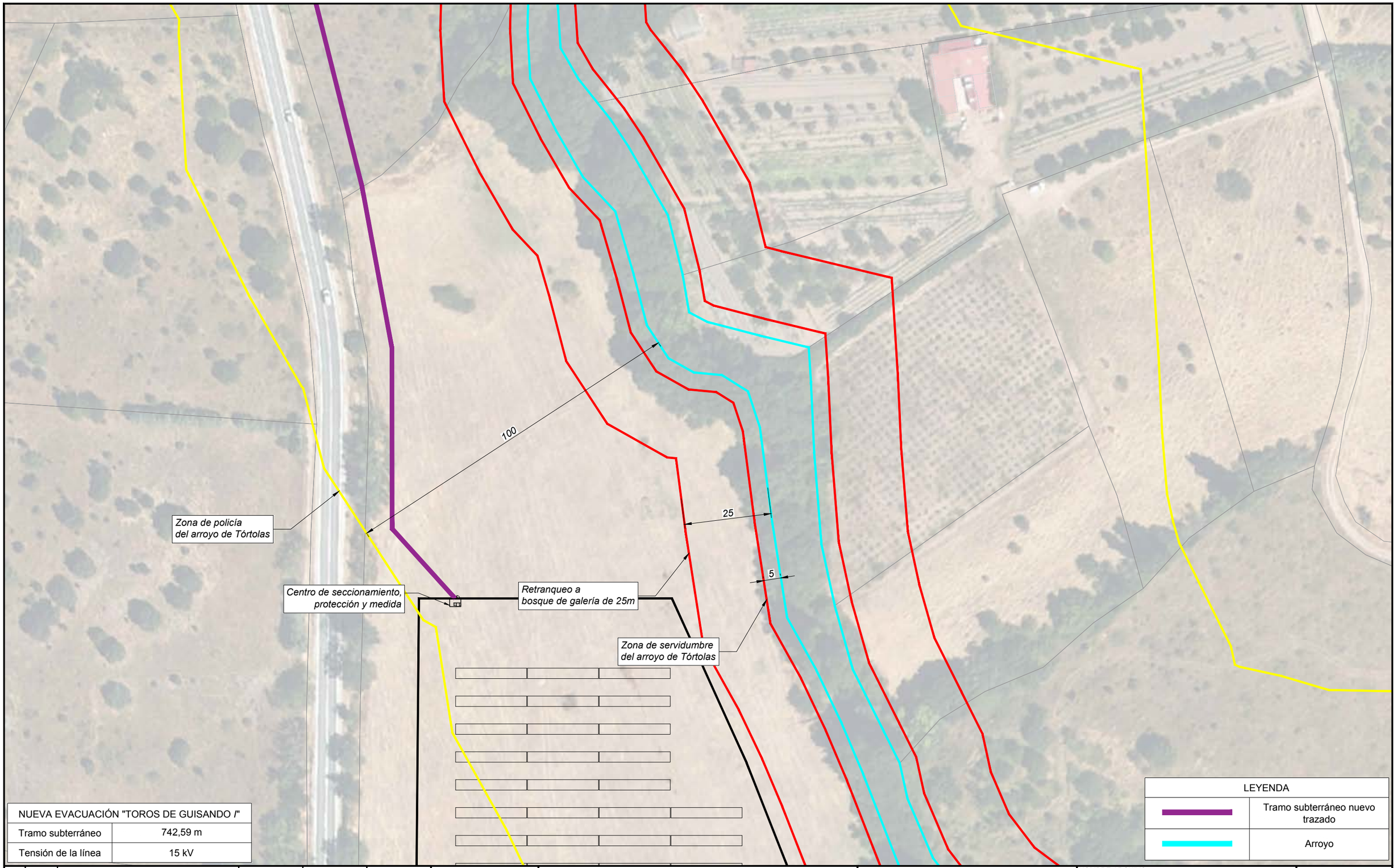
Nº PLANO: 01.03

FORMATO: A3

ESCALA: 1:5000

HOJA: =/+ 1/6

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO: AFECCIÓN CHT

NOMBRE ARCHIVO: 01.03 FP Afección CHT.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

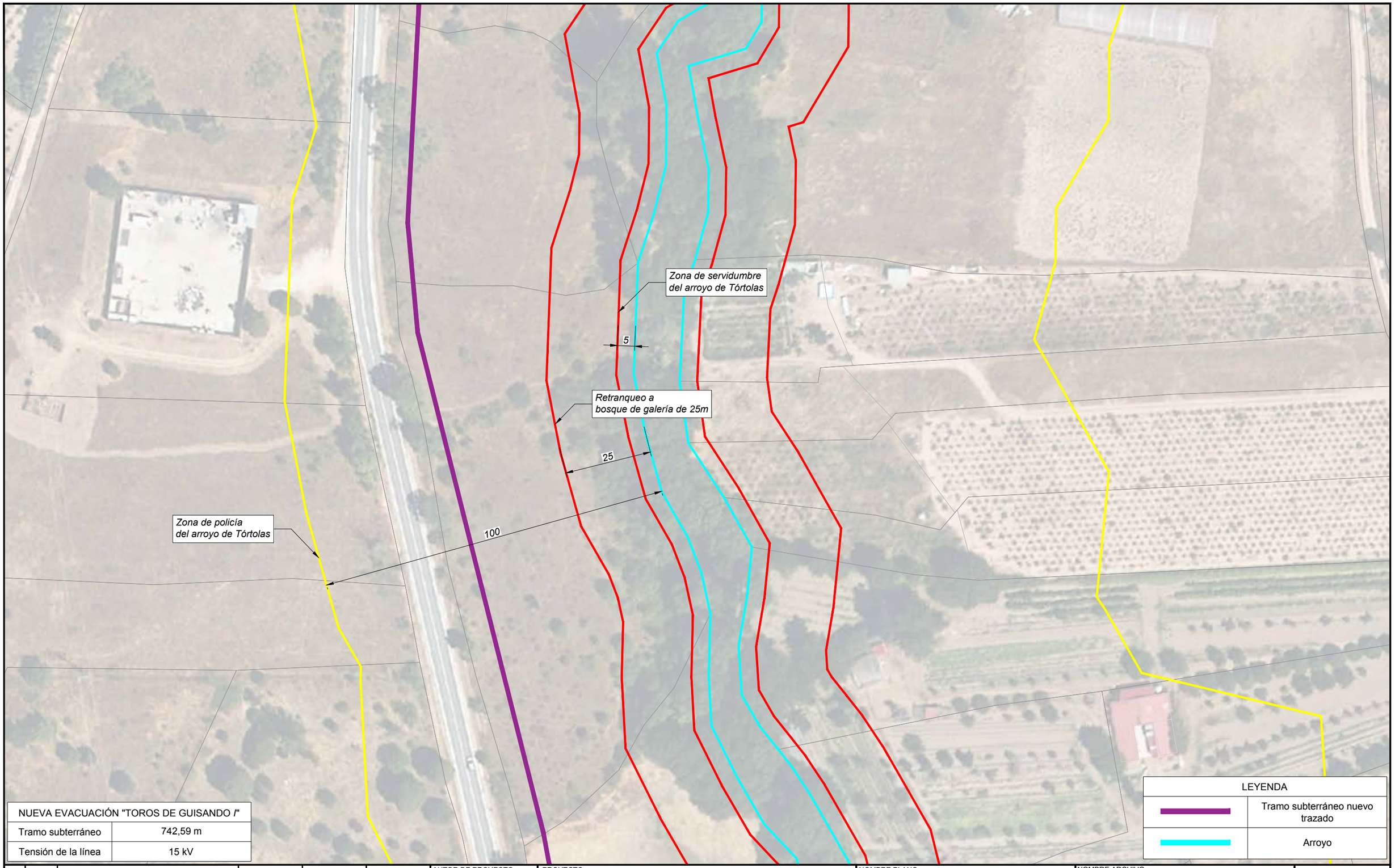
Nº PLANO: 01.03

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 2/6

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arroyo

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN CHT

NOMBRE ARCHIVO:
01.03 FP Afección CHT.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

