

ANEJO Nº 01.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	SITUACIÓN ACTUAL	4
2.1	Media tensión	4
2.2	Baja tensión	5
3	CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS NUEVAS ACTUACIONES	7
4	LISTA DE CARGAS. BALANCE DE POTENCIAS	8
4.1	Lista de cargas	8
4.2	Equipos a retirar y balance de potencia	11
5	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL Y DE CORTOCIRCUITO	13
5.1	Intensidad nominal en los nuevos cuadros	13
5.2	Cortocircuito	14
5.2.1	Observaciones.....	14
5.2.2	Cortocircuito en el lado de baja tensión.....	14
6	CÁLCULO DE CONDUCTORES	16
6.1	Cálculo por densidad de corriente	17
6.2	Cálculo por caída de tensión.....	17
6.3	Intensidad admisible	19
6.4	Conductores a emplear	20
6.4.1	CGA	23
6.4.2	CLA Filtros izquierda	23
6.4.3	CLA Filtros Derecha	24
6.5	Redes subterráneas para distribución en baja tensión	25
6.5.1	En canalizaciones entubadas	25
6.5.2	Galerías o zanjas registrables.....	25
6.5.3	En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared	26
6.5.4	Circuitos con cables en paralelo.....	26
6.6	Instalaciones receptoras.....	27
6.6.1	Sección y tipología de cables utilizados.....	27
7	CÁLCULO DE PROTECCIONES	28
7.1	CGA.....	29
7.2	CLA Filtros Izquierda.....	30
7.3	CLA Filtros Derecha	30
8	RED DE TIERRAS.....	31
9	ALUMBRADO.....	32
9.1	Alumbrado interior.....	32
9.1.1	Galería de filtros izquierda.....	33

9.1.2	Galería de filtros derecha	34
9.2	Alumbrado exterior	36
9.2.1	Zona 1 Vial	37
9.2.2	Zona 2 Vial	37
9.2.3	Zona 3 Vial	38
9.2.4	Zona 4 Vial	38
9.2.5	Zona 5 Vial	39
9.2.6	Zona 6 Vial	40
9.2.7	Zona 7 Vial	40
9.2.8	Zona 8 Vial	41
9.2.9	Zona 9 Parking norte	41
9.2.10	Zona 10 Acceso taller.....	42
9.2.11	Zona 11 Vial reactivos.....	42
9.2.12	Zona 12 Reactivos viejo	42
9.2.13	Zona 13 Fangos	43
9.2.14	Zona 14 Decantadores derecha	44
9.2.15	Zona 15 Decantadores izquierda.....	45
9.2.16	Resumen de Zonas:	46
10	CONTROL DE LA INSTALACIÓN	47

1 INTRODUCCIÓN

La ETAP de Torrelaguna es una instalación construida en la década de los años 60 con el objetivo de potabilizar las aguas procedentes de los Canales del Jarama y del Villar, que han de ser conducidas a Madrid por los canales del Atazar o Alto, según se desee, además de alimentar, a través del depósito de cabecera de la ETAP a los ramales Norte, Este y Oeste, este último mediante un bombeo.

La ETAP actual es el resultado de las actuaciones que se han ido acometiendo desde el año 1967. El último proyecto es:

“PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA”

Dicho Proyecto de Mejoras incluye la completa renovación de las instalaciones eléctricas de BT y de control de la ETAP, entre otras actuaciones. El presente proyecto para la sustitución de alumbrado se formaliza como adenda al anterior, siendo coherente y asumiendo los documentos que derivan del mismo.

En este proyecto se contempla una renovación de casi toda la instalación de alumbrado exterior de la planta, a excepción de los focos de limpieza de filtros, además del alumbrado interior de los dos edificios de supervisión de limpieza de filtros.

Dicha renovación también supone una redistribución de cargas eléctricas de iluminación exterior, centralizando las mismas en un nuevo “Cuadro General de Alumbrado”, así como el recableado de los cuadros locales de alumbrado de la planta: Fangos, reactivos viejo, reactivos nuevo, filtros izquierda, derecha y edificio de Control.

2 SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Media tensión

De acuerdo con la información disponible, la planta se alimenta actualmente a través de dos líneas aéreas de 20 kV propiedad de Canal de Isabel Segunda. Estas dos instalaciones dependen de las subestaciones transformadoras de Torrelaguna y de El Sotillo. El esquema eléctrico se incluye en los planos del proyecto de mejoras.

Las celdas que componen el Centro de Seccionamiento y Transformación se sitúan en un edificio independiente. Todas las celdas tienen las siguientes características eléctricas principales comunes: U_{max} 24kV, I_{th} 16kA, I_n 400 A. Son del año 1994 del fabricante Schneider gama SM6 (aislamiento al aire).

A continuación, se expone el número de celdas y sus principales características:

2 Uds. Celdas de línea (modelo NSM) con interruptor seccionador III con enclavamiento mecánico (1), indicadores capacitivos de presencia de tensión (4) y seccionadores de puesta a tierra (5). Estas celdas constituyen la entrada de alimentación a la EDAR desde las líneas aéreas mencionadas. Estas celdas son motorizadas y están enclavadas entre sí permitiendo que la

EDAR se conecte sólo de una de las dos líneas en que puede hacerlo (son celdas de conmutación).

1 Ud. Celda con interruptor automático (modelo DM1-C) para una instalación de bombeo de agua tratada existente en la parcela de la ETAP (bombeo Valgallegos). Equipada con interruptor automático con seccionador III semi rotativo (3)

1 Ud. Celda de protección general (modelo DM1-C) con interruptor automático con seccionador III semi rotativo (3).

1 Ud. Celda de medida eléctrica de A.T. Aloja los transformadores de tensión e intensidad que precisa la medida.

3 Ud. Celdas de protección de los transformadores (modelo QM) con interruptor seccionador III ruptofusible (6) y seccionador de puesta a tierra (5)

Existen tres transformadores de 400 kVA de potencia unitaria y relación de transformación 20.000/400 V, funcionando en (2+1), es decir, uno de ellos se encuentra en reserva. Son transformadores con aislamiento en aceite con punto de inflamabilidad por debajo de 300 °C y ventilación natural ONAN. Cada uno de estos transformadores se encuentra ubicado en un recinto de uso exclusivo.

2.2 Baja tensión

Tanto el CGBT como los CCMs se renuevan por completo en el “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA”, quedando de la siguiente manera:

DENOMINACIÓN CCM	EQUIPOS INSTALADOS	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA
	Ud	Kw	Kw	Kw
CCM CENTRO DISTRIBUCIÓN	24,00	580,50	459,00	354,30
CCM REACTIVO ACTUAL	42,00	116,36	86,39	73,64
CCM REACTIVO NUEVO	26,00	104,15	85,05	85,05
CCM FILTROS ALA DERECHA (1)	82,00	107,34	75,08	75,08
CCM FILTROS ALA IZQ. (ALA 2)	81,00	102,84	70,58	62,01
CCM FANGOS (*)	48,00	515,56	358,26	250,78
CCM AMPLIACIÓN FANGOS	15,00	84,33	65,93	46,15
TOTALES	318,00	1.611,08	1.200,29	947,01

Además, el nuevo CGBT y CCM centro distribución pasarán a ubicarse en la sala donde actualmente se encuentra un grupo electrógeno marca ROLLS ROYCE en desuso. Se demolerá el muro que las separa para hacer una sala más amplia.

DISPOSICIONES TÉCNICAS

Se tendrán en cuenta las siguientes Disposiciones, Normas y Reglamentos:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. (BOE nº 224 de 18-9-2002).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Canal de Isabel II.
- Prescripciones Generales de Seguridad en Trabajos Eléctricos del Canal de Isabel II.
- Directiva 2006/42/CE relativa a las máquinas.
- Iluminación y ventilación según el CTE – Código Técnico de la Edificación en su DB HS5.
- UNE-EN 12464-1 Iluminación de los lugares de trabajo en interiores.
- REAL DECRETO 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión. Por el que se traspone la DIRECTIVA 2014/35/UE sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- REAL DECRETO 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos. Por el que se traspone la DIRECTIVA 2014/30/UE sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.
- REAL DECRETO 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- REAL DECRETO 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía Reglamento Nº 1194/2012 de la Comisión de 12 de diciembre de 2012, por el que se aplica la Directiva de Ecodiseño 2009/125/CE a las lámparas direccionales, lámparas LED y sus equipos. Incluidas sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1890/2008, que aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 y su Guía de Interpretación.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-01 a ITC-BT-51.
- Reglamento CE nº 245/2009, de la Comisión de 18 de marzo por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo relativo a los requisitos de diseño ecológico, para lámparas, balastos y luminarias. Incluidas sus modificaciones posteriores.
- Reglamento 874/2012 DE LA COMISIÓN de 12 de julio de 2012 por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias. Incluidas sus modificaciones posteriores.

3 CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS NUEVAS ACTUACIONES

Las nuevas obra e instalaciones incluidas en el presente proyecto se diseñan teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se proyecta un nuevo CGA, situándose en la ubicación del “viejo” CGBT tal y como se refleja en los planos. El CGA será conforme a la ET 3324.
- Desde dicho CGA se procede a alimentar eléctricamente todo el nuevo alumbrado exterior proyectado, así como los cuadros locales de alumbrado de filtros izquierda, derecha, fangos, edificio de control, reactivos existente y nuevo.
- Se proyectan nuevas canalizaciones de alumbrado, considerando las planteadas en el proyecto adjunto y la galería de reparto principal. Las canalizaciones de alumbrado existentes serán retiradas.

Se contemplará la retirada de los báculos actuales.

Se contempla la retirada de las luminarias fluorescentes de los edificios de limpieza de filtros, así como la reposición de su falso techo.

Los tipos de salidas a considerar según ET 3311 son las siguientes

- Tipo ALIMENTACIÓN FIJA: salida de alimentación fija (1-monofásica, 2-trifásica).
- Tipo FEEDER EXTRAÍBLE: alimentación directa tetrapolar extraíble.

4 LISTA DE CARGAS. BALANCE DE POTENCIAS

4.1 Lista de cargas

En la siguiente tabla se recoge la nueva lista de cargas asociada a la implantación de las nuevas luminarias:

Nº circuito	CGA Designación	Equipos		Tipo de salida Salida (S/Canal)	Potencia (kW)			
		Instalados	Funcionam. simultáneo		Unitaria	Instalada	Instalada efectiva	Simultánea
1,00	Cicuito 1	1,00	1,00	Fija-2	0,75	0,75	0,75	0,75
2,00	Cicuito 2	1,00	1,00	Fija-2	2,05	2,05	2,05	2,05
3,00	Cicuito 3	1,00	1,00	Fija-2	1,42	1,42	1,42	1,42
4,00	Cicuito 4	1,00	1,00	Fija-2	2,20	2,20	2,20	2,20
5,00	Cicuito 5	1,00	1,00	Fija-2	2,20	2,20	2,20	2,20
6,00	Cicuito 6	1,00	1,00	Fija-2	2,20	2,20	2,20	2,20
7,00	Cicuito 7	1,00	1,00	Fija-2	2,20	2,20	2,20	2,20
8,00	Fangos frontal edificio	1,00	1,00	Fija-2	0,27	0,27	0,27	0,27
9,00	CLA Fangos	1,00	1,00	Fija-2	38,02	38,02	38,02	19,01
10,00	Reactivos exterior	1,00	1,00	Fija-2	0,14	0,14	0,14	0,14
11,00	CLA Edificio control	1,00	1,00	Fija-2	132,17	132,17	120,67	60,33
12,00	CLA filtros Izquierda	1,00	1,00	Fija-2	10,95	10,95	10,95	4,82
13,00	CLA filtros Derecha	1,00	1,00	Fija-2	10,95	10,95	10,95	4,82
14,00	Fangos exterior sur	1,00	1,00	Fija-2	0,89	0,89	0,89	0,89
15,00	CLA Reactivos viejo	1,00	1,00	Fija-2	6,50	6,50	6,50	3,25
16,00	CLA Reactivos nuevo	1,00	1,00	Fija-2	7,05	7,05	7,05	3,53

Siendo los nuevos circuitos los siguientes:

- Circuito 1:
 - Circuito vial, compuesto por 11 luminarias de 68 W y 6755 Lm.
- Circuito 2:
 - Circuito vial, compuesto por 4 luminarias de 68 W y 6755 Lm y 18 luminarias de 99 W y 9860 Lm.
- Circuito 3:
 - Circuito vial, compuesto por 18 luminarias de 68 W y 6755 Lm y 2 luminarias de 99 W y 9860 Lm.
- Circuito 4: Circuito de alumbrado de decantadores, compuesto por:
 - 2 torres de 7 focos, 6 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.
 - 2 torres de 5 focos, 4 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.
- Circuito 5: Circuito de alumbrado de decantadores, compuesto por:
 - 2 torres de 7 focos, 6 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.
 - 2 torres de 5 focos, 4 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.

