

12. ANEJO I. PLAN DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y PAISAJÍSTICA

12.1. Antecedentes

Para la propuesta del Plan de Restauración o Proyecto de Integración Paisajística es necesario conocer la capacidad de acogida del entorno en el que se propone realizar la instalación de las nuevas infraestructuras, así como analizar el paisaje en el que se van a integrar.

Así mismo, todas las acciones propuestas dentro de este plan deben entenderse como actuaciones de carácter correctivo, las cuales no complementan el estado del medio físico inicial, sino que lo transforman y, como su propio nombre indica, lo integran en el medio.

Por tanto, y bajo estas dos premisas, el alcance de plan de restauración abarca el conjunto de acciones con capacidad para crear un nuevo paisaje, el cual integre las instalaciones e infraestructuras del módulo de generación fotovoltaico (en este caso) con todas las características bióticas y abióticas existentes en origen, analizadas en el inventario ambiental del estudio de impacto ambiental al que acompaña el presente anexo.

Todo lo anterior se realiza tomando como referencia las unidades paisajísticas identificadas y analizadas dentro del estudio, en función de las cuales se proponen diferentes acciones capaces de ajustarse a las necesidades existentes en la situación de partida.

12.2. OBJETIVOS

Es objeto del presente Plan de integración ambiental y paisajística, en adelante Plan, establecer **las pautas que regirán la restauración e integración ambiental y paisajística del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica Labrador y su infraestructura de evacuación**, con la finalidad de paliar los efectos negativos sobre el paisaje y, al mismo tiempo, satisfacer las compensaciones urbanísticas de la calificación del proyecto.

No obstante, los trabajos definitivos de restauración deberán quedar definidos durante la tramitación de la **Autorización Administrativa, Calificación Urbanística y Licencia de Obras** y deberán ser replanteados, en caso necesario, durante las labores de Vigilancia y Control Ambiental de las obras, en coordinación con la Dirección de Obra y supervisión por los técnicos de Medio Ambiente, pues la superficie objeto de integración podrá variar por el ajuste de las actuaciones, lo que podrá conllevar la modificación de las mediciones a continuación indicadas. Es por ello que no se aporta previsión económica en este documento.

De forma esquemática, el alcance de este plan contiene los siguientes puntos:

- Una clasificación y cuantificación de las superficies objeto de integración de acuerdo a sus características principales: vegetación existente, pendientes, orientación, características del suelo, etc.
- Descripción de las acciones a realizar para la adecuación de la morfología de los terrenos y para la mejora de las propiedades físico-químicas del suelo.
- Descripción de las especies a utilizar y densidad de plantación.
- Acciones a realizar para la implantación de la vegetación en el terreno; elección de las técnicas más apropiadas en cada caso.
- Acciones posteriores encaminadas a asegurar el éxito de la restauración. Mantenimiento.

La previsión económica aportada en este documento se ha realizado al alza, considerando el máximo de superficie afectada. Normalmente, como consecuencia de la Vigilancia y Control Ambiental de las obras, en coordinación con la Dirección de Obra, la superficie afectada podrá variar por el ajuste de las actuaciones, lo que conlleva a la modificación de las mediciones indicadas en el presupuesto.

12.3. CARACTERIZACIÓN DE LA SUPERFICIE A RESTAURAR

Para poder clasificar y cuantificar las superficies afectadas, se atiende en primer lugar a las superficies objeto de labores de integración, dadas las características del proyecto estas acciones son únicamente la preparación del terreno para albergar las instalaciones solares y eléctricas, así como las excavaciones y rellenos necesarios para las cimentaciones, viales interiores y canalizaciones eléctricas.

12.3.1. Superficie de restauración.

El proyecto consiste en el proyecto fotovoltaico (módulo de generación fotovoltaica) a las que se suman todas las infraestructuras necesarias para su conexión a la red (módulos fotovoltaicos, centros de transformación y conexión, evacuación). Aunque no es superficie de integración objeto del presente anejo, por su contribución a la mitigación del impacto sobre el paisaje y sobre la fauna, cabe destacar que, tras la instalación de las infraestructuras, más del 95% del suelo quedará libre de instalaciones propiamente dichas, ya que el suelo bajo paneles podrá cumplir similares funciones al existente antes de las obras, a excepción del uso agrícola, siendo capaz de sustentar vegetación herbácea y ser hábitat de la fauna. **Es decir, se prevé que dentro de las instalaciones (superficie bajo paneles y áreas no ocupadas permanentemente por infraestructuras) existirá vegetación de tipo natural (herbáceas, gramíneas y leguminosas) como la existente en las parcelas de proyecto** (tal y como muestran los ejemplos en las imágenes siguientes), que se

mantendrá en su estado natural, aunque sometida a un control en altura por motivos de rendimiento y de seguridad del módulo, ya sea por medios naturales (pastoreo mediante ganado ovino) o medios mecánicos (desbroce con desbrozadora mecánica).

El hecho de que la vegetación se controle mediante ganado supone que exista en el módulo una zocoria forzada, que facilitará el aumento de biodiversidad vegetal en el módulo, ya que los animales (en este caso las ovejas) dispersarán las semillas mediante sus excrementos por los terrenos del Módulo de generación fotovoltaica.



Imagen 12.3.1.a. PSF de 50 MWp Olmedilla (Cuenca). (2021). Fuente: Iberdrola Renovables.



Imagen 12.3.1.b. PSF Romeral (Alarcón, Cuenca). (2021). Fuente: Iberdrola Renovables.

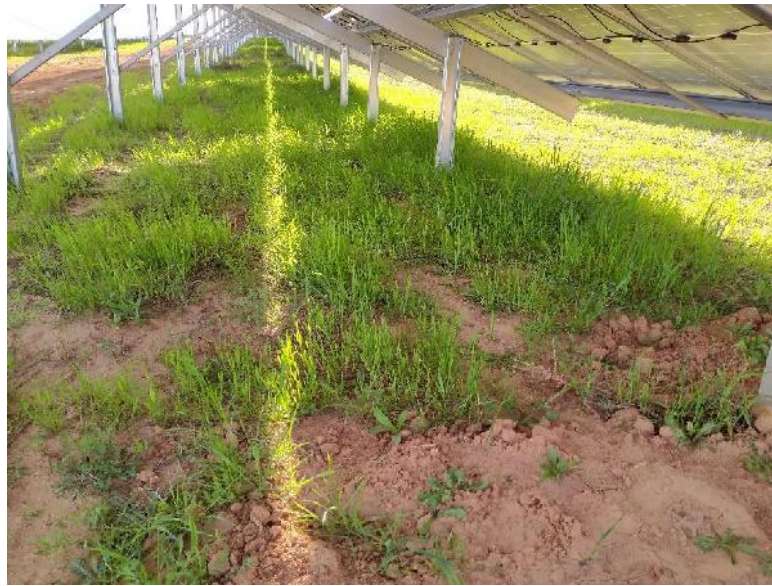


Imagen 12.3.1.c. PSF Romeral (Alarcón, Cuenca). (2021). Fuente: Iberdrola Renovables.

Se estima, por tanto, que sólo las áreas ocupadas por viales de acceso, vallado, inversores, etc. serán objeto de ocupación directa permanente y, por lo tanto, no utilizables para una función paisajística o ambiental.

No obstante, a pesar de lo anterior, **solo se considera para el presente Plan como superficie de restauración o integración toda aquella superficie libre de instalaciones.**

12.3.2. Caracterización del área de integración.

La tipología de las áreas de actuación ha quedado suficientemente reflejada a lo largo del inventario ambiental del presente documento, concretamente en el epígrafe 3.6, donde se muestra que los suelos objeto de integración son de naturaleza agrícola.

12.4. ACCIONES DE INTEGRACIÓN

Para planificar las tareas de integración resulta necesario conocer la totalidad del área objeto de restauración, con el fin de asignar distintos tratamientos en función de su tipología, pues estas labores no se plantean de forma única y constante a lo largo de las distintas áreas, aunque en este caso el proyecto posee una única tipología de terrenos. Concretamente, para conseguir como objetivo último la mejor integración de las instalaciones en el paisaje y su mejor adecuación al uso por parte de la fauna, se planifican distintas operaciones de restauración, aunque algunas de ellas son comunes a todas las zonas.

El presente Plan incluye las actuaciones que se describen a continuación.

12.4.1. Desbroce, acopio y almacenamiento de la tierra vegetal.

Aunque se describen aquí, se trata de acciones propias del proyecto. La primera de las acciones a realizar durante la construcción del proyecto será el correcto acopio de tierra vegetal retirada para su posterior ubicación en zonas útiles y posterior aprovechamiento. Se recomienda también la trituración y aprovechamiento del material vegetal retirado.

Como primera labor, tras la operación de trituración y desbroce, se realizará la retirada de la capa vegetal en aquellas zonas que sean objeto de afección; es decir; terrenos que albergarán la subestación eléctrica, inversores, viales permanentes, áreas con mayor pendiente, linderos entre parcelas... Se retirará un espesor aproximado de 30 cm que se almacenará junto a las zonas de actuación en montículos de escasa altura, para su posterior reutilización en las labores de revegetación. Si estas tierras permanecieran más de seis meses acopiadas, se recomienda el abonado para aportar los elementos nutritivos necesarios (nitrógeno, fósforo y potasio).

12.4.2. Preparación del suelo.

Ya dentro del plan de integración, una vez finalizada la instalación de las zanjas de media tensión de interconexión, viales, la instalación de módulos y otros elementos de la central solar se procederá a la **reincorporación de la tierra vegetal retirada previamente** en las zonas objeto de integración, igualmente en caso de que el técnico de Vigilancia y Control Ambiental de las obras observe episodios de compactación en cualquier área del proyecto se deberá proceder a la **descompactación mediante gradeo de roturación superficial** (20-30 cm) con doble pase, con el objeto de permitir posteriormente la implantación de la vegetación. Tras la anterior operación, si fuera necesaria, se incorporará la tierra vegetal sobre todas las superficies afectadas utilizando los cordones de tierra vegetal almacenados. Se considera suficiente la cantidad de materia orgánica disponible y con características agrológicas y físico-químicas adecuadas para la implantación de cualquier vegetación.

12.4.3. Revegetaciones y otras actuaciones de integración.

Se propone la realización de una **plantación de especies autóctonas arbustivas y arbóreas en la parte exterior del vallado, o pantalla vegetal**, lo que permitirá al mismo tiempo integrar las instalaciones y mejorar la visual del entorno, así como mejorar la conectividad del territorio, sirviendo de corredor para la fauna y facilitando el paso y la conectividad entre los hábitats de la zona. Teniendo en cuenta el perímetro de los cerramientos, y la plantación en una franja de 5 m de anchura alrededor, **la pantalla vegetal ocupará una superficie total de aproximadamente 0,9 ha.**

Asimismo, se establece una zona de refuerzo de plantaciones en una banda interior de 3 m en todo el perímetro de la planta, con una superficie total de 0,53 ha.

Las superficies, densidades y especies vegetales a introducir estarán sujeta a lo establecido por las administraciones, en cumplimiento con la normativa sectorial. Aunque se propone crear un marco de plantación variable en al menos tres líneas paralelas en la parte exterior del vallado en una franja de hasta cinco metros para ofrecer la máxima naturalidad al entorno, variando además la densidad en función de la zona de plantación y ejecutando hoyos como mínimo de 40 x 40 x 40 cm. La apertura del hoyo se realizará al menos dos semanas antes de la plantación para favorecer la meteorización de las paredes del mismo y el posterior enraizamiento y la plantación será manual con tapado del hoyo al mismo tiempo. Se recomienda añadir 10 g de fertilizante tipo NPK de asimilación lenta por hoyo y se compactará ligeramente el terreno. Se efectuará un aporcado en el cuello de la planta para evitar la desecación y se preparará un alcorque manual. Se empleará planta de 1 a 2 savias en contenedor tipo forest-pot o similar que evite la espiralización de las raíces.

Las especies que se propone emplear en la revegetación serán las siguientes:

- Coscoja (*Quercus coccifera*)
- Retama (*Retama sphaeroarpa*)
- Espino negro (*Rhamnus lycioides*)
- Aliaga (*Genista hirsuta*)
- Cantueso (*Lavandula stoechas*)
- Pino piñonero (*Pinus pinea*)

Se establece un marco de plantación variable, estimándose de media unas 12,5 plantas cada 100 m² en la pantalla vegetal y 6 plantas cada 100 m² en la zona de refuerzo interior. La cuantificación de las especies en cada zona se muestra en las siguientes tablas. Se realiza una primera propuesta en la que abunda la retama, ya que alcanza mayores portes y es de crecimiento rápido, para una mejor y pronta integración paisajística. No obstante, tras el periodo de información pública se recibe informe del Servicio de Evaluación Ambiental, solicitando como se ha comentado la necesidad de plantación de una zona de 3 m de refuerzo interior, con vegetación arbórea en las orientaciones de linderos en las que no se produzcan sombras sobre las placas a instalar, por lo que en la tabla 12.4.3.c se incluye una nueva propuesta de cuantificación de especies incluyendo ejemplares de pino piñonero en las zonas interiores en las que no se producirían sombras (siendo esta un área de 2.265 m²), junto a la estimación de ejemplares arbustivos en toda la zona de refuerzo interior.

Superficie	Área pantalla vegetal (m².)	<i>Quercus coccifera</i>	<i>Retama Sphaerocarpa</i>	<i>Rhamnus lycioides</i>	<i>Genista hirsuta</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	Total Plantas
Pantalla vegetal	8.960	200	320	200	200	200	1.120

Tabla 12.4.3.b. Especies a introducir en la pantalla vegetal. Propuesta inicial

Superficie	Área pantalla vegetal (m².)	<i>Quercus coccifera</i>	<i>Retama Sphaerocarpa</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Rhamnus lycioides</i>	<i>Genista hirsuta</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	Total Plantas
Pantalla vegetal	8.960	200	320	--	200	200	200	1.120
Refuerzo interior superficie total	5.305,68	64	64	100	64	64	64	420
		264	384	100	264	264	264	1.540

Tabla 12.4.3.c. Especies a introducir en la pantalla vegetal y en la zona de refuerzo interior, con la introducción de especies arbóreas en zonas que no se produzcan sombras.



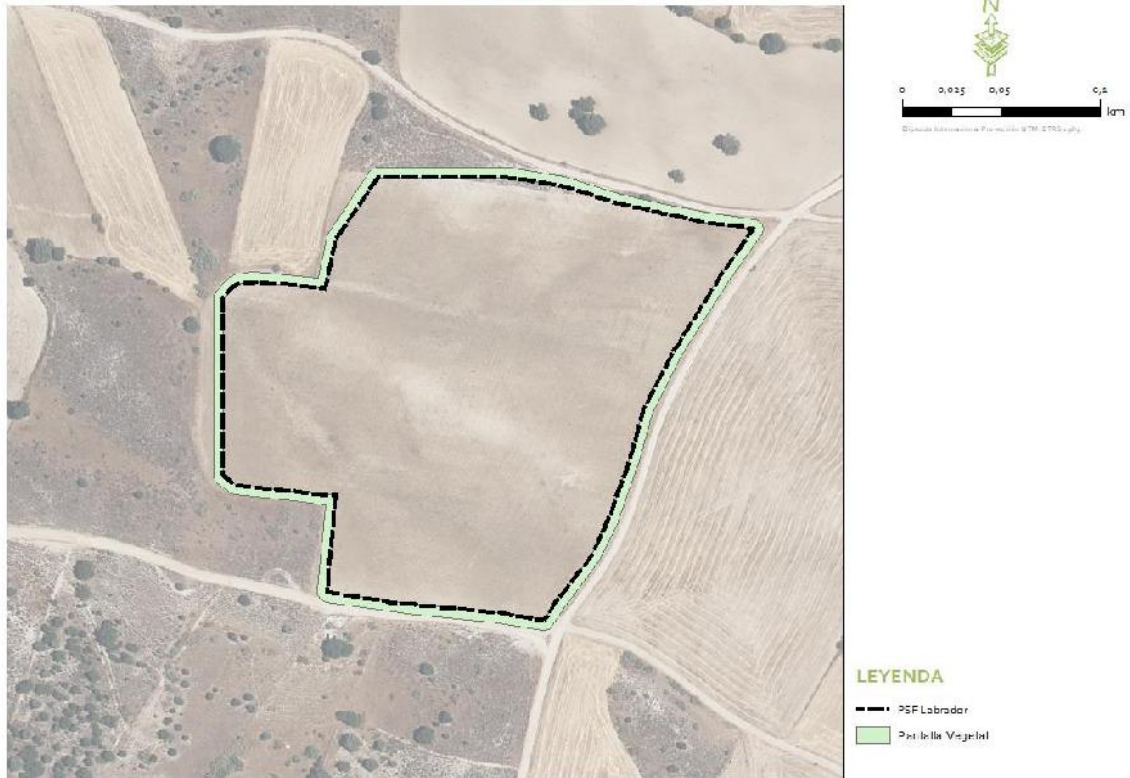


Figura 12.4.3.a. Pantalla vegetal Fuente: Ideas medioambientales.

La zona de refuerzo interior de 3 m a lo largo de todo el perímetro vallado destinada a plantaciones arbustivas, así como las zonas de menor sombreado, en las que podrán incluirse especies arbóreas (*Pinus pinea*), se muestran en las siguientes figuras.



Figura 12.4.3.b. Zonas de refuerzo de revegetaciones en zona Oeste de la PSF

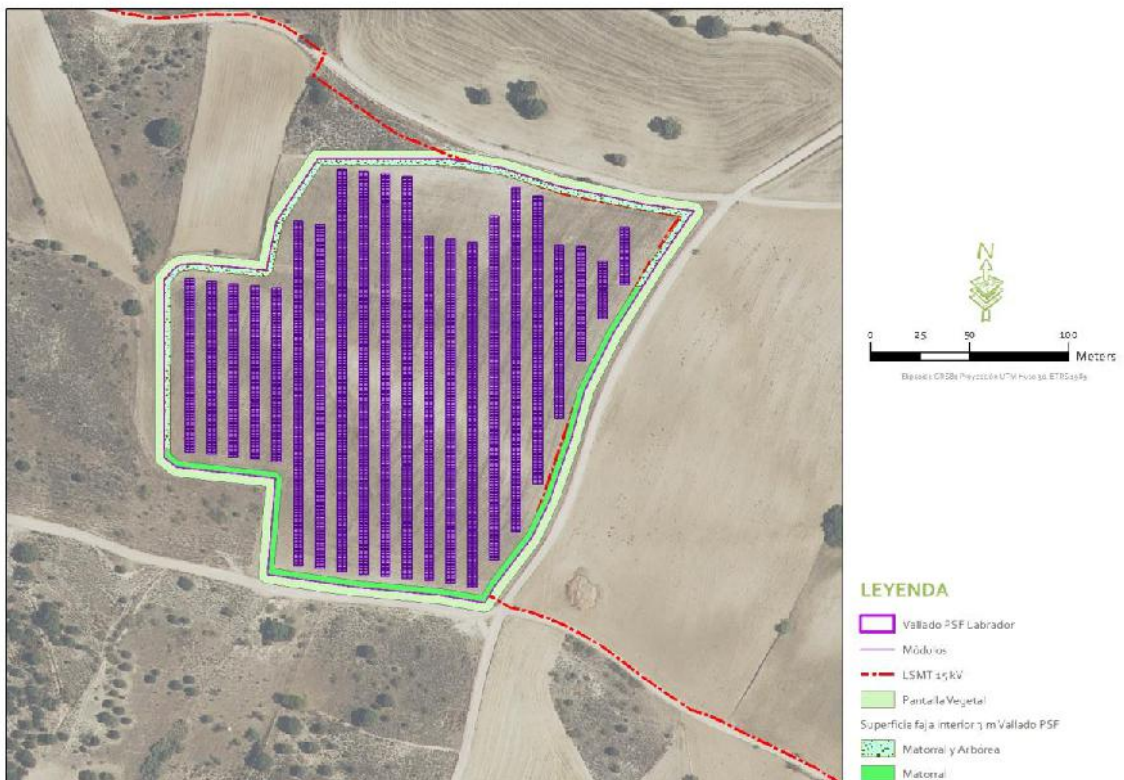


Figura 12.4.3.c. Zonas de refuerzo de revegetaciones en zona Este de la PSF

12.4.4. Regeneración de la vegetación

Aunque queda fuera de este Plan de Integración, en las áreas bajo paneles y parte de las zanjas de la línea de evacuación (que transcurren por zonas de cultivo o de vegetación natural) se favorecerá la colonización de la vegetación autóctona presente en las formaciones vegetales del entorno. Dicha vegetación crecerá de manera natural, llevando labores de mantenimiento de altura en los recintos vallados mediante ganado o medios mecánicos, quedando totalmente prohibido el uso de herbicidas o cualquier otro tipo de producto fitosanitario.

Dado el uso agrícola de los últimos años del área de actuación, si no se regenerara la vegetación herbácea por sí sola o no presentase la cobertura deseada, se podría realizar un apoyo con siembras. Para ello, se recomienda realizar un proceso de selección de dos fases:

En primer lugar, se identifican mediante inventarios florísticos las especies que colonizan con éxito tanto el interior de los recintos vallados como las zonas aledañas y, en segundo lugar, la validación del proceso de selección mediante siembras a pequeña escala con las especies identificadas.

Una vez seleccionadas las especies más adecuadas se comprueba la disponibilidad de las mismas en el mercado, huyendo así de las mezclas de semillas comerciales que suelen presentar altas tasas de fracaso. Se emplean así especies locales (del pool local), tras comprobarse en distintos ambientes mediante siembras experimentales que se establecen mejor que las especies comerciales usadas en mezclas estándares (Paschke et al. 2000; Prach 2003; Tinsley et al. 2006). El control de esta vegetación y su regeneración podrán realizarse durante la fase de ejecución de las obras por parte del encargado de realizar el Programa de Seguimiento y Vigilancia Ambiental.

12.5. ACCIONES PARA EL MANTENIMIENTO

El mantenimiento a realizar para las actuaciones realizadas, se establecerá a través del Programa de Vigilancia Ambiental para la fase de Funcionamiento, durante esta fase se observará la consecución de los objetivos perseguidos, así, si al cabo del año no existieran coberturas o pervivencias suficientes, se realizarían siembras o plantaciones de apoyo, en aquellos lugares donde se estimase necesario. El mantenimiento de las plantaciones será verificado con hojas de campo donde se indicará el día en que se realiza, anotándose las alteraciones o necesidades que se puedan observar, las cuales serán comprobadas por la dirección de obra.

12.6. Organización del trabajo y plazos de ejecución.

La ejecución de estas medidas estará en función del plazo de construcción del módulo de generación fotovoltaico, ya que los trabajos se realizarán por un equipo especializado, de forma continua y tras la finalización de la construcción.

En concreto, la restitución de terrenos se concentra en las siguientes fases (en cursiva se señalan las que forman parte de la Restauración propiamente dicha):

- ✓ Desbroce, acopio y almacenamiento de la tierra vegetal
- ✓ Reincorporación de la tierra vegetal retirada y descompactación del terreno.
- ✓ Descompactación de zonas con suelo no útil, apisonado por el paso de máquinas.

Estos tres primeros trabajos se deben realizar en la fase de obra civil, como parte de los trabajos de restitución.

- ✓ Plantaciones: *La época de plantación corresponde a la de parada invernal de las plantas (de octubre a febrero). La plantación fuera de estos meses corre el riesgo de sufrir sequías o bien no enraizar adecuadamente.*
- ✓ Riegos.
- ✓ Reposición de marras.

12.7. Coste estimado de los trabajos de restauración

A continuación, se realiza una estimación de los costes derivados de la ejecución de las actuaciones de revegetación en las superficies previstas.

Este presupuesto no contempla las partidas de retirada y conservación de tierra vegetal, tareas de descompactación y restitución de la capa de tierra vegetal, ya que se consideran parte de la obra civil y, por tanto, se presupuestan en dicho apartado y fuera de este estudio; los costes de la retirada y gestión de elementos auxiliares y residuos, posibles tasas o visados, otras actuaciones no contempladas en este documento, tramitación en su caso de permisos ni los relacionados con posibles tareas de mantenimiento. Así mismo, no incluye los costes de los cuidados posteriores descritos, ya que dichas labores dependerán del éxito de las plantaciones alcanzado.

Las partidas que se presupuestan están valoradas según bases de precios disponibles, por lo que el coste real de las unidades de obra podría variar, así como si se dieran otras circunstancias distintas a las valoradas.

PRESUPUESTOS Y MEDICIONES: PANTALLA VEGETAL y ZONAS DE REFUERZO INTERIOR			
Resumen partida	Ud	Precio unitario	Importe
ha <i>Laboreo superficial</i>	1,42	172,04 €	244,30 €
mil <i>Preparación hoyo 40x40x40 Suelo suelto d>700 ho/ha. pte<50%</i>	1,54	1.159,10 €	1.785,01 €
mil <i>Distribución planta en bandeja <=250 cm³ distancia <=500 m, pte<50%</i>	1,54	24,32 €	37,45 €
mil <i>Plantación bandeja <=250 cm³, en hoyos, suelo suelto o tránsito, pte<50%</i>	1,54	604,59 €	931,07 €
mil <i>Colocación malla contra roedores con tutores</i>	1,54	664,76 €	1.023,73 €
ud <i>Protector de red contra roedores de 60 cm de altura</i>	1540	0,33 €	508,20 €
ud AR. <i>Quercus coccifera, en contenedor 0,10/0,20 m de altura</i>	264	0,59 €	155,76 €
ud AR. <i>Retama sphaeroarpa, en contenedor 0,20/0,30 m de altura</i>	384	0,65 €	249,60 €
<i>Pino piñonero - Pinus pinea Jóven planta en cepellón. Altura de la planta: 25/40 cm</i>	100	6,95 €	695,00 €
ud AR. <i>Rhamnus lycioides), en contenedor 0,10/0,20 m de altura</i>	264	0,95 €	250,80 €
ud AR. <i>Genista hirsuta, en contenedor 0,20/0,30 m de altura</i>	264	0,20 €	52,80 €
ud AR. <i>Lavandula stoechas, en contenedor 0,10/0,20 m de altura</i>	264	0,20 €	52,80 €
mil <i>Rep marras < 20% bandeja <=250 cm³, hoyos suelo suelto o tránsito, pte<50%</i>	1,54	914,04 €	1.407,62 €
ud <i>Riego de apoyo a la plantación</i>	1540	0,42 €	646,80 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL			8.040,94 €

Tabla 12.7. Presupuesto pantalla vegetal.

El presupuesto de ejecución material aproximado asciende a OCHO MIL CUARENTA EUROS, CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

13. ANEJO II. ANÁLISIS DEL EFECTO BARRERA, FRAGMENTACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE Y CONECTIVIDAD

Las afecciones más conocidas de las Plantas Solares Fotovoltaicas son la destrucción y alteración de los hábitats por ocupación directa de grandes extensiones de terreno (Turney & Fthanakis, 2011) y la fragmentación de los mismos, debido a la propia instalación, pero también al vallado perimetral que la bordea y a las instalaciones accesorias necesarias (carriles de acceso, tendidos eléctricos, etc.).

Por tanto, se ha llevado a cabo una valoración del impacto ocasionado por las instalaciones relacionadas con la energía renovable, así como una valoración de la compatibilidad de la ubicación de las instalaciones con la conservación del medio en el que se desarrollan. Para ello, se ha tenido en cuenta el efecto barrera ocasionado por el vallado de las instalaciones, la fragmentación y transformación del paisaje y la conectividad ecológica de los grupos faunísticos más notables del área de estudio. Se ha considerado un área de 5 Km de radio.

13.1. EFECTO BARRERA

Según las definiciones encontradas en la bibliografía, el efecto barrera se produce cuando se impide la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas, lo que limita su dispersión y colonización de nuevas áreas. Se trata de un caso extremo del efecto de filtro. Estos "filtros" son substancialmente características del hábitat o rasgos ambientales y ecológicos que operan como factores selectivos moldeando a las comunidades, son reales y pueden ser definidos a cualquier escala (Arroyave et.al., 2006; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010; Tellería et.al., 2011).