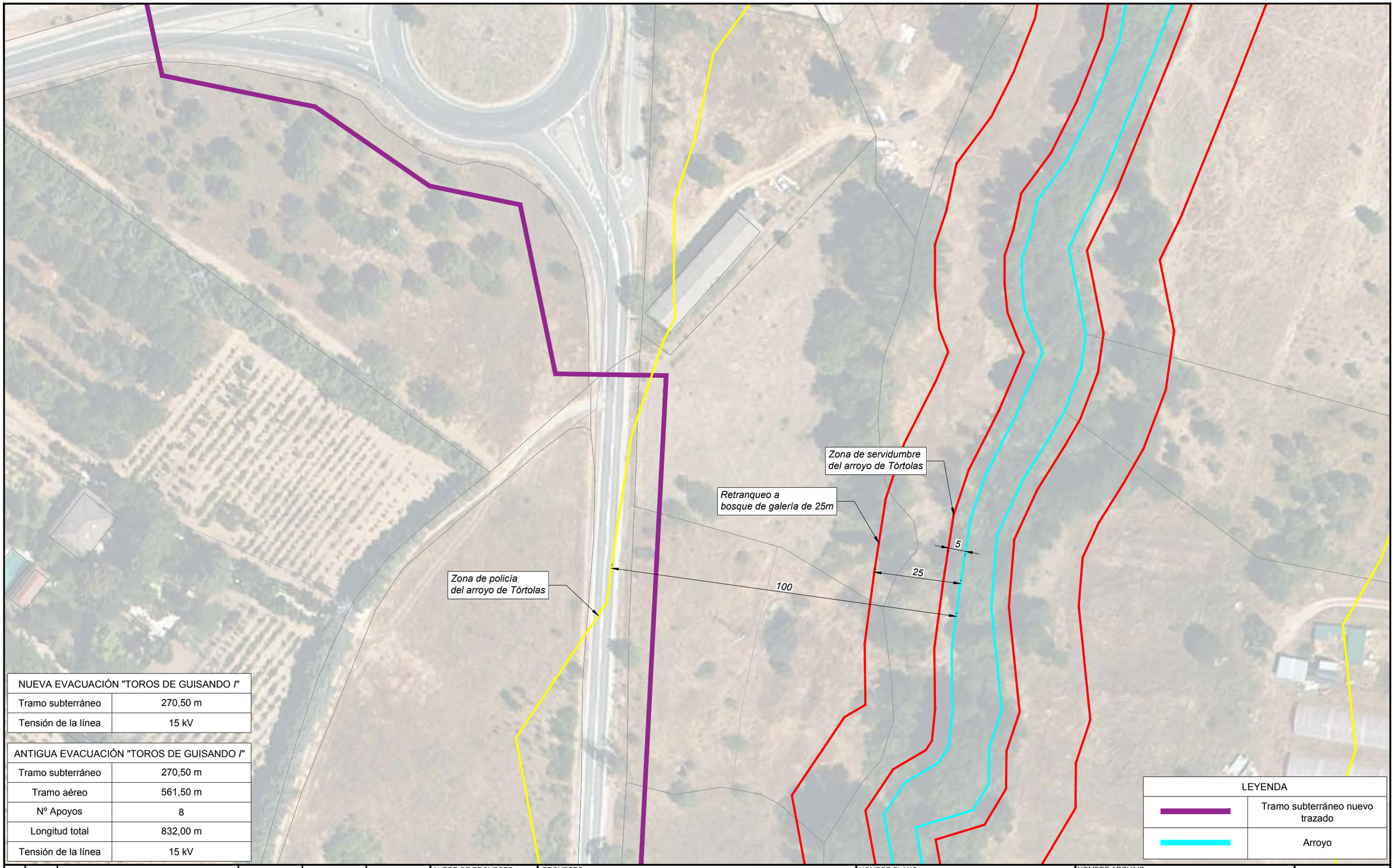
Nº PLANO: 01.03

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 3/6

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arroyo

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN CHT

NOMBRE ARCHIVO:
01.03 FP Afección CHT.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.03

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 4/6

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA

	Tramo subterráneo nuevo trazado

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

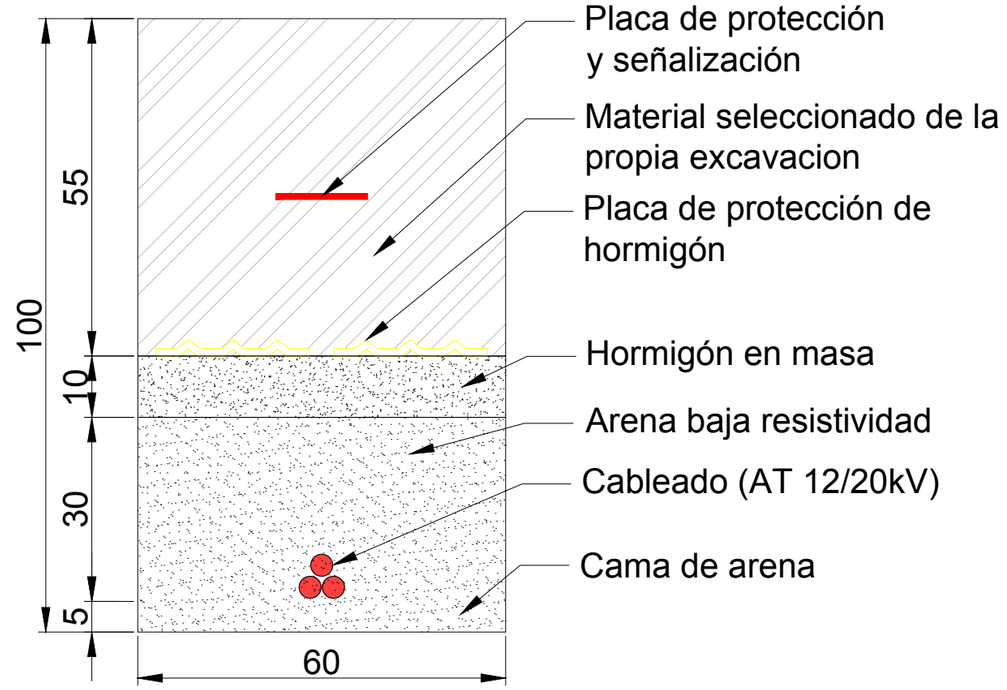
NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN CHT

NOMBRE ARCHIVO:
01.03 FP Afección CHT.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.03	A3	1:1.000	=/+ 5/6

N

ZANJA MT



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

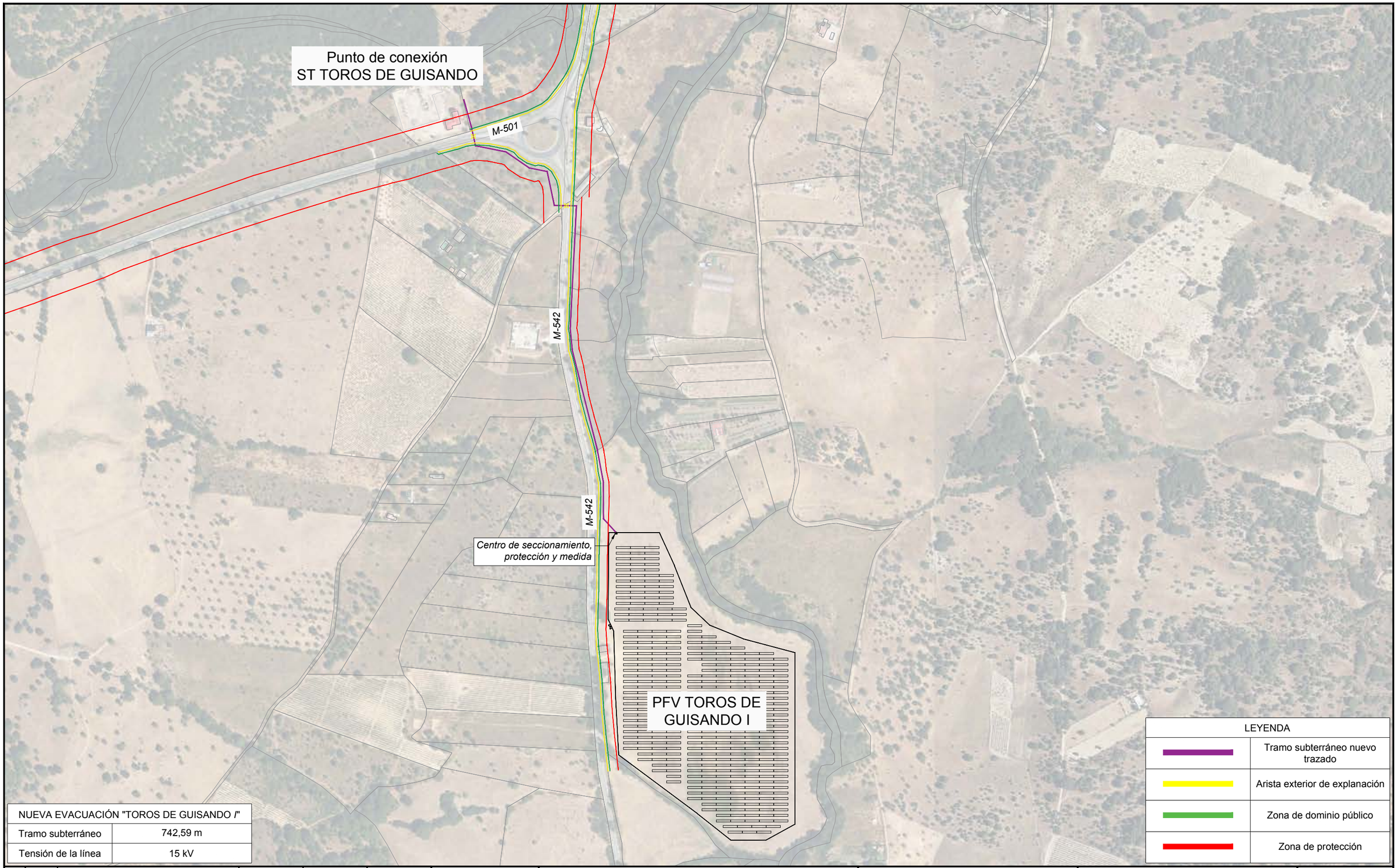
PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN CHT
PERFIL ZANJA