- Circuito 6: Circuito de alumbrado de decantadores, compuesto por:
 - 2 torres de 7 focos, 6 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.
 - 2 torres de 5 focos, 4 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.
- Circuito 7: Circuito de alumbrado de decantadores, compuesto por:
 - 2 torres de 7 focos, 6 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.
 - 2 torres de 5 focos, 4 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.
- Fangos frontal edificio:
 - Alumbrado anclado a pared, compuesto por 4 luminarias de 68 W y 6755 Lm.
- Fangos exterior sur:
 - Circuito vial, compuesto por 9 luminarias de 99 W y 9860 Lm.
- Reactivos exterior:
 - Alumbrado anclado a pared, compuesto por 5 luminarias de 28 W y 3200 Lm.
- CLA Filtros izquierda:
 - Cuadro local de alumbrado, que gobierna a 40 luminarias interiores de 45 W y 6000 Lm, 3 tomas de corriente y pequeña apartament. Además, se incorporarán los 11 focos que existen actualmente.

Nº circuito	CLA Filtros Izquierda	Equipos		Tipo de salida	Potencia (kW)		
	Designación	Instalados	Funcionam. simultáneo	Salida (S/Canal)	Unitaria	Instalada efectiva	Simultánea
1,00	Sala eléctrica	1	1	Fija-2	0,36	0,36	0,36
2,00	Circuito galería 1	1	1	Fija-2	0,495	0,50	0,50
3,00	Circuito galería 2	1	1	Fija-2	0,495	0,50	0,50
4,00	Circuito galería 3	1	1	Fija-2	0,45	0,45	0,45
5,00	Toma de corriente 1	1	1	Fija-2	2,5	2,50	0,83
6,00	Toma de corriente 2	1	1	Fija-2	2,5	2,50	0,83
7,00	Toma de corriente 3	1	1	Fija-2	2,5	2,50	0,83
8,00	Focos filtros exterior	1	1	Fija-2	1,65	1,65	0,54

- CLA Filtros derecha:
 - Cuadro local de alumbrado, que gobierna a 40 luminarias interiores de 45 W y 6000 Lm, 3 tomas de corriente y pequeña apartament. Además, se incorporarán los 11 focos que existen actualmente

Nº circuito	CLA Filtros Derecha	Equipos		Tipo de salida	Potencia (kW)		
	Designación	Instalados	Funcionam. simultáneo	Salida (S/Canal)	Unitaria	Instalada efectiva	Simultánea ⁽¹⁾
1,00	Sala eléctrica	1	1	Fija-2	0,36	0,36	0,36
2,00	Circuito galería 1	1	1	Fija-2	0,495	0,50	0,50
3,00	Circuito galería 2	1	1	Fija-2	0,495	0,50	0,50
4,00	Circuito galería 3	1	1	Fija-2	0,45	0,45	0,45
5,00	Toma de corriente 1	1	1	Fija-2	2,5	2,50	0,83
6,00	Toma de corriente 2	1	1	Fija-2	2,5	2,50	0,83
7,00	Toma de corriente 3	1	1	Fija-2	2,5	2,50	0,83
8,00	Focos filtros exterior	1	1	Fija-2	1,65	1,65	0,54

- CLA Edificio de Control:

Actualmente es el Cuadro General de alumbrado de la planta. Se proyecta el desmantelamiento de las instalaciones de alumbrado exterior y su recableado hacia el nuevo CGA. Para ello se hace un listado de cargas y balance de potencias orientativo para saber la potencia actual (y que permanecerá) que tendrá que gobernar el nuevo CGA.

Nº circuito	CLA Edificio control	Equipos		Tipo de salida	Potencia (kW)			
	Designación	Instalados	Funcionam. simultáneo	Salida (S/Canal)	Unitaria	Instalada	Instalada efectiva	Simultánea ⁽¹⁾
1	PL Baja	1	1	Fija	2,30	2,30	2,30	1,15
2	sala sinoptico	1	1	Fija	2,30	2,30	2,30	1,15
3	laboratorio 2-3	1	1	Fija	2,30	2,30	2,30	1,15
4	laboratorio 2-3	1	1	Fija	2,30	2,30	2,30	1,15
5	oficina 1	1	1	Fija	2,30	2,30	2,30	1,15
6	pasillo planta 1	1	1	Fija	2,30	2,30	2,30	1,15
7	Alim. Indig p de carga	1	1	Fija	2,30	2,30	2,30	1,15
8	laboratorio 2-3	1	1	Fija	10,39	10,39	10,39	5,20
9	Central	1	1	Fija	11,08	11,08	11,08	5,54
10	Red enchufes edificio control	1	1	Fija	27,71	27,71	27,71	13,86
13	Acondicionador pl 1-1	1	0	Fija	2,30	2,30	0,00	0,00
14	Acondicionador pl 1-2	1	0	Fija	2,30	2,30	0,00	0,00
15	Ench pl. b. 3	1	0	Fija	2,30	2,30	0,00	0,00
16	Ench pl. b. 4	1	0	Fija	2,30	2,30	0,00	0,00
17	Radiad termos y ench 5	1	0	Fija	2,30	2,30	0,00	0,00
18	Ench pl. b. 6	1	1	Fija	11,08	11,08	11,08	5,54
19	Acondicionador pl 2-1	1	1	Fija	11,08	11,08	11,08	5,54
20	Ala 2 planta	1	1	Fija	3,68	3,68	3,68	1,84
21	Aire acondicionado	1	1	Fija	3,68	3,68	3,68	1,84
22	telecontrol	1	1	Fija	3,68	3,68	3,68	1,84
23	Vehículo eléctrico	1	1	Fija	22,17	22,17	22,17	11,08

Este mismo proceso se realiza para el CLA de Fangos, Reactivos viejo y nuevo.

Nº circuito	CLA Fangos	Equipos		Tipo de salida	Potencia (kW)			
	Designación	Instalados	Funcionam. simultáneo	Salida (S/Canal)	Unitaria	Instalada	Instalada efectiva	Simultánea ⁽¹⁾
1,00	Pantallas 1	1,00	1,00	Fija-1	2,30	2,30	2,30	1,15
2,00	Focos 400W	1,00	1,00	Fija-1	2,30	2,30	2,30	1,15
3,00	Tomas sala elect	1,00	1,00	Fija-1	2,30	2,30	2,30	1,15
4,00	Tomas sala elect	1,00	1,00	Fija-1	2,30	2,30	2,30	1,15
5,00	Escalera sala elect	1,00	1,00	Fija-1	2,30	2,30	2,30	1,15
6,00	Usos varios	1,00	1,00	Fija-2	17,32	17,32	17,32	8,66
7,00	Pantallas P.Baja 1	1,00	1,00	Fija-1	2,30	2,30	2,30	1,15
8,00	Emergencias	1,00	1,00	Fija-1	2,30	2,30	2,30	1,15
9,00	pantallas. Baja 2	1,00	1,00	Fija-1	2,30	2,30	2,30	1,15
10,00	Focos 250W	1,00	1,00	Fija-1	2,30	2,30	2,30	1,15

Nº circuito	CLA Reactivos viejo	Equipos		Tipo de salida	Potencia (kW)			
	Designación	Instalados	Funcionam. simultáneo	Salida (S/Canal)	Unitaria	Instalada	Instalada efectiva	Simultánea
1,00	Circuito 1	10	10	Fija-2	0,05	0,50	0,50	0,25
2,00	Circuito 2	8	8	Fija-2	0,05	0,40	0,40	0,20
3,00	Circuito 3	12	12	Fija-2	0,05	0,60	0,60	0,30
4,00	Toma de corriente 1	1	1	Fija-2	2,50	2,50	2,50	1,25
5,00	Toma de corriente 2	1	1	Fija-2	2,50	2,50	2,50	1,25

Nº circuito	CLA Reactivos nuevo	Equipos		Tipo de salida	Potencia (kW)			
	Designación	Instalados	Funcionam. simultáneo	Salida (S/Canal)	Unitaria	Instalada	Instalada efectiva	Simultánea
1,00	Circuito 1	15	15	Fija-2	0,05	0,75	0,75	0,38
2,00	Circuito 2	14	14	Fija-2	0,05	0,70	0,70	0,35
3,00	Circuito 3	12	12	Fija-2	0,05	0,60	0,60	0,30
4,00	Toma de corriente 1	1	1	Fija-2	2,50	2,50	2,50	1,25
5,00	Toma de corriente 2	1	1	Fija-2	2,50	2,50	2,50	1,25

De esta manera podremos calcular el conductor necesario para el recableado desde el CGA.

4.2 Equipos a retirar y balance de potencia

En la siguiente tabla se hace un balance de potencias, comparando las instalaciones actuales a retirar con las nuevas proyectadas. Se señala en negro las cargas actuales que permanecen en servicio, **en azul las nuevas cargas y en rojo las cargas actuales en servicio que se retiran:**

Nº circuito	CGA	Equipos	Tipo de salida	Potencia (kW)		
	Designación	Instalados	Salida (S/Canal)	Unitaria	Instalada efectiva	Simultánea
1,00	Circuito 1	1	Fija-2	0,75	0,75	0,75
2,00	Circuito 2	1	Fija-2	2,05	2,05	2,05
3,00	Circuito 3	1	Fija-2	1,42	1,42	1,42
4,00	Circuito 4	1	Fija-2	2,20	2,20	2,20
5,00	Circuito 5	1	Fija-2	2,20	2,20	2,20
6,00	Circuito 6	1	Fija-2	2,20	2,20	2,20
7,00	Circuito 7	1	Fija-2	2,20	2,20	2,20
8,00	Fangos frontal edificio	1	Fija-2	0,27	0,27	0,27
9,00	CLA Fangos	1	Fija-2	38,02	38,02	19,01
10,00	Reactivos exterior	1	Fija-2	0,14	0,14	0,14
11,00	CLA Edificio control	1	Fija-2	132,17	120,67	60,33
12,00	CLA filtros Izquierda*	1	Fija-2	9,30	9,30	4,28
13,00	CLA filtros Derecha*	1	Fija-2	9,30	9,30	4,28
14,00	Fangos exterior sur	1	Fija-2	0,89	0,89	0,89
15,00	CLA Reactivos viejo	1	Fija-2	6,50	6,50	2,43
16,00	CLA Reactivos nuevo	1	Fija-2	7,05	7,05	2,64
17,00	Báculos 250 W	79	Fija-2	0,25	19,75	19,75
18,00	Báculos pequeños 150 W	5	Fija-2	0,15	0,75	0,75
19,00	Fluorescentes galerías	96	Fija-2	0,12	11,14	3,34
				BALANCE DE POTENCIA		-0,96

En los CLA se descuenta previamente la potencia asociada a los focos ya instalados, puesto que estos serán “neutros” en cuanto a balance de potencias se refiere.

Para el cálculo de la potencia simultánea se han considerado diferentes coeficientes dependiendo de cada carga y el trabajo que se vaya a ver sometido. Los circuitos de alumbrado exterior tienen un coeficiente de simultaneidad 1, puesto que se iluminarán todos al mismo tiempo, mientras que las luminarias y tomas de corriente de las galerías de filtros tienen un coeficiente de simultaneidad más bajo, puesto que no funcionarán al mismo tiempo.

Como se puede observar con la nueva instalación LED conseguimos un ahorro energético de 0,96 kW. Esto implica que no tendremos que preocuparnos de la capacidad de los transformadores ni de la comprobación de media tensión.

5 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL Y DE CORTOCIRCUITO

5.1 Intensidad nominal en los nuevos cuadros

NUEVO CGA

La intensidad nominal viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{1,732 \times V_s \times \cos \phi}$$

Donde:

- P = potencia en CGA = 110,09 kW
- Vs = tensión secundaria en KV=0,4 kV
- Is = intensidad secundaria en A
- Cosφ = factor de potencia de la instalación=0,85

Sustituyendo los valores la intensidad nominal es:

$$I_s = 187,16 \text{ A.}$$

El calibre del interruptor general del CGA será de 200 A.

NUEVO CLA Filtros izquierda

La intensidad nominal viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{1,732 \times V_s \times \cos \phi}$$

Donde:

- P = potencia en CLA = 10,95 kW
- Vs = tensión secundaria en KV=0,4 kV
- Is = intensidad secundaria en A
- Cosφ = factor de potencia de la instalación=0,85

Sustituyendo los valores la intensidad nominal es:

$$I_s = 18,62 \text{ A.}$$

El calibre del interruptor general del centro de control de motores será de 25 A.