Se trata probablemente de uno de los impactos ecológicos más conocidos de las infraestructuras lineales de transporte. Las infraestructuras limitan el movimiento de los taxones a través de los hábitats, de manera más o menos intensa en función de las características propias de las mismas (en una carretera, por ejemplo, son de importancia la anchura, permeabilidad, intensidad de tráfico o existencia de pasos para la fauna) y de las características de los organismos (como son las exigencias de hábitat, capacidad de dispersión, movilidad, etc.). En los casos más drásticos, las infraestructuras constituyen una barrera infranqueable para las especies y establecen un aislamiento parcial o total entre poblaciones, causando un intercambio genético muy bajo o nulo y derivando a procesos de endogamia. Aunque esta barrera puede no ser exclusivamente física,

sino que a veces se trata como tal por la conducta de los organismos, siendo una barrera etológica para éstos (*Jaeger et.al.*, 2005; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

El papel que ejercen las plantas fotovoltaicas como efecto barrera es poco conocido. El vallado de las mismas puede actuar limitando la movilidad de la fauna (siendo filtros, pero no barreras absolutas), provocando el aislamiento entre sus poblaciones o incrementando la escasez de pasos disponibles para los animales. Aunque estas circunstancias afectan de manera diferente según el taxón que se trate. Ejemplo de ello es que algunos mamíferos carnívoros como el tejón (*Meles meles*), la gineta (*Genetta genetta*) o la garduña (*Martes foina*), se ven afectados en mayor medida que otros como el turón (*Mustela putorius*), la comadreja (*Mustela nivalis*) o el gato montés (*Felis silvestris*), debido a sus características biológicas y a la necesidad de extensiones relativamente grandes de hábitat para su dispersión (Brazuelo, 2020; García, Orueta y Aranda, 1998).

Este efecto negativo ocasionado por el vallado puede evitarse con la construcción adecuada del mismo, de manera que sea permeable, y la inclusión de medidas correctoras en la zona, como la instalación de pantallas vegetales que promuevan la conectividad del paisaje.

Por su parte, la línea de evacuación se ha planteado soterrada en todo su trazado, suponiendo por tanto la eliminación de los potenciales efectos de esta infraestructura sobre la avifauna existente.

13.2. CONECTIVIDAD Y PERDIDA DE HÁBITATS DE LA FAUNA

Al modificar el territorio con la implantación de los proyectos, las funciones ecológicas que se daban previamente se verán alteradas, de manera que se generarán unas nuevas relaciones en el territorio entre flora y fauna. Por ello, es importante estudiar la estructura y dinámica del paisaje antes y después de dicha implantación.

13.2.1. Metodología

De forma particular para este estudio se ha analizado la pérdida de pastizales y hábitat agrícola, que muestra su importancia para la avifauna esteparia (sisón común, cernícalo primilla), así como zona de alimentación de las rapaces de la zona, como el milano real, o el águila imperial.

La información acerca de los hábitats o usos del suelo favorables y desfavorables para estas especies se han obtenido a partir de publicaciones científicas y la experiencia durante los años de trabajo en campo.

Para atribuir valores de calidad de hábitat se han utilizado unos coeficientes de 0-10 según menor y mayor querencia de estas aves y los hábitats. Finalmente, para tener en cuenta la superficie de

los polígonos, lo cual es muy importante para este tipo de especies, ya que necesitan grandes extensiones de cereal para desarrollarse, se multiplican estos coeficientes por los valores de la superficie de los polígonos (sacados del SIOSE ar 2017)

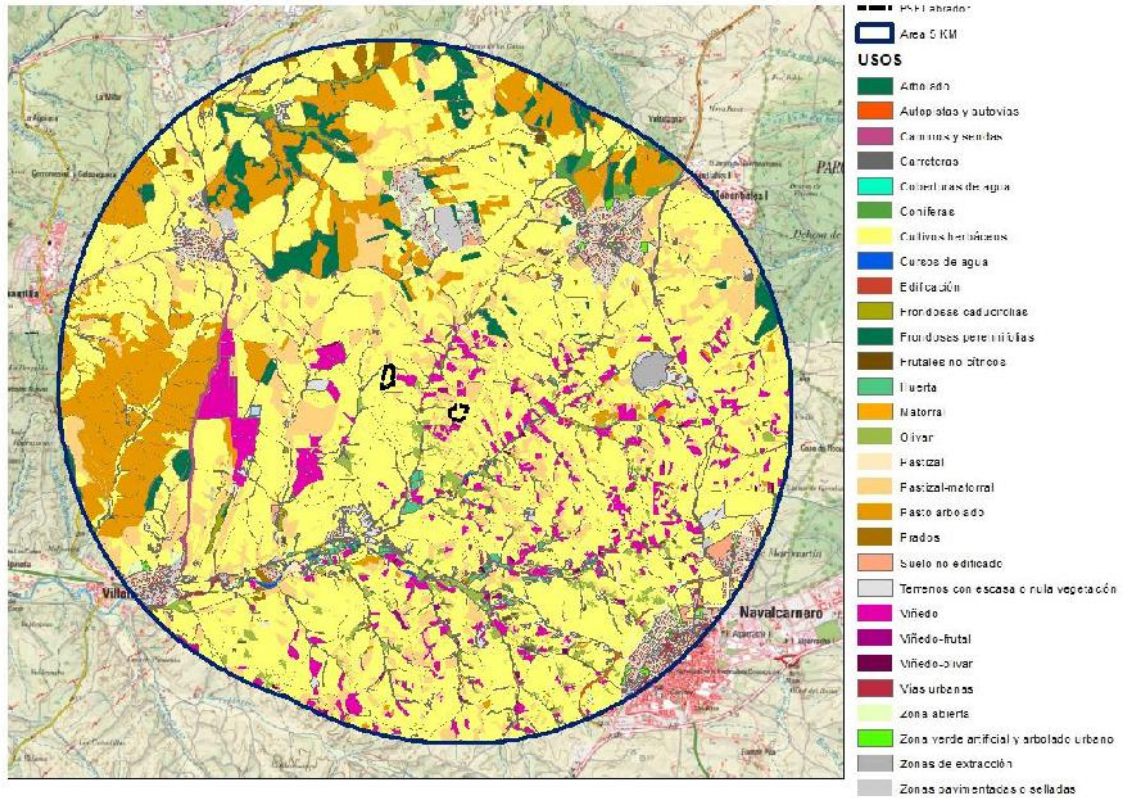


Figura 12.2.1. a. Usos del suelo presentes en el área de estudio basados en la cartografía de SIOSE. Fuente: Ideas Medioambientales.

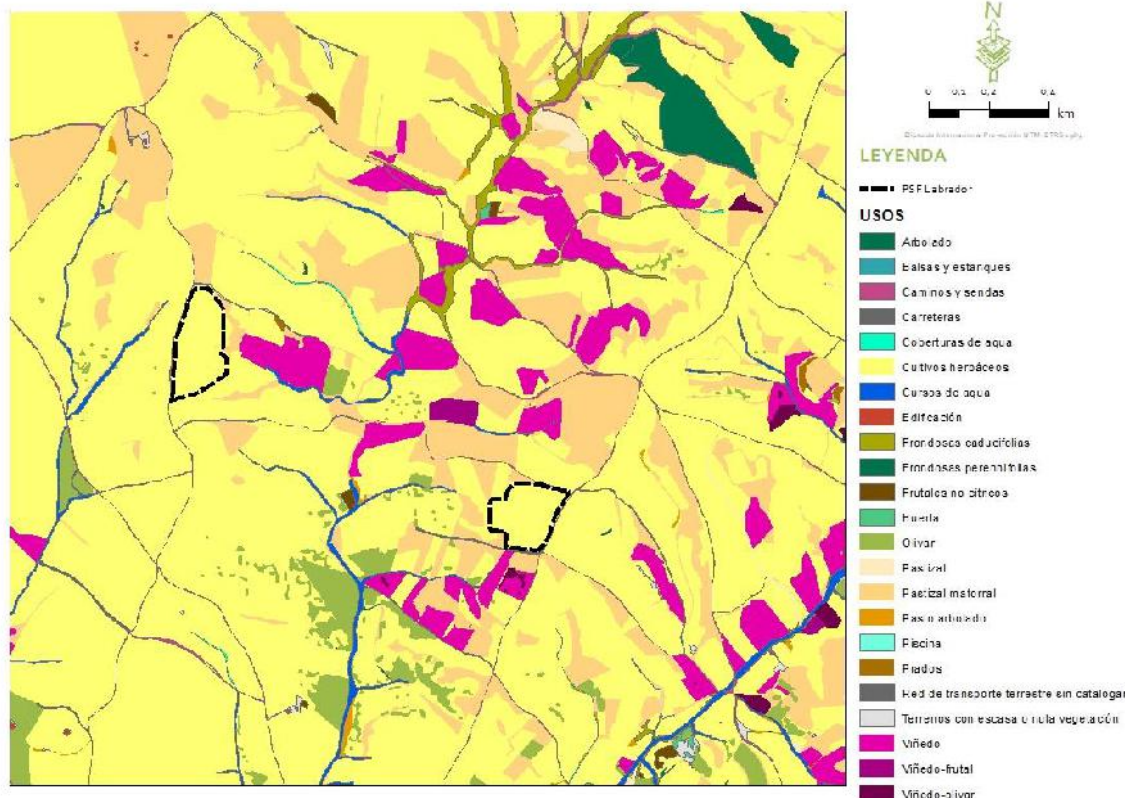


Figura 12.2.1.b. Usos del suelo para las teselas presentes en el área de estudio detalle. Fuente: Ideas Medioambientales.

De manera que las zonas con mayor valor son las que tienen un coeficiente de querencia o de hábitat favorable para estas aves y una superficie grande de desarrollo y dispersión, mientras que las zonas con valores nulos son las que tienen infraestructuras o hábitats inadecuados para que se desarrollen.

Descripción del hábitat	Calidad del Hábitats	Calidad del Hábitats
Arbolado	No hábitat	0
Autopistas y autovías	No hábitat	0
Balsas y estanques	No hábitat	0
Caminos y sendas	No hábitat	0
Carreteras	No hábitat	0
Coberturas de agua	No hábitat	0
Coníferas	No hábitat	0
Construcción deportiva	No hábitat	0
Cultivos	Alta	8
Cultivos herbáceos	Alta	8
Cursos de agua	No hábitat	0
Edificación	No hábitat	0
Frondosas caducifolias	No hábitat	0
Frondosas perennifolias	No hábitat	0
Frutales no cítricos	No hábitat	0
Frutos secos y viñedo	No hábitat	0

Descripción del hábitat	Calidad del Hábitats	Calidad del Hábitats
Huerta	No hábitat	0
Lagos y lagunas	No hábitat	0
Matorral	Media	5
Olivar	No hábitat	0
Otras construcciones	No hábitat	0
Pastizal	Muy alta	10
Pastizal-matorral	Media	5
Pasto arbolado	Media	5
Piscina	No hábitat	0
Prados	Muy alta	10
Red de transporte terrestre sin catalogar	No hábitat	0
Suelo no edificado	No hábitat	0
Terrenos con escasa o nula vegetación	Media	5
Vías urbanas	No hábitat	0
Viñedo	No hábitat	0
Viñedo-frutal	No hábitat	0
Viñedo-olivar	No hábitat	0
Zona abierta	Media	5
Zona verde artificial y arbolado urbano	No hábitat	0
Zonas de extracción	No hábitat	0
Zonas de vertido	No hábitat	0
Zonas pavimentadas o selladas	No hábitat	0

Tabla 18.2 1. a. Tipos de uso del suelo y los valores de calidad para cada tipo de hábitat. Fuente: Ideas Medioambientales.

Por otro lado, se ha considerado la preferencia de esta especie por los ambientes agroesteparios, evitando los hábitats montanos, por lo que se han eliminado los hábitats correspondientes a zonas de montaña, eliminando las áreas con más de un 10% de pendiente. Se establece también una distancia de 200 m respecto a zonas urbanas y principales carreteras, en el que se considera que no es un hábitat apropiado para esta especie.

En las siguientes figuras se puede observar la distribución de las diferentes teselas que son consideradas como hábitat favorable, para la especie de estudio, así como la categorización de la calidad de las mismas. Como podemos observar, las actuaciones se localizan en suelo de calidad alta para las especies esteparias y también como zona de campeo de rapaces.

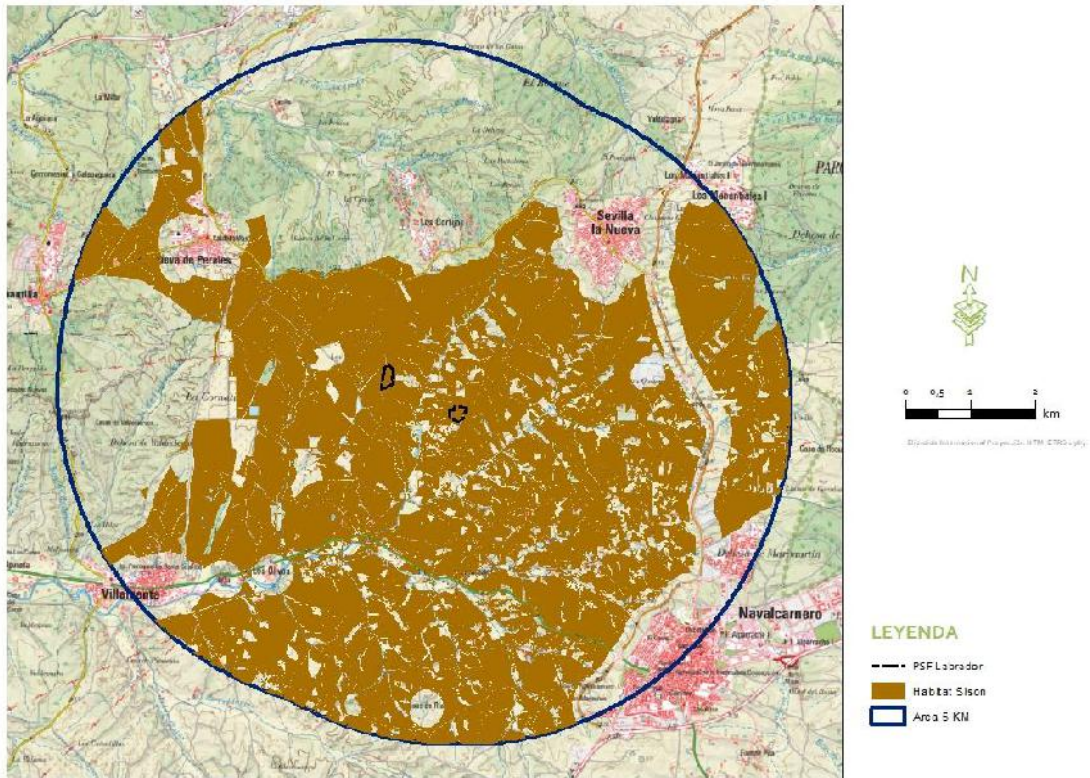


Figura 12.2 1.c. Teselas de hábitat de calidad para el sisón común presentes en el área de estudio basados en la cartografía de SIOSE. Fuente: Ideas Medioambientales.

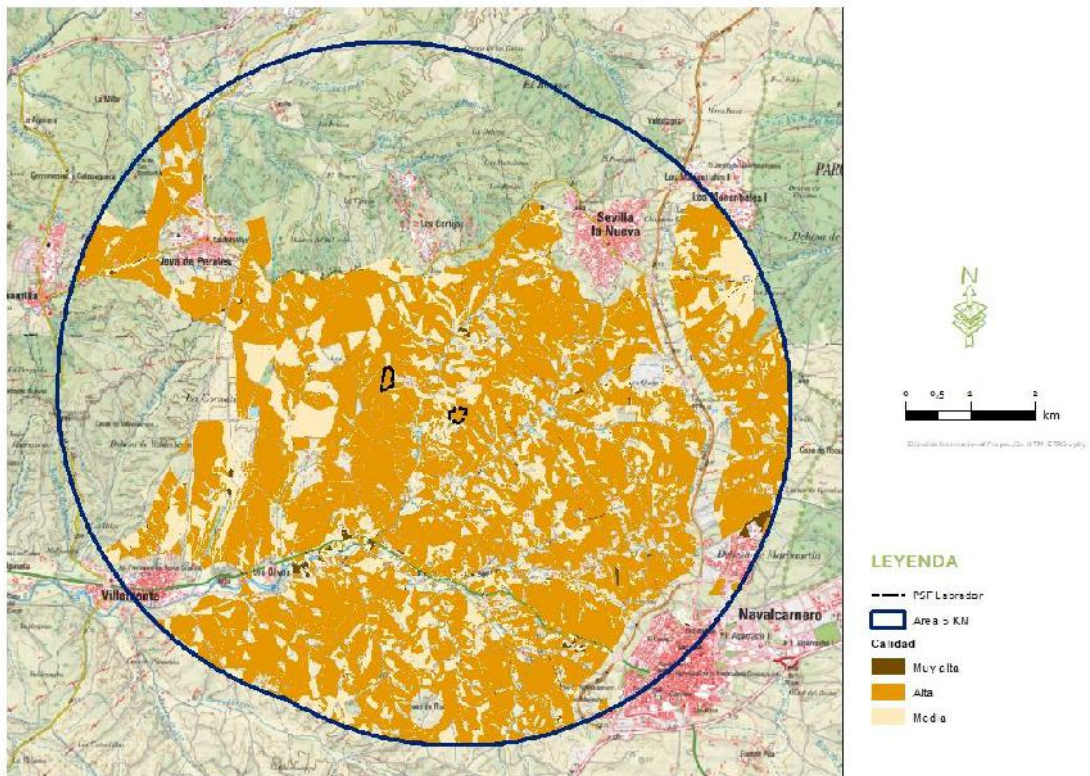


Figura 12.2.1.d. Coeficiente calidad de hábitat de sisón común para las teselas presentes en el área de estudio. Fuente: Ideas Medioambientales.

13.2.2. Resultados:

Al modificar el territorio con la implantación de la Planta Solar Fotovoltaica, las funciones ecológicas que se daban previamente se verán alteradas, de manera que se generarán unas nuevas relaciones en el territorio entre flora y fauna. Por ello, es importante estudiar la estructura y dinámica del paisaje antes y después de dicha implantación.

Una disciplina capaz de abordar problemas complejos relativos a la gestión del territorio es la ecología del paisaje. La conectividad del paisaje es el grado en el que el paisaje facilita los movimientos de las especies (individuos y genes) entre las diferentes teselas y recursos del hábitat. También se producen el movimiento de flujos ecológicos, como nutrientes o el agua, entre otros.

El estudio de la conectividad se puede realizar a nivel poblacional (entre poblaciones ya establecidas de una especie) o nivel hábitat (puede incluir teselas potencialmente adecuadas, pero actualmente no ocupadas por la especie). Mediante el estudio de la conectividad del paisaje podemos mejorar la funcionalidad de los paisajes afectados. Estudiamos la incidencia del proyecto como actividad causante de una pérdida del hábitat (ocupando el espacio) y una pérdida de conectividad ecológica (ocupando y fragmentando el espacio) en el territorio. De esta manera, se puede observar en qué zonas puede afectar más o menos al uso del territorio por parte de ciertas especies, y diseñar medidas preventivas y/o compensatorias para aminorar los efectos negativos de dicha instalación.

Cada especie muestra comportamientos diferentes: áreas de campeo diferentes y hábitats idóneos diferentes. Debido a ello, hay que tener en cuenta el hábitat óptimo de las especies a estudiar y las distancias de sus movimientos, tanto locales como dispersivos.

En el caso de las aves esteparias las teselas de hábitat adecuado serán idealmente localizadas según los usos del suelo en las zonas cerealistas o cultivos de secano, teniendo en cuenta aquellos polígonos con mayor superficie, ya que este tipo de aves necesitan grandes extensiones de estos hábitats para desarrollarse. Por otro lado, las zonas con infraestructuras o hábitats inadecuados para estas especies se consideran con valor nulo para su desarrollo.

En el escenario inicial, las superficies de cada uno de los tipos de hábitat de calidad para el sisón común serían los siguientes:

Calidad	Ha
Muy alta	28,43
Alta	3.900,65

Media	991,78
Total Hábitat de calidad	4920,86
Total área de estudio (buffer 10 Km)	9568,17
Hábitat calidad / Total	51%

Tabla 13.2.2. Superficies de los coeficientes de calidad de hábitat de esteparias para las teselas presentes en el área de estudio.
Fuente: Ideas Medioambientales.

La PSF presenta una ocupación de 8,82 ha todas ellas sobre teselas de calidad alta. Esto supone una **pérdida escasa, de un 0,18% del total de hábitat del esteparias.**

En cuanto a las aves esteparias, los proyectos **no llegan a ocupar un 1 %** de la superficie con alta calidad para aves esteparias. Por lo tanto y pese a la ubicación de las instalaciones en zonas de alta calidad, se puede concluir que el territorio tiene capacidad de acogida para una infraestructura de las características de la PSF

En cuanto a las aves rapaces, la Planta Solar Fotovoltaica se ha ubicado en su totalidad sobre tierras de labor en secano sin presencia de vegetación natural, por lo que no se ha producido pérdida de estos hábitats para la reproducción de manera directa en este aspecto a pesar de que se traten de zonas de alta calidad debido a la gran extensión de terrenos de labor en secano existente.

Con respecto a las zonas de importancia para la alimentación, estas se distribuyen a lo largo de todo el territorio, y en los alrededores de la planta, ya que se corresponden con grandes extensiones de terrenos de labor y pastizales naturales. A pesar de que la Planta Solar Fotovoltaica ocupa parte de estos terrenos, no se considera que exista pérdida de conectividad para estas especies, ya que para las aves rapaces el campeo y movimiento en busca de alimento en la zona es amplio.

Por su parte, la línea de evacuación se ha planteado soterrada en todo su trazado, suponiendo por tanto la eliminación de los potenciales efectos de esta infraestructura sobre la avifauna existente.

13.3. CORREDORES

En función de lo indicado en la PLANIFICACIÓN DE LA RED DE CORREDORES ECOLÓGICOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID: "Los cambios en los usos del suelo tienen como consecuencia inevitable la parcelación y erradicación progresiva de los hábitats originales, que van reduciendo su tamaño y quedando aislados, separados entre sí por una matriz de hábitats de nueva creación. Los principales resultados de esta fragmentación son la pérdida y degradación del hábitat y la

pérdida de conectividad, lo que reduce de forma significativa la viabilidad futura de los ecosistemas y por ende, de la biodiversidad”.

En este sentido, la Comunidad de Madrid es una de las regiones españolas más afectada por la fragmentación del territorio, que ha dejado de ser un hecho aislado y poco conspicuo para convertirse en una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad.

Aunque hay diversas líneas de trabajo para el mantenimiento de la conectividad ecológica, la más extendida es el desarrollo de redes ecológicas. Las diferentes propuestas de redes comparten una arquitectura similar, basada en dos tipos principales de componentes:

- **Nodos.** Son territorios que, por conservar hábitat en cantidad y calidad suficiente, constituyen el núcleo vital para asegurar su funcionamiento y la conservación de las especies. Para el diseño de redes ecológicas en la Unión Europea se utilizan como nodo los espacios de la red Natura 2000.
- **Corredores.** Son las zonas que aseguran una adecuada conectividad ecológica entre los nodos. Para ello deben contar con hábitat suficiente para las necesidades de movilidad y de intercambio genético de las especies objetivo. Los corredores, además de su propio valor natural y función ecológica, pueden tener otras funciones, generalmente de índole social y recreativa, como la protección del paisaje, equilibrar el crecimiento urbano y suburbano (anillos verdes), el uso recreativo (vías verdes, senderos, cañadas).

Siguiendo con este patrón, la zona de actuación ocupa una parte del Corredor de la Sagra.

Los Corredores, como se ha definido anteriormente son las zonas que aseguran una adecuada conectividad ecológica entre los nodos. Para ello deben contar con hábitat suficiente para las necesidades de movilidad y de intercambio genético de las especies objetivo. Es importante reseñar que, aunque el término corredor se utiliza para describir la conexión física entre dos nodos, no siempre requieren de un corredor físico continuo. Se trata de un concepto funcional, por lo que su diseño depende de las necesidades de cada especie. Para su diseño generalmente se tienen en cuenta los siguientes factores (Consejo de Europa 2000):

- Las necesidades de una determinada especie en relación al hábitat
- La movilidad y dispersión de las especies objetivo
- La longitud del corredor
- Las características del paisaje
- La presencia de barreras para el movimiento de las especies

Los corredores, además de su propio valor natural y función ecológica, pueden tener otras funciones, generalmente de índole social y recreativa, como la protección del paisaje, equilibrar el crecimiento urbano y suburbano (anillos verdes), el uso recreativo (vías verdes, senderos, cañadas) e incluso un uso utilitario (pasillos eléctricos, canales, etc.) (Consejo de Europa 2000, Jongman et al. 2002)

13.3.1. Corredor de La Sagra

El corredor de la Sagra, une las principales áreas esteparias del sur de la Comunidad de Madrid, para lo que describe un arco, que de oeste a este une el LIC de las Cuencas de los ríos Alberche y Cofio, con la Cuenca del río Guadarrama y con Vegas cuetas y páramos del Sureste de Madrid. Aunque discurre casi íntegramente por la Comunidad de Madrid, se prolonga hacia la provincia de Cuenca para también unir el LIC de los Yesares del Valle del Tajo y las áreas esteparias de la ZEPA de la Sierra de Altomira.

Por su carácter estepario, discurre fundamentalmente por zonas ocupadas por cultivos herbáceos de secano y mosaicos de cultivo de secano.

El 95,5% del suelo del corredor tiene carácter de no urbanizable. Las principales actividades que tienen lugar en el corredor son la agricultura, la ganadería de ovino y la caza menor.

Por su gran longitud y su trazado este-oeste, es el corredor que presenta mayor número de puntos conflictivos, pues intersecciona importantes vías de comunicación, entre las que destacan cuatro autopistas (R5, AP41, A42, R4), el ferrocarril, el AVE y tres carreteras importantes (M407, M405 y M419). Aunque esta circunstancia limita su permeabilidad a lo largo de todo su trazado, es un corredor muy importante para las especies esteparias en el sur de la Comunidad de Madrid

13.3.2. Resultados:

Se muestra en la siguiente figura la ubicación de la implantación, al respecto del corredor.

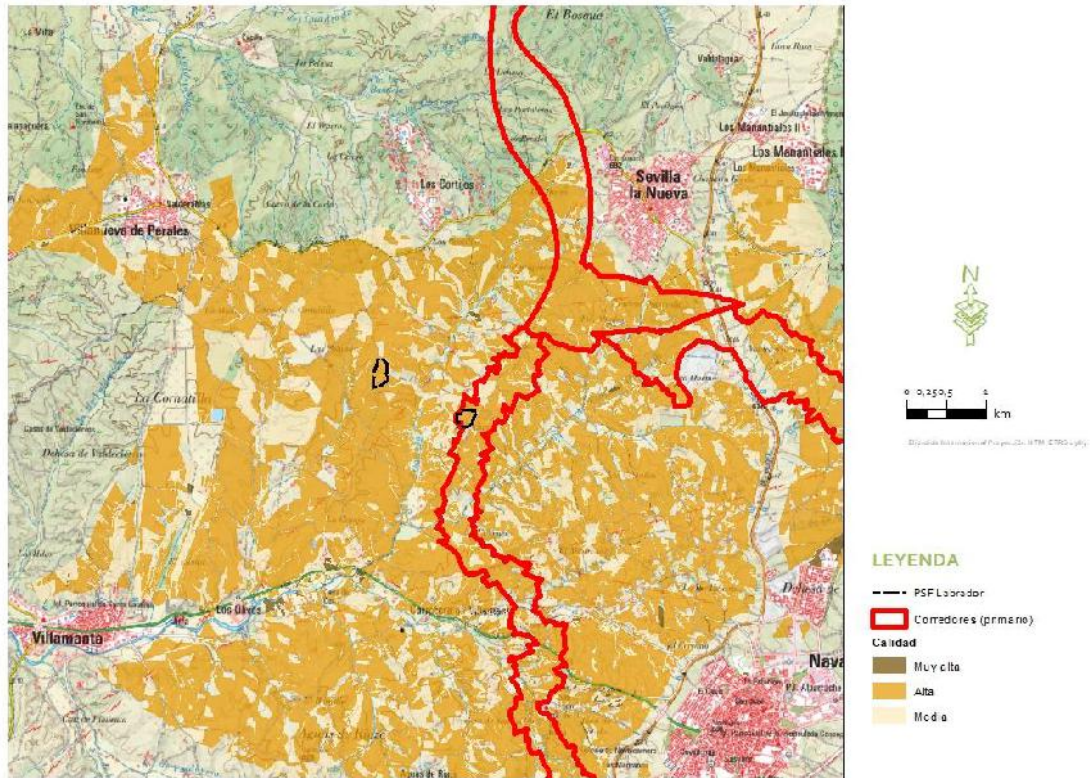


Figura 13.3.2.a. Corredor presente en el área de estudio. Fuente: Ideas Medioambientales.