NOMBRE ARCHIVO:
01.03 FP Afección CHT.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.03	A3	1:1.000	=/+ 6/6

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN CARRETERAS
VISTA GENERAL

NOMBRE ARCHIVO:
01.04 FP Afección Carreteras.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.04	A3	1:5000	=/+ 1/7

N

Zona de dominio público de carretera M-542

3

Zona de protección de carretera M-542

15

M-542

Centro de seccionamiento, protección y medida

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arista exterior de explanación
	Zona de dominio público
	Zona de protección

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO: AFECCIÓN CARRETERAS

NOMBRE ARCHIVO: 01.04 FP Afección carreteras.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

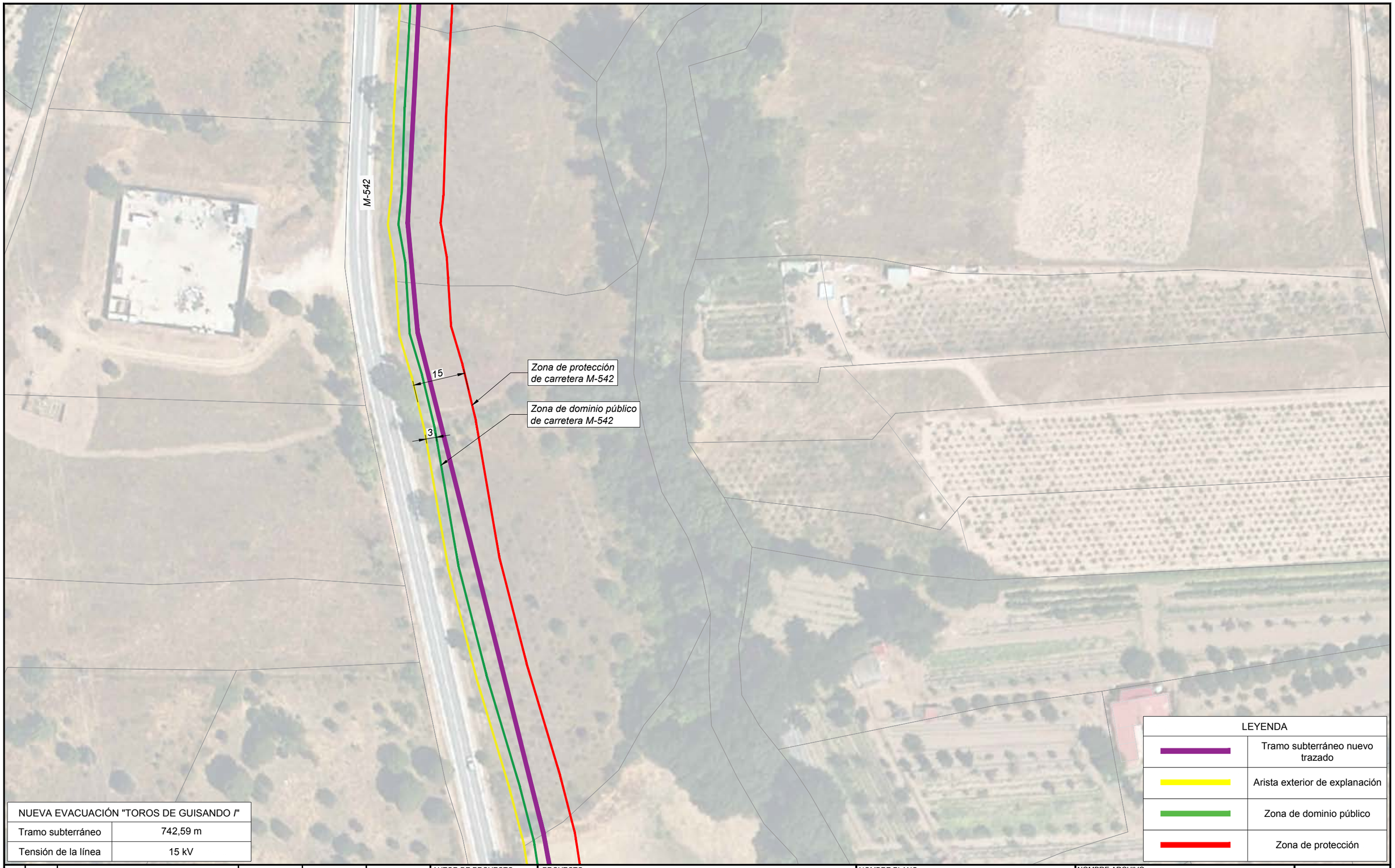
Nº PLANO: 01.04

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 2/7

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arista exterior de explanación
	Zona de dominio público
	Zona de protección