NUEVO CLA Filtros derecha

La intensidad nominal viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{1,732 \times V_s \times \cos \phi}$$

Donde:

- P = potencia en CLA = 10,95 kW
- Vs = tensión secundaria en KV=0,4 kV
- Is = intensidad secundaria en A
- Cosφ = factor de potencia de la instalación=0,85

Sustituyendo los valores la intensidad nominal es:

$$I_s = 18,62 \text{ A.}$$

El calibre del interruptor general del centro de control de motores será de 25 A.

5.2 Cortocircuito

5.2.1 Observaciones

Puesto que solo se van a llevar a cabo actuaciones en el lado de baja tensión, se procede solamente al cálculo de parámetros que a ello le afectan.

5.2.2 Cortocircuito en el lado de baja tensión

En los esquemas TT conectados a tierra, un cortocircuito a tierra, en principio, siempre suministrará corriente suficiente para hacer funcionar un dispositivo de sobreintensidad.

Las impedancias de la fuente y la alimentación principal son muy inferiores a las de los circuitos de la instalación, por lo que cualquier restricción en la magnitud de las corrientes de defecto a tierra se deberá principalmente a los conductores de la instalación (los cables largos flexibles a los aparatos aumentan en gran medida la impedancia de “bucle de defecto”, con la correspondiente reducción de la corriente de cortocircuito).

Se ha utilizado el “método de la composición”, que es una estimación de la corriente de cortocircuito en el extremo remoto de un bucle, cuando se conoce el nivel de la corriente de cortocircuito en el extremo cercano del bucle.

Este método permite determinar la corriente de cortocircuito al final de un bucle a partir del valor conocido del cortocircuito en el extremo de envío, por medio de la siguiente fórmula aproximada:

$$I = I_{SC} \frac{U}{U + Z_S \cdot I_{SC}}$$

donde

- I_{sc} = corriente de cortocircuito aguas arriba.
- I = corriente de cortocircuito al final del bucle.
- U = tensión de fase nominal del sistema.
- Z_s = impedancia del bucle.

Las siguientes tablas proporcionan un valor rápido y suficientemente preciso de una corriente de cortocircuito en un punto de la red, conociendo:

- El valor de la corriente de cortocircuito aguas arriba del punto en cuestión.
- La longitud y composición del circuito entre el punto donde se conoce el nivel de corriente de cortocircuito y el punto donde hay que calcular el nivel.

Cobre 230 V / 400 V		Longitud del circuito (en metros)																			
sección de conduct. fase (mm²)																					
1,5																					
2,5																					
4																					
6																					
10																					
16																					
25																					
35																					
47,5																					
70																					
95																					
120																					
150																					
185																					
240																					
300																					
2 x 120																					
2 x 150																					
2 x 185																					
553 x 120																					
3 x 150																					
3 x 185																					
I _{cc} aguas arriba (en kA)	I _{cc} aguas abajo (en kA)																				
100	93 90 87 82 77 70 62 54 45 37 29 22 17,0 12,6 9,3 6,7 4,9 3,5 2,5 1,8 1,3 0,9																				
90	84 82 79 75 71 65 58 51 43 35 28 22 16,7 12,5 9,2 6,7 4,8 3,5 2,5 1,8 1,3 0,9																				
80	75 74 71 68 64 59 54 47 40 34 27 21 16,3 12,2 9,1 6,6 4,8 3,5 2,5 1,8 1,3 0,9																				
70	66 65 63 61 58 54 49 44 38 33 26 20 15,8 12,0 8,9 6,6 4,8 3,4 2,5 1,8 1,3 0,9																				
60	57 56 55 53 51 48 44 39 35 30 24 20 15,2 11,6 8,7 6,5 4,7 3,4 2,5 1,8 1,3 0,9																				
50	48 47 46 45 43 41 38 35 31 27 22 18,3 14,5 11,2 8,5 6,3 4,6 3,4 2,4 1,7 1,2 0,9																				
40	39 38 38 37 36 34 32 30 27 24 20 16,8 13,5 10,6 8,1 6,1 4,5 3,3 2,4 1,7 1,2 0,9																				
35	34 34 33 33 32 30 29 27 24 22 18,8 15,8 12,9 10,2 7,9 6,0 4,5 3,3 2,4 1,7 1,2 0,9																				
30	29 29 29 28 27 27 25 24 22 20 17,3 14,7 12,2 9,8 7,6 5,8 4,4 3,2 2,4 1,7 1,2 0,9																				
25	25 24 24 24 23 23 22 21 19,1 17,4 15,5 13,4 11,2 9,2 7,3 5,6 4,2 3,2 2,3 1,7 1,2 0,9																				
20	20 20 19,4 19,2 18,8 18,4 17,8 17,0 16,1 14,9 13,4 11,8 10 8,4 6,8 5,3 4,1 3,1 2,3 1,7 1,2 0,9																				
15	14,8 14,8 14,7 14,5 14,3 14,1 13,7 13,3 12,7 11,9 11,0 9,9 8,7 7,4 6,1 4,9 3,8 2,9 2,2 1,6 1,2 0,9																				
10	9,9 9,9 9,8 9,8 9,7 9,6 9,4 9,2 8,9 8,5 8,0 7,4 6,7 5,9 5,1 4,2 3,4 2,7 2,0 1,5 1,1 0,8																				
7	7,0 6,9 6,9 6,9 6,9 6,9 6,8 6,7 6,6 6,4 6,2 6,0 5,6 5,2 4,7 4,2 3,6 3,0 2,4 1,9 1,4 1,1 0,8																				
5	5,0 5,0 5,0 4,9 4,9 4,9 4,9 4,8 4,7 4,6 4,5 4,3 4,0 3,7 3,4 3,0 2,5 2,1 1,7 1,3 1,0 0,8																				
4	4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 3,9 3,9 3,9 3,8 3,7 3,6 3,5 3,3 3,1 2,9 2,6 2,2 1,9 1,6 1,2 1,0 0,7																				
3	3,0 3,0 3,0 3,0 3,0 3,0 3,0 2,9 2,9 2,9 2,8 2,7 2,6 2,5 2,3 2,1 1,9 1,6 1,4 1,1 0,9 0,7																				
2	2,0 2,0 2,0 2,0 2,0 2,0 2,0 2,0 2,0 2,0 1,9 1,9 1,8 1,8 1,7 1,6 1,4 1,3 1,1 1,0 0,8 0,6																				
1	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 0,9 0,9 0,9 0,8 0,8 0,7 0,6 0,6 0,5																				

I_{cc} en Nuevo CGA

Es sabido que la aparamenta actual ubicada en el CGD posee una capacidad de cortocircuito de 50 kA.

Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 50kA, y seleccionando el conductor de 70mm² y 13 m para que el cálculo sea más restrictivo, tenemos que la I_{cc} aguas abajo del mismo será de 27 kA.

Se adopta una capacidad de cortocircuito mínima de 30 kA para el nuevo CGA

I_{cc} en Nuevo CLA Filtros izquierda

Como se calcula anteriormente, la capacidad de cortocircuito para el CGA será de 30 kA mínimo.

Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 30kA, y seleccionando el conductor de 25 mm² y 115 m para que el cálculo sea más restrictivo, tenemos que la I_{cc} aguas abajo del mismo será de 1,7 kA.

Se adopta una capacidad de cortocircuito mínima de 6 kA para el nuevo CLA Filtros izquierda

I_{cc} en Nuevo CLA Filtros derecha

Como se calcula anteriormente, la capacidad de cortocircuito para el CGA será de 30 kA mínimo.

Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 30kA, y seleccionando el conductor de 25 mm² y 115 m para que el cálculo sea más restrictivo, tenemos que la I_{cc} aguas abajo del mismo será de 1,7 kA.

Se adopta una capacidad de cortocircuito mínima de 6 kA para el nuevo CLA Filtros derecha

6 CÁLCULO DE CONDUCTORES

Los conductores se han calculado teniendo en cuenta las indicaciones señaladas en el Real Decreto 842/2.002, en los apartados correspondientes.

Según se indica en dicha normativa, hay tres criterios que han de satisfacer simultáneamente los cables de Baja Tensión:

- Criterio de la intensidad máxima admisible o calentamiento.
- Criterio de caída de tensión.

- Criterio de la intensidad de cortocircuito.

El criterio de la intensidad de cortocircuito, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito. Por esta razón los criterios que se han empleado para definir los cables de Baja Tensión del presente proyecto han sido los criterios de intensidad máxima admisible y el criterio de caída de tensión.

6.1 Cálculo por densidad de corriente

La intensidad se ha obtenido de las fórmulas:

$$I_n = \frac{K \times P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \alpha} \quad \text{Para líneas trifásicas}$$

$$I_n = \frac{P}{U} \quad \text{Para líneas monofásicas}$$

Donde:

I = Intensidad de corriente en amperios

K = Coeficiente de carga

K = 1,8 para lámparas de descarga

K = 1,0 para las demás cargas

K = 1,25 para motores

K = 1,3 para batería de condensadores estándar

K = 1,7 para batería de condensadores reforzados

P = Potencia activa en vatios

U = Tensión de servicio, en voltios

U = 400 V para líneas trifásicas

U = 230 V para líneas monofásicas

$\cos \phi$ = 0,85

6.2 Cálculo por caída de tensión

La caída de tensión se ha calculado por las fórmulas:

$$\Delta U = \frac{K \times P \times L}{C \times S \times U} \quad \text{Para líneas trifásicas}$$

$$\Delta U = \frac{2 \times K \times P \times L}{C \times S \times U} \quad \text{Para líneas monofásicas}$$

Donde:

ΔU = Caída de tensión del tramo en voltios

K = Coeficiente por tipo de carga

K = 1,8 para lámparas de descarga

K = 1 para las demás cargas

K = 1,25 para motores

K = 1,3 para batería de condensadores estándar

K = 1,7 para batería de condensadores reforzados

P = Potencia activa transportada, en vatios

L = Longitud de la línea en metros

C = Conductibilidad del cobre

S = Sección del conductor de fase en mm²

U = Tensión entre fases en voltios

U = 400 V para líneas trifásicas

U = 230 V para líneas monofásicas

Cálculo de la conductividad del cobre:

$$C = 1/\rho$$

$$\rho_t = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

C = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ_t = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T0 = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^{\circ}\text{C}$$

Tmax = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^{\circ}\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Dado que nuestras luminarias son de tecnología LED, el coeficiente $k = 1$.

Según el apartado 2.2.2. de la Instrucción ITC-BT-19, la caída de tensión en una instalación que cuenta con transformador propio se calcula desde las bornas de BT del mismo pudiendo llegar a ser del 6,5% para la fuerza y del 4,5% para alumbrado y usos.

Para el cálculo de la caída de tensión de circuitos con cargas distribuidas, como son los circuitos de luminarias exteriores, hemos optado por la comprobación más restrictiva, es decir situar toda la potencia en el punto de mayor distancia, y por tanto, más desfavorable.

De esta manera nos aseguramos de que todas las luminarias cuenten con una caída de tensión adecuada al REBT 2002.

6.3 Intensidad admisible

Los cálculos han sido realizados, siempre del lado de la seguridad y cumpliendo con lo prescrito en el Real Decreto 842/2.002. Para instalaciones enterradas en zanja en el interior de tubos o similares (ITC-BT-07 3.1.3), para determinar la intensidad admisible de los conductores se ha considerado un coeficiente de seguridad de $k=0,8$.

Este coeficiente es aplicado para todo el trazado del conductor siempre que la conducción tenga alguna parte subterránea, puesto que los cables se prevén sin empalmes y es la condición de diseño más restrictiva.

Además, los cables se dimensionan para que puedan soportar un 25 % más de la intensidad nominal prevista para cumplir con la ITC-BT-47, que exige esta condición para la instalación de motores.