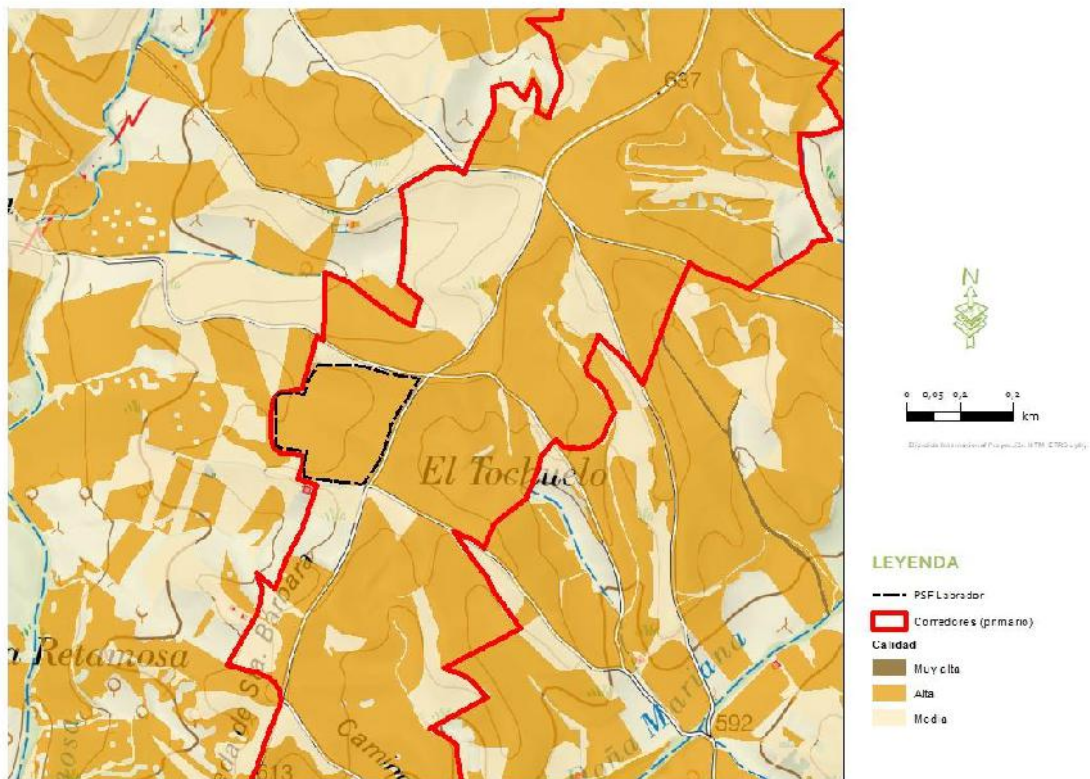


Figura 13.3.2.b. Corredor presente en el área de estudio. Fuente: Ideas Medioambientales.

Como se puede observar, una de las islas de la PSF, en concreto la más oriental, se localiza en el corredor de la Sagra, sobre terrenos de calidad alta para las esteparias.

No obstante, hay algunos puntos de interés a comentar a este respecto:

- La PSF ocupa una superficie menor de 15 ha (en concreto la zona ocupada sería de 3,96 ha).
- No se ocupa la totalidad del ancho del corredor, quedando libre un pasillo de no se produce una ocupación completa del ancho, quedando un paso de 250 m.
- En el entorno de la actuación se localizan zonas de alta calidad para la avifauna esteparia, siendo la superficie afectada escasa respecto al total, por lo que la conectividad no se debería ver especialmente afectada.

Otros datos a considerar serían:

- La línea es soterrada en todo su trazado, lo que minimiza el impacto sobre la fauna
- El vallado presenta cierta permeabilidad para la fauna (vallado cinegético)
- Se ha propuesto una pantalla vegetal que mejora la conectividad.

13.4. FRAGMENTACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE

La instalación de nuevos proyectos en el paisaje, con modificaciones en el tipo de usos de suelo puede implicar un aumento de la fragmentación del territorio. Los efectos de la fragmentación son variados y pueden suponer un problema para la conservación de algunas especies o favorecer la presencia de otras.

La influencia humana en el paisaje aumentó drásticamente a lo largo del siglo XX y sigue aumentando a día de hoy. Por lo tanto, se necesitan métodos para monitorear y evaluar los cambios en el uso y la cobertura del suelo. La reconversión de los paisajes para las actividades humanas resulta en cambios generalizados en la estructura espacial del paisaje. Para poder estimar los procesos de transformación de la tierra se ha seguido la metodología propuesta por Bogaert, Ceulemans y Eysenrode en "*Decision Tree Algorithm for Detection of Spatial Processes in Landscape Transformation*".

El estudio de las relaciones entre los factores estructurales y funcionales de la transformación del paisaje ofrece una idea de la cuestión general de cómo se correlacionan los patrones y procesos del paisaje. La incorporación de una comprensión de las consecuencias ecológicas de

características espaciales particulares de un sistema aumenta el beneficio ambiental de la arquitectura del paisaje y las propuestas de planificación del mismo. Los planificadores están cada vez más involucrados en proyectos implícitamente destinados a utilizar los principios de la ecología del paisaje para preservar, restaurar y mejorar la diversidad biológica. Debido a que los patrones de conversión de la tierra cambian en su configuración espacial, también pueden cambiar significativamente su impacto sobre los procesos ecológicos que se producen. Es sabido que la transformación de los usos del suelo puede comprometer severamente la integridad de los sistemas ecológicos a través de una de las principales causas de la actual crisis de biodiversidad, la pérdida de especies (Santos y Tellería, 2006).

13.4.1. Metodología

El estudio de los cambios de patrones espaciales implica el recuento de patrones, así como la identificación del proceso involucrado. Desde un punto de vista geométrico, ocho procesos se describen en detalle en la literatura para paisajes binarios (compuestos de solo dos clases, como bosque y no boscoso): desgaste, bisección, disección, disipación, fragmentación, incisión, perforación y contracción. Estos procesos espaciales describen la pérdida o degradación de la cubierta terrestre (hábitat, vegetación) y se desarrollaron para evaluar el impacto del cambio de patrón en la diversidad de especies, por ejemplo, considerando los efectos de borde. Los procesos de transformación espacial se definen para un paisaje compuesto por solo dos clases (paisaje binario), que representan la cobertura del suelo de interés —generalmente una vegetación particular o un tipo de hábitat— y su entorno, que corresponden respectivamente a los parches y la matriz como descrito en el modelo de paisaje parche-corredor-matriz. Se considera que los siguientes diez procesos espaciales para la transformación del paisaje, reflejan cambios de patrones en los mismos (**Figura 13.4.1**):

- a) **Agregación:** la acción o proceso de reunir unidades o partes en un todo; traer o reunir en un todo; para llenar huecos o espacios abiertos.
- b) **Desgaste:** la reducción o disminución en el número de parches; desaparición de parches.
- c) **Creación:** la formación de nuevos parches, lo que resulta en un aumento del número total de parches; el acto de hacer existir parches; génesis del parche.
- d) **Deformación:** el cambio de forma de parche, sin cambio de tamaño de parche; desfiguración del parche.
- e) **Disección:** la división o subdivisión de un área o parche usando líneas de igual ancho; seccionamiento de un área o parche; área o parche (sub)división.
- f) **Ampliación:** el aumento del tamaño del parche; expansión del tamaño del parche.

- g) **Fragmentación:** la división de un área en parcelas más pequeñas, lo que da como resultado parches desigualmente separados; la fragmentación de características extensas del paisaje en parches separados, aislados o semiaislados.
- h) **Perforación:** el proceso de hacer agujeros en un área o parche; formación de huecos; interrupción de la continuidad de la cubierta terrestre por la formación de aberturas.
- i) **Cambio:** reposicionamiento de parches; translocación de parches.
- j) **Contracción:** la disminución o reducción del tamaño de los parches, sin "desgaste"; reducción progresiva del parche de cobertura terrestre inicial, idealmente manteniendo su forma original.

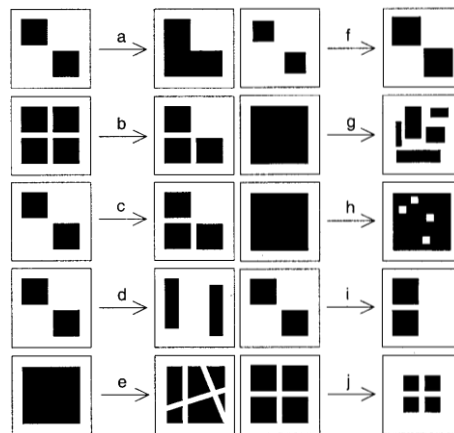


Figura 13.4.1.a. Representación esquemática de los diez procesos espaciales en la transformación del suelo. Las áreas negras se refieren a la cobertura terrestre de estudio, las áreas blancas a la matriz del paisaje: (a) agregación: fusión de parches; (b) desgaste: desaparición de uno de los cuatro parches presentes en el paisaje original; (c) creación: transformación del paisaje mediante la formación de un nuevo parche, aumentando el número de parches de dos a tres; (d) deformación: transformación caracterizada por el cambio de forma de ambos parches de una forma cuadrada a una forma rectangular; (e) disección: subdivisión de un área continua por líneas de igual ancho en seis partes; (f) ampliación: transformación por aumento de tamaño de ambos parches; (g) fragmentación: conversión del paisaje al dividir la cubierta terrestre continua en cinco parches disjuntos de tamaño y forma desiguales; (h) perforación: transformación por la formación de cuatro huecos; (i) cambio: translocación de uno de los dos parches; (j) contracción: los parches experimentan una disminución de tamaño. Fuente: Bogaert, Ceulemans y Eysenrode (2004).

El desgaste, la disección, la fragmentación, la perforación y la contracción implican la degradación de la cubierta terrestre. La agregación, la creación y la ampliación implican la aparición de nuevas unidades de cobertura del suelo. La deformación y el cambio son neutrales hacia el área de cobertura terrestre.

Para identificar el proceso espacial responsable de los cambios en el patrón del paisaje, usaremos el árbol de decisión propuesto por Bogaert y otros (2004).

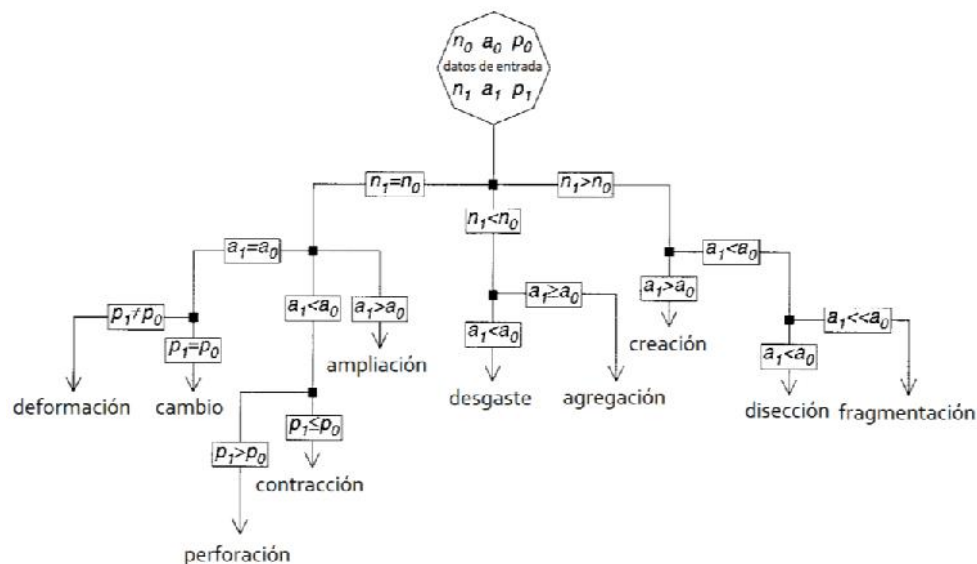


Figura 13.4.1.b. Árbol de decisiones usado para identificar procesos de transformación que alteran el patrón espacial de los paisajes. Los parámetros a_0 , p_0 y n_0 se refieren al área del hábitat, el perímetro y el número de parches antes de la transformación, mientras que a_1 , p_1 y n_1 son los valores después del cambio de patrón. Fuente: Modificado de Bogaert, Ceulemans y Eysenrode (2004).

Los datos de entrada para el árbol de decisión (**Figura 13.4.1.b.**) consisten en el área o el tamaño (a), el perímetro o la longitud del borde (p) y el número de parches (n) observados para la clase de cobertura terrestre de interés. Los datos que se refieren al patrón del paisaje antes de la transformación se indican como a_0 , p_0 y n_0 . Al final del período de tiempo considerado en el que se analiza la transformación del patrón, se registran a_1 , p_1 y n_1 . El algoritmo del árbol de decisiones conduce a la identificación del proceso espacial involucrado al comparar los valores de a_0 , p_0 y n_0 con, respectivamente, a_1 , p_1 y n_1 , por lo tanto, se basa en la igualdad, el aumento o la disminución del área de cobertura terrestre, longitud del perímetro y número de parches.

El número de parches es el primer parámetro a evaluar. Esta característica permite la separación de los procesos en tres grupos:

1. el número de parches disminuye durante la transformación ($n_1 < n_0$), en este punto se pueden observar dos procesos. Si esta disminución del número de parches va acompañada de una disminución del área total de la clase de interés ($a_1 < a_0$), el **desgaste** (**Figura 13.2.a.b**) es el proceso de transformación que se produce. Por otro lado, si el área total no disminuye ($a_1 \geq a_0$), esto indica la fusión de parches existentes por conexión física. Este proceso se expresa como **agregación** (**Figura 13.2.a.a**).
2. el aumento del número de parches ($n_1 > n_0$) requiere, análogamente al desgaste y la agregación, la consideración de un segundo parámetro. Un aumento del área ($a_1 > a_0$) combinado con un aumento del número de parches implica que se forman nuevos parches

y que estos parches contribuyen a la expansión de la cobertura terrestre observada. Esta formación de nuevos parches se denota como **creación** (Figura 13.4.1.c). Cuando el área con vegetación disminuye ($a_1 < a_0$), esto indica que las unidades de cobertura terrestre grandes y continuas son reemplazadas por parcelas disjuntas más pequeñas. Si esta ruptura coincide con una pérdida de área mínima asociada con estructuras lineales de ruptura ($a_1 < a_0$), la secuencia de cambio de patrón se denomina **disección**. La **fragmentación** combina el número creciente de parches con una pérdida de área considerable ($a_1 \ll a_0$). Por lo tanto, tenemos un valor umbral predefinido t (0,75), utilizado como referencia para la relación de a_1 a a_0 ($t < 1$).

Entonces, se produce el proceso de disección si $t_{obs} \geq t$. Por otro lado, se observará fragmentación si $t_{obs} < t$. La relación entre creación, disección y fragmentación, determinada por los valores de a_0 , a_1 , t_{obs} y t , se ilustra en la Figura 13.2.c.

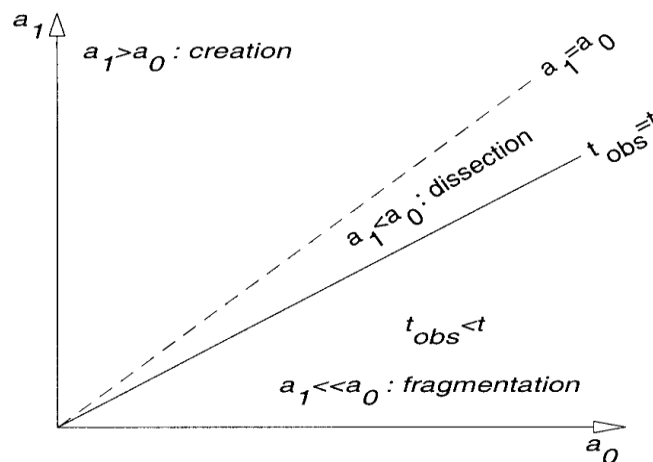


Figura 13.4.1.c. Relación entre creación, disección y fragmentación según el área antes (a_0) y después (a_1) de la transformación. La elección entre fragmentación y disección se basa en un valor de referencia predefinido t , que describe la medida en que el área puede disminuir ($a_0 - a_1 > 0$) antes de que el hábitat se considere fragmentado. t_{obs} es la relación a_1/a_0 observada. Si $t_{obs} < t$, el cambio de patrón se considera como consecuencia de la fragmentación.

Fuente: Bogaert, Ceulemans y Eysenrode (2004).

- el número de parches no está influenciado por la conversión del paisaje ($n_1 = n_0$), se pueden distinguir tres grupos de procesos de transformación. Un aumento del área de cobertura terrestre ($a_1 > a_0$) indica que uno o más de los parches ya presentes se expanden: este proceso se conoce como **ampliación**. En caso de que disminuya el área ($a_1 < a_0$), el paisaje puede estar sujeto a dos procesos. Si el perímetro aumenta ($p_1 > p_0$), debido a la formación de brechas dentro de la cobertura terrestre de interés, el área de la brecha se puede considerar como perteneciente a la matriz, y los segmentos perimetrales que delimitan las brechas hacen que el perímetro general aumente. Este proceso se conoce como

perforación. Si el perímetro total no aumenta ($p_1 \leq p_0$), uno o más de los parches sufren el proceso de **contracción**. Esto implica la pérdida de las partes periféricas de los parches. Hay que tener en cuenta que para $p_1 = p_0$, se puede observar un cambio en la forma del parche junto con una contracción, porque la forma del parche debe alargarse más para evitar la disminución del perímetro. Por lo tanto, este tipo de contracción podría denominarse anisótropa, mientras que el tipo con la disminución concomitante del perímetro puede denominarse isotropa.

Son posibles dos tipos de conversión para paisajes en los que tanto el número de parches como el área total de cobertura terrestre no cambian durante la conversión ($n_1 = n_0$; $a_1 = a_0$). Si la longitud total del perímetro también es constante ($p_1 = p_0$), el patrón solo puede cambiar por reubicación de los parches; esto se conoce como **cambio**. Esto es, de hecho, una combinación de creación y desgaste que ocurre en un lugar distinto, pero se considera aquí como un proceso separado. Si el perímetro total cambia ($p_1 \neq p_0$), se observa **deformación**. Hay que tener en cuenta que la deformación implica que solo cambia la forma del parche, mediante la eliminación y adición del área de cobertura terrestre en la periferia de los parches.

13.4.2. Resultados:

Para mostrar la transformación del paisaje y detectar la presencia de conversiones del uso del suelo en el área de estudio se ha utilizado el árbol de decisiones (**Figura 13.4.1.b.**) sobre la base cartográfica de SIOSE.

El análisis de fragmentación de hábitats se realizará considerando como especies afectadas aquellas ligadas a los ambientes agrarios, dado que el proyecto se ubica sobre terrenos agrícolas y por tanto la pérdida de hábitat será este tipo de uso. Por tanto, a partir de los usos identificados en SIOSE se han eliminado del análisis aquellos tipos de uso que no se corresponden con los agrarios o que no se han considerado adecuados como hábitat para las especies ligadas a medios agrarios. Debe considerarse por tanto que los resultados sobre fragmentación son aplicables a las especies ligadas a medio agrarios y que usan este medio como principal.

Se toma de nuevo los hábitats de calidad definidos en el apartado anterior (**13.2 pérdida de hábitats**), que pueden considerarse los hábitats donde se puede localizar **aves esteparias**, así como la **zona de campeo de las rapaces diurnas**. Se toma igualmente el área de 5 Km de radio en el entorno del proyecto de estudio.

Los datos necesarios para el estudio de fragmentación, en función de lo definido en la metodología serían:

- Numero de teselas
- Perímetro de las teselas
- Superficie de teselas

Se indica en la siguiente los valores para cada uno de los escenarios. Dado la superficie de estudio, los datos de perímetro se dan en km, y el de área en Ha:

	Escenario inicial			Escenario tras actuación		
	nº	pº	aº	n1	p1	a1
	2337	1790,02	4920,86	2338	1791,59	4912,04
Diferencia inicial	0	0	0	1	1,5	-8,82
Diferencia inicial (%)	0	0	0	0,04%	0,09%	-0,18%

Tabla 13.4. 2.c Superficies de pérdida de los coeficiente calidad de hábitat de cernícalo primilla para las teselas presentes en el área de estudio. Fuente: Ideas Medioambientales.

Siguiendo el árbol de decisión, se observa que se produce un aumento del número de teselas. Por otro lado. Por otro lado, se produce una pequeña reducción de la superficie (en torno a un 0,18%). Y un pequeño aumento del perímetro. Estamos por tanto ante un **proceso de fragmentación, aunque de pequeña escala.**

13.5. CONCLUSIONES

El efecto barrera ocasionado por el vallado de las plantas fotovoltaicas no se considera significativo, ya que podrá evitarse con la construcción adecuada del mismo, de manera que sea permeable, y la inclusión de medidas correctoras en la zona, que promuevan la conectividad del paisaje.

Asociados a los procesos de fragmentación y de destrucción de hábitats se produce un cambio en la configuración del paisaje, que pueden resumirse en los siguientes efectos:

- Se produce una pérdida de cantidad del hábitat para las especies, lo que lleva consigo una disminución del tamaño de las poblaciones y de la densidad regional de la especie.
- Las teselas presentan un tamaño medio menor y un mayor número de fragmentos.
- Un aumento de la distancia entre los fragmentos, lo que lleva consigo una mayor dificultad para la conexión entre estos fragmentos.

- Por último, se produce un aumento de la relación perímetro/superficie y, por consiguiente, una mayor exposición del hábitat fragmentado a las interferencias de la matriz, aumentándose el efecto borde y empeorando la calidad del hábitat.

Todos estos efectos producen generalmente una reducción progresiva de los tamaños poblaciones en cada una de las teselas de hábitats. En suma, la reducción, fragmentación y deterioro del hábitat terminan por producir una atomización de las distribuciones originales en subpoblaciones cada vez más pequeñas y aisladas, sometidas a problemas crecientes de viabilidad genética y demográfica (Frankham, 1995; Hedrick, 2001), pudiendo afectar negativamente a otros parámetros tales como la condición corporal, el esfuerzo reproductivo (efecto Allee), la estabilidad durante el desarrollo, el comportamiento, etc.

En la zona de estudio se produce una pequeña reducción de la superficie (en torno a un 0,18%) y un pequeño aumento del perímetro. Estamos por tanto ante un **proceso de fragmentación, aunque de pequeña escala.**

En cuanto a las aves esteparias, los proyectos **no llegan a ocupar un 1 %** de la superficie con alta calidad para aves esteparias. Por lo tanto y pese a la ubicación de las instalaciones en zonas de alta calidad, se puede concluir que el territorio tiene capacidad de acogida para una infraestructura de las características de la PSF.

En cuanto a las aves rapaces, la Planta Solar Fotovoltaica se ha ubicado en su totalidad sobre tierras de labor en secano sin presencia de vegetación natural, por lo que no se ha producido pérdida de estos hábitats para la reproducción de manera directa en este aspecto a pesar de que se traten de zonas de alta calidad debido a la gran extensión de terrenos de labor en secano existente.

Con respecto a las zonas de importancia para la alimentación, estas se distribuyen a lo largo de todo el territorio, y en los alrededores de la planta, ya que se corresponden con grandes extensiones de terrenos de labor y pastizales naturales. A pesar de que la Planta Solar Fotovoltaica ocupa parte de estos terrenos, no se considera que exista pérdida de conectividad para estas especies, ya que para las aves rapaces el campeo y movimiento en busca de alimento en la zona es amplio.

Por su parte, la línea de evacuación se ha planteado soterrada en todo su trazado, suponiendo por tanto la eliminación de los potenciales efectos de esta infraestructura sobre la avifauna existente.

No obstante, se debería considerar las medidas compensatorias propuestas, encaminadas a favorecer el hábitat estepario. Con la ejecución de las mismas se conseguirá crear zonas amplias y con un hábitat favorable para el desarrollo de este grupo faunístico, eliminando por tanto la fragmentación originada con la instalación de las infraestructuras del proyecto.

Se produce una ocupación del Corredor de la Sagra, si bien:

- La PSF ocupa una superficie menor de 15 ha (en concreto la zona ocupada sería de 3,96 ha).
- No se ocupa la totalidad del ancho del corredor, quedando libre un pasillo de no se produce una ocupación completa del ancho, quedando un paso de 250 m.
- En el entorno de la actuación se localizan zonas de alta calidad para la avifauna esteparia, siendo la superficie afectada escasa respecto al total, por lo que la conectividad no se debería ver especialmente afectada.

Otros datos a considerar serían:

- La línea es soterrada en todo su trazado, lo que minimiza el impacto sobre la fauna..
- El vallado presenta cierta permeabilidad para la fauna (vallado cinegético)
- Se ha propuesto una pantalla vegetal que mejora la conectividad.

Tal y como se indica en el documento de "Medidas compensatorias para la mejora del hábitat estepario como consecuencia de la instalación de proyectos fotovoltaicos y sus infraestructuras de evacuación en la Comunidad de Madrid" de 27 de abril de 2022 de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Comunidad de Madrid: "Las pequeñas plantas de menos de 15 ha de superficie no se considerarán obstáculos a los efectos de la conectividad de la fauna". Teniendo en cuenta que la superficie de la actuación que solapa con el corredor es relativamente pequeña, con menos de 4 ha (< 15 ha) y que la línea es soterrada, se considera que no se producirá afección sobre el corredor.

En conclusión, los impactos ocasionados por el efecto barrera, fragmentación y transformación del paisaje y la conectividad que se pueden producir por la presencia de la Planta Solar Fotovoltaica Labrador y su infraestructura de evacuación, se consideran compatibles con el medio siempre y cuando se lleven a cabo las medidas correctoras y compensatorias planteadas centradas en la mejora de la conectividad del paisaje y en la mejora de hábitats de las especies más vulnerables.

14. ANEJO III. FOTOGRAFÍAS DE LA ZONA DE IMPLANTACIÓN

A continuación, se adjunta una colección de imágenes del ámbito de actuación.



Fotografía 1. Terrenos agrícolas recinto este para la implantación de la Planta Solar Fotovoltaica Labrador



Fotografía 2. Terrenos agrícolas recinto oeste para la implantación de la Planta Solar Fotovoltaica Labrador



Fotografía 3. Nido de águila imperial en el ámbito de estudio.



Fotografía 4. Águila imperial contactada sobre apoyo de tendido eléctrico.



Fotografía 5. Repoblación de pino piñonero presente en el entorno de actuación.



Fotografía 6. Vegetación en torno al arroyo Doña Mariana



Fotografía 7. Ejemplar de anfibio presente en charca.



Fotografía 8. Puesta en charca presente en el entorno de actuación.



Fotografía 9. Entorno zona cruzamiento LSMT con el arroyo Mariana.



Fotografía 10. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº1).



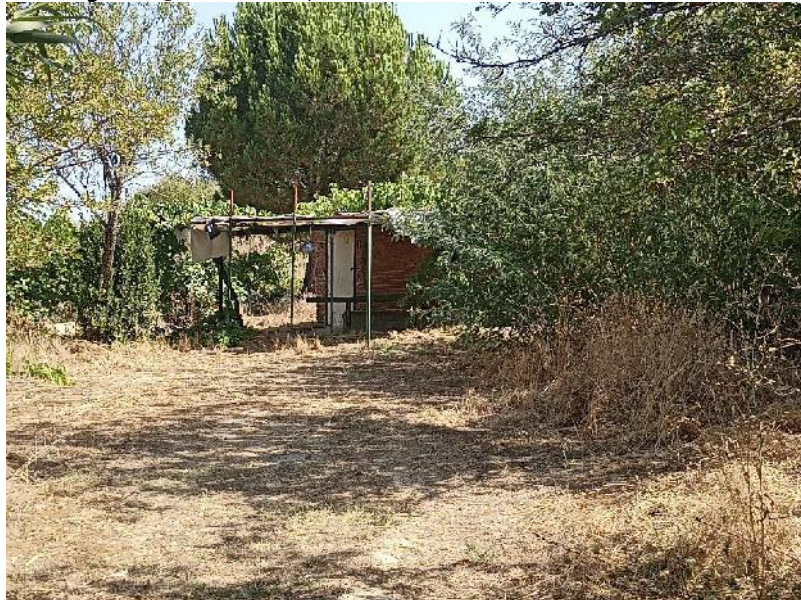
Fotografía 11. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº2).



Fotografía 12. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº3).



Fotografía 13. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. Colmenas(nº4).



Fotografía 14. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº5).



Fotografía 15. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. Pozo (nº6).



Fotografía 16. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº7).



Fotografía 17. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº8).



Fotografía 18. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº9).



Fotografía 19. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº10).



Fotografía 20. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº11).



Fotografía 21. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº12).



Fotografía 22. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº13).



Fotografía 23. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº14).



Fotografía 24. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº15).



Fotografía 25. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº16).



Fotografía 26. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº17).



Fotografía 27. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº18).



Fotografía 28. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº19).



Fotografía 29. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº20).



Fotografía 30. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº21).