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

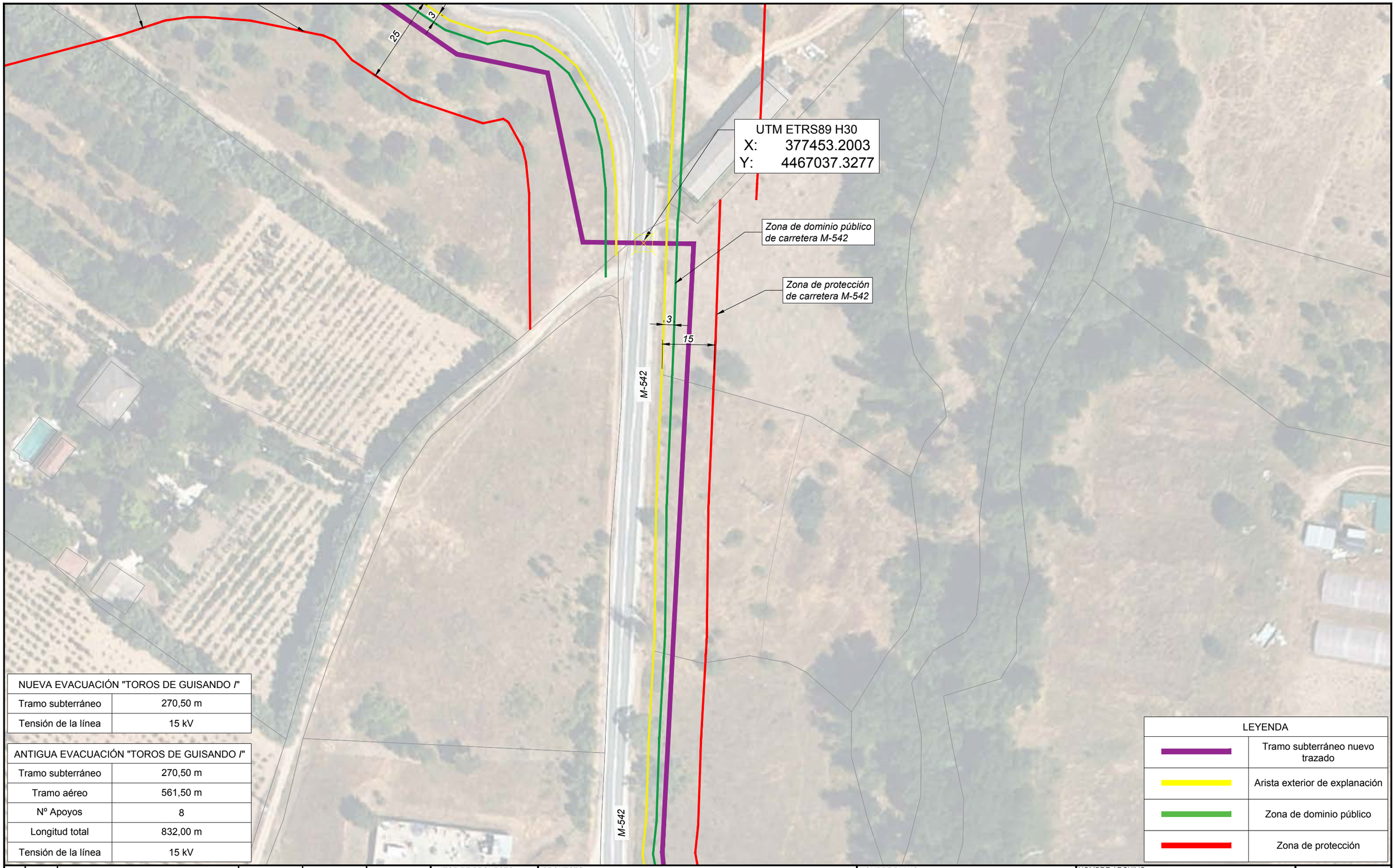
PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO: AFECCIÓN CARRETERAS

NOMBRE ARCHIVO: 01.04 FP Afección carreteras.dwg

N

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.04	A3	1:1.000	=/+ 3/7



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arista exterior de explanación
	Zona de dominio público
	Zona de protección

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN CARRETERAS

NOMBRE ARCHIVO:
01.04 FP Afección carreteras.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.04

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 4/7

N

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	Arista exterior de explanación
	Zona de dominio público
	Zona de protección

Punto de conexión
ST TOROS DE GUISANDO

UTM ETRS89 H30
X: 377319.7652
Y: 4467136.793

M-501

Zona de dominio público de carretera M-501

Zona de protección de carretera M-501

3

25

3

25

UTM ETRS89 H30
X: 377453.2003
Y: 4467037.3277

Zona de dominio público de carretera M-542

Zona de protección de carretera M-542

3

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN CARRETERAS

NOMBRE ARCHIVO:
01.04 FP Afección carreteras.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.04

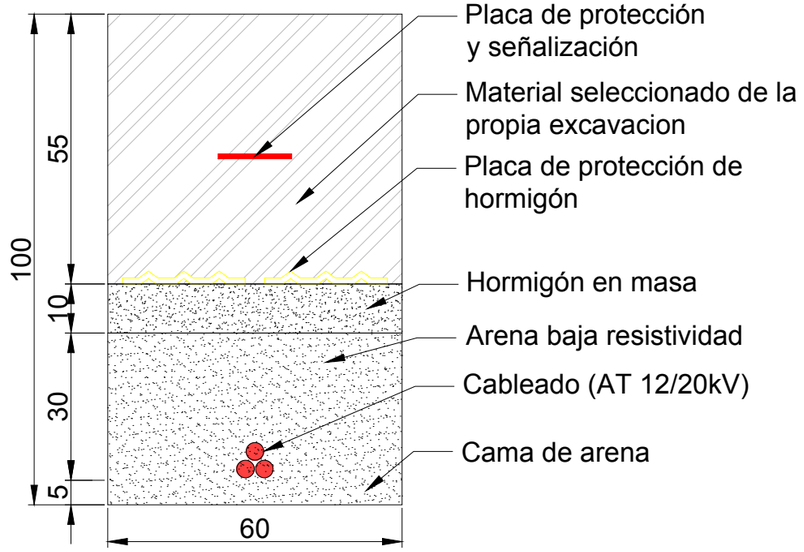
FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

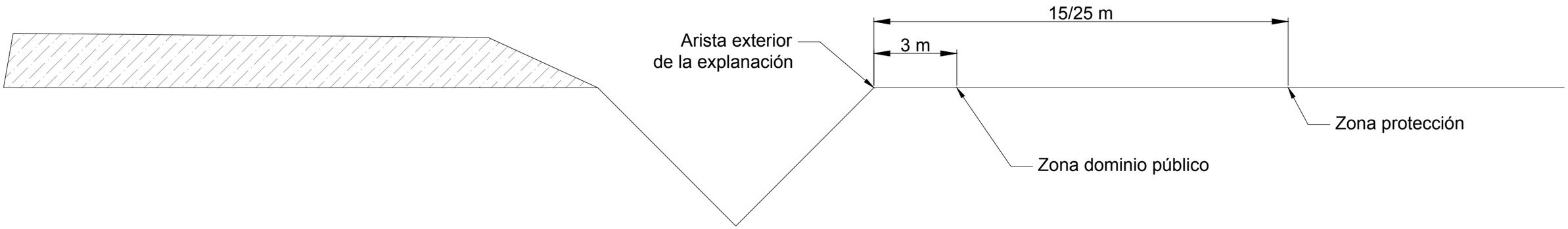
HOJA: =/+ 5/7

N

ZANJA MT



CARRETERA CONVENCIONAL



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

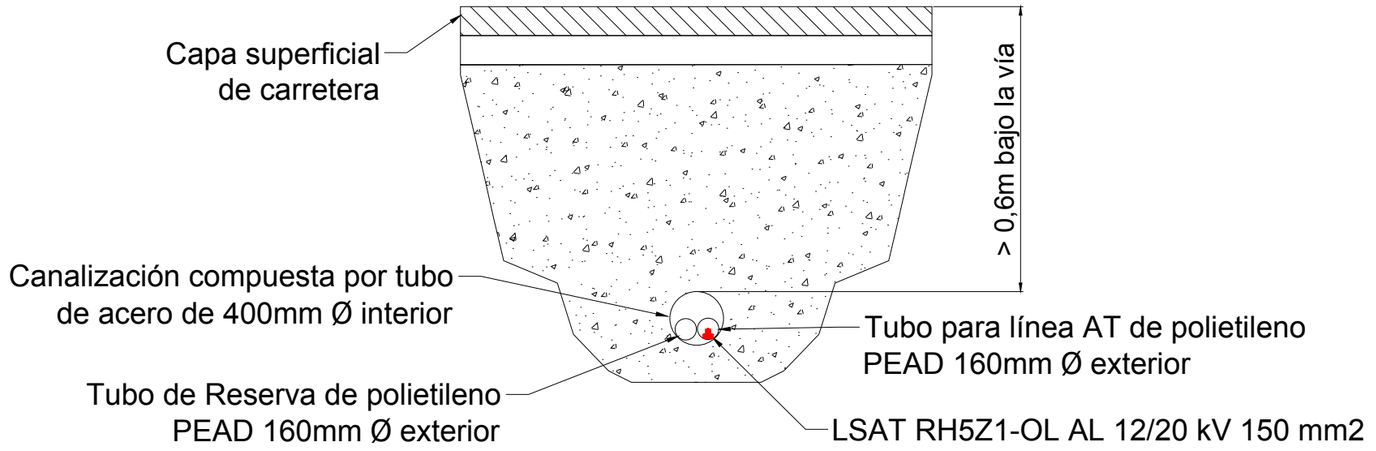
NOMBRE PLANO: AFECCIÓN CARRETERAS ZANJA DETALLE