6.4 Conductores a emplear

A continuación, se incluyen las tablas de caídas de tensión de cada componente de la instalación:

De CGBT a CGA

Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV
Potencia instalada efectiva	110,09 KW
Longitud del tramo	13,00 m
Tensión	400,00 V
Nº de cables por fase	1,00 Cu
Sección unitaria	70,00 mm2
Sección total	70,00 mm2
Caída de tensión	0,70 %
Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	224,00 A
Intensidad soportada por el conductor	187,16 A
Calibre del interruptor	200,00 A
Longitud total de conductor de fase	39,00 m
Longitud total de conductor en neutro	13,00 m

Esta caída de tensión de 0.7% será sumada a los respectivos conductores que están aguas debajo del CGA. En canalización subterránea a cuadro son los siguientes:

De CGA a CLA Filtros Izquierda

Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV
Potencia instalada efectiva	10,95 KW
Longitud del tramo	135,00 m
Tensión	400,00 V
Nº de cables por fase	1,00 Cu
Sección unitaria	25,00 mm2
Sección total	25,00 mm2
Caída de tensión	1,94 %
Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	128,00 A
Intensidad soportada por el conductor	18,62 A
Calibre del interruptor	25,00 A
Longitud total de conductor de fase	405,00 m
Longitud total de conductor en neutro	135,00 m

De CGA a CLA Filtros Derecha

Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV
Potencia instalada efectiva	10,95 KW
Longitud del tramo	100,00 m
Tensión	400,00 V
Nº de cables por fase	1,00 Cu
Sección unitaria	16,00 mm2
Sección total	16,00 mm2
Caida de tensión	2,08 %
Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	100,00 A
Intensidad soportada por el conductor	18,62 A
Calibre del interruptor	25,00 A
Longitud total de conductor de fase	300,00 m
Longitud total de conductor en neutro	100,00 m

De CGA a CLA Fangos

Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV
Potencia instalada efectiva	38,02 KW
Longitud del tramo	75,00 m
Tensión	400,00 V
Nº de cables por fase	1,00 Cu
Sección unitaria	35,00 mm2
Sección total	35,00 mm2
Caida de tensión	2,28 %
Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	152,00 A
Intensidad soportada por el conductor	64,64 A
Calibre del interruptor	40,00 A
Longitud total de conductor de fase	225,00 m
Longitud total de conductor en neutro	75,00 m

De CGA a CLA Edificio de control

Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV
Potencia instalada efectiva	60,33 KW
Longitud del tramo	110,00 m
Tensión	400,00 V
Nº de cables por fase	1,00 Cu
Sección unitaria	70,00 mm2
Sección total	70,00 mm2
Caida de tensión	2,47 %
Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	224,00 A
Intensidad soportada por el conductor	102,57 A
Calibre del interruptor	160,00 A
Longitud total de conductor de fase	330,00 m
Longitud total de conductor en neutro	110,00 m

De CGA a CLA Reactivos viejo

Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV
Potencia instalada efectiva	6,50 KW
Longitud del tramo	150,00 m
Tensión	400,00 V
Nº de cables por fase	1,00 Cu
Sección unitaria	25,00 mm2
Sección total	25,00 mm2
Caída de tensión	1,66 %
Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	128,00 A
Intensidad soportada por el conductor	11,05 A
Calibre del interruptor	40,00 A
Longitud total de conductor de fase	450,00 m
Longitud total de conductor en neutro	150,00 m

De CGA a CLA Reactivos nuevo

Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV
Potencia instalada efectiva	7,05 KW
Longitud del tramo	170,00 m
Tensión	400,00 V
Nº de cables por fase	1,00 Cu
Sección unitaria	25,00 mm2
Sección total	25,00 mm2
Caída de tensión	1,78 %
Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	128,00 A
Intensidad soportada por el conductor	11,99 A
Calibre del interruptor	40,00 A
Longitud total de conductor de fase	510,00 m
Longitud total de conductor en neutro	170,00 m

Para el cálculo de la caída de tensión de circuitos con cargas distribuidas, como son los circuitos de luminarias exteriores, hemos optado por la comprobación más restrictiva, es decir situar toda la potencia en el punto de mayor distancia, y por tanto, más desfavorable.

6.4.1 CGA

Nº de circuito	RECEPTORES	Pot. Unit. (kW)	Nº	Tipo	Nº cables por fase	Sección (mm2)	Long.Unit. (m)	Sección total por fase (mm2)	Long.Tot (m)	Tension (V)	Caída de tensión (%)		
											Parcial 1	Parcial 2	Total
1,00	Circuito 1	0,75	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	130,00	6,00	130,00	400,00	0,23	0,93	1,33
2,00	Circuito 2	2,05	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	480,00	6,00	480,00	400,00	2,33	3,03	3,44
3,00	Circuito 3	1,42	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	450,00	6,00	450,00	400,00	1,51	2,21	2,62
4,00	Circuito 4	2,20	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	235,00	6,00	235,00	400,00	1,22	1,92	2,33
5,00	Circuito 5	2,20	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	250,00	6,00	250,00	400,00	1,30	2,00	2,41
6,00	Circuito 6	2,20	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	250,00	6,00	250,00	400,00	1,30	2,00	2,41
7,00	Circuito 7	2,20	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	270,00	6,00	270,00	400,00	1,41	2,10	2,51
8,00	Fangos frontal edificio	0,27	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	90,00	6,00	90,00	400,00	0,06	0,75	1,16
9,00	CLA Fangos	38,02	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	35,00	75,00	35,00	75,00	400,00	1,16	1,85	2,26
10,00	Reactivos exterior	0,14	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	220,00	6,00	220,00	400,00	0,07	0,77	1,18
11,00	CLA Edificio control	60,33	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	70,00	110,00	70,00	110,00	400,00	1,35	2,04	2,45
12,00	CLA filtros Izquierda	10,95	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	25,00	135,00	25,00	135,00	400,00	0,84	1,54	1,94
13,00	CLA filtros Derecha	10,95	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	25,00	100,00	25,00	100,00	400,00	0,62	1,32	1,73
14,00	Fangos exterior sur	0,89	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	180,00	6,00	180,00	400,00	0,38	1,08	1,48
15,00	CLA Reactivos viejo	6,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	25,00	150,00	25,00	150,00	400,00	0,55	1,25	1,66
16,00	CLA Reactivos nuevo	7,05	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	25,00	170,00	25,00	170,00	400,00	0,68	1,38	1,78

6.4.2 CLA Filtros izquierda

Nº de circuito	RECEPTORES	Pot. Unit. (kW)	Nº	Tipo	Nº cables por fase	Sección (mm2)	Long.Unit. (m)	Sección total por fase (mm2)	Long.Tot (m)	Tension (V)	Caída de tensión (%)		
											Parcial 1	Parcial 2	Total
1,00	Sala eléctrica	0,36	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	25,00	2,50	25,00	230,00	0,31	2,25	2,66
2,00	Circuito galería 1	0,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	45,00	2,50	45,00	230,00	0,77	2,71	3,12
3,00	Circuito galería 2	0,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	75,00	2,50	75,00	230,00	1,28	3,22	3,63
4,00	Circuito galería 3	0,45	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	105,00	2,50	105,00	230,00	1,62	3,57	3,97
5,00	Toma de corriente 1	2,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,00	2,50	5,00	230,00	0,43	2,37	2,78
6,00	Toma de corriente 2	2,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	40,00	2,50	40,00	230,00	3,44	5,38	5,79
7,00	Toma de corriente 3	2,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	75,00	6,00	75,00	230,00	2,69	4,63	5,03

6.4.3 CLA Filtros Derecha

Nº de circuito	RECEPTORES	Pot. Unit. (kW)	Nº	Tipo	Nº cables por fase	Sección (mm2)	Long.Unit. (m)	Sección total por fase (mm2)	Long.Tot (m)	Tension (V)	Caída de tensión (%)		
											Parcial 1	Parcial 2	Total
1,00	Sala eléctrica	0,36	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	25,00	2,50	25,00	230,00	0,31	2,38	2,79
2,00	Circuito galería 1	0,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	45,00	2,50	45,00	230,00	0,77	2,84	3,25
3,00	Circuito galería 2	0,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	75,00	2,50	75,00	230,00	1,28	3,35	3,76
4,00	Circuito galería 3	0,45	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	105,00	2,50	105,00	230,00	1,62	3,70	4,11
5,00	Toma de corriente 1	2,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	5,00	2,50	5,00	230,00	0,43	2,50	2,91
6,00	Toma de corriente 2	2,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	40,00	2,50	40,00	230,00	3,44	5,51	5,92
7,00	Toma de corriente 3	2,50	1,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	75,00	6,00	75,00	230,00	2,69	4,76	5,17

Como se puede apreciar, todas las cargas presentan una caída de tensión inferior a 6,5% para la fuerza y del 4,5% para alumbrado.

6.5 Redes subterráneas para distribución en baja tensión

Para los cables instalados en instalación enterrada se ha aplicado lo dispuesto por el reglamento de baja tensión en su ITC-BT-07.

6.5.1 En canalizaciones entubadas

Serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 50 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

El diámetro de los tubos será acorde a los conductores que circularán por los mismos, proyectando siembre un tubo de reserva. El material de los tubos será PEAD y el diámetro mínimo 90. Se describe con más detalle en planos.

Se incluye la construcción de nuevas arquetas en los nuevos tramos, para cambios de dirección, cruce de vial y entrada a nuevos edificios. La localización viene detallada en planos.

6.5.2 Galerías o zanjas registrables

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación.

No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua, si se puede asegurar que en caso de fuga, el agua no afecte a los demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua, y en el otro cuerpo, estanco respecto al anterior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de baja tensión, de alta tensión, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- estanqueidad de los cierres
- buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

En nuestra instalación, las galerías registrables serán:

Distribución CGA-edificio de control: Se utiliza una canalización /galería registrable existente en la planta, por lo que para este tramo se proyecta bandeja de polímero, tal y como se refleja en planos.

Canalización registrable a edificio de Fangos: Esta se contempla nueva en el proyecto adjunto.

Para este tramo se proyecta bandeja de polímero, tal y como se refleja en planos.

Canalización registrable a galerías de Filtros: Se utiliza una canalización/galería registrable existente en la planta, por lo que para este tramo se proyecta bandeja de polímero, tal y como se refleja en planos.

Canalización registrable a edificios de Reactivos nuevo y viejo: Se utiliza una canalización/galería registrable existente en la planta, por lo que para este tramo se proyecta bandeja de polímero, tal y como se refleja en planos.

6.5.3 En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas y en la parte interior de edificios, no sometida a la intemperie, y en donde el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurra el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En nuestra instalación, las zonas de reparto de circuitos mediante bandejas serán:

Galería de filtros Izquierda: Se situarán encima del falso techo.

Galería de filtros Derecha: Se situarán encima del falso techo.

Torres de proyectores Norte decantadores izquierda: se situará en bandeja por las dificultades para hacer nuevas canalizaciones

Torres de proyectores Norte decantadores derecha: se situará en bandeja por las dificultades para hacer nuevas canalizaciones

Paso del edificio de fangos a las luminarias “Fangos exterior sur”

Reparto de conductores por la galería central existente de la planta.

Reparto de conductores en paredes de edificio, tales como “Reactivos exterior” y “Fangos frontal edificio”

6.5.4 Circuitos con cables en paralelo

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- emplear conductores del mismo material, sección y longitud.

- los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.
-

6.6 Instalaciones receptoras

También se ha tenido en cuenta la instrucción ITC-BT-19: “Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales”.

Asimismo, se ha cumplido la Tabla referente a las secciones mínimas de los conductores de fase respectivos.

TABLA V. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	
Sección del conductor de fase de la instalación (mm ²)	Sección mínima del conductor de protección (mm ²)
S < 16	S
16 < S < 35	16
S > 35	S/2

6.6.1 Sección y tipología de cables utilizados

Como secciones mínimas de conductores se han adoptado las siguientes:

- Cables de alimentación a Motores: 2,5 mm²
- Cables de alimentación a Cuadros locales de alumbrado: 6 mm²
- Cables de alimentación a tomas de corriente: 2,5 mm²
- Cables de alimentación a puntos de alumbrado: 1,5 mm²
- Cables de alimentación del alumbrado exterior: 6 mm²
- Cables de mando y control: 1,5 mm²

Los conductores proyectados son de los tipos siguientes:

- Cables de alimentación a CCM: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables para alumbrado exterior: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables de alimentación a Cuadros Locales: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables de Cuadros de Fuerza a motores y equipos: RZ1-K 0,6/1 KV
- Cables para alimentaciones con variador: RC4Z1-K 0,6/1KV (para interior) y RC4V-K 0,6/1KV (para exterior).

- Cables para instrumentación: RC4Z1-K (señales analógicas) y RZ1-K (señales digitales).
Se emplearán cables tipo Z1C4Z1-K para instrumentos en interior y VC4V-K para instrumentos ubicados en exterior.
- Cables para mando: RZ1-K

El cableado de alumbrado y fuerza en el interior de edificios, se ha previsto libre de halógenos.

- Cables para mando: H07Z1-K 0,6/1KV

Cumplirán la especificación técnica correspondiente ET 3001, ET 3002, ET 3006 y ET 3007.