Fotografía 31. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº22).



Fotografía 32. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº23).



Fotografía 33. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº24).



Fotografía 34. Edificaciones presentes en el entorno de actuación. (nº25).

15. ANEJO IV. MATRIZ DE IMPACTOS

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL Alternativa 3

		Σ UI	FASE DE CONTRUCCIÓN							FASE DE FUNCIONAMIENTO									
			=	Elim. cubierta veg.	Movimientos de tierra	Compactac.	Acopio de materiales	Hincas Cimentaciones	Presencia de personal y maq.	Valor. cualit.		Funcion. de la PSF	Mantenim. de la PSF	Valor. cualit.					
										Abs.	Rel.			Abs.	Rel.				
FACTORES DEL MEDIO	Medio natural	Atmósfera	Calidad del aire y cambio climático	28	-24	-27					-24	-75	-2,1	35		35	0,98		
			Ruido	26							-24	-24	-0,6	-21		-21	-0,55		
		Suelo	Ocupación directa	20		-33	-35	-23	-31				-122	-2,4		-27	-27	-0,54	
			Contaminación suelo y subsuelo	21					-31		-20		-51	-1,1		-22	-22	-0,46	
			Alteración geomorfológica y del relieve	23		-35	-31						-66	-1,5			0	0,00	
			Erosión y pérdida de suelo fértil	28	-33	-29	-25				-18		-105	-2,9	23		23	0,64	
		Agua	Calidad agua superficial y subterránea	33		-24					-24		-48	-1,6	22		22	0,73	
			Cambio de uso y consumo	82									0	0,0	42		42	3,44	
		Vegetación	Cubierta vegetal natural	55	-30		-36						-66	-3,6			0	0,00	
			Hábitats de interés comunitario y/o terreno forestal	67	-31				-31				-62	-4,2			0	0,00	
	Fauna	Alteración y eliminación de hábitats faunísticos	101	-35								-35	-3,5	-41		-41	-4,14		
		Molestias	70							-28		-28	-2,0		-21	-21	-1,47		
		Mortalidad	26							-34		-34	-0,9		-34	-34	-0,88		
	Paisaje	Intrusión visual y efectos sobre la calidad del paisaje	104	-30	-24					-21		-75	-7,8	-40		-40	-4,16		
	Medio socioeconómico	Población	Incremento de tráfico	11				-21				-21	-0,2			0	0,00		
			Molestias a la población	22							-22		-22	-0,5			0	0,00	
		Economía	Desarrollo económico	71								37	37	2,6	38		38	2,70	
			Productividad del suelo	52		-28							-28	-1,5	-24		-24	-1,25	
			Recursos energéticos	51									0	0,0	38		38	1,94	
		Territorio	Afección a la propiedad	15									0	0,0	-32		-32	-0,48	
Afección a ENP y RN2000			17		-23							-23	-0,4			0	0,00		
Patrimonio Cultural		Afección a vías pecuarias y M.U.P.	9					-19				-19	-0,2		-16	-16	-0,14		
		Afecciones sobre B.I.C. y restos arqueológicos	19									0	0,0			0	0,00		
RIESGOS		Vulnerabilidad	Riesgos	Riesgo de inundación	12								0	0,0	-24		-24	-0,29	
	Riesgo sísmico			8									0	0,0	-23		-23	-0,18	
	Riesgos meteorológicos			11										0	0,0	-23		-23	-0,25
	Riesgo de incendio forestal			18										0	0,0	-25		-25	-0,45
	Ab.				-183	-223	-127	-44	-112	-178	-867				-55	-120	-175		
Rel.		-12,0	-8,2	-4,1	-0,7	-3,5	-5,9			-34,3		-1,3	-3,5			-4,8			

Planta Solar Fotovoltaica Labrador y su infraestructuras de evacuación



16. ANEJO V. DOCUMENTACIÓN PATRIMONIO



MADRID, MARZO de 2024

Comunidad de Madrid
Consejería de Cultura, Turismo y Deporte
Dirección General de Patrimonio Cultural –
Área de Protección del Patrimonio Histórico
C/ Arenal,18 (28013-Madrid)

> **Ideas Medioambientales, S.L.** con N.I.F.: B-02338630, como consultora ambiental contratada por la empresa:

PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L., con C.I.F: B-06.844.559 y con domicilio a efectos de notificaciones en Glorieta Ruiz Jiménez, 3, Planta 1, Puerta DR - 28015, Madrid (MADRID), e-mail de contacto:

██

presenta ante la administración arriba indicada:

Solicitud de hoja informativa, relacionado con el Estudio de Valoración Histórico Cultural del proyecto "Planta Solar Fotovoltaica Labrador y su infraestructura de evacuación", que se ubicará en las parcelas 103 y 149 del polígono 33 del término municipal de Navalcarnero, recorriendo su línea de evacuación diversas parcelas del polígono 33 del mismo término municipal, en la provincia de Madrid.

(Exp. Cult.: S/N)

Firma: Juan José Brea Solana
Ideas Medioambientales, S.L.
C/ San Sebastián 19, bajo
(02005) ALBACETE



San Sebastián, 19 – 02005 Albacete t 967 610 710 f 967 610 714 – ideas@ideasmedioambientales.com





D.G. de Atención al Ciudadano y Transparencia (P.J. AL)

REGISTRO DE ENTRADA	
Ref: 09/620150.9/24	Fecha: 27/03/2024 13:14
Destino: Registro de la Consejería de Cultura, Turismo y Deporte	

Presentación de Escritos y Comunicaciones a la Comunidad de Madrid

Código: 1787F1

ASUNTO: Solicitud de consulta de carta arqueológica y Solicitud de hoja informativa

La persona solicitante actúa como			
<input checked="" type="radio"/>	Interesado/a	<input type="radio"/>	Representante
<input type="radio"/>	Autorizado/a para presentación (no es interesado/a ni representante)		

Datos de la persona interesada							
NIF/NIE:	B02338630		Razón social/Entidad:	IDEAS MEDIOAMBIENTALES, S.L.			
Tipo de vía:	CALLE		Nombre de vía:	SAN SEBASTIAN			
Número/Km:	19	Piso:		Puerta:		Código postal:	02005
Provincia:	Albacete		Municipio:	Albacete			
Otros datos de localización:							
e-mail:	[REDACTED]		Teléfono 1:	[REDACTED]	Teléfono 2:	[REDACTED]	

Datos de la persona o entidad representante							
NIF/NIE	[REDACTED]						
Nombre:	OSCAR		Apellido 1:	GARCIA	Apellido 2:	ZAMORA	
Tipo de vía:	CALLE		Nombre de vía:	SAN SEBASTIAN			
Número/Km:	19	Piso:		Puerta:		Código postal:	02005
Provincia:	Albacete		Municipio:	Albacete			
Otros datos de localización:							
e-mail:	[REDACTED]		Teléfono 1:	[REDACTED]	Teléfono 2:	[REDACTED]	
En calidad de:	ADMINISTRADOR UNICO						

Medio de notificación		
<input type="radio"/>	Interesado/a	<input checked="" type="radio"/> Representante (Indique a quién desea que se envíe la notificación)
Si selecciona notificación electrónica, debe tener una dirección electrónica habilitada en el Sistema de Notificaciones Electrónicas de la Comunidad de Madrid. Puede darse de alta accediendo a este enlace		
El correo electrónico indicado en el formulario no coincide con el informado en su dirección electrónica habilitada. Por favor, modifique dicho correo o bien marque la casilla que aparece en pantalla para aceptar que conoce esta circunstancia y desea continuar.		<input checked="" type="checkbox"/>

Firmado Digitalmente en el Ayuntamiento de Navalcarnero - Firma digital externa - https://sede.navalcarnero.es - Código Seguro de Verificación: 28600IDOC257C4C9DD3C525145B3

Relación de documentos que aportará junto a la solicitud (Estos documentos se adjuntarán después de enviar la solicitud a registro)
Layout definitivo PSF Labrador
RBDA FV LABRADOR
SOLICITUD PERMISO PROMOTOR_ PSF LABRADOR_fdo
Ubicación FV LABRADOR PLANO 01
Catastral FV LABRADOR PLANO 02.1
Catastral FV LABRADOR PLANO 02.2
Hoja Registro SOLICITUD CONSULTA CARTA ARQUEOLÓGICA FV LABRADOR
Hoja Registro SOLICITUD HOJA INFORMATIVA FV LABRADOR

Expone
Solicitud de consulta de carta arqueológica y Solicitud de hoja informativa, relacionado con el Estudio de Valoración Histórico Cultural del proyecto "Planta Solar Fotovoltaica Labrador y su infraestructura de evacuación", que se ubicará en las parcelas 103 y 149 del polígono 33 del término municipal de Navalcarnero, recorriendo su línea de evacuación diversas parcelas del polígono 33 del mismo término municipal, en la provincia de Madrid. (Exp. Cult.: S/N)

Solicita
QUE SE TENGA POR PRESENTADA

FECHA:			
En	Madrid	a	27/03/2024

FIRMA
Huella digital de OSCAR GARCIA ZAMORA - NIF 44384423N // Entidad: IDEAS MEDIOAMBIENTALES SOCIEDAD LIMITADA - CIF B02338630 // Nombre de reconocimiento(DN): GARCIA ZAMORA OSCAR // Fecha: 27.03.2024 13:14:07

DESTINATARIO	
DIRECCIÓN GENERAL / ORGANISMO:	Área de Protección del Patrimonio Histórico
CONSEJERÍA:	Consejería de Cultura, Turismo y Deporte

Información sobre Protección de Datos

1. Responsable del tratamiento de sus datos

Responsable: Consejería de Presidencia, Justicia y Administración Local, D.G. de Atención al Ciudadano y Transparencia (P.J.AL).
Domicilio social: Consultar www.comunidad.madrid/centros
Contacto con el Delegado de Protección de Datos: protecciondatospresidencia@madrid.org.

2. ¿En qué actividad de tratamiento están incluidos sus datos personales y con qué fines se tratarán?

ATENCIÓN AL CIUDADANO.

En cumplimiento de lo establecido por el Reglamento (UE) 2016/679, de Protección de Datos Personales, sus datos serán tratados para las siguientes finalidades:

Información y atención a los ciudadanos a través de los canales del servicio 012 de la Comunidad de Madrid y de la Oficina de Atención al Ciudadano de la Comunidad de Madrid, incluido el servicio de cita previa de esta última. Realización de estudios de percepción sobre el sistema de atención ciudadana. Publicación en el Portal del Ciudadano de la Comunidad de Madrid de documentos elaborados y/o remitidos a tal efecto por los órganos de la Comunidad de Madrid. Dichos órganos responderán del contenido de estos documentos, así como de la información obtenida en el resto de canales o en la citada Oficina, que correspondan al ámbito de sus respectivas competencias.

3. ¿Cuál es la legitimación en la que se basa la licitud del tratamiento?

RGPD 6.1 e) el tratamiento es necesario para el cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento.

Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

4. ¿Cómo ejercer sus derechos? ¿Cuáles son sus derechos cuando nos facilita sus datos?

Puede ejercer, si lo desea, los derechos de acceso, rectificación y supresión de datos, así como solicitar que se limite el tratamiento de sus datos personales, oponerse al mismo, solicitar en su caso la portabilidad de sus datos, así como a no ser objeto de una decisión individual basada únicamente en el tratamiento automatizado, incluida la elaboración de perfiles.

Según la Ley 39/2015, el RGPD y la Ley Orgánica 3/2018, puede ejercer sus derechos por Registro Electrónico o Registro Presencial o en los lugares y formas previstos en el artículo 16.4 de la Ley 39/2015, preferentemente mediante el formulario de solicitud "Ejercicio de derechos en materia de protección de datos personales".

5. Tratamientos que incluyen decisiones automatizadas, incluida la elaboración de perfiles, con efectos jurídicos o relevantes.

No se realizan

6. ¿Por cuánto tiempo conservaremos sus datos personales?

Los datos personales proporcionados se conservarán por el siguiente periodo:

Periodo indeterminado.

Los datos se mantendrán durante el tiempo necesario para cumplir con la finalidad para la que se recabaron y para determinar las posibles responsabilidades que se pudieran derivar de dicha finalidad y del tratamiento de los datos.

7. ¿A qué destinatarios se comunicarán sus datos?

Órganos de la Comunidad de Madrid, Administraciones Públicas, Juzgados y Tribunales, Defensor del Pueblo, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.

8. Transferencias Internacionales.

No.

9. Derecho a retirar el consentimiento prestado para el tratamiento en cualquier momento.

Cuando el tratamiento esté basado en el consentimiento explícito, tiene derecho a retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que ello afecte a la licitud del tratamiento basado en el consentimiento previo a su retirada.

10. Derecho a presentar una reclamación ante la Autoridad de Control.

Tiene derecho a presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos www.aepd.es si no está conforme con el tratamiento que se hace de sus datos personales.

11. Categoría de datos objeto de tratamiento.

Datos de carácter identificativo.

12. Fuente de la que proceden los datos

Interesado.

Más información.

Puede consultar más información y la normativa aplicable en materia de protección de datos en la web de la Agencia Española de Protección de Datos <https://www.aepd.es>, así como en el siguiente enlace: www.comunidad.madrid/protecciondedatos.

Código: 1787F1

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE TRABAJOS ARQUEOLÓGICOS

D. Sergio Perales Sánchez, como representante de la sociedad **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**, con C.I.F: B-06.844.559 y con domicilio a efectos de notificaciones en Glorieta Ruiz Jiménez, 3, Planta 1, Puerta DR - 28015, Madrid (MADRID), e-mail de contacto: [REDACTED], extiende el presente documento solicitando:

Autorización de la Dirección General de Patrimonio Cultural, a través de la Subdirección General de Protección y Conservación de la Consejería de Cultura y Turismo de la Comunidad de Madrid, para realizar trabajos arqueológicos en relación con el proyecto:

“Planta Solar Fotovoltaica Labrador y su infraestructura de evacuación”, que se ubicará en las parcelas 103 y 149 del polígono 33 del término municipal de Navalcarnero, recorriendo su línea de evacuación diversas parcelas del polígono 33 del mismo término municipal, en la provincia de Madrid.

Y declarando que:

La empresa Ideas Medioambientales, S.L. y concretamente los arqueólogos **D. Juan José Brea Solana**, graduado en Arqueología por la Universidad Complutense de Madrid y **D^a Laura Cabanillas Rovira**, licenciada en Historia por la Universidad Complutense de Madrid, quedan **designados como directores** de los trabajos arqueológicos de prospección superficial relacionados con la realización del **Estudio Valoración Histórico-Cultural** para el mencionado proyecto.

A 25 de marzo 2024.

17. ANEJO VI. GESTIÓN DE RESIDUOS

17.1. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LABRADOR

Anejo 8: Estudio de Gestión de Residuos

Proyecto ejecutivo de Planta Solar Fotovoltaica Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MWn

Potencia pico: 6,291 MWp

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Marzo 2024

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE.....	3
2. LEGISLACIÓN NACIONAL	4
2.1. RESIDUOS	4
2.2. VERTIDOS.....	4
2.3. EMISIONES	5
2.4. GENERAL	6
3. DEFINICIONES.....	6
4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	10
5. REQUISITOS AMBIENTALES	12
5.1. REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL.....	12
5.2. CONDICIONADOS DE LOS ORGANISMOS DE LA ADMINISTRACIÓN	13
5.3. ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL O DE TRASIEGO DE COMBUSTIBLE	13
5.4. CAMBIOS DE ACEITES Y GRASAS.....	13
5.5. CAMPAMENTO DE OBRA.....	13
5.6. GESTIÓN DE RESIDUOS	14
5.7. INCIDENTES CON CONSECUENCIAS AMBIENTALES	14
5.8. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL	14
5.9. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA	14
6. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA	15
7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....	16
8. REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	18
9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	21
10. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR	22
11. PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO 27	

1. Justificación y alcance

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el Proyecto de Ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por 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.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del Proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra. considerando básicamente las fracciones:
 - Hormigón.
 - Ladrillos, tejas, cerámicos.
 - Metal
 - Madera
 - Vidrio
 - Plástico
 - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del Proyecto en capítulo independiente.

2. Legislación nacional

2.1. Residuos

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
- Real Decreto 717/2010 de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- ORDEN de 12 de julio de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.2. Vertidos

- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el

que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos.

- Real Decreto 9/2005, de 14 de Enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y criterios y estándares para declaración suelos contaminados.
- Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.3. Emisiones

- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.
- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. (BOE 16 de noviembre 2007)
- Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.
- Real Decreto 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del Registro nacional de derechos de emisión.
- Ley 1/2005, de 9 de Marzo por la que se regula el régimen del Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero. (BOE 10 de Marzo de 2005).
- Legislación específica Autonómica y local.

2.4. General

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de Enero.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. (BOE 24 octubre 2007).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- 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 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Ley 27/2006, de 18 de Julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. (BOE 24 de Julio de 2001).
- Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas (BOE 29 de Julio de 1988).
- Legislación específica Autonómica y local.

3. Definiciones

- Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención o la obligación de desechar.

- **Residuos domésticos:** residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

- **Residuos comerciales:** residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- **Residuos industriales:** residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.
- **Residuo peligroso:** residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- **Aceites usados:** todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.
- **Biorresiduo:** residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.
- **Residuo de construcción y demolición:** cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 7/2022, de 8 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.
- **Residuo inerte:** 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. La lixiviabilidad total, el contenido de

contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

- **Obra de construcción o demolición:** Actividad consistente en:
 1. La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.
 2. La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:

- Plantas de machaqueo,
 - Plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
 - Plantas de prefabricados de hormigón,
 - Plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
 - Talleres de fabricación de encofrados,
 - Talleres de elaboración de ferralla,
 - Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
 - Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.
- **Obra menor de construcción o reparación domiciliaria:** obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.
 - **Residuos urbanos o municipales:** los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

- **Residuos peligrosos:** aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.
- **Prevención:** el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.
- **Productor de residuos de construcción y demolición:**

La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

- **Poseedor de residuos de construcción y demolición:** la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.
- **Gestor:** la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.
- **Gestión:** la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.
- **Reutilización:** el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- **Reciclado:** la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.

- **Valorización:** todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Tratamiento previo:** proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.
- **Eliminación:** todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Recogida:** toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.
- **Recogida selectiva:** el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.
- **Almacenamiento:** el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.
- **Vertedero:** instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.
- **Suelo contaminado:** todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

4. Características del proyecto

La Planta Solar Fotovoltaica Labrador se localiza en Navalcarnero, término municipal de Madrid, ubicada al noroeste del núcleo urbano de Navalcarnero.

Las coordenadas de referencia de la ubicación de la Planta son las siguientes:

Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30	
Zona Este	X: 410.396,36 Y: 4.464.163,15
Zona Oeste	X: 409.332,71 Y: 4.464.731,60

Tabla 1. Coordenadas de emplazamiento

Las parcelas catastrales en las que se ubicará la instalación fotovoltaica son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Área (m2)	Referencia catastral
Navalcarnero	33	149	48.212	28096A033001490000WU
Navalcarnero	33	103	68.756	28096A033001030000WM

Tabla 2. Datos catastrales

La superficie total de las parcelas es 11,69 Ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica mediante su cerramiento perimetral es de 8,82 Ha, con una longitud de vallado total de 1.789,18 m.

A continuación, se muestra una imagen con la localización del proyecto.



Ilustración 1. Situación

La fase de construcción de la Planta Solar Fotovoltaica consistirá en las siguientes fases:

- Fase 1: Obra Civil

- Preparación 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 de zanjas para cables.
- Cimentación de Estación de potencia.
- Hincado de la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos.
- Vallado perimetral de la instalación.
- **Fase 2: Montaje Electromecánico**

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

- **Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.**

Pruebas necesarias para la correcta ejecución de la Planta.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la Planta tiene una orografía adecuada, por lo que los movimientos de tierras serán mínimos.
- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisa de cimentaciones de hormigón.

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.

5. Requisitos ambientales

5.1. Requisitos de carácter general

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. Las especificaciones ambientales de construcción de líneas aéreas que regirán la ejecución de la obra indicarán todos los requisitos a cumplir en relación a los trabajos.

5.2. Condicionados de los organismos de la administración

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

5.3. Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

5.4. Cambios de aceites y grasas

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

5.5. Campamento de obra

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

5.6. Gestión de residuos

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

Plan de gestión de residuos de construcción y demolición: Entregado por el contratista y aprobado por la dirección facultativa

5.7. Incidentes con consecuencias ambientales

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarrillos etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

5.8. Requisitos específicos para la obra civil

Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la obra.

La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

5.9. Acondicionamiento final de la obra

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la obra, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.

Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.

6. Residuos generados en la obra

Según la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en una obra de estas características:

Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de naturaleza pétreo:

- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétreo:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Otros residuos:

Residuos peligrosos:

- 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
- 15.01.11 Aerosoles
- 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

7. Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en 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. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra
- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
 - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
 - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
 - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.

- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.
- Medidas de minimización en el comienzo de las obras
 - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
 - Se destinarán unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
 - El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.
- Medidas de minimización en la puesta en obra
 - En caso de excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del Proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
 - En el caso de sobrantes de hormigón, se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
 - Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
 - En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
 - Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
 - Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
 - Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento

posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.

- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.
- Medidas de minimización del almacenamiento en obra
 - Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
 - Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
 - Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
 - Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
 - Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

8. Reutilización, valoración o eliminación de residuos generados

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra. Se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Tabla 3. Destino y tratamiento de los residuos

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositará en el lugar destinado a tal fin, según se vaya generando.

- Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.
- También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.
- Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.
- Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.
- Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.
- Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.
- Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

9. Medidas para la separación de residuos

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza NO peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este Proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.
- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

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 con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes 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: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.

- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.
- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, un contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

10. Estimación de los residuos a generar

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este Proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos Vegetales Procedentes del Desbroce y/o Acondicionamiento del Terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y Pétreos de la Excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la Planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimientos de tierras significativos para la explanación.

En el Proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de los centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos Inertes de Naturaleza Pétreo Resultantes de la Ejecución de la Obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de Naturaleza no Pétreo Resultantes de la Ejecución de la Obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

- Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno
 - 02 01 07 Residuos de la silvicultura: El residuo vegetal generado, correspondiente a los desbroces previstos en la zona de actuación, supondrá la generación de dos tipologías de fracción vegetal:
 - La fracción maderable que será utilizada como leña por la Propiedad, o en su defecto, se considerará su retirada completa a vertedero.
 - La fracción no maderable (follajes y ramilla) que será aprovechada inicialmente a nivel pecuario mediante ramoneo, y por otro lado, la eliminación final que tendrá que ser autorizado por la Administración.

Teniendo en cuenta que el área ocupada por la Planta es de 8,82 ha, y que el área ocupada por la zanja de la línea de interconexión es de 841,51 m² y la ocupada por las arquetas es de 34,89 m², y que aproximadamente en un 80% se esperan labores de desbroce además de que se retirará una capa de 0,05 metros, el volumen aproximado generado de residuos es de $89.376,4 \text{ m}^2 \cdot 80\% \cdot 0,05 \text{ m} = 3.578,04 \text{ m}^3$.

Debido a este residuo no puede ser valorizado en su totalidad, y, además teniendo en cuenta la época de actuación, no es adecuada su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, por tanto, se considera su retirada completa a vertedero.

De este residuo se estima un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 0,02 tn/m³. De esta manera:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 3.578,04 \text{ m}^3 \times 1,3 = 4.647,55 \text{ m}^3$$

$$\text{RCD PESO TOTAL} = 4.647,55 \text{ m}^3 \times 0,02 \text{ tn/m}^3 = 92,95 \text{ tn}$$

- Tierras y pétreos procedentes de demolición.
 - Naturaleza pétrea 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del Proyecto.

- Tierras y pétreos procedentes de excavación.
 - 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos: Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias para las distintas cimentaciones y zanjas.

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 5% va al vertedero (95% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m³:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 3.578,04 \text{ m}^3 \times 1,25 \times 5\% = 223,62 \text{ m}^3$$

$$\text{RCD PESO TOTAL} = 223,62 \text{ m}^3 \times 1,7 \text{ tn/m}^3 = 380,16 \text{ tn}$$

- RCD resultantes de la ejecución de la obra.
 - RCD de naturaleza pétreo
 - 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones de las estaciones de potencia, el cual asciende a 79,96 m³.

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2.400 kg/m³ y considerando que se produce un residuo del 1%:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 79,96 \text{ m}^3 \times 1,5 \times 1\% = 1,20 \text{ m}^3$$

$$\text{RCD PESO TOTAL} = 1,20 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ tn/m}^3 = 2,88 \text{ tn}$$

- 17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

- RCD de naturaleza no pétreo
 - 17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- Otros residuos:
 - 20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

- 20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

En resumen, la estimación de los residuos generados en la Planta, son los siguientes:

Resumen de Residuos Generados Durante la Obra		m ³	Tn
Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	4.647,55	92,95
Tierras y pétreos procedentes de excavación.	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	223,62	380,16
RCD de naturaleza pétreo	17 01 01 Hormigón	1,20	2,88

Tabla 4. Resumen de residuos generados en obra

11. Prescripciones a incluir en el pliego de condiciones técnicas del proyecto

• Respetto a las condiciones del poseedor de los residuos

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.

- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

- **Respecto a la segregación de los residuos:**

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP), siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
 - Hormigón: 80 t
 - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
 - Metal: 2 t
 - Madera: 1 t
 - Vidrio: 1 t
 - Plástico: 0,5 t
 - Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación
- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.
- **En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:**
 - Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
 - El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
 - Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
 - Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
 - El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
 - La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.
- **Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos (RP):**
 - Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad en la comunidad autónoma donde se ubique, según la Ley 7/2022, de 8 de abril.
 - Con el objeto de facilitar o mejorar lo dispuesto en el artículo 24, con carácter general, los residuos se recogerán por separado y no se mezclarán con otros residuos u otros materiales con propiedades diferentes y, en el caso de los

residuos peligrosos, se retirarán, antes o durante la valorización, las sustancias, mezclas y componentes peligrosos que contengan estos residuos, con la finalidad de que sean tratados conforme a los artículos 7 y 8 de la Ley 7/2022, de 8 de abril.

- Según el artículo 20 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, el productor inicial u otro poseedor de residuos, estará obligado a identificar los residuos, antes de la entrega para su gestión, conforme a lo establecido en el artículo 6 y, en el caso de que sean residuos peligrosos, determinar sus características de peligrosidad.
- El productor inicial u otro poseedor de residuos está obligado a disponer de una zona habilitada e identificada para el correcto almacenamiento de los residuos que reúna las condiciones adecuadas de higiene y seguridad mientras se encuentren en su poder. En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames.
- La duración máxima del almacenamiento de los residuos peligrosos será de 6 meses (en supuestos excepcionales, la autoridad competente de las comunidades autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo, ampliándolo como máximo otros seis meses).
- En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames.

Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:

- Envasar los residuos peligrosos de conformidad con lo establecido en el artículo 35 del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) n.º 1907/2006.
- Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara y visible, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado. En la etiqueta deberá figurar:
 - El código y la descripción del residuo conforme a lo establecido en el artículo 6, así como el código y la descripción de las características de peligrosidad de acuerdo con el anexo I.

- Nombre, Asignación de Número de Identificación Medioambiental (en adelante «NIMA»), dirección, postal y electrónica, y teléfono del productor o poseedor de los residuos.
- Fecha en la que se inicia el depósito de residuos.
- La naturaleza de los peligros que presentan los residuos, que se indicará mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) n.o 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008.

Cuando se asigne a un residuo envasado más de un pictograma, se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) n.o 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008. En la etiqueta se harán constar todos los pictogramas de peligro que se le asignen al residuo, una vez aplicados los criterios mencionados en el apartado anterior.

La etiqueta deberá ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, las indicaciones o etiquetas anteriores, de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo.

El tamaño de la etiqueta deberá tener como mínimo las dimensiones de 10 × 10 cm. No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.

- Requisitos generales de traslado (Real Decreto 553/2020, de 2 de junio):

1. Son requisitos aplicables a todos los traslados de residuos regulados en este real decreto, los siguientes:

a) Disponer, con carácter previo al inicio de un traslado, de un contrato de tratamiento según se establece en el artículo 2.h). En el caso de los residuos que se trasladen entre dos instalaciones de tratamiento que sean gestionadas por la misma entidad jurídica, este contrato se podrá sustituir por una declaración de dicha entidad que incluya al menos el contenido especificado en el artículo 5. Quedan excluidas de la suscripción del contrato de tratamiento, las entidades locales que actúan como operadores del traslado, cuando trasladan residuos a sus propias instalaciones de valorización o eliminación.