NOMBRE ARCHIVO: 01.04 FP Afección carreteras.dwg

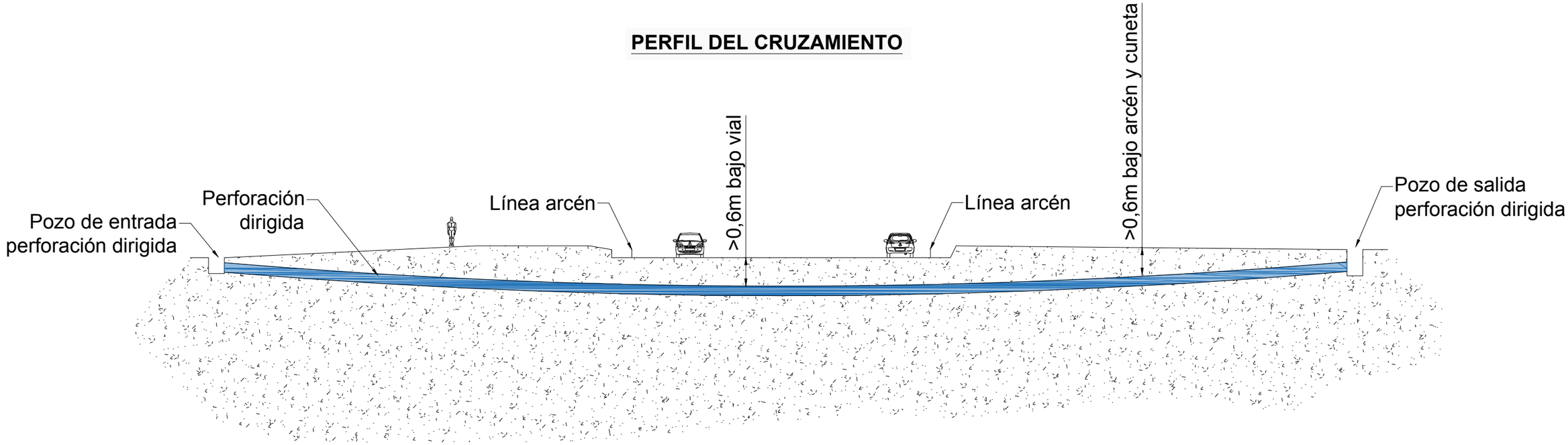
FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.04	A3	-	=/+ 6/7

N

DETALLE CRUZAMIENTO
SECCIÓN PERFORACIÓN DIRIGIDA



PERFIL DEL CRUZAMIENTO



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

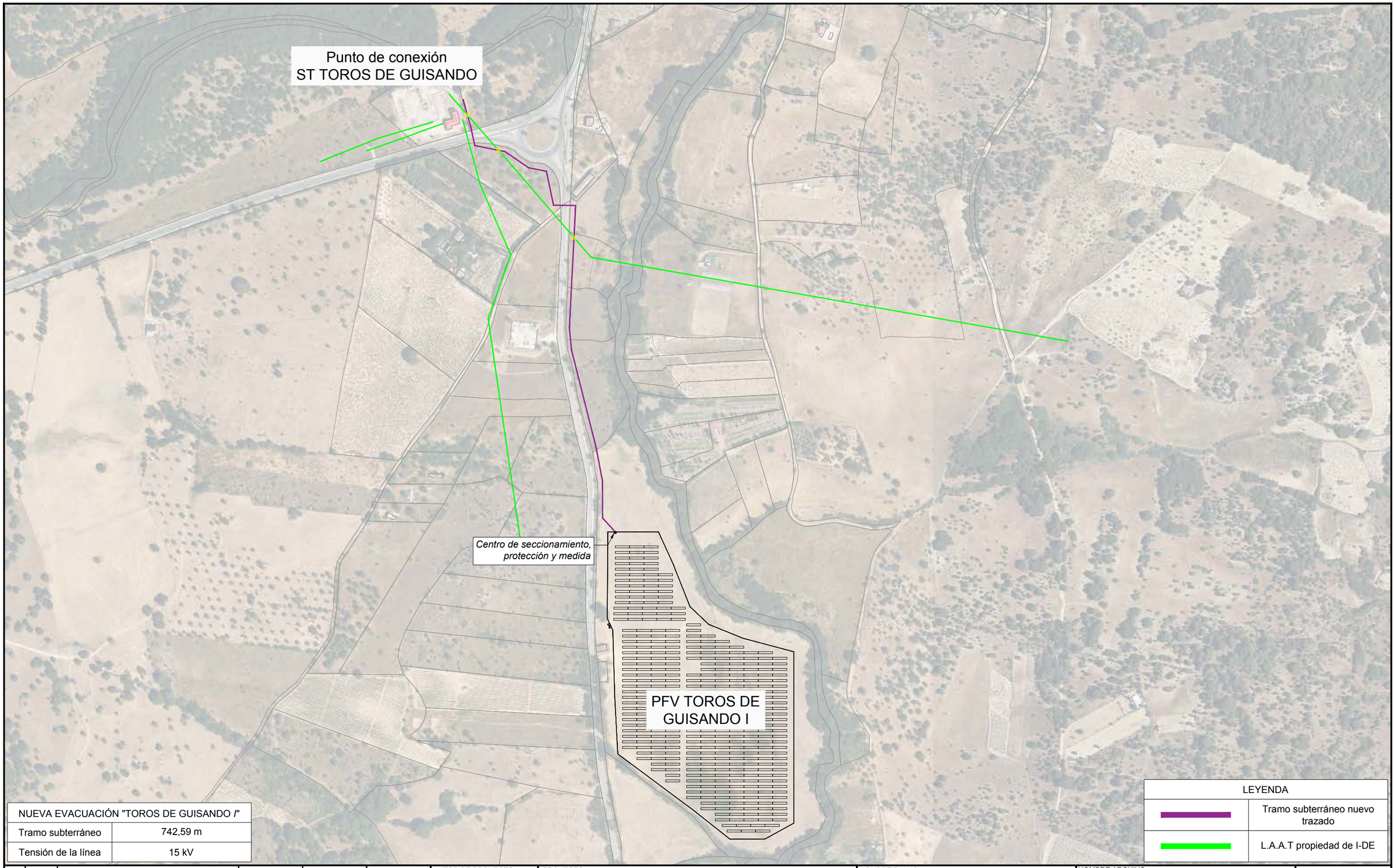
PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN CARRETERAS
CRUCE DETALLE

NOMBRE ARCHIVO:
01.04 FP Afección carreteras.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.04	A3	-	=/+ 7/7

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	L.A.A.T propiedad de I-DE

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

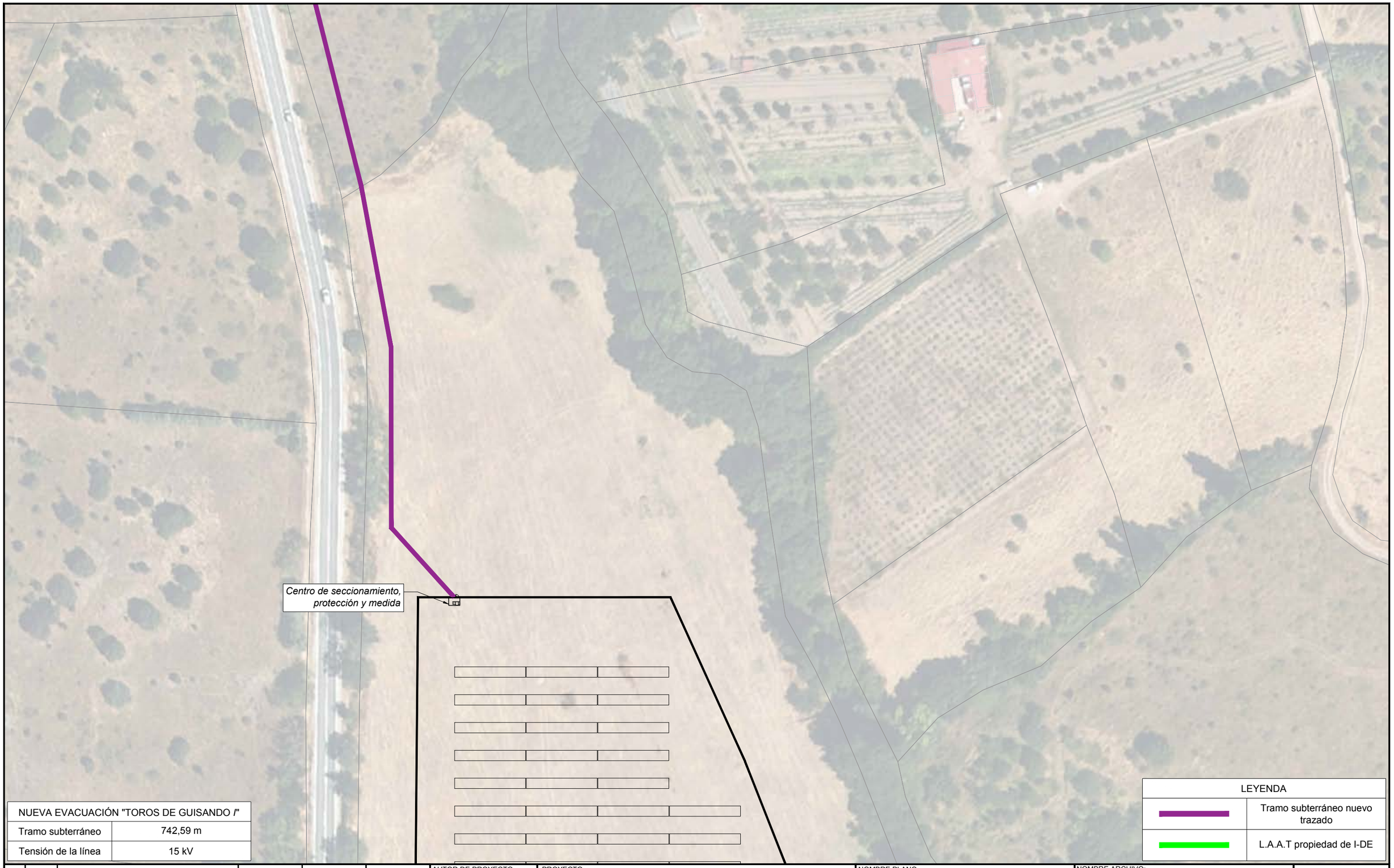
PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN I-DE
VISTA GENERAL