7 CÁLCULO DE PROTECCIONES

Se ha calculado la protección magnética y térmica para cada receptor con el fin de proporcionar unas condiciones seguras de trabajo en la instalación, que permitan la máxima vida útil de los equipos, evitando fallos prematuros y costes adicionales.

Se presenta a continuación una tabla que contiene las protecciones para cada equipo.

7.1 CGA

Nº Circuito	RECEPTORES	Pot. Unit (kW)	IntCond (A)	InAdmCond (A)	Int.Calculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial	
						Int. Nominal	Poder corte	Tipo	Sensibilidad	Tipo ⁽¹⁾
1,00	Cicuito 1	0,75	1,27	35,20	1,59	6,00	6	C	30	AC
2,00	Cicuito 2	2,05	3,49	35,20	4,37	10,00	6	C	30	AC
3,00	Cicuito 3	1,42	2,42	35,20	3,02	10,00	6	C	30	AC
4,00	Cicuito 4	2,20	3,74	35,20	4,68	10,00	6	C	30	AC
5,00	Cicuito 5	2,20	3,74	35,20	4,68	10,00	6	C	30	AC
6,00	Cicuito 6	2,20	3,74	35,20	4,68	10,00	6	C	30	AC
7,00	Cicuito 7	2,20	3,74	35,20	4,68	10,00	6	C	30	AC
8,00	Fangos frontal edificio	0,27	0,46	35,20	0,58	1,00	6	C	30	AC
9,00	CLA Fangos	38,02	64,64	104,80	80,80	100,00	6	C	300	AC
10,00	Reactivos exterior	0,14	0,24	35,20	0,30	1,00	6	C	30	AC
11,00	CLA Edificio control	60,33	102,57	161,60	128,22	160,00	10	C	300	AC
12,00	CLA filtros Izquierda	10,95	18,62	84,80	23,27	25,00	6	C	300	AC
13,00	CLA filtros Derecha	10,95	18,62	84,80	23,27	25,00	6	C	300	AC
14,00	Fangos exterior sur	0,89	1,51	35,20	1,89	2,50	6	C	30	AC
15,00	CLA Reactivos viejo	6,50	11,05	84,80	13,81	16,00	6	C	300	AC
16,00	CLA Reactivos nuevo	7,05	11,99	84,80	14,98	16,00	6	C	300	AC

7.2 CLA Filtros Izquierda

Nº Circuito	RECEPTORES	Pot. Unit (kW)	IntCond (A)	InAdmCond (A)	Int.Calculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial	
						Int. Nominal (A)	Poder corte (kA)	Tipo Curva	Sensibilidad (mA)	Tipo
1,00	Sala eléctrica	0,36	1,84	20,00	2,30	4,00	6	C	30	AC
2,00	Circuito galería 1	0,50	2,53	20,00	3,16	4,00	6	C	30	AC
3,00	Circuito galería 2	0,50	2,53	20,00	3,16	4,00	6	C	30	AC
4,00	Circuito galería 3	0,45	2,30	20,00	2,88	4,00	6	C	30	AC
5,00	Toma de corriente 1	2,50	12,79	20,00	15,98	16,00	6	C	30	AC
6,00	Toma de corriente 2	2,50	12,79	20,00	15,98	16,00	6	C	30	AC
7,00	Toma de corriente 3	2,50	12,79	35,20	15,98	16,00	6	C	30	AC

7.3 CLA Filtros Derecha

Nº Circuito	RECEPTORES	Pot. Unit (kW)	IntCond (A)	InAdmCond (A)	Int.Calculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial	
						Int. Nominal (A)	Poder corte (kA)	Tipo Curva	Sensibilidad (mA)	Tipo
1,00	Sala eléctrica	0,36	1,84	20,00	2,30	4,00	6	C	30	AC
2,00	Circuito galería 1	0,50	2,53	20,00	3,16	4,00	6	C	30	AC
3,00	Circuito galería 2	0,50	2,53	20,00	3,16	4,00	6	C	30	AC
4,00	Circuito galería 3	0,45	2,30	20,00	2,88	4,00	6	C	30	AC
5,00	Toma de corriente 1	2,50	12,79	20,00	15,98	16,00	6	C	30	AC
6,00	Toma de corriente 2	2,50	12,79	20,00	15,98	16,00	6	C	30	AC
7,00	Toma de corriente 3	2,50	12,79	35,20	15,98	16,00	6	C	30	AC

8 RED DE TIERRAS

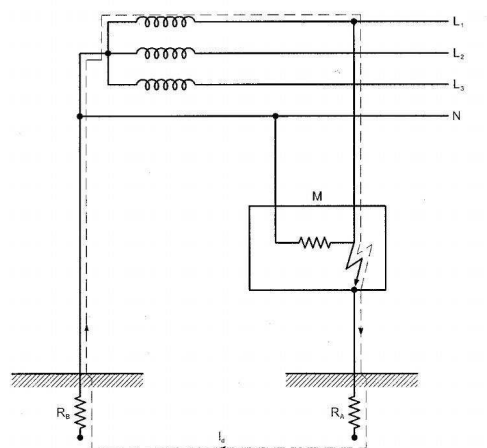
Las nuevas tomas de tierra de la instalación serán conectadas a la ya existente en la planta mediante arquetas registrables ya contempladas en el proyecto adjunto de mejoras, para sumarse a su poder de protección y así asegurar la equipotencialidad de las nuevas instalaciones.

El sistema de tierras de la planta es de tipo TT.

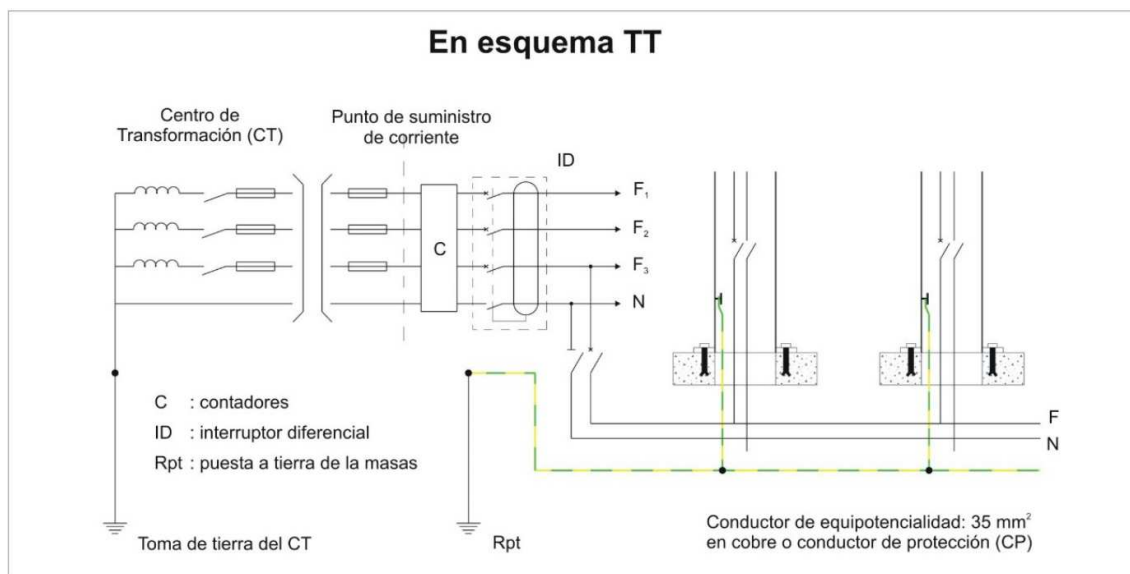
La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común desde el CGA o CLA correspondiente.

La puesta a tierra de la instalación de alumbrado exterior mediante conductor de protección (CP) con aislamiento de color verde-amarillo, incorporado en la misma canalización que la alimentación de los puntos de luz.



Cada columna y báculo estará conectada a una pica de tierra mediante un conductor de cobre desnudo de mínimo 35 mm² de sección. La pica será un Electrodo cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.



Aun así, por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, la instalación de toma de tierra definitiva deberá ser comprobada por el Director de Obra o Instalador Autorizado, para comprobar que la misma queda dentro de lo estipulado por la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, tantas veces como sean necesarias hasta que el valor de tierras sea aceptable reglamentariamente.

De no ser así se deberá realizar una mejora de la misma.

9 ALUMBRADO.

En este apartado se hará un resumen de la iluminación proyectada por zonas y los resultados obtenidos mediante el software de dimensionamiento DIALux. Los cálculos más detallados vendrán descritos en el Anejo 02 Cálculos luminotécnicos.

9.1 Alumbrado interior

Se proyectan las luminarias interiores de las galerías de supervisión de limpieza de filtros, además de las nuevas salas eléctricas que se plantean en el proyecto adjunto de mejoras, en cada una de ellas.

La disposición de luminarias es muy similar, ya que los edificios tienen una simetría especular.

Las luminarias elegidas son idénticas, salvo porque una de cada 4 luminarias será una versión de emergencia de las mismas, contando con una batería capaz de mantener a la luminaria encendida 3 horas.

Las características elegidas para las luminarias son las siguientes:

- Potencia: 45 W
- Flujo lumínico inicial: 6000 lm

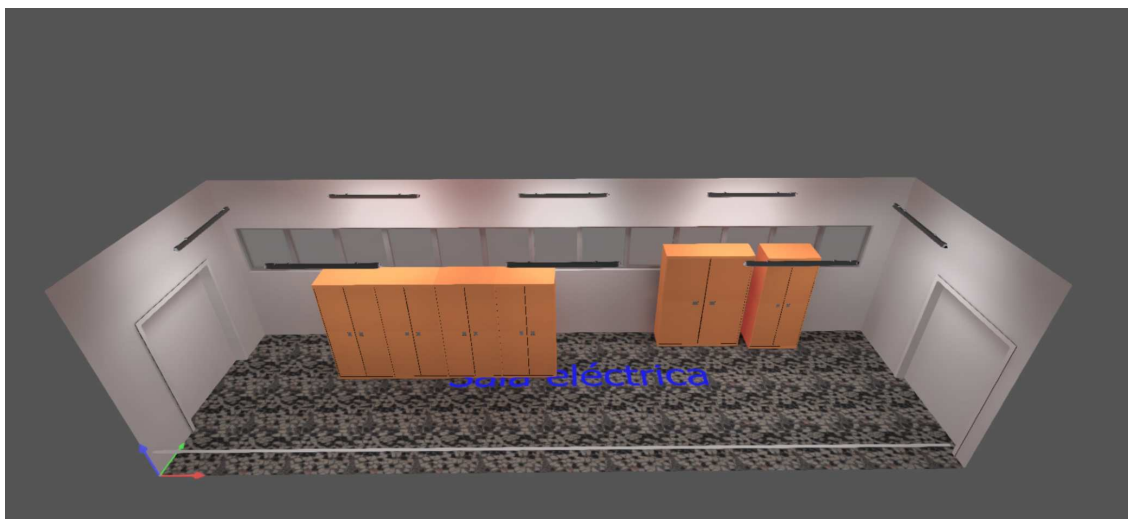
- Eficacia de la luminaria LED inicial 133.3 lm/W
- Tensión: 230 V
- Protección: IP 65 e IK 08

Los requisitos a cumplir será 300 lux de luminancia media y un coeficiente de uniformidad de 0.4.

9.1.1 Galería de filtros izquierda

Sala eléctrica:

Es la sala eléctrica donde se ubica el CCM filtros izquierda, se proyectan 8 luminarias de las cuales 2 (las de entrada y salida) serán el modelo de emergencia.



- La superficie total es de: 46 m2
- La iluminancia media es de: 482 Lx
- El coeficiente de uniformidad es de: 0.49

Galería:

Es una sala bastante longitudinal, de aproximadamente 99m x3.7m, cuyo objetivo es la vigilancia del lavado de filtros.

Se proyectan una fila de 32 luminarias, de las cuales 8 serán de la versión con emergencia incorporada.

Se instalarán conmutadores y sensores de presencia para asegurar el encendido y apagado de los 3 circuitos a medida que el operario se desplace por la galería.