En los traslados de los residuos desde los productores al almacén, previstos en el artículo 2.a).3.º, el contrato de tratamiento se establecerá entre el productor y el gestor del almacén e incluirá la obligación del gestor del almacén de disponer de los contratos de tratamiento oportunos para el adecuado tratamiento de los residuos recogidos, indicándose la operación de tratamiento a la que se someterá en el destino.

b) Que los residuos vayan acompañados de un documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino.

2. Además de los requisitos establecidos en el apartado anterior, quedan sometidos al requisito de notificación previa al traslado

a) Los traslados de residuos, peligrosos y no peligrosos, destinados a eliminación;

b) Los traslados de residuos peligrosos, de residuos domésticos mezclados identificados con el código LER 20 03 01 y los que reglamentariamente se determinen, destinados a valorización.

3. Quedan excluidos del requisito de notificación previa, los traslados de residuos destinados expresamente a análisis de laboratorio para evaluar sus características físicas o químicas o para determinar su idoneidad para operaciones de valorización o eliminación, aunque deberán ir acompañados del documento de identificación indicado en el anexo III. La cantidad de tales residuos, se determinará en función de la cantidad mínima que sea razonablemente necesaria para hacer el análisis en cada caso.

4. En el caso de que el traslado sea de residuos que tengan la consideración de mercancía peligrosa, el transporte se realizará de acuerdo con la legislación vigente en materia de transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril, vía aérea o vía marítima.

El contrato de tratamiento de residuos contendrá los siguientes aspectos:

a) Identificación de la instalación de origen de los residuos y de la instalación de destino de los traslados.

b) Cantidad de residuos a trasladar.

c) Identificación de los residuos mediante su codificación LER.

d) Periodicidad estimada de los traslados.

e) Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.

f) Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.

g) Condiciones de aceptación de los residuos.

h) Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario (devolución a origen o traslado a otra planta de tratamiento).

Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

- En el caso de los traslados de residuos que requieran notificación previa, antes de iniciar el traslado, el operador cumplimentará el documento de identificación en los términos del anexo I (apartados 1 a 9) y de acuerdo con las previsiones

del contrato de tratamiento. A continuación, el operador lo presentará, antes de iniciarse el traslado, a la comunidad autónoma de origen, que lo remitirá a «eSIR» para incorporarlo al repositorio de traslados. El operador entregará una copia en formato digital o en papel del documento presentado al transportista para la identificación de los residuos durante el traslado y «eSIR» distribuirá una copia a la comunidad autónoma de destino y al gestor de la instalación de destino.

- Cuando los residuos lleguen a la instalación de destino, el gestor de la instalación entregará al transportista una copia del documento de identificación firmado por el gestor de esa instalación, en el que se hará constar la fecha de entrega de los residuos y la cantidad recibida. El transportista incorporará esta información a su archivo cronológico y conservará la copia del documento de identificación durante, al menos, tres años.
- El gestor de la instalación de destino dispondrá, como máximo, de un plazo de treinta días desde la entrega de los residuos para remitir al órgano competente de la comunidad autónoma de destino el documento de identificación firmado por el gestor de dicha instalación. El documento de identificación se cumplimentará con la información relativa a la aceptación del residuo de conformidad con el anexo I apartado 10, incluyendo la fecha de aceptación o rechazo del residuo. La comunidad autónoma de destino lo remitirá a «eSIR» para su incorporación al repositorio de traslados. El sistema de información «eSIR» enviará a la comunidad autónoma de origen una copia de este documento de identificación y una copia del mismo en formato pdf con el código seguro de verificación al gestor de la instalación de destino y este último lo remitirá al operador.
- El operador del traslado y el gestor que interviene en el traslado incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación en el que conste la entrega y la aceptación de los residuos, durante, al menos, tres años.

El coste de ejecución material del Estudio de Gestión de Residuos en el proyecto será de 6.000 €.

El resumen de la documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos será la siguiente:

Fase	Documentación	Legislación
Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 7/2022, de 8 de abril (art.35)
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	Ley 7/2022, de 8 de abril (art.21)
	Documentación de Aceptación *	
	Documentos de Control y Seguimiento durante el traslado	Ley 7/2022, de 8 de abril (art.31)
	Comunicación traslado de RP	RD. 553/2020
	Hoja de control de Pequeñas cantidades de residuos	Orden 12 de julio de 2002

Tabla 5. Documentación

Se deben guardar durante un mínimo de 3 años.

En Córdoba, Marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
 Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
 Colegiado 7.426

17.2. ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN PSF LABRADOR

Anejo 3: Estudio de Gestión de Residuos

Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MWn

Potencia pico: 6,291 MWp

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Marzo 2024

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE	3
2. LEGISLACIÓN NACIONAL	4
2.1. RESIDUOS	4
2.2. VERTIDOS.....	4
2.3. EMISIONES	5
2.4. GENERAL	6
3. DEFINICIONES	6
4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	10
5. REQUISITOS AMBIENTALES	12
5.1. REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL.....	12
5.2. CONDICIONADOS DE LOS ORGANISMOS DE LA ADMINISTRACIÓN	12
5.3. ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL O DE TRASIEGO DE COMBUSTIBLE	12
5.4. CAMBIOS DE ACEITES Y GRASAS.....	12
5.5. CAMPAMENTO DE OBRA.....	13
5.6. GESTIÓN DE RESIDUOS	13
5.7. INCIDENTES CON CONSECUENCIAS AMBIENTALES	13
5.8. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL	14
5.9. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA	14
6. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA	14
7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR	15
8. REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	18
9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	20
10. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR	21
11. PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO	26

1. Justificación y alcance

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el Proyecto de Ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por 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.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del Proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra. considerando básicamente las fracciones:
 - Hormigón.
 - Ladrillos, tejas, cerámicos.
 - Metal
 - Madera
 - Vidrio
 - Plástico
 - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del Proyecto en capítulo independiente.

2. Legislación nacional

2.1. Residuos

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
- Real Decreto 717/2010 de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- ORDEN de 12 de julio de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.2. Vertidos

- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el

que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos.

- Real Decreto 9/2005, de 14 de Enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y criterios y estándares para declaración suelos contaminados.
- Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.3. Emisiones

- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.
- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. (BOE 16 de noviembre 2007)
- Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.
- Real Decreto 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del Registro nacional de derechos de emisión.
- Ley 1/2005, de 9 de Marzo por la que se regula el régimen del Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero. (BOE 10 de Marzo de 2005).
- Legislación específica Autonómica y local.

2.4. General

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de Enero.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. (BOE 24 octubre 2007).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- 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 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Ley 27/2006, de 18 de Julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. (BOE 24 de Julio de 2001).
- Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas (BOE 29 de Julio de 1988).
- Legislación específica Autonómica y local.

3. Definiciones

- Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención o la obligación de desechar.

- **Residuos domésticos:** residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

- **Residuos comerciales:** residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- **Residuos industriales:** residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.
- **Residuo peligroso:** residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- **Aceites usados:** todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.
- **Biorresiduo:** residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.
- **Residuo de construcción y demolición:** cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 7/2022, de 8 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.
- **Residuo inerte:** 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. La lixiviabilidad total, el contenido de

contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

- **Obra de construcción o demolición:** Actividad consistente en:
 1. La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.
 2. La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:

- Plantas de machaqueo,
 - Plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
 - Plantas de prefabricados de hormigón,
 - Plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
 - Talleres de fabricación de encofrados,
 - Talleres de elaboración de ferralla,
 - Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
 - Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.
- **Obra menor de construcción o reparación domiciliaria:** obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.
 - **Residuos urbanos o municipales:** los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

- **Residuos peligrosos:** aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.
- **Prevención:** el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.
- **Productor de residuos de construcción y demolición:**

La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

- **Poseedor de residuos de construcción y demolición:** la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.
- **Gestor:** la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.
- **Gestión:** la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.
- **Reutilización:** el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- **Reciclado:** la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.

- **Valorización:** todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Tratamiento previo:** proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.
- **Eliminación:** todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Recogida:** toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.
- **Recogida selectiva:** el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.
- **Almacenamiento:** el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.
- **Vertedero:** instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.
- **Suelo contaminado:** todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

4. Características del proyecto

La línea de evacuación de la PSF Labrador se localiza en Navalcarnero, término municipal de Madrid.

Las coordenadas de referencia de inicio y fin de la línea de evacuación son las siguientes, siendo las de fin de la LSMT las correspondientes al CPM-CS el cual también es objeto de este estudio.:

Coordenadas HUSO 30		
	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)
Inicio	414.521,92	4.464.209,46
Fin	414.359,88	4.461.873,33

Tabla 1. Coordenadas emplazamiento

La siguiente imagen ilustra su situación:



Ilustración 1. Localización línea evacuación

- Tipo de obra: Se trata de la ejecución de una línea subterránea de media tensión.
- Existencia o no de demolición: No
- Afeción de la obra: La longitud del trazado de la línea es de aproximadamente de 5,86 km.
- Tiempo estimado: 6 meses.

Para más detalles se puede consultar la memoria y planos del presente Proyecto.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea de Evacuación	
Denominación de línea	LSMT 15 kV
Tipo de línea	Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	15
Categoría	Tercera

Línea de Evacuación	
Nudo del extremo de la red	Centro de Protección, Medida y Seccionamiento.
Nudo del extremo de generación	Estación de Potencia 2
Longitud (m)	5.864,23

Tabla 2. Información línea de evacuación

5. Requisitos ambientales

5.1. Requisitos de carácter general

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal.

5.2. Condicionados de los organismos de la administración

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

5.3. Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

5.4. Cambios de aceites y grasas

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

5.5. Campamento de obra

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

5.6. Gestión de residuos

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

Plan de gestión de residuos de construcción y demolición: Entregado por el contratista y aprobado por la dirección facultativa

5.7. Incidentes con consecuencias ambientales

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarrillos etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

5.8. Requisitos específicos para la obra civil

Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la obra.

La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

5.9. Acondicionamiento final de la obra

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la obra, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.

Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.

6. Residuos generados en la obra

Según la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en una obra de estas características:

Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de naturaleza pétreo:

- 17.01.01. Hormigón.

- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétreo:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Otros residuos:

Residuos peligrosos:

- 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
- 15.01.11 Aerosoles
- 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

7. Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en 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. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra

- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
 - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
 - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
 - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
 - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
 - Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.
- Medidas de minimización en el comienzo de las obras
 - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
 - Se destinarán unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
 - El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.
- Medidas de minimización en la puesta en obra
 - En caso de excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del Proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
 - En el caso de sobrantes de hormigón, se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
 - Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.
- Medidas de minimización del almacenamiento en obra
 - Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
 - Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
 - Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
 - Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
 - Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

8. Reutilización, valoración o eliminación de residuos generados

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra. Se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Tabla 3. Destino y tratamiento de los residuos

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositará en el lugar destinado a tal fin, según se vaya generando.

- Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.
- También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.
- Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.
- Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.
- Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.
- Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor

y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

- Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

9. Medidas para la separación de residuos

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza NO peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este Proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.
- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

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 con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes 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: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.
- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.
- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, un contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

10. Estimación de los residuos a generar

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la línea de evacuación, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.

- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este Proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos Vegetales Procedentes del Desbroce y/o Acondicionamiento del Terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y Pétreos de la Excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

En el Proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de los centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos Inertes de Naturaleza Pétreo Resultantes de la Ejecución de la Obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de Naturaleza no Pétreo Resultantes de la Ejecución de la Obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

- Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno
 - 02 01 07 Residuos de la silvicultura: El residuo vegetal generado, correspondiente a los desbroces previstos en la zona de actuación, supondrá la generación de dos tipologías de fracción vegetal:
 - La fracción maderable que será utilizada como leña por la Propiedad, o en su defecto, se considerará su retirada completa a vertedero.
 - La fracción no maderable (follajes y ramilla) que será aprovechada inicialmente a nivel pecuario mediante ramoneo, y por otro lado, la eliminación final que tendrá que ser autorizado por la Administración.

Teniendo en cuenta que el área ocupada por las zanjas es de 3.202,24 m², la ocupada por las arquetas es de 121,18 m² y la del CPM-CS de 33,90 (Superficies detalladas en RBDA), y que aproximadamente en un 80% se esperan labores de desbroce además de que se retirará una capa de 0,05 metros, el volumen aproximado generado de residuos es de 3202,24 m²*80%*0,05 m = 128,09 m³.

Debido a este residuo no puede ser valorizado en su totalidad, y, además teniendo en cuenta la época de actuación, no es adecuada su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, por tanto, se considera su retirada completa a vertedero.

De este residuo se estima un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 0,02 tn/m³. De esta manera:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 128,09 \text{ m}^3 \times 1,3 = 166,52 \text{ m}^3$$

RCD PESO TOTAL= $166,52 \text{ m}^3 \times 0,02 \text{ tn/m}^3 = 3,33 \text{ tn}$

- Tierras y pétreos procedentes de demolición.
 - Naturaleza pétreo 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del Proyecto.
- Tierras y pétreos procedentes de excavación.
 - 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos: Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias para las distintas cimentaciones y zanjas.

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 5% va al vertedero (95% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m^3 :

RCD VOLUMEN TOTAL = $128,09 \text{ m}^3 \times 1,25 \times 5\% = 8,01 \text{ m}^3$

RCD PESO TOTAL= $8,01 \text{ m}^3 \times 1,7 \text{ tn/m}^3 = 13,62 \text{ tn}$

- RCD resultantes de la ejecución de la obra.
 - RCD de naturaleza pétreo
 - 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones del centro de transformación, centro de protección, medida y centro de seccionamiento, el cual asciende a $33,9 \text{ m}^2$ con una profundidad de 0,6 m, resultando un volumen de $20,34 \text{ m}^3$.

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2.400 kg/m^3 y considerando que se produce un residuo del 1%:

RCD VOLUMEN TOTAL = $33,90 \text{ m}^3 \times 1,5 \times 1\% = 0,509 \text{ m}^3$

RCD PESO TOTAL = $0,509 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ tn/m}^3 = 1,22 \text{ tn}$

- 17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

- RCD de naturaleza no pétreo
 - 17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- Otros residuos:
 - 20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

- 20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

En resumen, la estimación de los residuos generados en la Planta, son los siguientes:

Resumen de Residuos Generados Durante la Obra		m ³	Tn
Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	166,52	3,33

Tierras y pétreos procedentes de excavación.	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	8,01	13,62
RCD de naturaleza pétreo	17 01 01 Hormigón	0,509	1,22

Tabla 4. Resumen de residuos generados en obra

11. Prescripciones a incluir en el pliego de condiciones técnicas del proyecto

- **Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos**

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del

productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.

- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

- **Respecto a la segregación de los residuos:**

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP), siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
 - Hormigón: 80 t
 - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
 - Metal: 2 t
 - Madera: 1 t
 - Vidrio: 1 t
 - Plástico: 0,5 t
 - Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación

- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.
- **En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:**
 - Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
 - El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
 - Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
 - Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
 - El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
 - La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.
- **Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos (RP):**

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad en la comunidad autónoma donde se ubique, según la Ley 7/2022, de 8 de abril.
- Con el objeto de facilitar o mejorar lo dispuesto en el artículo 24, con carácter general, los residuos se recogerán por separado y no se mezclarán con otros residuos u otros materiales con propiedades diferentes y, en el caso de los residuos peligrosos, se retirarán, antes o durante la valorización, las sustancias, mezclas y componentes peligrosos que contengan estos residuos, con la finalidad de que sean tratados conforme a los artículos 7 y 8 de la Ley 7/2022, de 8 de abril.
- Según el artículo 20 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, el productor inicial u otro poseedor de residuos, estará obligado a identificar los residuos, antes de la entrega para su gestión, conforme a lo establecido en el artículo 6 y, en el caso de que sean residuos peligrosos, determinar sus características de peligrosidad.
- El productor inicial u otro poseedor de residuos está obligado a disponer de una zona habilitada e identificada para el correcto almacenamiento de los residuos que reúna las condiciones adecuadas de higiene y seguridad mientras se encuentren en su poder. En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames.
- La duración máxima del almacenamiento de los residuos peligrosos será de 6 meses (en supuestos excepcionales, la autoridad competente de las comunidades autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo, ampliándolo como máximo otros seis meses).
- En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames.

Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:

- Envasar los residuos peligrosos de conformidad con lo establecido en el artículo 35 del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) n.º 1907/2006.

- Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara y visible, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado. En la etiqueta deberá figurar:
 - El código y la descripción del residuo conforme a lo establecido en el artículo 6, así como el código y la descripción de las características de peligrosidad de acuerdo con el anexo I.
 - Nombre, Asignación de Número de Identificación Medioambiental (en adelante «NIMA»), dirección, postal y electrónica, y teléfono del productor o poseedor de los residuos.
 - Fecha en la que se inicia el depósito de residuos.
 - La naturaleza de los peligros que presentan los residuos, que se indicará mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) n.o 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008.

Cuando se asigne a un residuo envasado más de un pictograma, se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) n.o 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008. En la etiqueta se harán constar todos los pictogramas de peligro que se le asignen al residuo, una vez aplicados los criterios mencionados en el apartado anterior.

La etiqueta deberá ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, las indicaciones o etiquetas anteriores, de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo.

El tamaño de la etiqueta deberá tener como mínimo las dimensiones de 10 × 10 cm. No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.

- Requisitos generales de traslado (Real Decreto 553/2020, de 2 de junio):
 1. Son requisitos aplicables a todos los traslados de residuos regulados en este real decreto, los siguientes:
 - a) Disponer, con carácter previo al inicio de un traslado, de un contrato de tratamiento según se establece en el artículo 2.h). En el caso de los residuos que se trasladen entre dos instalaciones de tratamiento que sean gestionadas por la misma entidad jurídica, este contrato se podrá sustituir por una declaración de dicha entidad que incluya al menos el contenido especificado en el artículo 5. Quedan excluidas de la suscripción del contrato de tratamiento, las entidades locales que actúan como operadores del traslado, cuando trasladan residuos a sus propias instalaciones de valorización o eliminación.

En los traslados de los residuos desde los productores al almacén, previstos en el artículo 2.a).3.º, el contrato de tratamiento se establecerá entre el productor y

el gestor del almacén e incluirá la obligación del gestor del almacén de disponer de los contratos de tratamiento oportunos para el adecuado tratamiento de los residuos recogidos, indicándose la operación de tratamiento a la que se someterá en el destino.

b) Que los residuos vayan acompañados de un documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino.

2. Además de los requisitos establecidos en el apartado anterior, quedan sometidos al requisito de notificación previa al traslado

a) Los traslados de residuos, peligrosos y no peligrosos, destinados a eliminación;

b) Los traslados de residuos peligrosos, de residuos domésticos mezclados identificados con el código LER 20 03 01 y los que reglamentariamente se determinen, destinados a valorización.

3. Quedan excluidos del requisito de notificación previa, los traslados de residuos destinados expresamente a análisis de laboratorio para evaluar sus características físicas o químicas o para determinar su idoneidad para operaciones de valorización o eliminación, aunque deberán ir acompañados del documento de identificación indicado en el anexo III. La cantidad de tales residuos, se determinará en función de la cantidad mínima que sea razonablemente necesaria para hacer el análisis en cada caso.

4. En el caso de que el traslado sea de residuos que tengan la consideración de mercancía peligrosa, el transporte se realizará de acuerdo con la legislación vigente en materia de transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril, vía aérea o vía marítima.

El contrato de tratamiento de residuos contendrá los siguientes aspectos:

a) Identificación de la instalación de origen de los residuos y de la instalación de destino de los traslados.

b) Cantidad de residuos a trasladar.

c) Identificación de los residuos mediante su codificación LER.

d) Periodicidad estimada de los traslados.

e) Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.

f) Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.

g) Condiciones de aceptación de los residuos.

h) Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario (devolución a origen o traslado a otra planta de tratamiento).

Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

- En el caso de los traslados de residuos que requieran notificación previa, antes de iniciar el traslado, el operador cumplimentará el documento de identificación en los términos del anexo I (apartados 1 a 9) y de acuerdo con las previsiones del contrato de tratamiento. A continuación, el operador lo presentará, antes de iniciarse el traslado, a la comunidad autónoma de origen, que lo remitirá a «eSIR» para incorporarlo al repositorio de traslados. El operador entregará una copia en formato digital o en papel del documento presentado al transportista para la identificación de los residuos durante el traslado y «eSIR» distribuirá una copia a la comunidad autónoma de destino y al gestor de la instalación de destino.
- Cuando los residuos lleguen a la instalación de destino, el gestor de la instalación entregará al transportista una copia del documento de identificación firmado por el gestor de esa instalación, en el que se hará constar la fecha de entrega de los residuos y la cantidad recibida. El transportista incorporará esta información a su archivo cronológico y conservará la copia del documento de identificación durante, al menos, tres años.
- El gestor de la instalación de destino dispondrá, como máximo, de un plazo de treinta días desde la entrega de los residuos para remitir al órgano competente de la comunidad autónoma de destino el documento de identificación firmado por el gestor de dicha instalación. El documento de identificación se cumplimentará con la información relativa a la aceptación del residuo de conformidad con el anexo I apartado 10, incluyendo la fecha de aceptación o rechazo del residuo. La comunidad autónoma de destino lo remitirá a «eSIR» para su incorporación al repositorio de traslados. El sistema de información «eSIR» enviará a la comunidad autónoma de origen una copia de este documento de identificación y una copia del mismo en formato pdf con el código seguro de verificación al gestor de la instalación de destino y este último lo remitirá al operador.
- El operador del traslado y el gestor que interviene en el traslado incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación en el que conste la entrega y la aceptación de los residuos, durante, al menos, tres años.

Resumen de la documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

Fase	Documentación	Legislación
	Plan de Gestión de Residuos	

Inicio de obra	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 7/2022, de 8 de abril (art.35)
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	Ley 7/2022, de 8 de abril (art.21)
	Documentación de Aceptación *	
	Documentos de Control y Seguimiento durante el traslado	Ley 7/2022, de 8 de abril (art.31)
	Comunicación traslado de RP	RD. 553/2020
	Hoja de control de Pequeñas cantidades de residuos	Orden 12 de julio de 2002

Tabla 5. Documentación

Se deben guardar durante un mínimo de 3 años.

En Córdoba, Febrero de 2024

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
 Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
 Colegiado 7.426

18. ANEJO VII. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

Anejo 2: Estudio de producción energética

Proyecto ejecutivo de Planta Solar Fotovoltaica Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MWn

Potencia pico: 6,291 MWp

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Marzo 2024

ÍNDICE

1. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA	4
APÉNDICE 1: ESTUDIO DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA EQUIPOS ALTERNATIVOS.....	16
2. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA EQUIPOS ALTERNATIVOS.....	17
3. JUSTIFICACIÓN ELECCIÓN.	29

1. Estudio de producción energética



PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: PSF Labrador

Variant: PSFV Labrador ZPL 02/24

Tracking system

System power: 6291 kWp

Navalcarnero - Spain

| Author



PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
 11/03/24 13:07
 with v7.2.4

Project summary

Geographical Site Navalcarnero Spain	Situation Latitude 40.32 °N Longitude -4.05 °W Altitude 607 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Navalcarnero Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=63% - Sintético		

System summary

Grid-Connected System Simulation for year no 1	Tracking system	Near Shadings Linear shadings
PV Field Orientation Orientation Tracking plane, tilted axis Avg axis tilt 0.6 ° Avg axis azim. 0.0 °	Tracking algorithm Astronomic calculation	
System information PV Array Nb. of modules 11544 units Pnom total 6291 kWp	Inverters Nb. of units 25 units Pnom total 5000 kWac Grid power limit 5000 kWac Grid lim. Pnom ratio 1.258	
User's needs Unlimited load (grid)		

Results summary

Produced Energy 12417 MWh/year	Specific production 1974 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 80.29 %
--------------------------------	---------------------------------------	------------------------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	7
Main results	8
Loss diagram	9
Special graphs	10
Predef. graphs	11



PVsyst V7.2.4

VCO, Simulation date:
 11/03/24 13:07
 with v7.2.4

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system			
PV Field Orientation		Tracking algorithm		Trackers configuration	
Orientation		Astronomic calculation		Nb. of trackers 123 units	
Tracking plane, tilted axis				Sizes	
Avg axis tilt 0.6 °				Tracker Spacing 11.0 m	
Avg axis azim. 0.0 °				Collector width 4.57 m	
				Ground Cov. Ratio (GCR) 41.5 %	
				Phi min / max. +/- 60.0 °	
				Shading limit angles	
				Phi limits +/- 65.4 °	
Models used		Near Shadings		User's needs	
Transposition Perez		Linear shadings		Unlimited load (grid)	
Diffuse Perez, Meteonorm					
Circumsolar separate					
Horizon					
Free Horizon					
Bifacial system					
Model 2D Calculation					
unlimited trackers					
Bifacial model geometry				Bifacial model definitions	
Tracker Spacing 11.00 m				Ground albedo 0.20	
Tracker width 4.57 m				Bifaciality factor 70 %	
GCR 41.5 %				Rear shading factor 5.0 %	
Axis height above ground 1.50 m				Rear mismatch loss 10.0 %	
				Module transparency 0.0 %	
Grid power limitation					
Active Power 5000 kWac					
Pnom ratio 1.258					

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	JKM545M-72HL4	Model	SUN2000-215KTL-H0
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	545 Wp	Unit Nom. Power	200 kWac
Number of PV modules	11544 units	Number of inverters	25 units
Nominal (STC)	6291 kWp	Total power	5000 kWac
Array #1 - Isla de 6500 módulos			
Number of PV modules	6500 units	Number of inverters	14 unit
Nominal (STC)	3543 kWp	Total power	2800 kWac
Modules	250 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	3232 kWp	Operating voltage	500-1500 V
U mpp	973 V	Max. power (=>25°C)	215 kWac
I mpp	3320 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.27



PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
11/03/24 13:07
with v7.2.4

PV Array Characteristics

Array #2 - Isla de 5044 módulos			
Number of PV modules	5044 units	Number of inverters	11 unit
Nominal (STC)	2749 kWp	Total power	2200 kWac
Modules	194 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	2508 kWp	Operating voltage	500-1500 V
U mpp	973 V	Max. power (=>25°C)	215 kWac
I mpp	2576 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.25
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	6291 kWp	Total power	5000 kWac
Total	11544 modules	Nb. of inverters	25 units
Module area	29769 m ²	Pnom ratio	1.26



PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
 11/03/24 13:07
 with v7.2.4

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
 U_c (const) 29.0 W/m²K
 U_v (wind) 0.0 W/m²K/m/s

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.0 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.2 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.5 % at MPP

Module average degradation

Year no 1
 Loss factor 1 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year
 Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

DC wiring losses

Global wiring resistance 1.8 mΩ
 Loss Fraction 1.0 % at STC

Array #1 - Isla de 6500 módulos

Global array res. 3.2 mΩ
 Loss Fraction 1.0 % at STC

Array #2 - Isla de 5044 módulos

Global array res. 4.2 mΩ
 Loss Fraction 1.0 % at STC

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 1.0 %
 3.7 days,
 3 periods

Auxiliaries loss

Night aux. cons. 3.00 kW

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri
 Loss Fraction 0.84 % at STC

Inverter: SUN2000-215KTL-H0

Wire section (25 Inv.) Copper 25 x 3 x 240 mm²
 Average wires length 276 m

MV line up to Injection

MV Voltage 15 kV
 Average loss Fraction 0.97 % at STC

Array #1 - Isla de 6500 módulos

Wires Alu 3 x 300 mm²
 Length 7636 m

Array #2 - Isla de 5044 módulos

Wires Alu 3 x 300 mm²
 Length 5761 m



Variant: PSFV Labrador ZPL 02/24

PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
11/03/24 13:07
with v7.2.4

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage 15 kV

Operating losses at STC

Nominal power at STC 3507 kVA

Iron loss (24/24 Connexion) 1.75 kW/Inv.

Loss Fraction 0.10 % at STC

Coils equivalent resistance 3 x 3.65 mΩ/inv.