NOMBRE ARCHIVO:
01.05 FP Afección I-DE.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.05	A3	1:5000	=/+ 1/7

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	L.A.A.T propiedad de I-DE

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO: LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO: AFECCIÓN I-DE

NOMBRE ARCHIVO: 01.05 FP Afección I-DE.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.05

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 2/7

N

NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	L.A.A.T propiedad de I-DE

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:

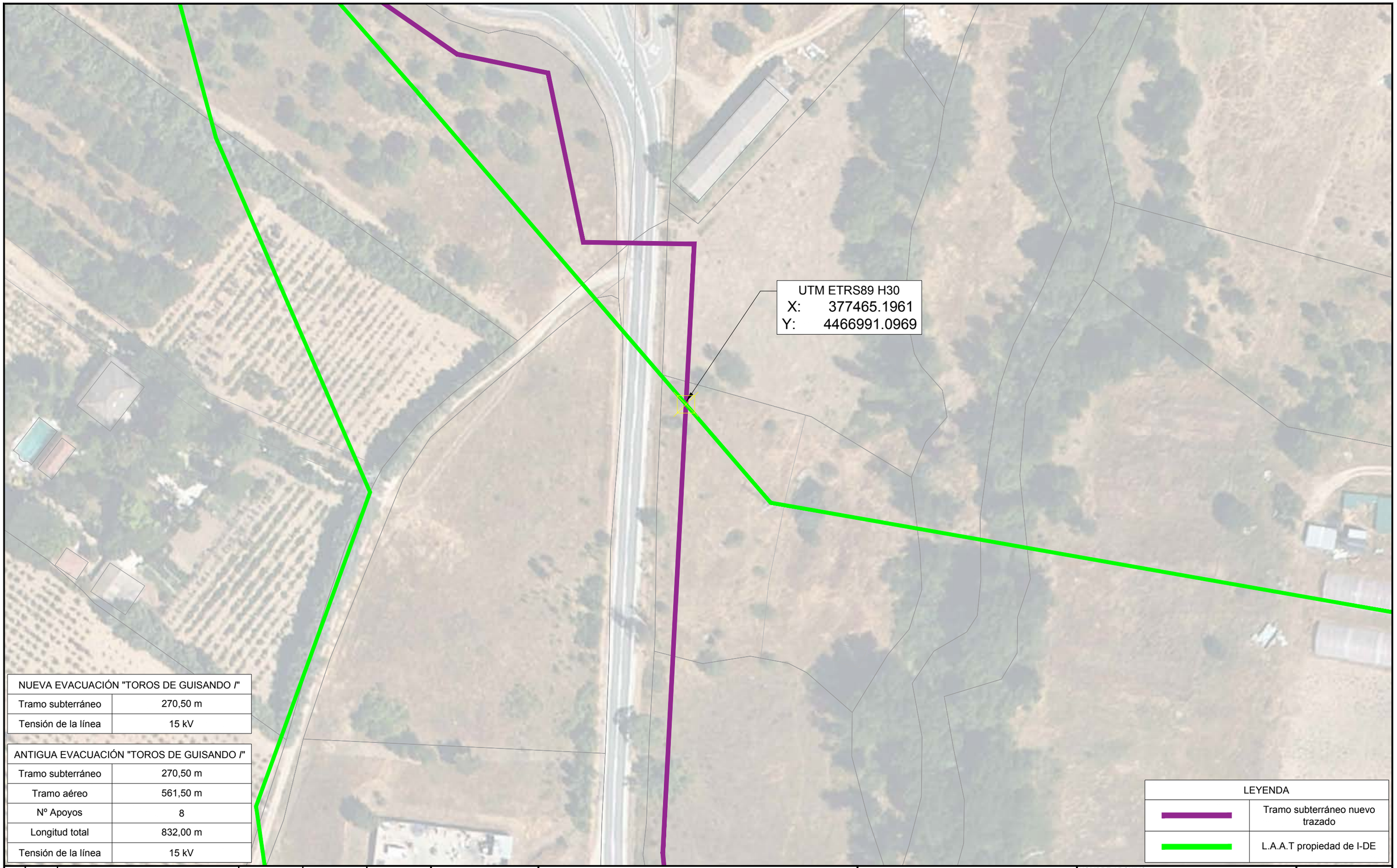
AFECCIÓN I-DE

NOMBRE ARCHIVO:

01.05 FP Afección I-DE.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.05	A3	1:1.000	=/+ 3/7

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tensión de la línea	15 kV

ANTIGUA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO /"	
Tramo subterráneo	270,50 m
Tramo aéreo	561,50 m
Nº Apoyos	8
Longitud total	832,00 m
Tensión de la línea	15 kV