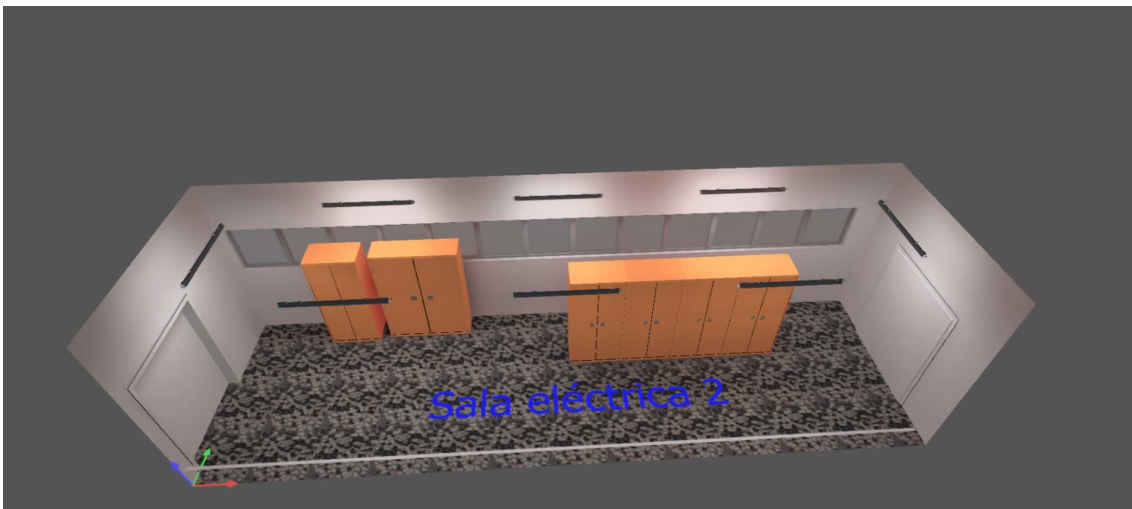


- La superficie total es de: 367 m²
- La iluminancia media es de: 301 Lx
- El coeficiente de uniformidad es de: 0.55

9.1.2 Galería de filtros derecha

Sala eléctrica:

Es la sala eléctrica donde se ubica el CCM filtros derecha, se proyectan 8 luminarias de las cuales 2 (las de entrada y salida) serán el modelo de emergencia.



- La superficie total es de: 46 m²
- La iluminancia media es de: 483 Lx

- El coeficiente de uniformidad es de: 0.47

Galería:

Es una sala bastante longitudinal, de aproximadamente 99m x3.7m, cuyo objetivo es la vigilancia del lavado de filtros.

Se proyectan una fila de 32 luminarias, de las cuales 8 serán de la versión con emergencia incorporada.

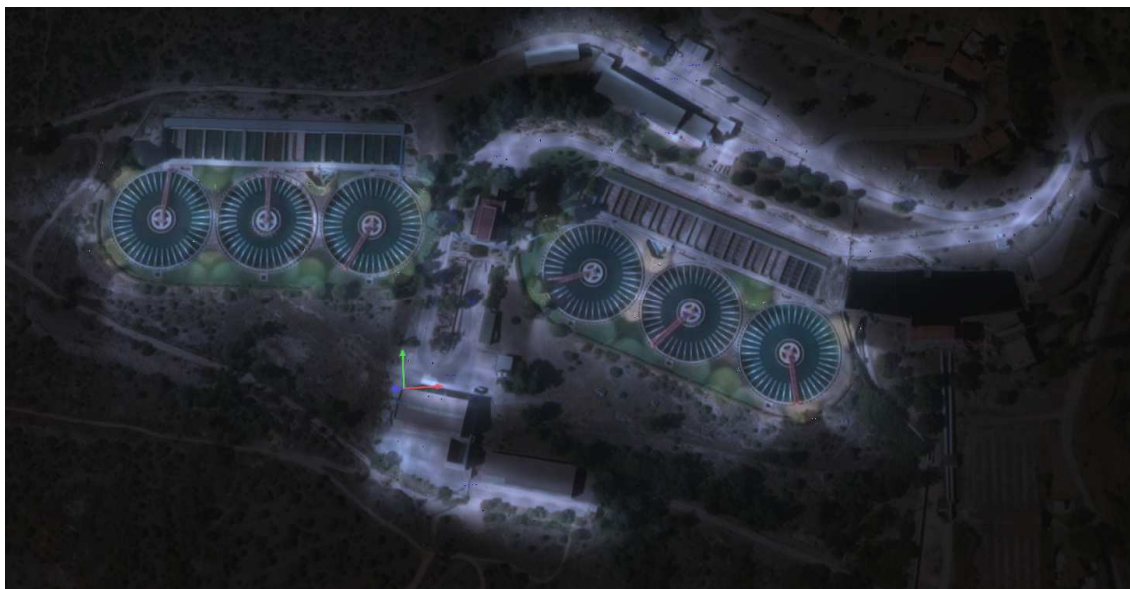
Se instalarán conmutadores y sensores de presencia para asegurar el encendido y apagado de los 3 circuitos a medida que el operario se desplace por la galería.



- La superficie total es de: 367 m2
- La iluminancia media es de: 300 Lx
- El coeficiente de uniformidad es de: 0.55

9.2 Alumbrado exterior

Se proyecta una renovación completa del alumbrado exterior de la ETAP de Torrelaguna.



Se divide toda la superficie en 15 zonas de trabajo, donde se ubicarán las luminarias suficientes para asegurar los requisitos de 20 Lux de iluminancia media y un coeficiente de 0.4 de uniformidad.

Para el alumbrado de viales se eligen báculos de 9m de altura galvanizados, con un diámetro de 60 mm y un espesor mínimo de 3 mm.

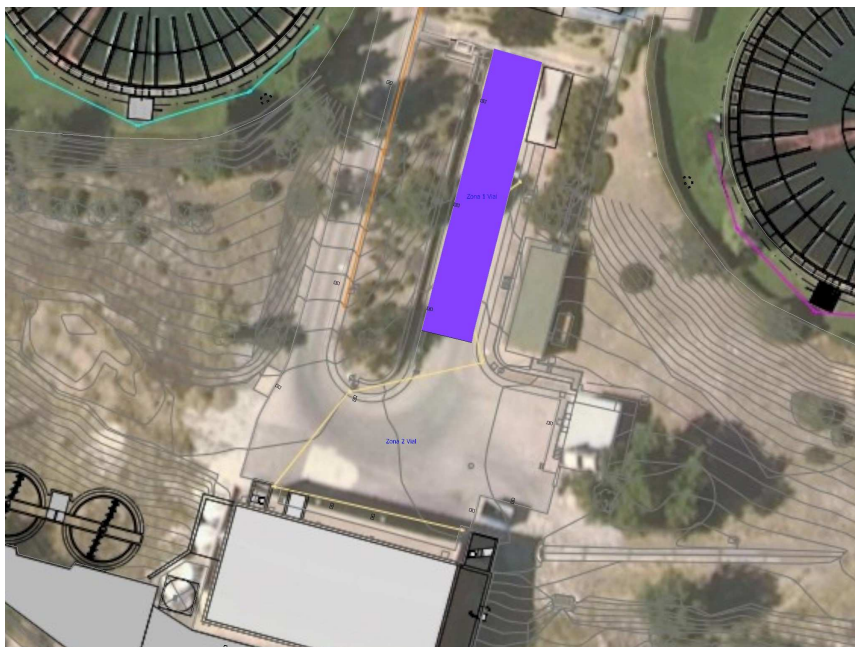
El alumbrado de viales se complementa también con brazos anclados a edificios, con 1 metro de longitud y una altura de montaje variable dependiendo del edificio, siendo el uso común 6 m de altura.

Para el alumbrado exterior de la zona de decantación, tanto izquierda como derecha, se proyectan torres de 12m de altura, con escala para el correcto mantenimiento de los focos. Estas torres se proyectan como respuesta a la dificultad de mantenimiento de los actuales báculos, debido a un terreno inestable y un acceso limitado.

La alimentación de dichas luminarias se hace mediante 11 circuitos independientes, los cuales se distribuyen optimizando factores como las distancias, los cambios de trazado etc. La distribución viene detallada en planos.

9.2.1 Zona 1 Vial

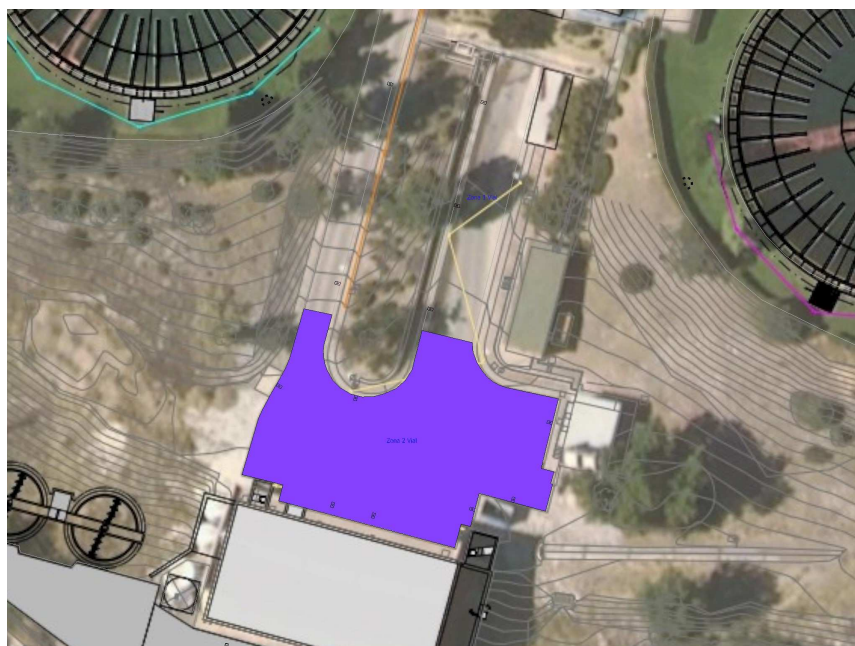
Es la parte de vial que da acceso al CT y CGDBT. Es iluminada con 3 luminarias de 68 W y 6755 lm.



Las luminarias pertenecen al “circuito 1”.

9.2.2 Zona 2 Vial

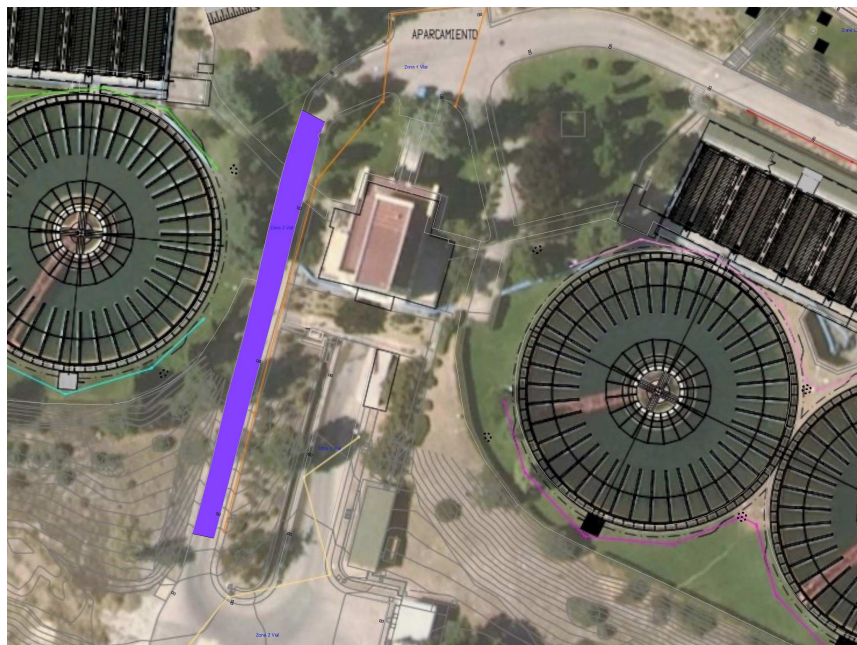
Es la zona cercana al edificio de fangos en su parte norte. Es iluminada con 7 luminarias de 68 W y 6755 lm, siendo 2 de ellas brazos anclados al edificio de fangos.



Las luminarias pertenecen al “circuito 1” y al circuito “fangos exterior edificio”.