Loss Fraction 1.00 % at STC

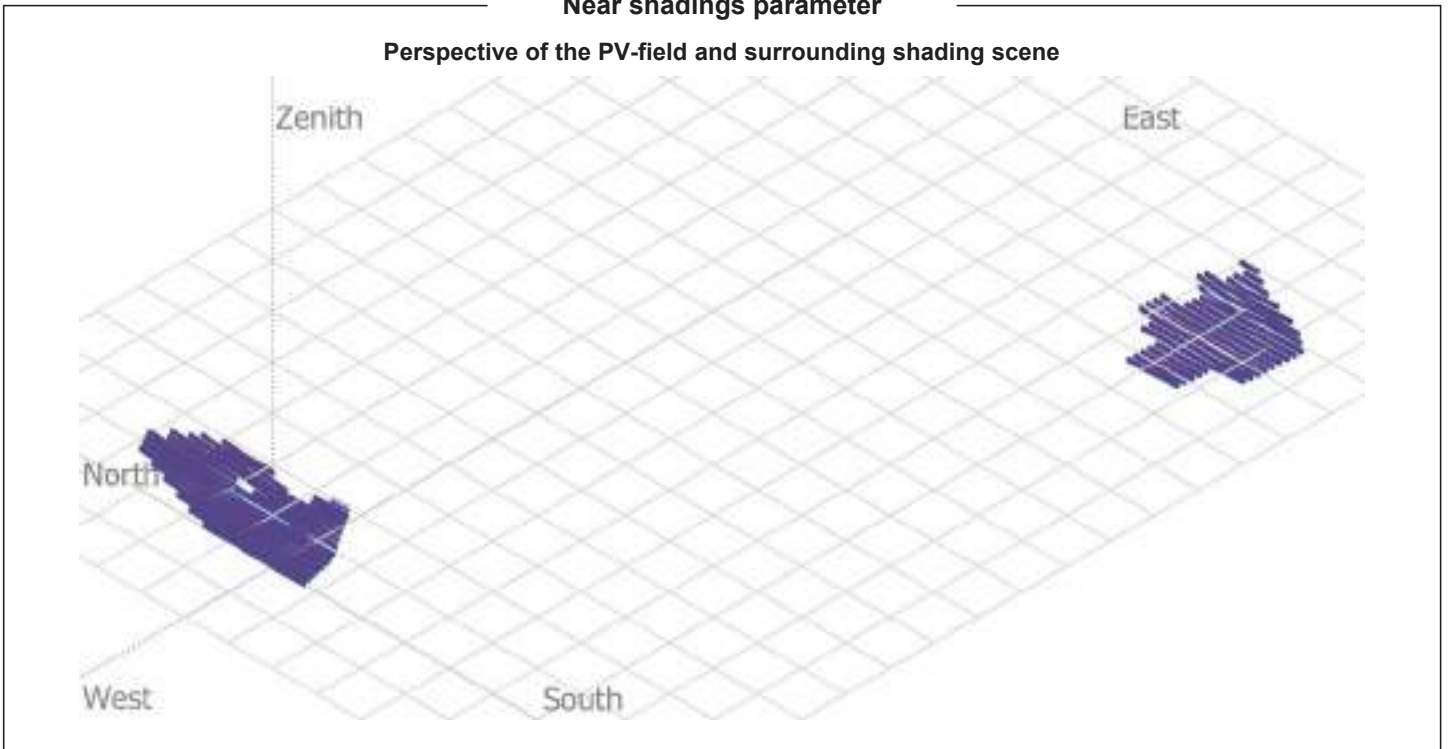


PVsyst V7.2.4

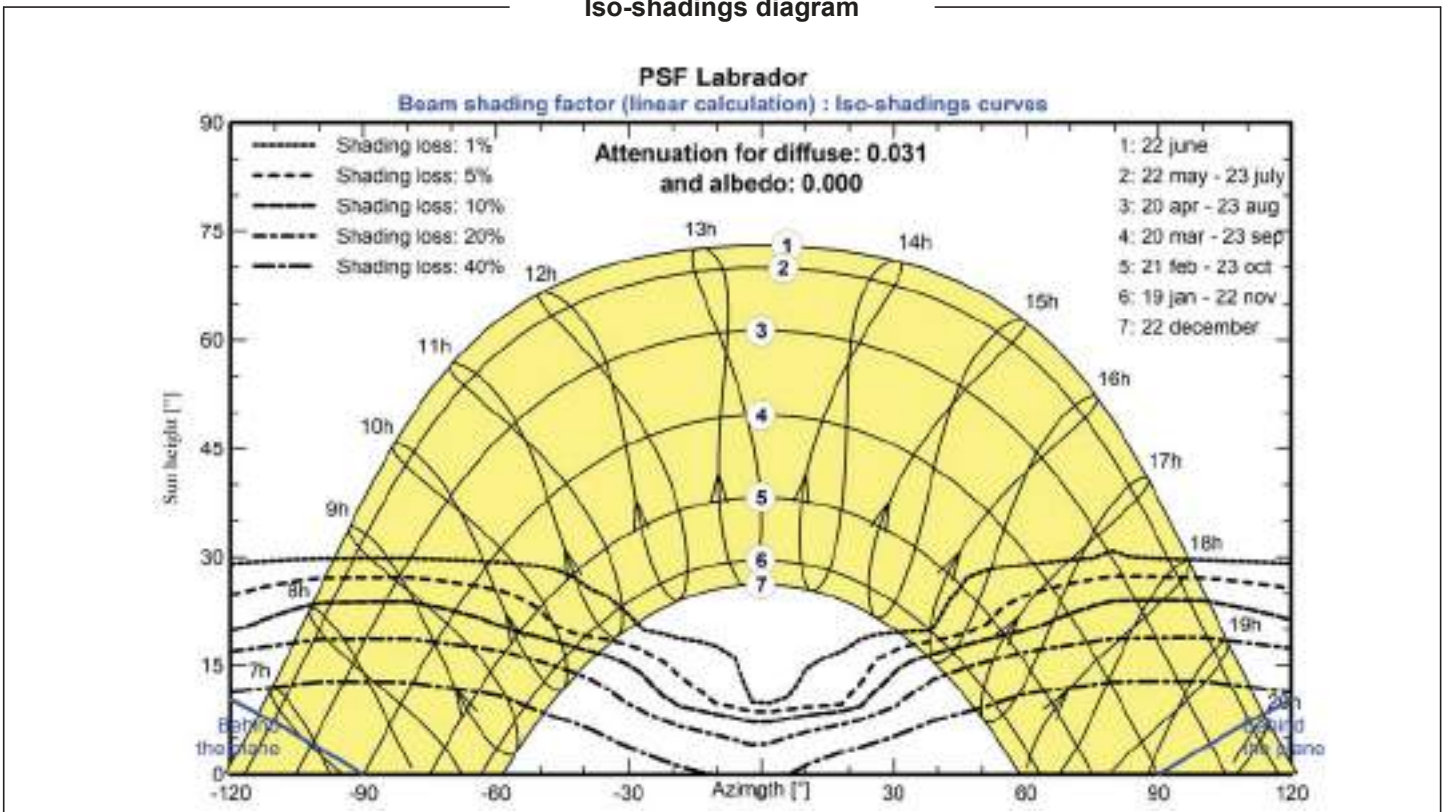
VC0, Simulation date:
 11/03/24 13:07
 with v7.2.4

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram





PVsyst V7.2.4

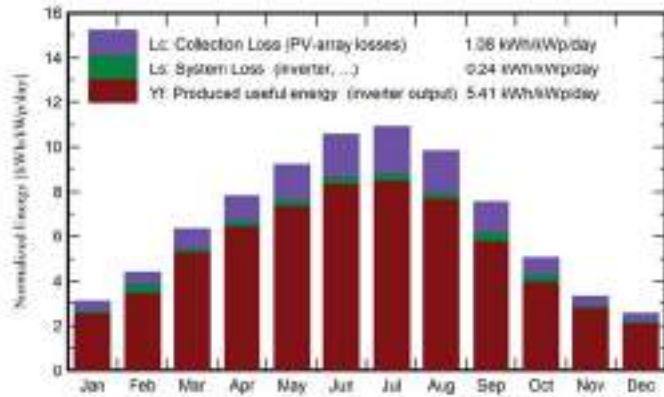
VC0, Simulation date:
 11/03/24 13:07
 with v7.2.4

Main results

System Production

Produced Energy 12417 MWh/year Specific production 1974 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 80.29 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	64.0	28.39	6.02	95.9	82.1	524	506	0.839
February	86.0	30.56	7.42	122.3	110.0	691	621	0.807
March	135.8	47.23	11.09	196.8	175.6	1075	1039	0.839
April	169.1	65.29	13.71	235.0	214.0	1272	1229	0.831
May	203.7	71.44	18.54	286.2	260.8	1489	1439	0.799
June	225.8	68.97	24.15	316.3	290.5	1640	1585	0.796
July	238.8	63.83	27.44	339.0	311.7	1722	1664	0.780
August	210.0	56.26	26.93	304.5	277.2	1558	1506	0.786
September	155.9	48.00	21.89	225.6	202.7	1178	1095	0.771
October	108.5	40.90	16.54	157.0	138.9	843	780	0.789
November	69.1	29.96	9.80	100.3	87.7	551	532	0.843
December	55.1	25.29	6.64	79.1	68.7	437	421	0.847
Year	1721.7	576.11	15.90	2457.9	2219.8	12979	12417	0.803

Legends

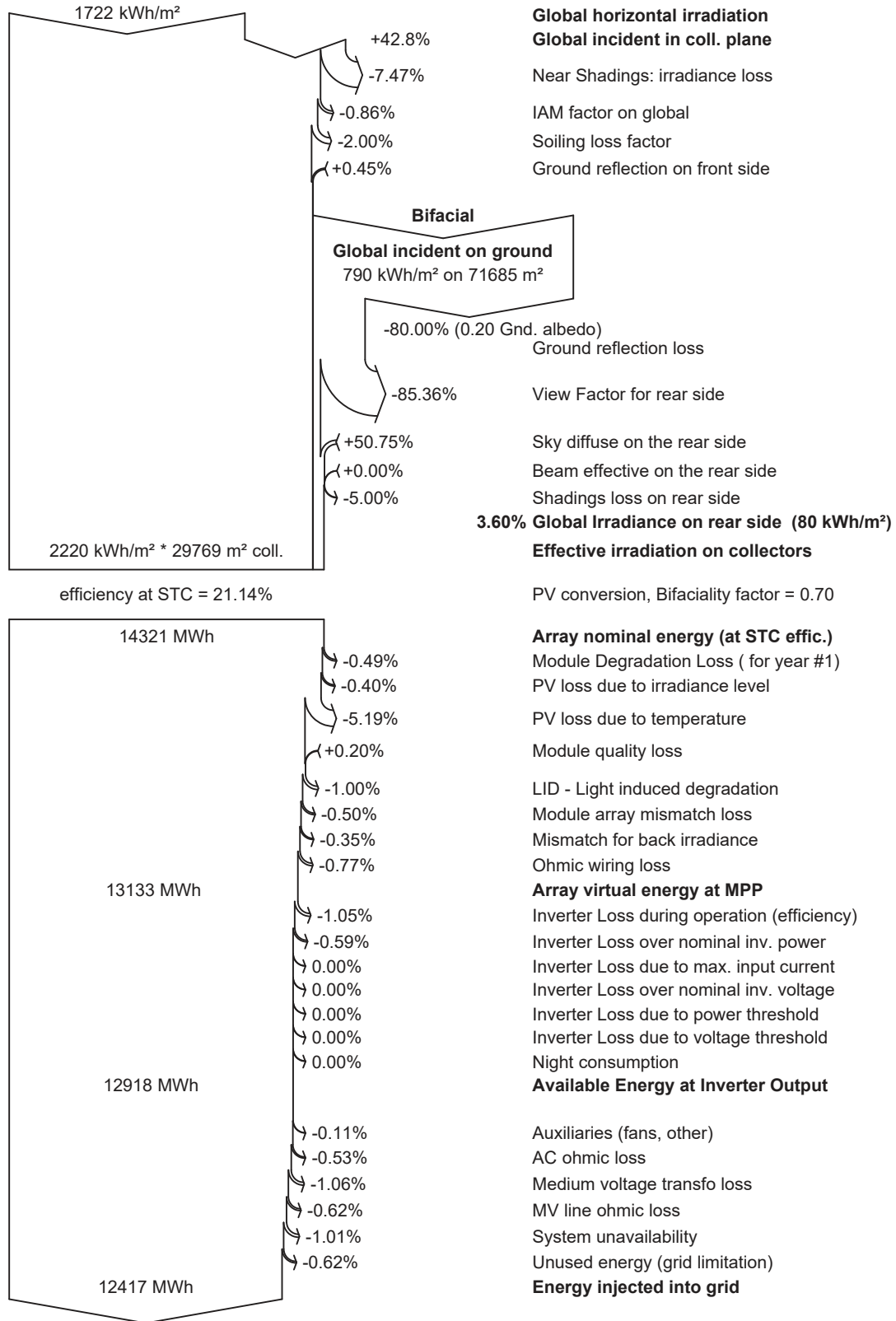
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
 11/03/24 13:07
 with v7.2.4

Loss diagram



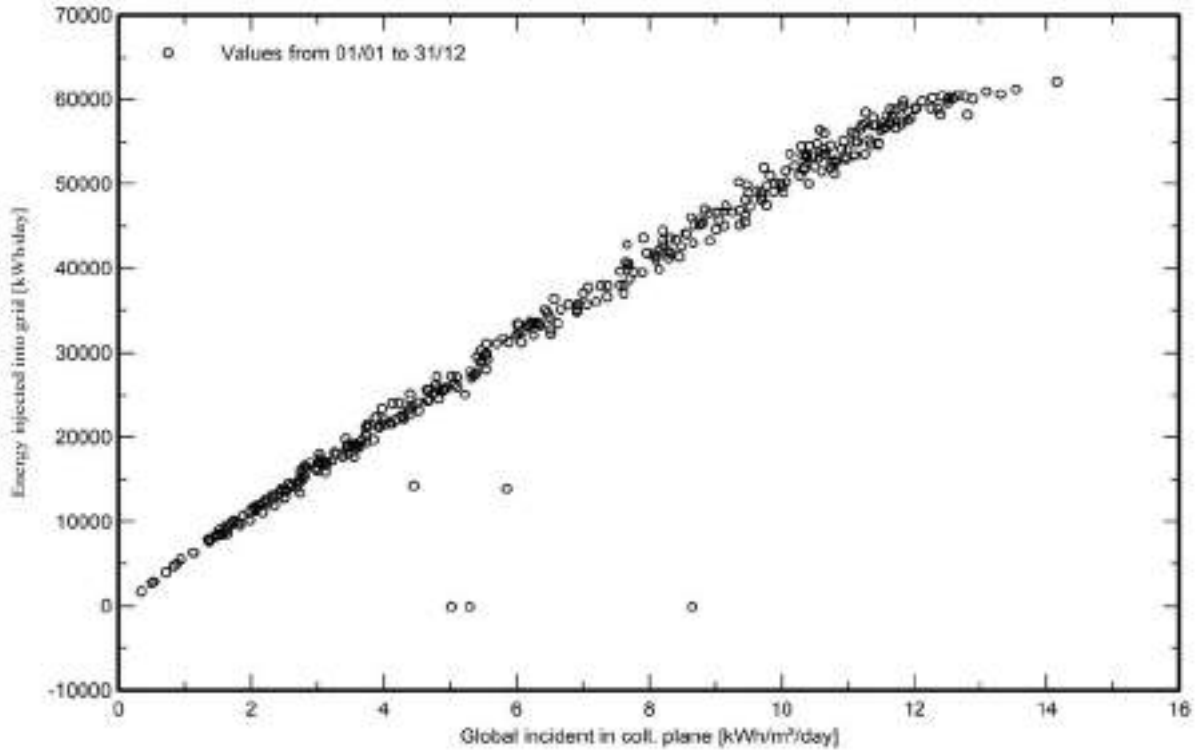


PVsyst V7.2.4

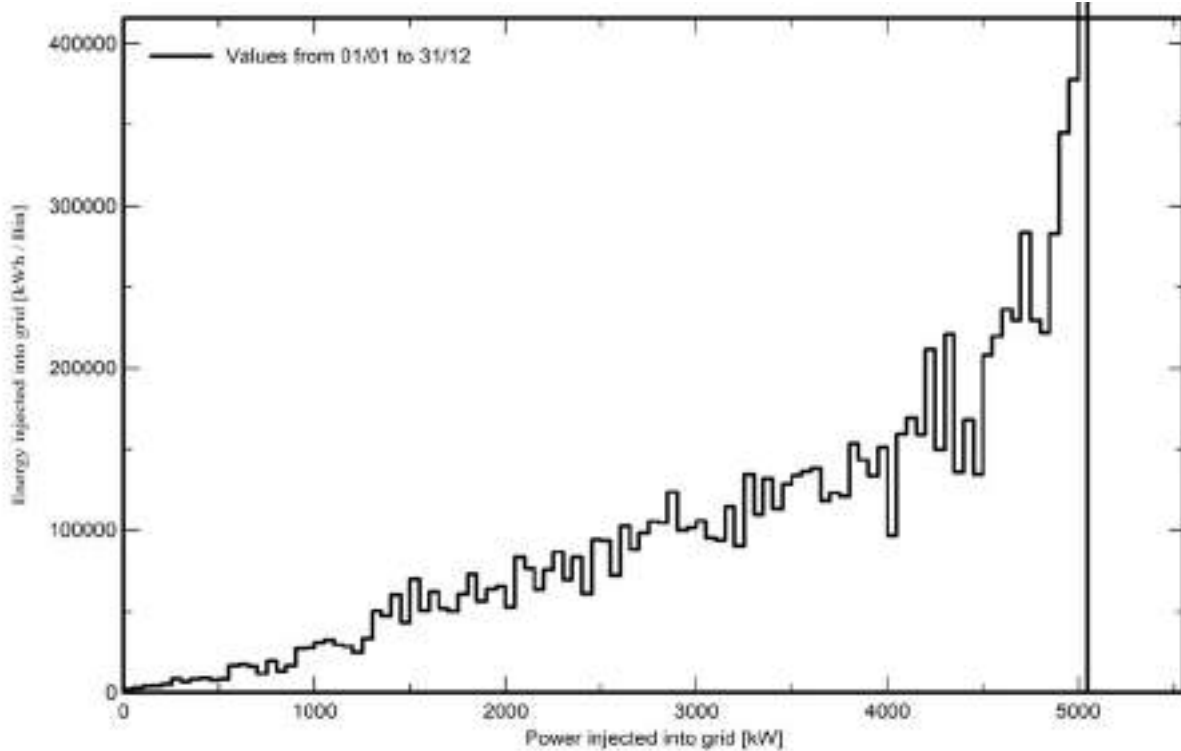
VC0, Simulation date:
11/03/24 13:07
with v7.2.4

Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



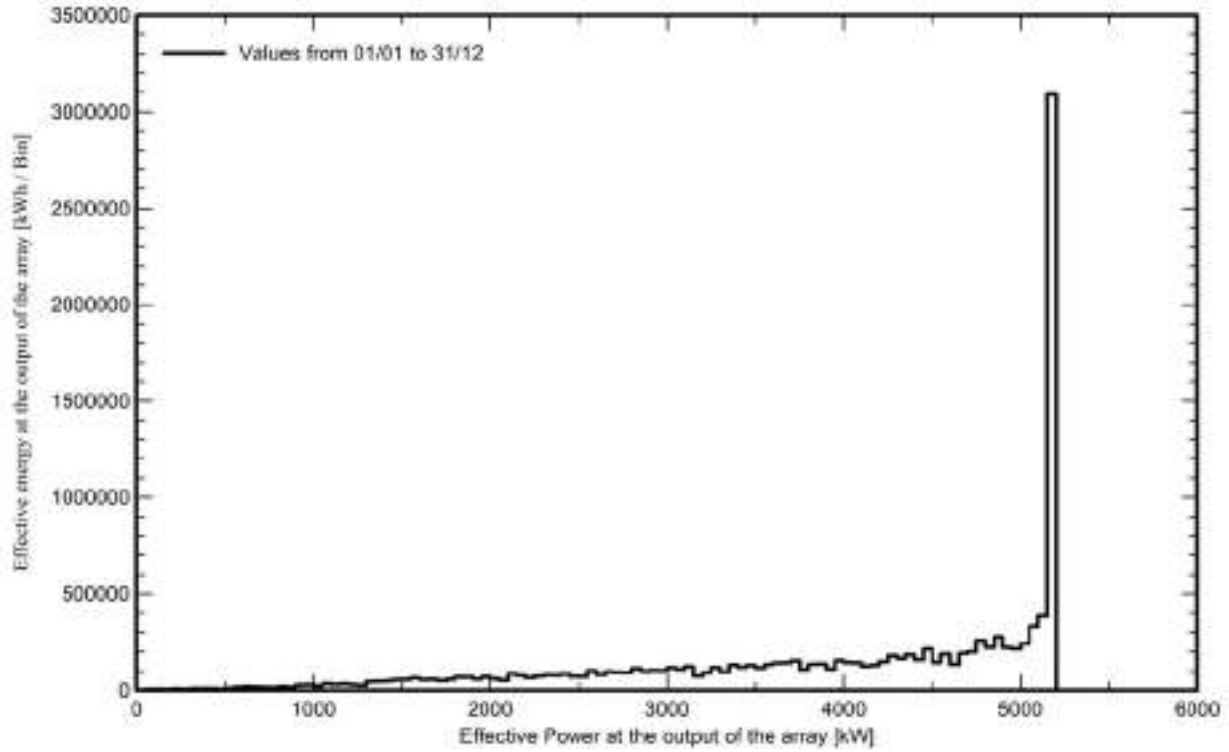


PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
11/03/24 13:07
with v7.2.4

Predef. graphs

Distribución de la potencia del conjunto



Apéndice 1: Estudio de producción energética equipos alternativos

2. Estudio de producción energética equipos alternativos

A continuación, se incluye un Estudio energético con los equipos contemplados como alternativa, según Anejo 11.



PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: PSF Labrador

Variant: PSFV Labrador ZPL 02/24 Alternativas

Tracking system

System power: 6291 kWp

Navalcarnero - Spain

| Author



PVsyst V7.2.4

VC1, Simulation date:
 11/03/24 13:00
 with v7.2.4

Project summary

Geographical Site Navalcarnero Spain	Situation Latitude 40.32 °N Longitude -4.05 °W Altitude 607 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Navalcarnero Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=63% - Sintético		

System summary

Grid-Connected System Simulation for year no 1	Tracking system	Near Shadings Linear shadings
PV Field Orientation Orientation Tracking plane, tilted axis Avg axis tilt 0.6 ° Avg axis azim. 0.0 °	Tracking algorithm Astronomic calculation	
System information PV Array Nb. of modules 11544 units Pnom total 6291 kWp	Inverters Nb. of units 25 units Pnom total 5625 kWac Grid power limit 5000 kWac Grid lim. Pnom ratio 1.258	
User's needs Unlimited load (grid)		

Results summary

Produced Energy	12367 MWh/year	Specific production	1966 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	79.97 %
-----------------	----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	7
Main results	8
Loss diagram	9
Special graphs	10
Predef. graphs	11



PVsyst V7.2.4

VC1, Simulation date:
 11/03/24 13:00
 with v7.2.4

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system			
PV Field Orientation		Tracking algorithm		Trackers configuration	
Orientation		Astronomic calculation		Nb. of trackers 123 units	
Tracking plane, tilted axis				Sizes	
Avg axis tilt 0.6 °				Tracker Spacing 11.0 m	
Avg axis azim. 0.0 °				Collector width 4.57 m	
				Ground Cov. Ratio (GCR) 41.5 %	
				Phi min / max. +/- 60.0 °	
				Shading limit angles	
				Phi limits +/- 65.4 °	
Models used		Near Shadings		User's needs	
Transposition Perez		Linear shadings		Unlimited load (grid)	
Diffuse Perez, Meteonorm					
Circumsolar separate					
Horizon					
Free Horizon					
Bifacial system					
Model		2D Calculation			
		unlimited trackers			
Bifacial model geometry				Bifacial model definitions	
Tracker Spacing 11.00 m				Ground albedo 0.20	
Tracker width 4.57 m				Bifaciality factor 70 %	
GCR 41.5 %				Rear shading factor 5.0 %	
Axis height above ground 1.50 m				Rear mismatch loss 10.0 %	
				Module transparency 0.0 %	
Grid power limitation					
Active Power 5000 kWac					
Pnom ratio 1.258					

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Longi Solar	Manufacturer	Goodwe
Model	LR5-72 HIBD 545 M Bifacial	Model	GW225K-HT
(Original PVsyst database)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	545 Wp	Unit Nom. Power	225 kWac
Number of PV modules	11544 units	Number of inverters	25 units
Nominal (STC)	6291 kWp	Total power	5625 kWac
Array #1 - Isla de 6500 módulos			
Number of PV modules	6500 units	Number of inverters	14 unit
Nominal (STC)	3543 kWp	Total power	3150 kWac
Modules	250 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	3237 kWp	Operating voltage	500-1500 V
U mpp	973 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.12
I mpp	3329 A		



PVsyst V7.2.4

VC1, Simulation date:
11/03/24 13:00
with v7.2.4

PV Array Characteristics

Array #2 - Isla de 5044 módulos

Number of PV modules	5044 units	Number of inverters	11 unit
Nominal (STC)	2749 kWp	Total power	2475 kWac
Modules	194 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	2512 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.11
U mpp	973 V		
I mpp	2583 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	6291 kWp	Total power	5625 kWac
Total	11544 modules	Nb. of inverters	25 units
Module area	29507 m ²	Pnom ratio	1.12
Cell area	26764 m ²		



PVsyst V7.2.4

VC1, Simulation date:
 11/03/24 13:00
 with v7.2.4

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
 U_c (const) 29.0 W/m²K
 U_v (wind) 0.0 W/m²K/m/s

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.0 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.2 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.5 % at MPP

Module average degradation

Year no 1
 Loss factor 1 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year
 Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

DC wiring losses

Global wiring resistance 1.8 mΩ
 Loss Fraction 1.0 % at STC

Array #1 - Isla de 6500 módulos

Global array res. 3.2 mΩ
 Loss Fraction 1.0 % at STC

Array #2 - Isla de 5044 módulos

Global array res. 4.2 mΩ
 Loss Fraction 1.0 % at STC

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 1.0 %
 3.7 days,
 3 periods

Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 3.0 W/kW
 0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri
 Loss Fraction 0.84 % at STC

Inverter: GW225K-HT

Wire section (25 Inv.) Copper 25 x 3 x 240 mm²
 Average wires length 276 m

MV line up to Injection

MV Voltage 15 kV
 Average loss Fraction 0.97 % at STC

Array #1 - Isla de 6500 módulos

Wires Alu 3 x 300 mm²
 Length 7636 m

Array #2 - Isla de 5044 módulos

Wires Alu 3 x 300 mm²
 Length 5761 m



Variant: PSFV Labrador ZPL 02/24 Alternativas

PVsyst V7.2.4

VC1, Simulation date:
11/03/24 13:00
with v7.2.4

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage 15 kV

Operating losses at STC

Nominal power at STC 3507 kVA

Iron loss (24/24 Connexion) 1.75 kW/Inv.

Loss Fraction 0.10 % at STC

Coils equivalent resistance 3 x 3.65 mΩ/inv.