LEYENDA	
	Tramo subterráneo nuevo trazado
	L.A.A.T propiedad de I-DE

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN I-DE

NOMBRE ARCHIVO:
01.05 FP Afección I-DE.dwg

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN: Diseño General

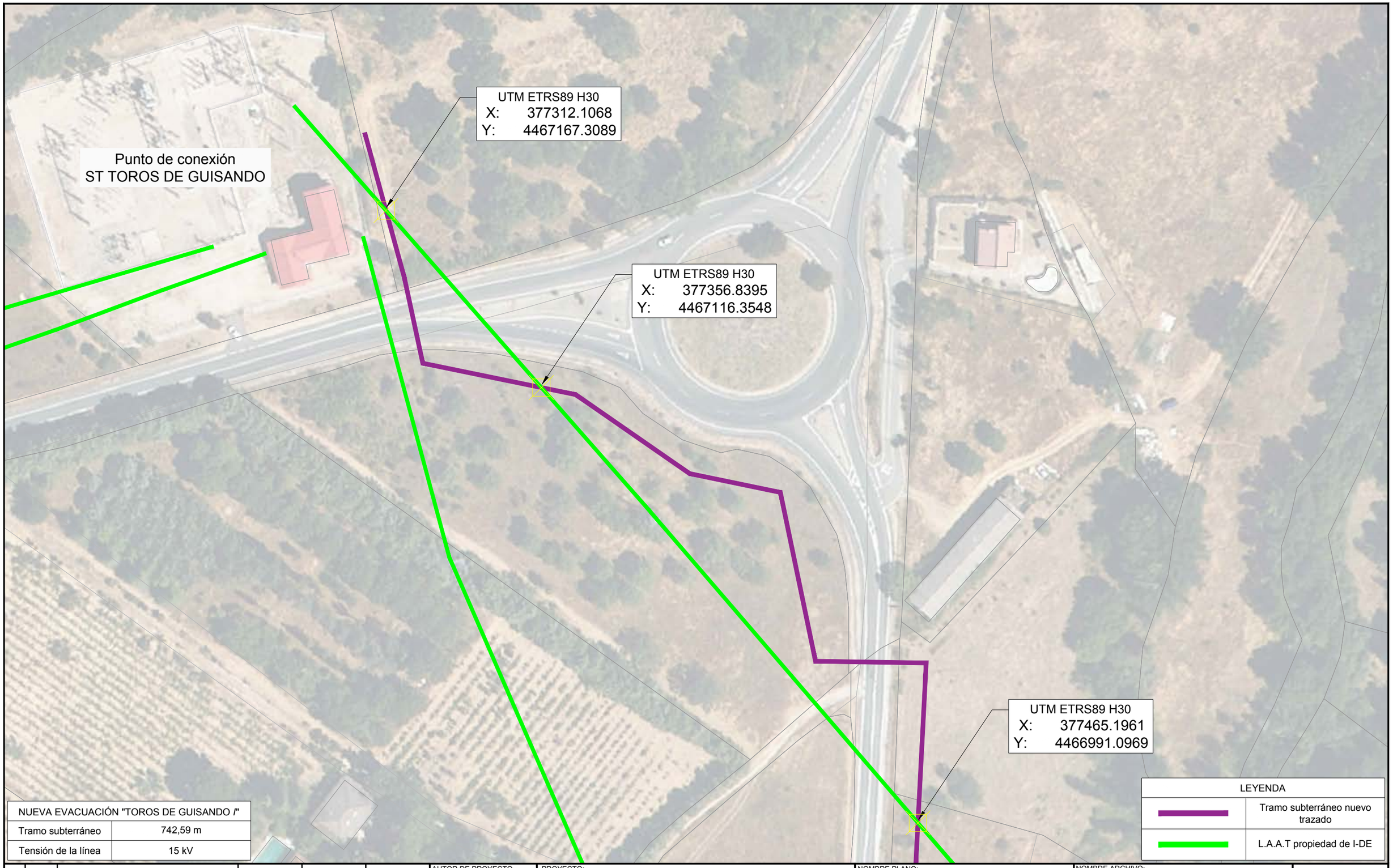
Nº PLANO: 01.05

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

HOJA: =/+ 4/7

N



NUEVA EVACUACIÓN "TOROS DE GUISANDO I"	
Tramo subterráneo	742,59 m
Tensión de la línea	15 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

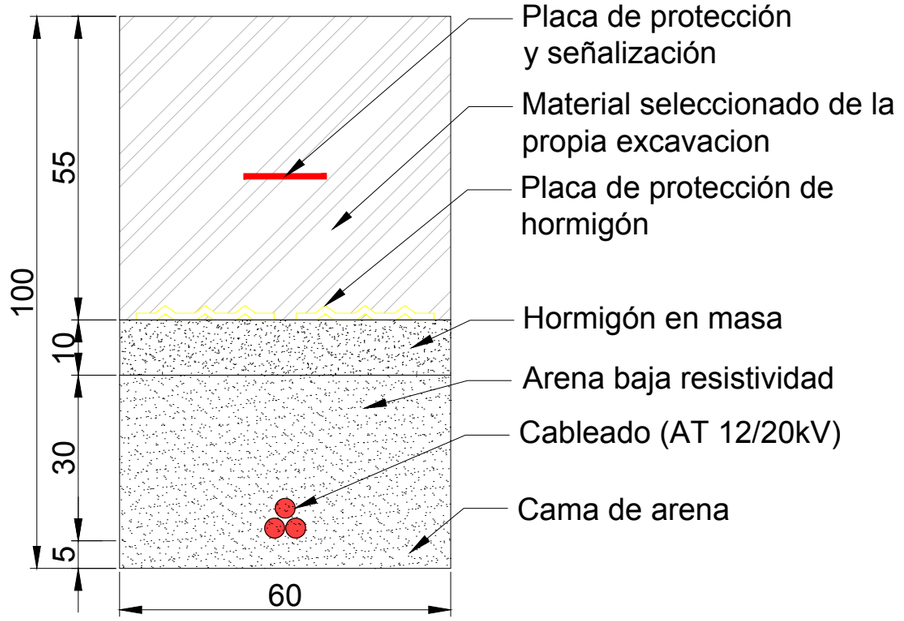
NOMBRE PLANO:
AFECCIÓN I-DE

NOMBRE ARCHIVO:
01.05 FP Afección I-DE.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.05	A3	1:1.000	=/+ 5/7

N

ZANJA MT



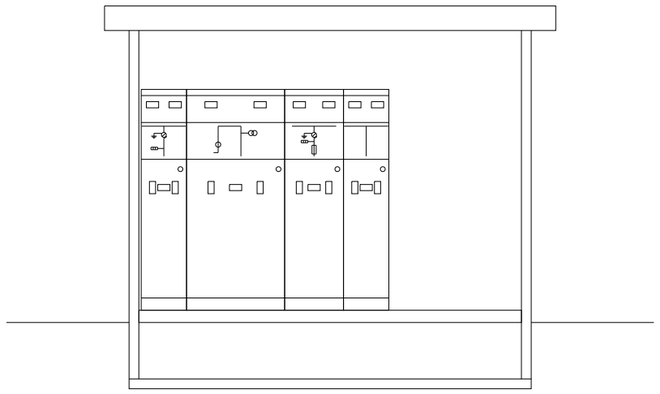
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	10/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

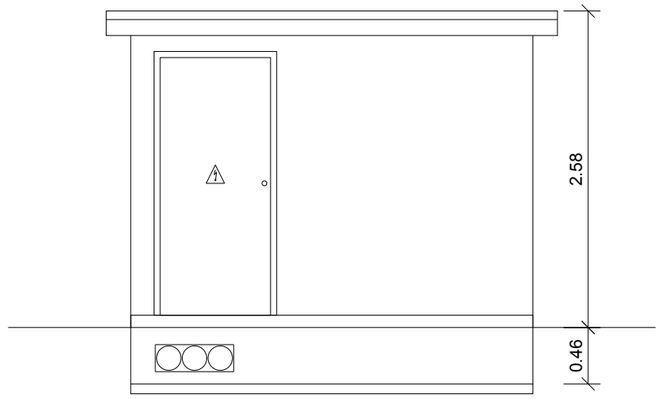
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"		NOMBRE PLANO: AFECCIÓN I-DE ZANJA DETALLE		NOMBRE ARCHIVO: 01.05 FP Afección I-DE.dwg	
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño General	Nº PLANO: 01.05	FORMATO: A3	ESCALA: - / HOJA: =/+ 6/7

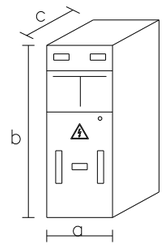
N



SECCIÓN TRANSVERSAL

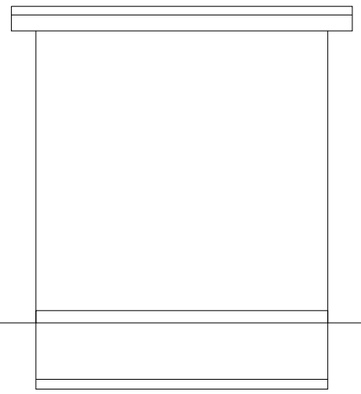


ALZADO FRONTAL



DIMENSIONES CELDAS

Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.37	1.8	0.85
Medida	0.8	1.8	1.03
Prot. fusibles	0.48	1.8	0.85
Remonte	0.37	1.8	0.78



ALZADO LATERAL DERECHO

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO
LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA

NOMBRE ARCHIVO:
01.06 FP Centro de seccionamiento.dwg

FASE:
PROYECTO

SITUACIÓN:
SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

SECCIÓN:
Diseño General

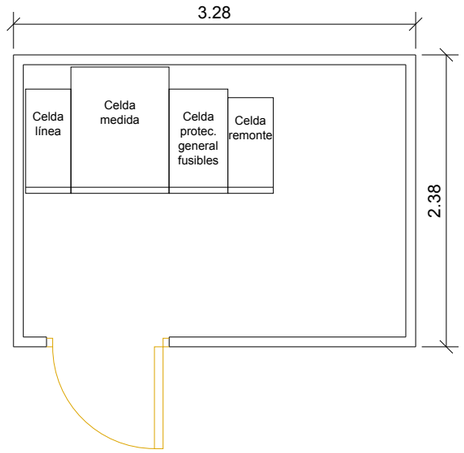
Nº PLANO:
01.06

FORMATO:
A3

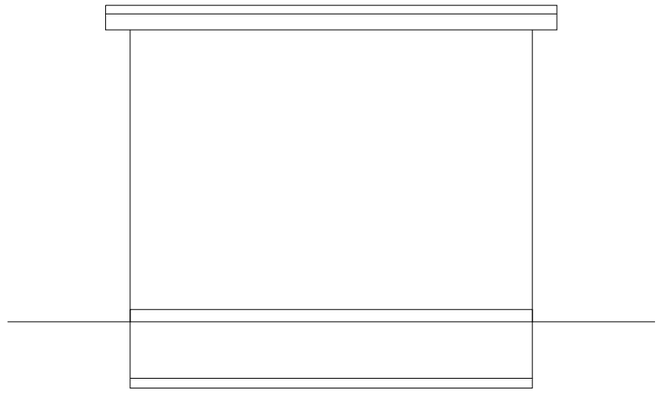
ESCALA:
1:50

HOJA:
=/+ 1/3

N



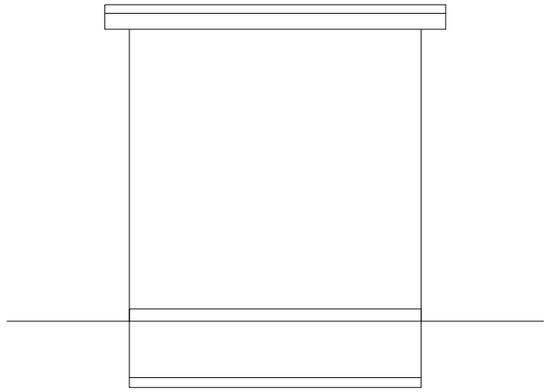
PLANTA



ALZADO POSTERIOR

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN

4.08 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

FASE: PROYECTO

SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)

NOMBRE PLANO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA

SECCIÓN: Diseño General

Nº PLANO: 01.06

NOMBRE ARCHIVO: 01.06 FP Centro de seccionamiento.dwg

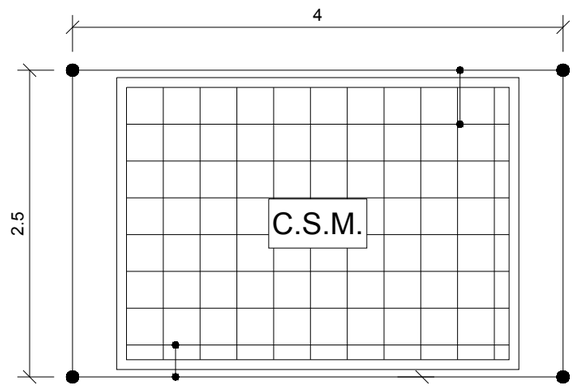
FORMATO: A3

ESCALA: 1:50

HOJA: =/+ 2/3

N

PUESTAS A TIERRA



TIERRA DE PROTECCIÓN

Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm

Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm2

TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 40-25/5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado,
con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m.
Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.
Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.
Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas
conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

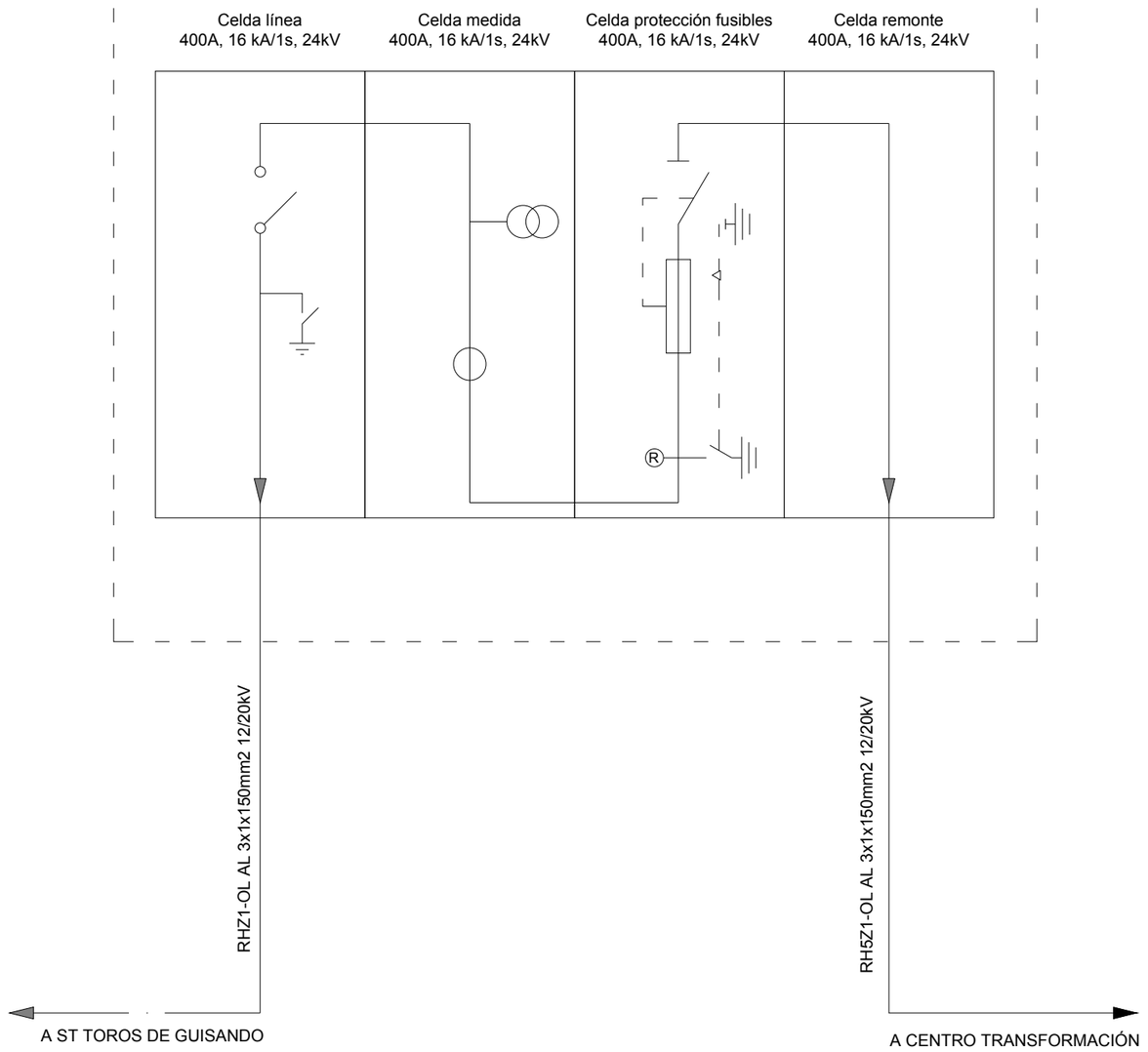
AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO: INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"		NOMBRE PLANO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA PUESTA A TIERRA		NOMBRE ARCHIVO: 01.06 FP Centro de seccionamiento.dwg	
FASE: PROYECTO	SITUACIÓN: SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	SECCIÓN: Diseño General	Nº PLANO: 01.06	FORMATO: A3	ESCALA: 1:50 / HOJA: =/+ 3/3

N

CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	APROBADO	FIRMA
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
0	11/2024	Emisión inicial	L.GARCÍA	S.LIZARRAGA	

AUTOR DE PROYECTO

LIZHER INGENIERIA

PROYECTO:
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "TOROS DE GUISANDO I"

NOMBRE PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR
CENTRO DE SECCIONAMIENTO

NOMBRE ARCHIVO:
01.07 FP Esquema Unifilar.dwg

FASE:	SITUACIÓN:	SECCIÓN:	Nº PLANO:	FORMATO:	ESCALA:	HOJA:
PROYECTO	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS (MADRID)	Diseño General	01.07	A3	1:50	=/+ 1/1

N