9.2.3 Zona 3 Vial

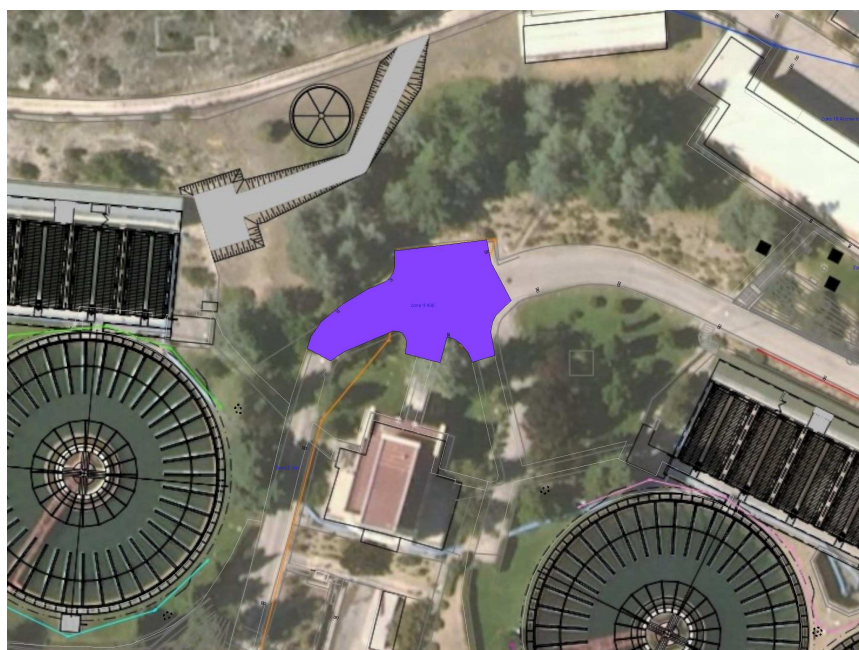
Es el vial longitudinal que comunica los decantadores y el edificio de control con la parte sur de la planta. Es iluminada con 3 luminarias de 68 W y 6755 lm.



Las luminarias pertenecen al “circuito 1”.

9.2.4 Zona 4 Vial

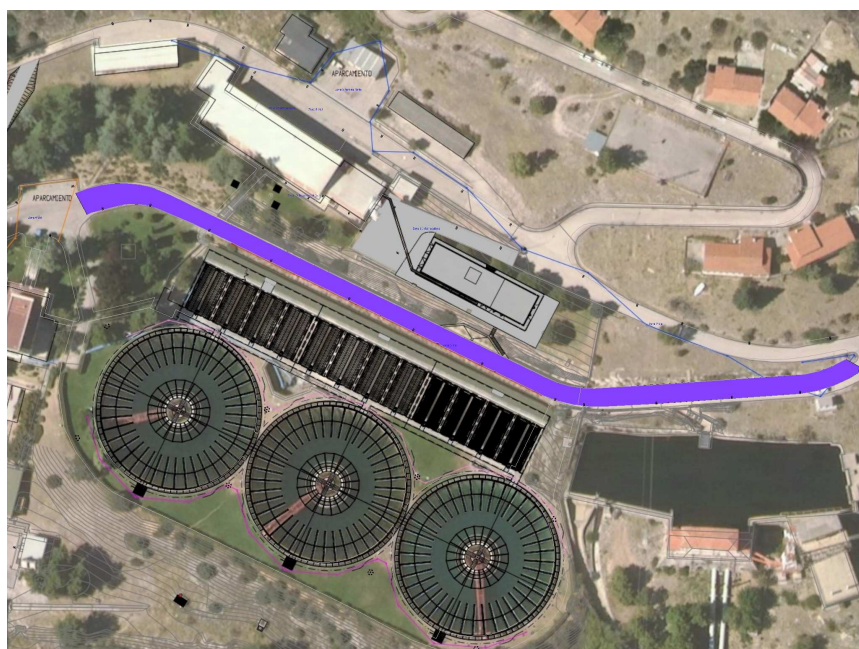
Es la zona del vial que comprende el aparcamiento y el acceso al edificio de control. Es iluminada con 4 luminarias de 68 W y 6755 lm



Las luminarias pertenecen al “código 2”.

9.2.5 Zona 5 Vial

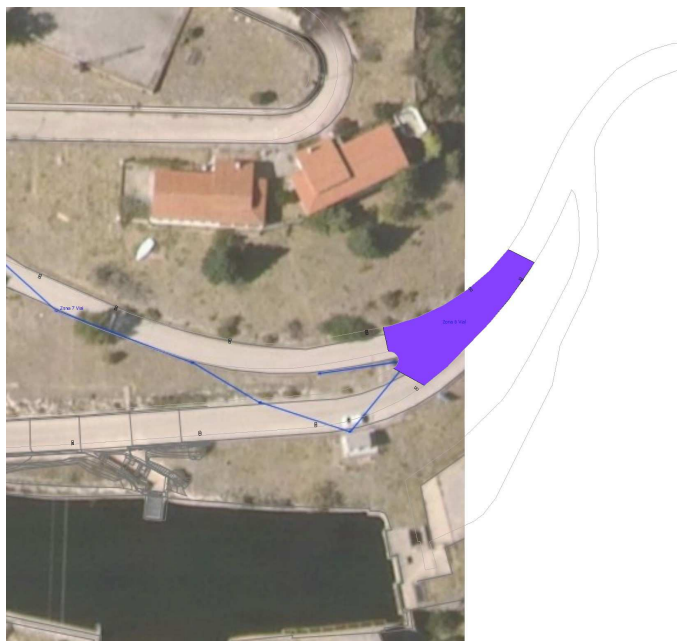
Es el tramo de vial que comunica la entrada este de la planta. Es iluminada con 13 luminarias de 99 W y 9860 lm.



Las luminarias pertenecen al “código 2”.

9.2.6 Zona 6 Vial

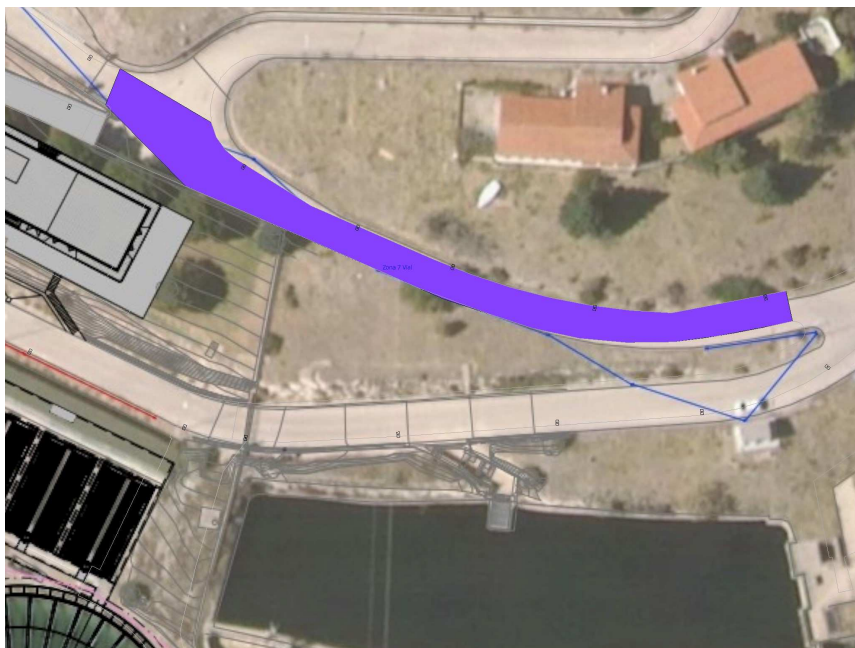
Es el tramo de vial que da acceso a la planta, siendo la bifurcación de la zona 5 vial hacia control y la zona 7 vial hacia reactivos. Es iluminada con 2 luminarias de 99 W y 9860 lm.



Las luminarias pertenecen al “circuito 2”.

9.2.7 Zona 7 Vial

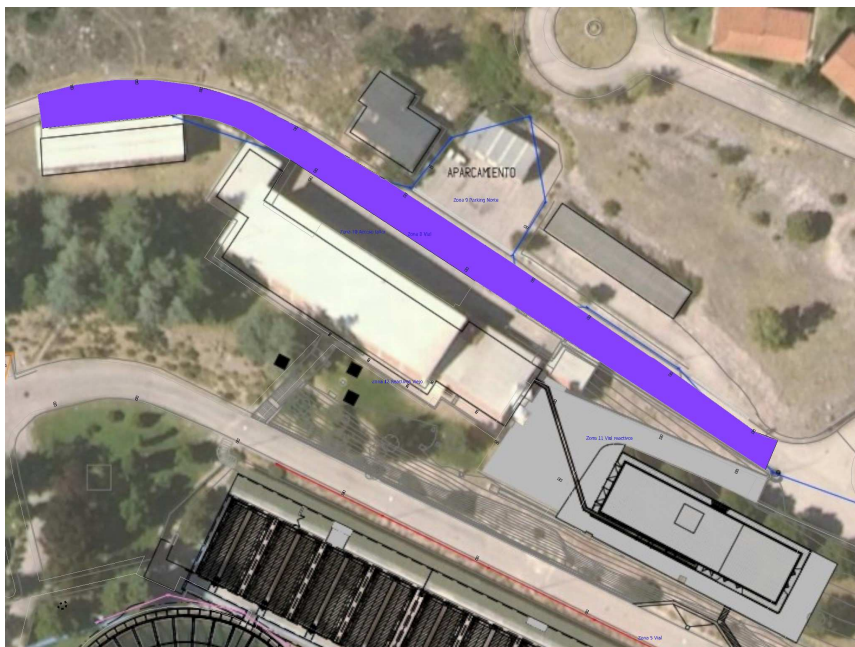
Es el tramo de vial que comunica la entrada este de la planta con la zona norte, descarga de camiones y reactivos. Es iluminada con 5 luminarias de 99 W y 9860 lm.



Las luminarias pertenecen al “circuito 2” y al “circuito 3”.

9.2.8 Zona 8 Vial

Es el tramo de vial que comunica la zona oeste de la planta, con zonas reconocibles como el aparcamiento norte o el taller, con el acceso a descarga de reactivos. Es iluminada con 11 luminarias de 68 W y 6755 lm compartiendo una de ellas báculo con la zona 10.



Las luminarias pertenecen al “circuito 3”.

9.2.9 Zona 9 Parking norte

Es la zona de vial de aparcamiento norte, comunica con el vial 8. Es iluminada con 2 luminarias de 68 W y 6755 lm.



Las luminarias pertenecen al “circuito 3”.

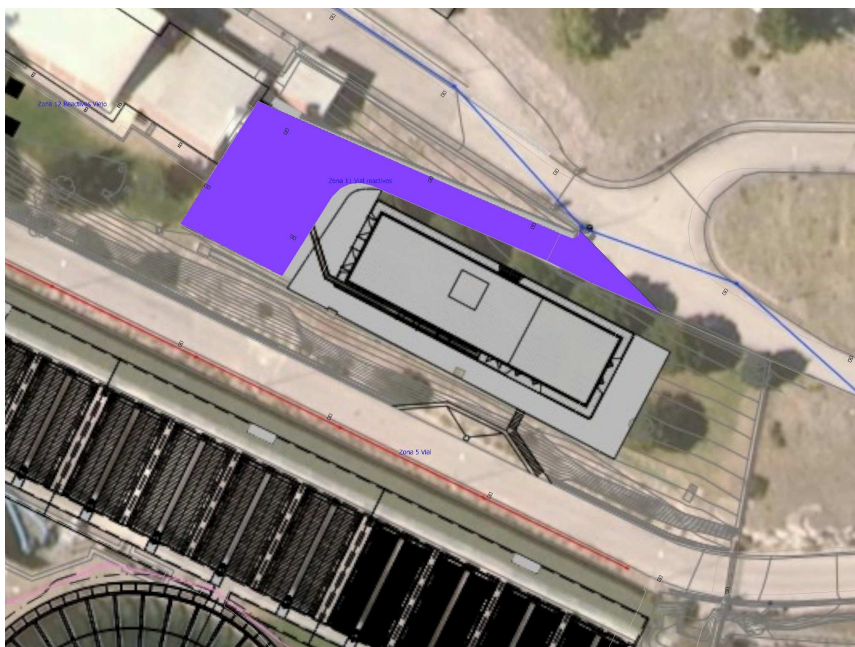
9.2.10 Zona 10 Acceso taller

Es la zona de vial que da acceso al taller norte, comunica con el vial 8. Es iluminada con 1 luminarias de 68 W y 6755 lm que comparte báculo con la zona 8. Se representa en la imagen anterior.

Las luminarias pertenecen al “circuito 3”.