Loss Fraction 1.00 % at STC

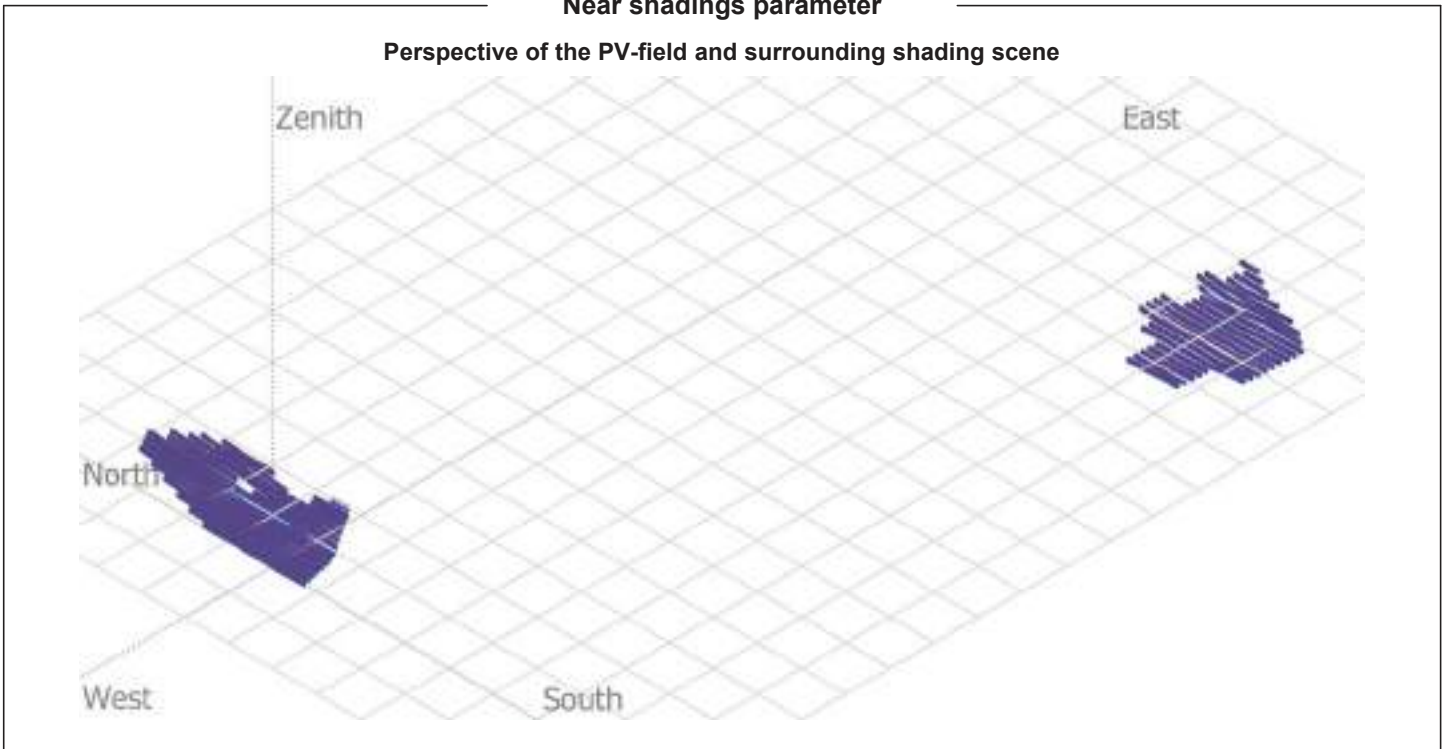


PVsyst V7.2.4

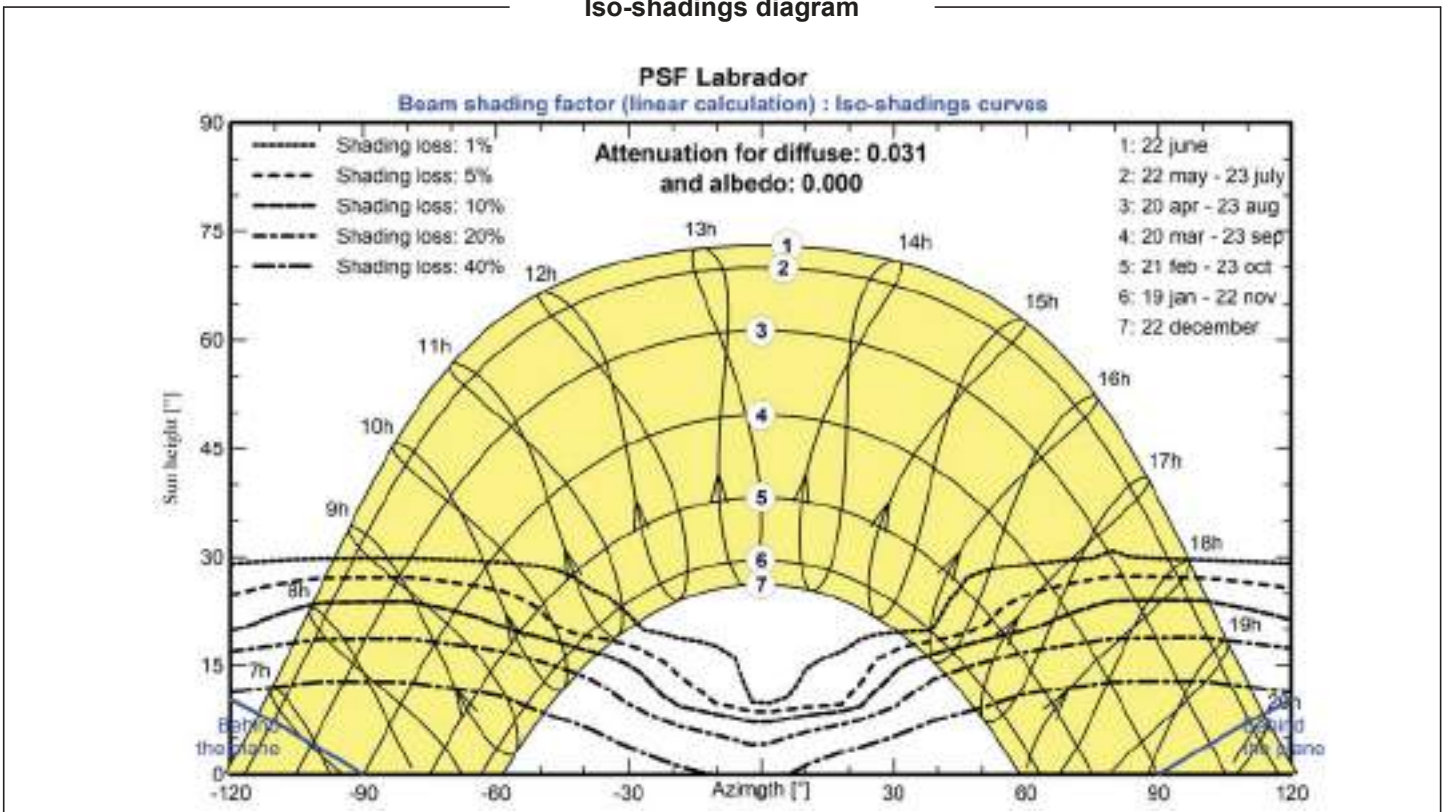
VC1, Simulation date:
 11/03/24 13:00
 with v7.2.4

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram





PVsyst V7.2.4

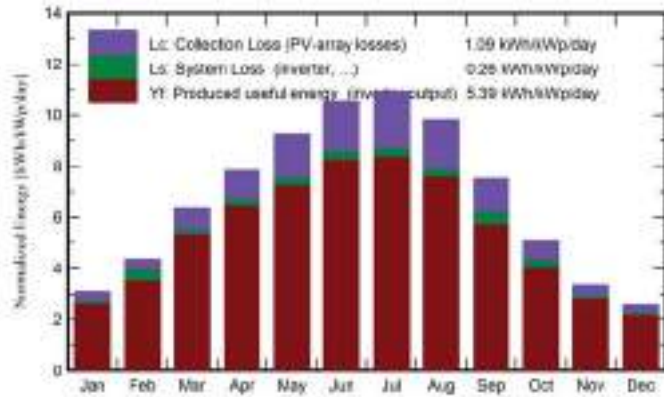
VC1, Simulation date:
 11/03/24 13:00
 with v7.2.4

Main results

System Production

Produced Energy 12367 MWh/year Specific production 1966 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 79.97 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	64.0	28.39	6.02	95.9	82.1	532	513	0.850
February	86.0	30.56	7.42	122.3	110.0	699	627	0.815
March	135.8	47.23	11.09	196.8	175.6	1080	1042	0.841
April	169.1	65.29	13.71	235.0	214.0	1267	1221	0.826
May	203.7	71.44	18.54	286.2	260.8	1478	1425	0.791
June	225.8	68.97	24.15	316.3	290.5	1624	1566	0.787
July	238.8	63.83	27.44	339.0	311.7	1705	1643	0.771
August	210.0	56.26	26.93	304.5	277.2	1543	1487	0.776
September	155.9	48.00	21.89	225.6	202.7	1176	1090	0.768
October	108.5	40.90	16.54	157.0	138.9	852	787	0.796
November	69.1	29.96	9.80	100.3	87.7	559	538	0.853
December	55.1	25.29	6.64	79.1	68.7	444	427	0.859
Year	1721.7	576.11	15.90	2457.9	2219.8	12959	12367	0.800

Legends

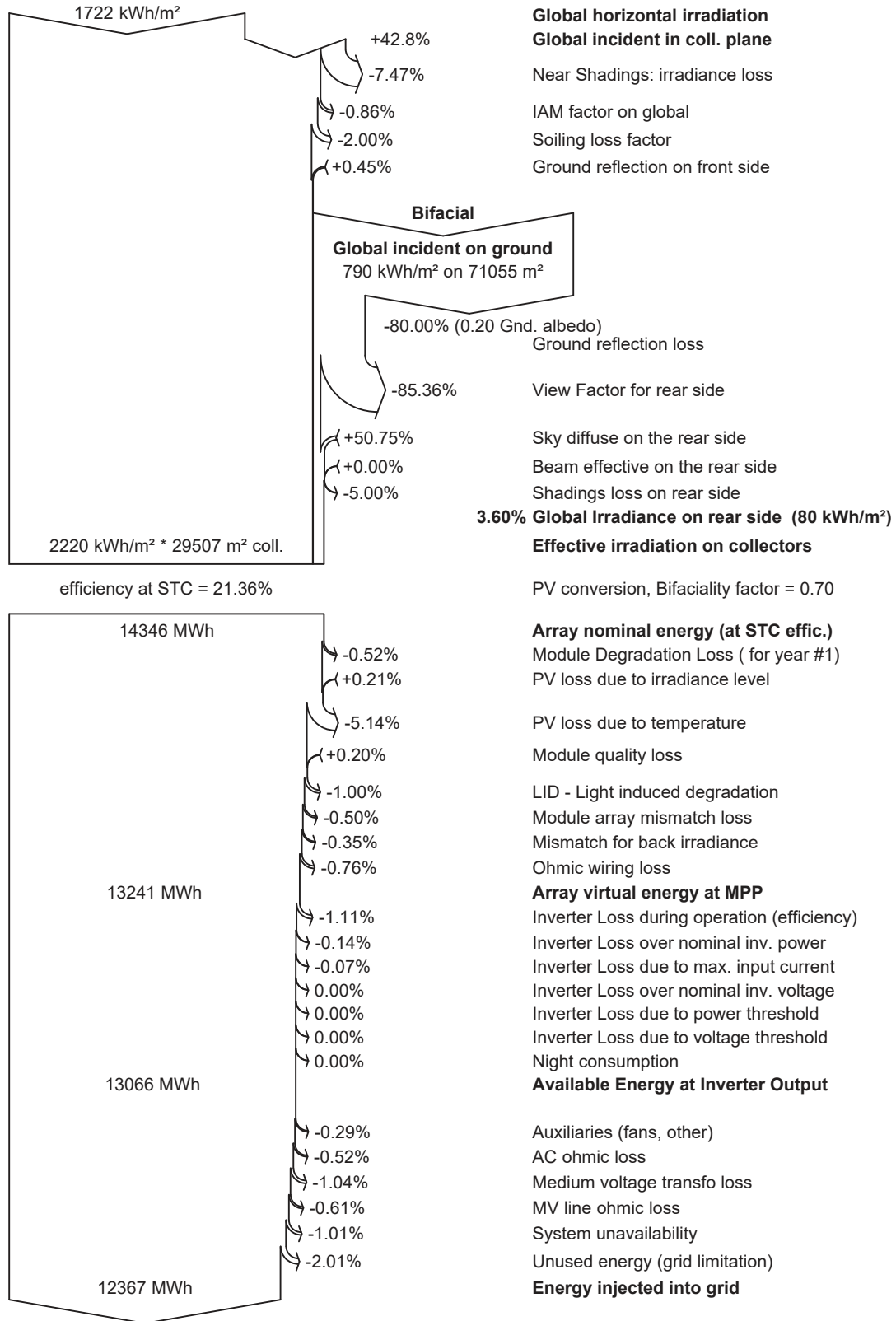
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



PVsyst V7.2.4

VC1, Simulation date:
 11/03/24 13:00
 with v7.2.4

Loss diagram



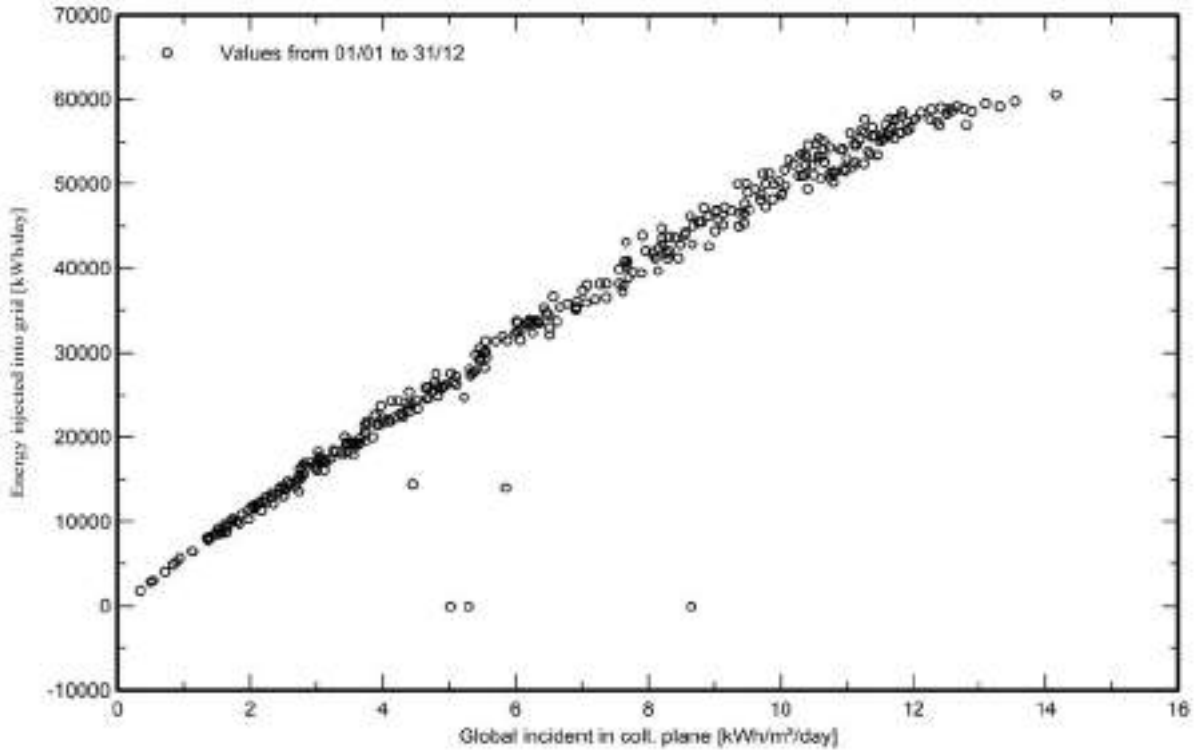


PVsyst V7.2.4

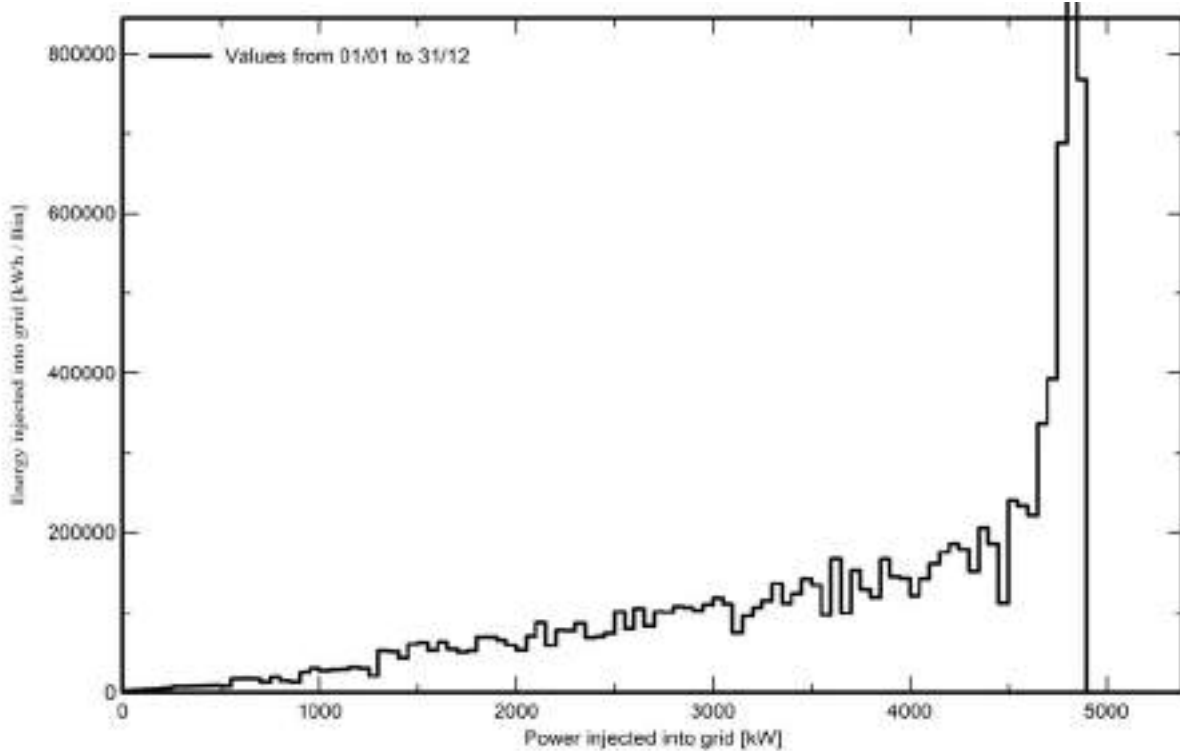
VC1, Simulation date:
11/03/24 13:00
with v7.2.4

Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



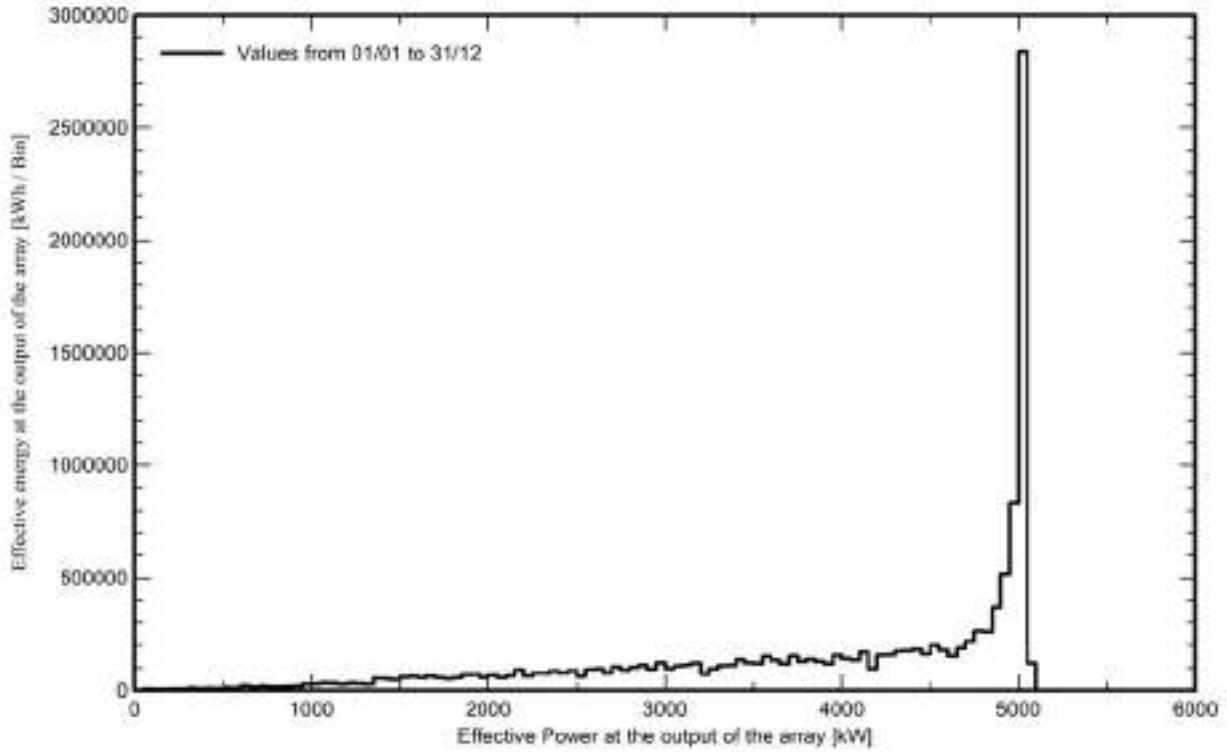


PVsyst V7.2.4

VC1, Simulation date:
11/03/24 13:00
with v7.2.4

Predef. graphs

Distribución de la potencia del conjunto



3. Justificación elección.

A la vista de los resultados obtenidos, se puede comprobar que la implantación seleccionada y que se desarrolla en el proyecto es más eficiente que la propuesta debido a:

- La instalación fotovoltaica desarrollada en el proyecto produce 50 MWh/año más con los equipos seleccionados en primer lugar que con los equipos definidos en la alternativa. (12.391 MWh/año para la alternativa y 12.441 MWh/año para la real).
- El rendimiento de la instalación es un 0,32% menor para la alternativa.
- La potencia de los inversores Goodwe GW225K-HT no será aprovechada en su totalidad debido a que el punto de conexión concedido es de 5,00 MW en lugar de los 5,625 MWn que pueden producir estos inversores.
- En el diagrama de pérdidas las pérdidas de operación (Inverter Loss during operation (efficiency)) son mayores en la alternativa, 1,11 %, que en la propuesta 1,05 %.
- La energía inutilizada es mucho mayor en el caso alternativo (2.04 %) que en el desarrollado en el proyecto (0,63 %), debido a la limitación que se impone en el punto de conexión a 5,00 MW.
- Desde el punto de vista económico, la alternativa será menos viable, debido a que la producción anual es menor y la pérdida de energía en el punto de conexión a red como consecuencia de la limitación a 5,00 MW.

Córdoba, Marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

19. ANEJO VIII. ESTUDIO HIDROLÓGICO

19.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DRENAJES PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LABRADOR

Anejo nº 5: Estudio Hidrológico y Drenajes

Proyecto ejecutivo de Planta Solar Fotovoltaica Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)

**Potencia instalada: 5,00 MWn
Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Marzo 2024

ÍNDICE

ESTUDIO INUNDABILIDAD	5
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO	6
1.2. NORMATIVA APLICACIÓN	6
2. CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO	12
2.1. OBJETO DEL ESTUDIO	12
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	12
2.3. DESCRIPCIÓN FÍSICA	14
HIDROLOGÍA	16
EDAFOLOGÍA	19
CLIMATOLOGÍA	21
GEOLOGÍA	22
3. ESTUDIO HIDROLÓGICO	25
3.1. CÁLCULO DE LAS CUENCAS DE ESTUDIO	25
3.2. DATOS	25
3.3. DEFINICIÓN DE LAS CUENCAS DE ESTUDIO	27
3.4. TRATAMIENTO DE DATOS	27
3.4.1 <i>Obtención red drenaje y cuencas de estudios</i>	28
3.4.2 <i>Cuencas de estudio</i>	29
4. CALCULO CAUDALES CUENCAS DE ESTUDIO	31
4.1. MÉTODO DE CÁLCULO	31
4.2. CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMA DIARIAS	32
4.3. MÉTODO RACIONAL	33
3.4.1 <i>Fórmula general de cálculo</i>	33
3.4.2 <i>Cálculo del tiempo de concentración</i>	34
4.4. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	39
4.4.1 <i>Intensidad media diaria</i>	39
4.4.2 <i>Intensidad media diaria de precipitación corregida (Id)</i>	40
4.4.3 <i>Factor de intensidad Fint</i>	40
4.4.4 <i>Obtención de Fa</i>	41
4.4.5 <i>Obtención de Fb (adimensional)</i>	42
4.4.6 <i>Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF)</i>	43
4.5. CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS IDF	44
4.6. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	45
4.6.1 <i>Fórmula de cálculo</i>	45
4.7. UMBRAL DE ESCORRENTÍA	46
4.8. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN	50
4.9. CÁLCULO CAUDALES DE ESTUDIO	51
5. ESTUDIO HIDRÁULICO	53
5.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	53
5.2. OBTENCIÓN ORTOFOTO Y MODELO DIGITAL DEL TERRENO	53
5.3. GEOMETRÍA DEL MODELO	55

5.4.	PARÁMETROS A INTRODUCIR EN EL MODELO	57
5.5.	CONDICIONES DE ENTRADA	59
5.6.	CONDICIONES DE SALIDA	63
5.7.	TIPOS DE MALLA PROGRAMA IBER.....	65
5.8.	CREACIÓN MALLA IBER	66
5.9.	DATOS DEL PROBLEMA	68
5.10.	PARÁMETROS GENERALES	69
5.11.	PESTAÑA RESULTADOS	69
5.12.	CÁLCULO DEL MODELO	71
5.13.	POST-PROCESO.....	71
6.	DELIMITACIÓN MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA	72
6.1.	DEFINICIÓN DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO	72
6.2.	MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA.....	72
7.	RESULTADOS.....	75
7.1.	RESULTADOS T10 AÑOS	75
7.2.	RESULTADOS T100 AÑOS	76
7.3.	RESULTADOS T500 AÑOS	77
8.	CONCLUSIONES ESTUDIO INUNDABILIDAD	78
8.1.	CONCLUSIONES OBTENIDAS.....	78
9.	DATOS DE CÁLCULOS CUENCAS DE ESTUDIO.....	79
9.1.	DATOS GENERALES DE LAS CUENCAS.....	79
9.2.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	80
9.3.	CÁLCULO PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS	80
9.4.	DISTRIBUCIÓN PROBABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS	81
9.5.	TABLA DE REGRESIÓN I-D-T	81
9.6.	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	83
9.7.	FACTOR FA	84
9.8.	FACTOR DE INTENSIDAD.....	84
9.9.	INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA.....	85
9.10.	PO CUENCA DE ESTUDIO	85
9.11.	UMBRAL DE ESCORRENTÍA	86
9.12.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	87
9.13.	COEFICIENTE Kt.....	88
9.14.	CAUDALES DE ESTUDIO	88
	ESTUDIO DRENAJE.....	89
1.	INTRODUCCIÓN	90
1.1.	OBJETIVO DEL ESTUDIO DE DRENAJE	90
2.	CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES	90
2.1.	CREACIÓN DEL HIETOGRAMA	91
3.	MODELIZACIÓN HIDRÁULICA DRENAJE.....	94
3.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	94
3.2.	GEOMETRÍA DEL MODELO	94

3.3.	PARÁMETROS A INTRODUCIR EN EL MODELO	96
3.4.	CONDICIONES DE ENTRADA	98
3.5.	CONDICIONES HIDROLÓGICAS	102
3.6.	CONDICIONES DE SALIDA	106
3.7.	TIPOS DE MALLA PROGRAMA IBER.....	109
3.8.	CREACIÓN MALLA IBER	110
3.9.	DATOS DEL PROBLEMA	112
3.10.	PARÁMETROS GENERALES	113
3.11.	PESTAÑA RESULTADOS	113
3.12.	CÁLCULO DEL MODELO	115
3.13.	POST-PROCESO.....	115
4.	RESULTADOS.....	116
4.1.	RESULTADOS T50 AÑOS	116
5.	CONCLUSIONES ESTUDIO DRENAJE	118
5.1.	CONCLUSIONES OBTENIDAS	118
6.	MEDIDAS CORRECTORAS	119
6.1.	CONCLUSIONES OBTENIDAS	119
7.	PARTICULARIDADES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	120
7.1.	METODOLOGÍA PROGRAMA IBER.....	120
7.2.	MÓDULOS DE CÁLCULO DE IBER	121
7.3.	ESTRUCTURA DEL PROGRAMA	124

ESTUDIO INUNDABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y objeto

Se realiza el presente estudio de inundabilidad suscrito por técnico competente para cumplimiento de la normativa pertinente según las prescripciones técnicas de la Confederación del Tajo.

Para la simulación de la avenida o lámina de inundación de los cauces, se utilizará el programa Iber (Versión 2.5.2). En este se realizará las siguientes simulaciones:

En este estudio se realizará las siguientes simulaciones:

- Simulación del estado actual y los efectos de la avenida para un periodo de retorno de 10, 100 y 500 años
- Recopilación de información de precipitación de la zona de estudio a través de las Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular (MAXPLUWIN)
- Modelización matemática a partir de modelos hidráulicos bidimensionales utilizando los modelos digitales del terreno procedente de la información topográfica existente en el IGN (Instituto Geográfico Nacional).

1.2. Normativa Aplicación

Tal Se redacta el presente estudio hidrológico e hidráulico en relación a la siguiente normativa:

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica

- Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

- Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el

Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados

Ante cualquier actuación se deberán tener en cuenta, en la medida que corresponda su aplicación en cada caso, los preceptos relativos a:

- Zonas de Servidumbre: Respetará una franja de 5 m de anchura paralelas a los cauces para permitir el uso público regulado en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico

- Zonas de Policía: banda de 100 metros de anchura paralelas a los cauces de los ríos en las que hay que obtener autorización previa del Organismo de la Cuenca, para efectuar las actuaciones de acuerdo al Reglamento.

Cauces de Dominio Público Hidráulico. Obtener autorización previa del Organismo de la Cuenca para el uso o las obras dentro del cauce público (art. 51 al 77; 126 al 127 y 136 del Reglamento).