9.2.11 Zona 11 Vial reactivos

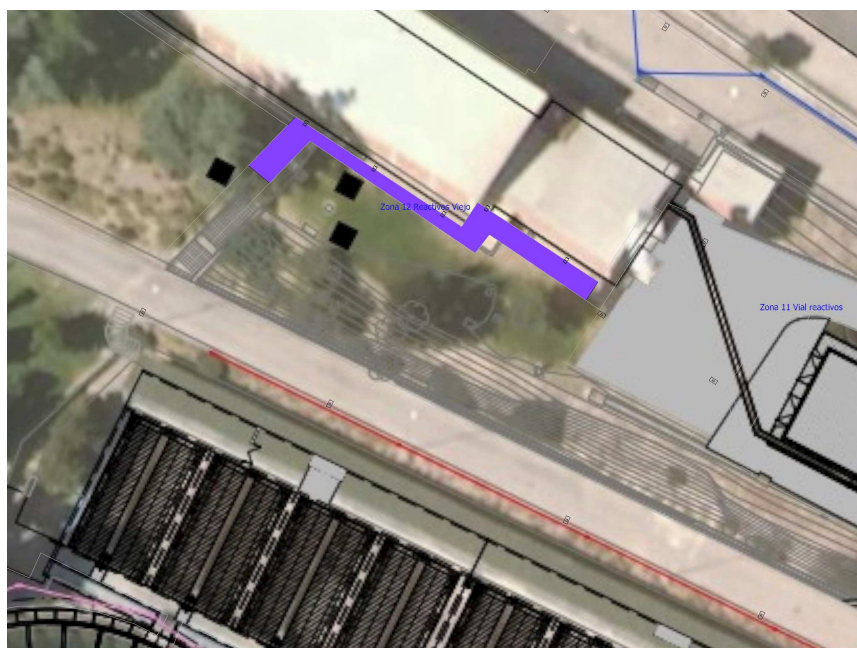
Es la zona de vial que da acceso a la zona de descarga de reactivos. Es iluminada con 5 luminarias de 68 W y 6755 lm, siendo una de ellas un brazo anclado al edificio adjunto a reactivos, a una altura de 6 m.



Las luminarias pertenecen al “circuito 3”.

9.2.12 Zona 12 Reactivos viejo

Es una zona peatonal, que bordea al edificio “Reactivos viejo” y sus accesos. Es iluminada con 5 luminarias de 28 W y 3200 Lm, estando estas ancladas a la pared del edificio a una altura de 5 metros.

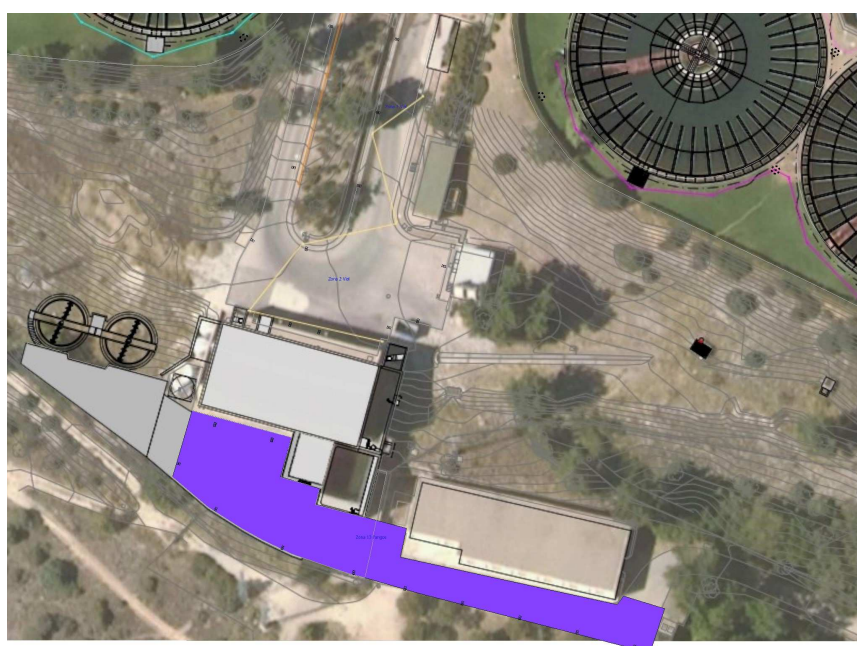


Las luminarias pertenecen al circuito “Reactivos exterior”.

9.2.13 Zona 13 Fangos

Es la zona sur del edificio de fangos, comunica con otro acceso en desuso de la planta. Es iluminada con:

- 2 luminarias de 68 W y 6755 lm en brazo anclado al edificio, a una altura de 6 m.
- 9 luminarias de 99 W y 9860 lm en báculos de 9 m.



Las luminarias pertenecen al circuito “Fangos exterior sur” y al circuito “fangos exterior edificio”.

9.2.14 Zona 14 Decantadores derecha

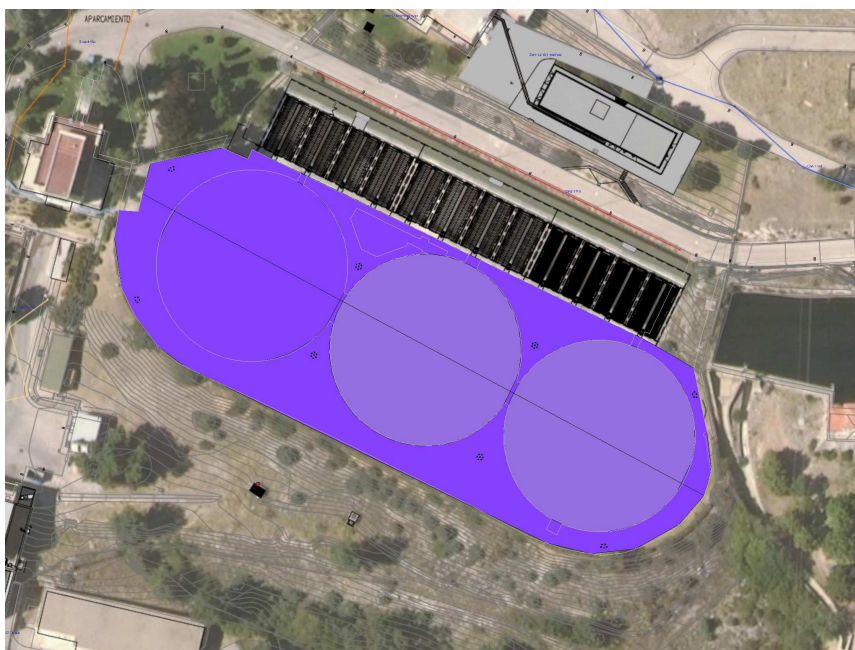
La zona de decantadores se divide en 5 zonas diferentes para un cálculo más refinado. Estas son:

- Decantador 1
- Decantador 2
- Decantador 3
- Zona acceso Norte
- Zona acceso Sur

Son iluminadas mediante columnas de 12m de altura, con escalera escalera de gato y quitamiedos desde 3 m y una plataforma para 7 o más proyectores, que facilite su mantenimiento.

En dichas columnas se equipan focos, de la siguiente manera:

- Central: 4 torres de 7 focos, 6 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.
- Extremos: 4 torres de 5 focos, 4 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.



Las luminarias pertenecen al “circuito 4” y al “circuito 5”

9.2.15 Zona 15 Decantadores izquierda

La zona de decantadores se divide en 5 zonas diferentes para un cálculo más refinado. Estas son:

- Decantador 1
- Decantador 2
- Decantador 3
- Zona acceso Norte
- Zona acceso Sur

Son iluminadas mediante columnas de 12m de altura, con escalera de gato y quitamiedos desde 3 m y una plataforma para 7 o más proyectores, que facilite su mantenimiento.

En dichas columnas se equipan focos, de la siguiente manera:

- Central: 4 torres de 7 focos, 6 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.
- Extremos: 4 torres de 5 focos, 4 de 100 W y 13400 Lm y 1 de 50W y 6600 Lm.



Las luminarias pertenecen al “circuito 6” y al “circuito 7”.

9.2.16 Resumen de Zonas:

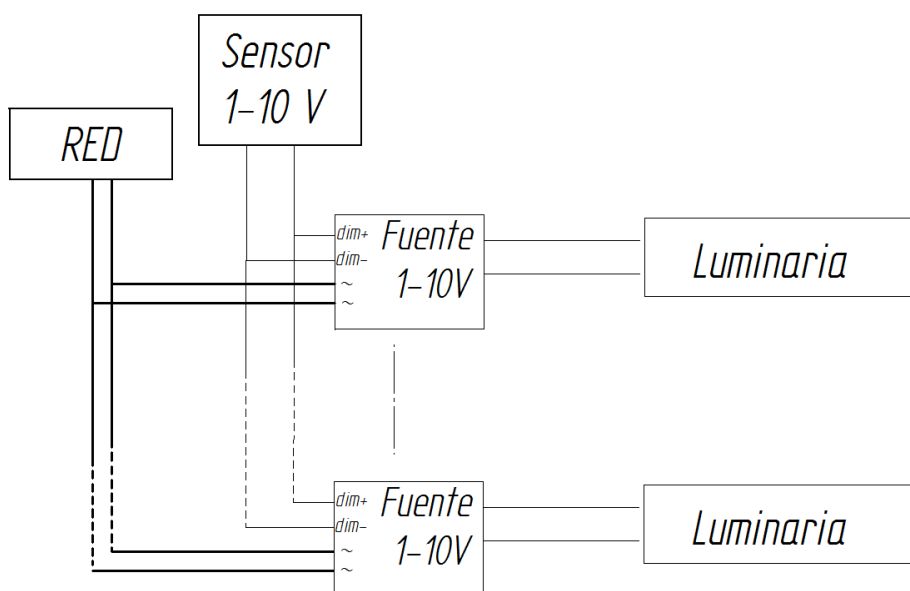
		Iluminancia media (lux)	Uniformidad media (%)	Superficie iluminada (m²)
Zona 1	Vial	22,6	0,7	267,48
Zona 2	Vial	29,9	0,44	796,23
Zona 3	Vial	24,5	0,44	324,68
Zona 4	Vial	26,7	0,42	448,68
Zona 5	Vial	26,1	0,53	1298,86
Zona 6	Vial	33,8	0,67	229,64
Zona 7	Vial	23	0,65	535,38
Zona 8	Vial	26	0,41	837,26
Zona 9	Parking norte	25	0,45	230,72
Zona 10	Acceso taller	25,5	0,45	258,97
Zona 11	Vial reactivos	30	0,49	435,99
Zona 12	Reactivos viejo	35,5	0,52	75,16
Zona 13	Fangos	35,2	0,43	1061,57
Zona 14	Decantadores derecha	30,3	-	8506,68
	Decantador drcha 1	30,7	0,47	-
	Decantador drcha 2	30,3	0,57	-
	Decantador drcha 3	31,5	0,44	-
	Decantador drcha Norte	30,3	0,44	-
	Decantador drcha Sur	30,3	0,5	-
Zona 15	Decantadores izquierda	30,7	-	8515,81
	Decantador izq 1	31,5	0,51	-
	Decantador izq 2	29,8	0,54	-
	Decantador izq 3	31,1	0,51	-
	Decantador izq Norte	31,6	0,43	-
	Decantador izq Sur	30,7	0,4	-

10 CONTROL DE LA INSTALACIÓN

Protocolo 1-10V

El denominado protocolo 1-10V permite la regulación del flujo luminoso entre el 1 y el 100% mediante la variación de una señal continua entre valores de 1 a 10 V. Su mínimo valor se obtiene, bien cuando la diferencia de potencial entre bornes es de 1V, bien cuando éstos se encuentran en cortocircuito. En cambio, su máximo se consigue cuando la señal recibida es igual a 10V, o cuando los bornes se dejan en circuito abierto.

En este protocolo es importante tener en cuenta, que la señal de regulación necesita instalar una línea adicional de control (2 hilos).



El sensor provoca una mayor o menor caída de tensión en bornes de la línea de control de la fuente; tal y como funcionaría un potenciómetro. La fuente analiza la caída de tensión y regula la corriente suministrada a la luminaria para disminuir o aumentar el flujo lumínico.

El conexionado relativo a la red de control 1-10V se puede observar en el esquema superior, donde la unión sensor-actuador sobre las fuentes dimmables se realiza en serie (siendo imprescindible la instalación de un sensor por cada una de las zonas independientes deseadas), y siempre teniendo en cuenta la existencia de una longitud máxima del cableado de control debida a la caída de tensión. Por tanto:

- Las fuentes vienen preinstaladas en todas las luminarias exteriores seleccionadas, siendo compatibles con el sistema de regulación 1-10 V.
- Se proyecta un sensor para cada circuito diseñado, 10 en total, de tal manera que desde el CGA se pueda regular la intensidad e iluminación de cada circuito, a gusto del personal de operación y mantenimiento de la planta.

Cabe dejar claro que el diseño lumínico ha sido realizado con los valores a la máxima potencia.

La activación de los circuitos de luminarias exteriores se llevará a cabo mediante relojes astronómicos ubicados en el CGA, que darán una orden de activación en función de la configuración realizada.