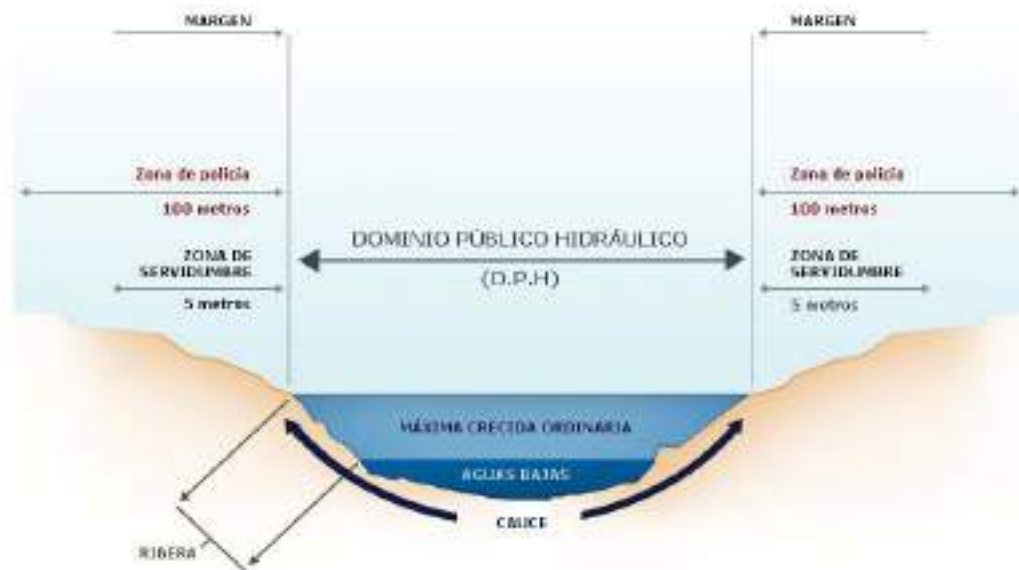


Ilustración 1. Zonificación del espacio fluvial

A continuación, se enumera la normativa en referencia a zonas susceptibles de ser invadidas por las crecidas de los cauces de corrientes naturales y que será adoptada como marco de referencia para el desarrollo del presente estudio.

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas:

- **Artículo 11. Las zonas inundables.**

1. Los terrenos que puedan resultar inundados durante las crecidas no ordinarias de los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos, conservarán la calificación jurídica y la titularidad dominical que tuvieren.

2. Los Organismos de cuenca darán traslado a las Administraciones competentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo de los datos y estudios disponibles sobre avenidas, al objeto de que se tengan en cuenta en la planificación del suelo y, en particular, en las autorizaciones de usos que se acuerden en las zonas inundables.

3. El Gobierno, por Real Decreto, podrá establecer las limitaciones en el uso de las zonas inundables que estime necesarias para garantizar la seguridad de las personas y bienes. Los Consejos de Gobierno de las Comunidades Autónomas podrán establecer, además, normas complementarias de dicha regulación.

Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados

• Artículo 9.

1. En la zona de policía de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce quedan sometidos a lo dispuesto en este reglamento las siguientes actividades y usos del suelo:

- a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.
- b) Las extracciones de áridos.
- c) Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional.

d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del estado de la masa de agua, del ecosistema acuático, y en general, del dominio público hidráulico.

2. Sin perjuicio de la modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el artículo 6.2 del TRLA, la zona de policía podrá ampliarse, si ello fuese necesario, para incluir la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo, al objeto específico de proteger el régimen de corrientes en avenidas, y reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes. En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dichas zonas, en los términos previsto en los artículos 9 bis, 9 ter y 9 quater.

La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de

intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m.
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río.

3. La modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el apartado 2, solo podrá ser promovida por la Administración General del Estado, autonómica o local.

La competencia para acordar la modificación corresponderá al organismo de cuenca, debiendo instruir al efecto el oportuno expediente en el que deberá practicarse el trámite de información pública y el de audiencia a los ayuntamientos y comunidades autónomas en cuyo territorio se encuentren los terrenos gravados y a los propietarios afectados. La resolución deberá ser motivada y publicada, al menos, en el "Boletín Oficial del Estado" y en el portal de internet del organismo de cuenca en cuyo territorio se encuentren los terrenos gravados.

4. La ejecución de cualquier obra o trabajo en la zona de policía, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1, deberá contar con la correspondiente autorización administrativa previa o declaración responsable ante el organismo de cuenca, conforme al artículo 78 y siguientes, sin perjuicio de los supuestos especiales regulados en este reglamento.

Tanto la autorización como la declaración responsable, en función del caso, serán independientes de cualquier otra que haya de ser otorgada por los distintos órganos de las administraciones públicas».

• **Artículo 14 bis. Limitaciones a los usos del suelo en zona inundables.**

Con el objeto de garantizar la seguridad de las personas y bienes, de conformidad con lo previsto en el artículo 11.3 del TRLA, y sin perjuicio de las normas complementarias que puedan establecer las comunidades autónomas, se establecen las siguientes limitaciones en los usos del suelo en la zona inundable:

1. Las nuevas actividades, edificaciones y usos asociados en aquellos suelos que se encuentren en situación básica de suelo rural a 30 de diciembre de 2016 se realizarán, en la medida de lo posible, fuera de las zonas inundables.

En aquellos casos en los que no sea posible, se estará a lo que al respecto establezcan, en su caso, las normativas de las comunidades autónomas, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Las instalaciones y edificaciones se diseñarán teniendo en cuenta el riesgo de inundación existente y los nuevos usos residenciales se dispondrán a una cota tal que no se vean afectados por la avenida con periodo de retorno de 500 años, debiendo diseñarse teniendo en cuenta el riesgo y el tipo de inundación existente. Podrán disponer de garajes subterráneos y sótanos, siempre que se garantice la estanqueidad del recinto para la avenida de 500 años de período de retorno, se realicen estudios específicos para evitar el colapso de las edificaciones, todo ello teniendo en cuenta la carga sólida transportada, y además se disponga de respiraderos y vías de evacuación por encima de la cota de dicha avenida. Se deberá tener en cuenta su accesibilidad en situación de emergencia por inundaciones.

b) Se evitará el establecimiento de servicios o equipamientos sensibles o infraestructuras públicas esenciales tales como, hospitales, centros escolares o sanitarios, residencias de personas mayores o de personas con discapacidad, centros deportivos o grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población, acampadas, zonas destinadas al alojamiento en los campings y edificios de usos vinculados, parques de bomberos, centros penitenciarios, depuradoras, instalaciones de los servicios de Protección Civil, o similares. Excepcionalmente, cuando tras el correspondiente estudio, se certifique por las administraciones competentes en ordenación del territorio y urbanismo que no existe otra alternativa de ubicación, se podrá permitir su establecimiento, siempre que se cumpla lo establecido en el apartado anterior y se asegure su accesibilidad en situación de emergencia por inundaciones.

2. En aquellos suelos que se encuentren a 30 de diciembre de 2016, en la situación básica de suelo urbanizado, podrá permitirse la construcción de nuevas edificaciones, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, lo establecido en las letras a) y b) del apartado 1.

3. Para los supuestos anteriores, y para las edificaciones ya existentes, las administraciones competentes fomentarán la adopción de medidas de disminución de la vulnerabilidad y autoprotección, todo ello de acuerdo con lo establecido en la Ley 17/2015, de 9 de julio, y la normativa de las comunidades autónomas. Asimismo, el

promotor deberá suscribir una declaración responsable sobre el riesgo de inundación existente en la que exprese claramente que conoce y asume el riesgo existente y las medidas de protección civil aplicables al caso, comprometiéndose a trasladar esa información a los posibles afectados, con independencia de las medidas complementarias que estime oportuno adoptar para su protección. Esta declaración responsable deberá estar integrada, en su caso, en la documentación del expediente de autorización. En los casos en que no haya estado incluida en un expediente de autorización de la administración hidráulica, deberá presentarse ante ésta con una antelación mínima de un mes antes del inicio de la actividad.

4. Además de lo establecido en el apartado anterior, con carácter previo al inicio de las obras, el promotor deberá disponer del certificado del Registro de la Propiedad en el que se acredite que existe anotación registral indicando que la construcción se encuentra en zona inundable.

5. En relación con las zonas inundables, se distinguirá entre aquéllas que están incluidas dentro de la zona de policía que define el artículo 6.1.b) del TRLA, en la que la ejecución de cualquier obra o trabajo precisará autorización administrativa o declaración responsable de los organismos de cuenca de acuerdo con el artículo 9.4 de este reglamento, de aquellas otras zonas inundables situadas fuera de dicha zona de policía, en las que las actividades serán autorizadas por la administración competente con sujeción, al menos, a las limitaciones de uso que se establecen en este artículo, y al informe que emitirá con carácter previo la administración hidráulica de conformidad con el artículo 25.4 del TRLA, a menos que el correspondiente Plan de Ordenación Urbana, otras figuras de ordenamiento urbanístico o planes de obras de la administración.

2. CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

2.1. Objeto del estudio

El presente estudio tiene como objeto establecer el cálculo de los caudales para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años para una vez conocido el caudal, calcular la inundabilidad a su paso por la zona de estudio para los periodos anteriormente mencionado.

Para ello se realizará hidrológico y un estudio hidráulico de la zona de estudio, siendo para este proyecto la Confederación Hidrográfica del Tajo, concretamente en el término municipal de Navalcarnero (Madrid).

La caracterización hidrometeorológica se compondrá de un estudio de la información disponible sobre precipitaciones máximas diarias (o infra diarias si disponibles) e intensidades de lluvia para diferentes escenarios, umbral de escorrentía, y factor de torrencialidad.

Con el modelo hidráulico, se pretende conocer el comportamiento sobre el terreno de los valores de lluvia/caudal calculados en la modelización hidrológica. Las dos variables fundamentales a conocer son el calado y la velocidad, puesto que se utilizarán a posteriori para el cálculo de la peligrosidad y el riesgo de las inundaciones pluviales. De esta forma, se determina la magnitud del evento, asociada a una duración y periodo de retorno y, por otro lado, el volumen y la distribución temporal resultante de dicha magnitud.

2.2. Descripción de la zona de estudio

La Planta Solar Fotovoltaica se localiza en el término municipal de Navalcarnero (Madrid), ubicada al noroeste del núcleo urbano de Navalcarnero. El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica y evacuación al punto de conexión, situado en el T.M de Navalcarnero.

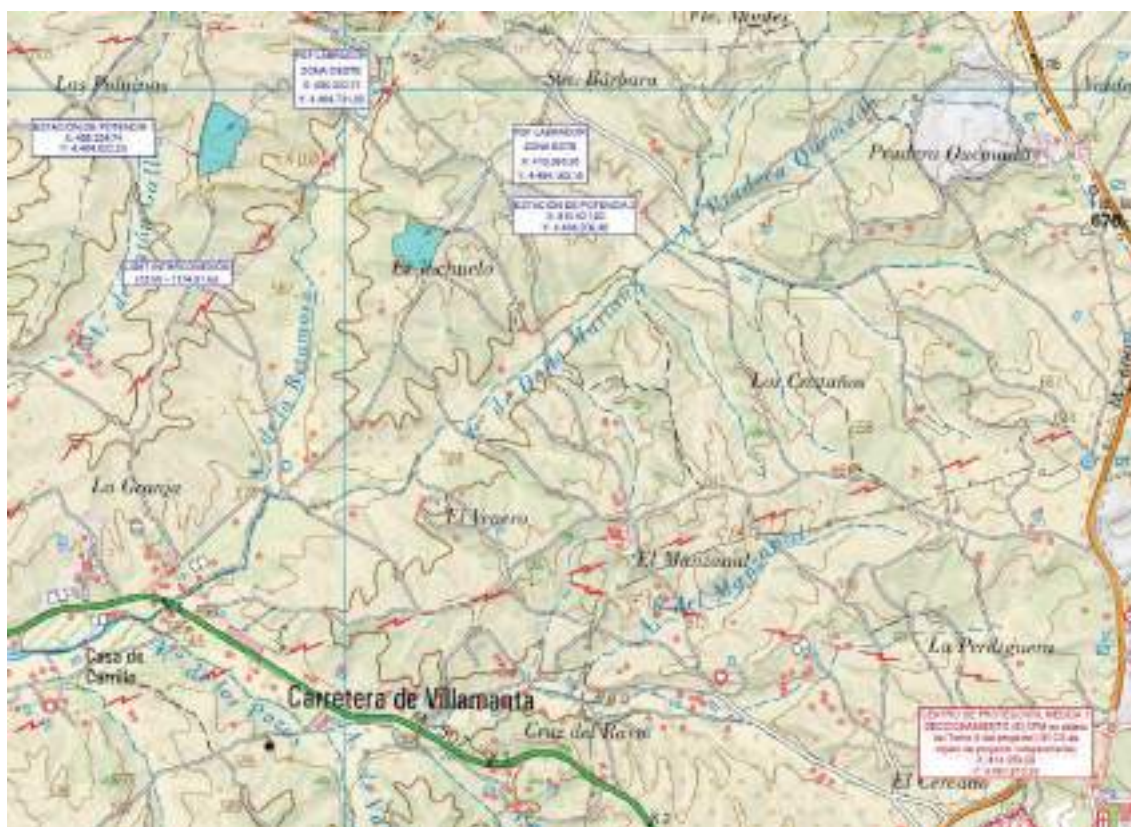


Ilustración 2. Situación Planta Solar Fotovoltaica Labrador

Las coordenadas del centro geométrico de la planta son las siguientes:

Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30	
Zona Este	X: 410.396,36 Y: 4.464.163,15
Zona Oeste	X: 409.332,71 Y: 4.464.731,60

Tabla 1. Coordenadas del emplazamiento

El recinto donde se implantará la instalación fotovoltaica pertenece al término municipal de Navalcarnero, provincia de Madrid. Las parcelas catastrales en la que se ubicará la instalación fotovoltaica son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Área (m2)	Referencia catastral
Navalcarnero	33	149	48.212	28096A033001490000WU
Navalcarnero	33	103	68.756	28096A033001030000WM

Tabla 2. Datos catastrales



Ilustración 3. Parcelas Planta Solar Fotovoltaica Labrador

2.3. Descripción Física

La Comunidad de Madrid se extiende desde el Sistema Central hasta el valle del Tajo, en una extensa y constante pendiente. Con el objetivo de facilitar el estudio del relieve de la autonomía madrileña, éste se ha dividido en tres grandes unidades: la sierra, la llanura del río Tajo y el piedemonte, que separa entre sí a las dos primeras unidades.

La sierra, situada en la zona norte de la región, está formada por la totalidad de la sierra de Guadarrama, la parte más occidental de la sierra de Ayllón conocida como Somosierra, y el área oriental de la sierra de Gredos. Todas ellas dan lugar a un paisaje típicamente montañoso, donde las altitudes máximas, respectivas a cada una de las tres sierras, están representadas en el pico de Peñalara (2.428 m) considerado como el más elevado del territorio madrileño, el pico de Peña Cebollera (2.129 m) y el Alto del Mirlo (1.770 m). Otras elevaciones destacadas son el pico de La Maliciosa (2.227 m), Cabeza de Hierro Mayor (2.383 m) y Siete Picos (2.138 m), todas ellas localizadas en la sierra de Guadarrama. Esta alineación montañosa junto con la sierra de La Cabrera forma un ángulo abierto hacia el este, creando el valle del río Lozoya.

Respecto a la segunda unidad, la llanura del río Tajo, se encuentra configurada por campiñas, páramos y vegas articulados alrededor de este río. Es aquí donde la autonomía presenta sus cotas más bajas: 430 m en el cauce del río Alberche, a su paso por Villa del Prado. En cuanto al piedemonte, se trata de una zona de transición entre la sierra y las arenosas llanuras del Tajo. Su extensión comprende desde el norte de la

región, en la confluencia de los ríos Jarama y Lozoya, hasta el suroeste de la comunidad madrileña, de manera que dibuja una franja paralela a la sierra.

El territorio que abarca la Comunidad de Madrid pertenece a la cuenca hidrográfica del Tajo, cuyo curso atraviesa la zona meridional de la región pasando por Belmonte del Tajo, Brea del Tajo, Fuentidueña del Tajo y Aranjuez. También existen otras cuatro cuencas hidrográficas menores subsidiarias del Tajo, que son las correspondientes al Jarama, Guadarrama, Alberche y Tiétar. Todos ellos tienen su nacimiento en el Sistema Central y desembocan en el Tajo. Entre otros, también destacan los afluentes del Jarama: el Lozoya, Guadalix, Manzanares, Henares y Tajuña.

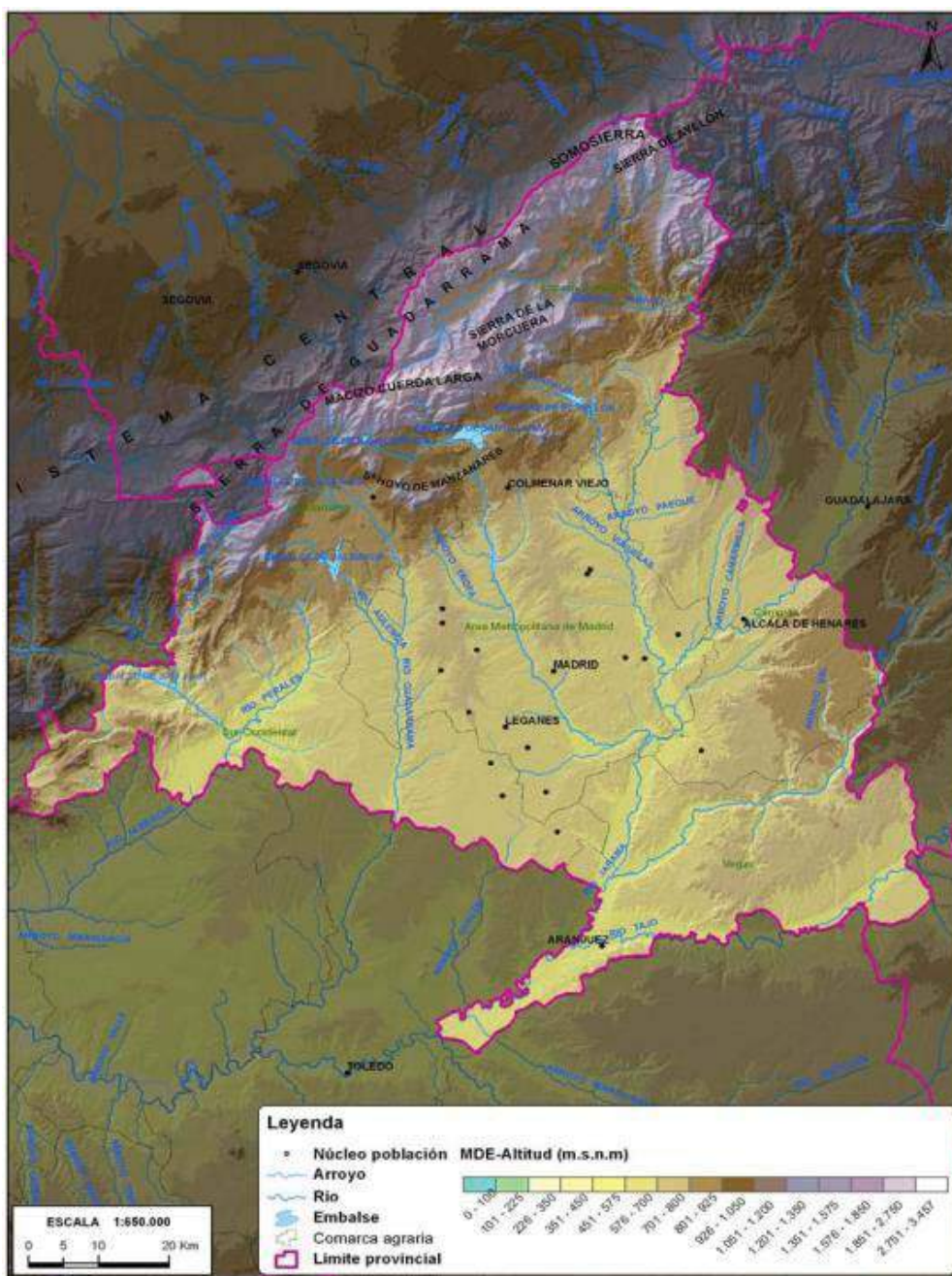


Ilustración 4. Mapa de relieve e hidrografía.

Hidrología

La depresión del Tajo constituye la segunda unidad de relieve de la Comunidad de Madrid. Es una gran fosa que se formó durante la era terciaria como compensación a la elevación de la cordillera central. Los materiales sedimentarios que la constituyen sobrepasan, precisamente en la Comunidad de Madrid, el millar de metros de espesor. El relleno comporta series relativamente monótonas, principalmente neógenas y terrenos cuaternarios localizados en los márgenes de los principales ríos. Materiales que afloran, principalmente, en el fondo de las fosas del Lozoya y Guadalix-Redueña; jalona en el norte del Cerro de San Pedro y se extiende en el contacto con los macizos antiguos entre los ríos Perales y Aulencia, y al Este de Colmenar Viejo en dirección a Torrelaguna.

El Tajo presenta un mínimo acusado en invierno, en Enero, un máximo en Abril y un mínimo principal en verano, régimen que se ve acentuado tras su confluencia con el Jarama, que duplica su caudal al aportarle este más de cincuenta metros cúbicos por segundo. Cuando el Jarama entra en el Tajo lleva consigo aguas del Lozoya, Guadalix y Manzanares, que tienen su origen en la Comunidad de Madrid. El Henares y el Tajuña, por su parte, nacen en Guadalajara.

El Jarama nace en la escorrentías del Pico de Las Tres Provincias a 2.63 metros de altitud y vierte sus aguas en el Tajo, cerca de Aranjuez, tras un recorrido de 190 kilómetros, casi todos ellos en la provincia de Madrid. Iniciado su curso, el Jarama engruesa rápidamente su caudal por las aportaciones de sus afluentes Horcajo, Ermito (o Hermito) y Berbellido procedentes de la sierra de Ayllón. En este primer tramo, desde su nacimiento hasta el pueblo de La Hiruela, forma el límite entre las provincias de Madrid y Guadalajara, siendo un bello río de montaña el cual se abre difícilmente paso entre las estribaciones montañosas. Después de recibir las aguas de su afluente el Berbellido, penetra en la provincia de Guadalajara, siguiendo la dirección Oeste/Este, sobre Terrenos Pizarrosos y en sus márgenes se ven bellos pueblos de montaña, tales como Colmenar de la Sierra o Matallana. En las cercanías de esta localidad, tributa el Jaramilla, procedente de Peña Tiñosa, formando ambos el embalse de Matallana. Desde aquí inflexiona hacia el sur para recorrer la angosta fosa y ser nuevamente represado en El Vado. Cerca de Retiendas abandona la alineación montañosa para entrar en la meseta y dirigirse al Suroeste, paralelamente a la alineación montañosa de la Sierra de Guadarrama.

Llegado a Uceda recibe al Lozoya, sirviendo desde este punto, en algunos tramos, como nuevo límite de las provincia de Madrid y Guadalajara. El perfil va suavizándose y discurre por un amplio valle que se agranda a medida que avanza. En su recorrido de 190 kilómetros de régimen pluvionival, recibe por la derecha, los ríos Lozoya, Guadalix y Manzanares y los arroyos Vallosera, Palancar, Concha, Hoces, Reduvia, San Vicente, Morenillo, Viñuelas, Quiñones, Vega, Valdebeba y Cañada. Por la izquierda hace lo propio con los ríos Berbellido y Jaramilla y con los arroyos Soto, Venta, Lugar, Conrayado, Matarrubia, Pajar, San Benito, Valdejudios, Galga, Valtoron, Peaque,

Cerrada, Quemadas y Anchuelo. Su curso está regulado por los embalses de El Vado (Campillo de Ranas) y Valdentaes (Uceda).

Conocido en su origen como río de La Angostura, el Lozoya tiene su nacimiento en las escorrentías de la tercera Guadarramilla (Bola del Mundo), recibe aportaciones por su izquierda del río Peñalara que atraviesa las antiguas morrenas del glaciar de Peñalara, el río se dirige hacia el Este por la fosa tectónica comprendida entre la sierra de la Cuerda Larga al Sur y Montes Carpetanos al Norte, por tierras de labor y bosques de pinos, fresnos, álamos, etc. A la altura de Lozoya, sus aguas son contenidas en el embalse de La Pinilla y más abajo, en los de Rioquillo, Puentes Viejas y El Villar. En el primero se le incorpora el río Grande de Horcajo, procedente de Somosierra. A partir del embalse del Atazar, en el que se le incorpora por la izquierda el río de La Puebla y el pantano de El Pontón de la Oliva, tributando poco después en el Jarama al norte de Uceda.

Las primeras aguas del río Manzanares tienen su origen en la vertiente este de la tercera Guadarramilla (2.257 metros) (Bola del Mundo), a la altura del Ventisquero de la Condesa (2.200 metros). Cerca de este paraje, junto a la margen izquierda de las fuentes del río, se pueden observar las ruinas del antiguo casetón de la R.S.E. Alpinismo Peñalara, que sirvió de refugio a montañeros y esquiadores durante bastantes años. Su recorrido se inicia en dirección noroeste-sureste, sobre un cauce estrecho y superficial, bellamente encajonado entre abruptas laderas constituidas por abundantes canchos de grandes proporciones. En el tramo comprendido entre su nacimiento y la desembocadura de su primer afluente, el arroyo de Valdeartín, discurre el río sobre un fondo de pequeños guijarros y con alguna vegetación acuática, siendo sus aguas limpias, transparentes y de rápida corriente.

Toma a continuación dirección este, recibiendo por su izquierda las aguas del arroyo Simón de Los Chorros, a 1.300 metros, que a su vez recibe las aguas del arroyo de La Mata. Pasado el primero se dirige al sur donde deposita sus aguas del arroyo de Los Hoyos de la Sierra (1.200 m.), llamado antiguamente el arroyo del Cuervo. Las aguas de este arroyo también recogen las provenientes de los arroyos de La Covacha y El Chivato y éste último, a su vez, del de La Peña. Por la derecha toma las aguas La Garganta.

Continúa el Manzanares hacia el sureste, tributándole por la izquierda el arroyo de La Majadilla, que a su vez, recibe las aguas de los arroyos de Los poyos y de La Dehesilla para, a continuación, entrar en el singular paraje conocido como Garganta Camorza, donde el Manzanares vuelve a encajonarse entre multitud de canchos graníticos formando un espacio de notable encanto. Sigue su curso rumbo al este hasta alcanzar el paraje del Tranco donde toma dirección sur. A la derecha deja la ermita de la Peña Sacra y alcanza el Molino de Manzanares. Entra en Manzanares El Real, al sureste y a los pocos metros forma en Embalse de Santillana. Pasado Madrid, el río describe un amplio arco hacia el este para tributar en el Jarama, tras un recorrido de ochenta kilómetros.

El Henares nace en la vertiente suroeste de la Sierra Ministra, a unos 3,5 kilómetros del pueblo de Horna (Guadalajara), a 1.800 metros de altitud. Este río surge

en forma de varios manaderos llamados «Fuentes del Henares» en el paraje indicado que señala un hito o mojón conmemorativo instalado en el año 1877 por la dirección del Instituto Geográfico Nacional durante el reinado de Alfonso XIII. En sus tramos superior y medio en la provincia de Guadalajara discurre en dirección noroeste, suroeste, por un amplio valle excavado entre formaciones de margas del micceno, aunque en algunas zonas la erosión fluvial ha puesto al descubierto formaciones calizas y areniscas. La ribera derecha del río, en terreno más suave y regular por la izquierda, se encuentra cubierta de una serie de terrazas escalonadas sobre las que se asientan cultivos de cereales y vid y pequeñas huertas de regadío, alimentadas por una red de canales, entre los que figuran los de Baides y Henares. Entre los afluentes de esta orilla del río, que riegan la vertiente sur, de la Cordillera Central, sobresalen los ríos Salado, Cañamares, Bornoba y Sorbe. En la vertiente izquierda, los integrantes de la red subsidiaria del Henares son de trayecto más corto y gran pendiente y cauce profundo, encajado en los páramos alcarreños. Los más importantes son el Dulce y Badiel. Antes de iniciar su tramo inferior, el río cruza el municipio de Guadalajara; posteriormente discurre por la provincia de Madrid y atraviesa Alcalá de Henares y San Fernando de Henares, cuyos topónimos derivan de este hidromino, donde desemboca en la margen izquierda del río Jarama, a 550 metros de altitud, tras 160 kilómetros de curso. Desde la antigüedad, el valle del Henares ha sido utilizado por diversas culturas, como el principal paso natural, entre las depresiones del Tajo y del Ebro.

El Tajuña tiene sus primeras fuentes en terrenos mesozoicos, en Maranchón (Guadalajara). Cruza esta provincia de Castilla-La Mancha encajonado en dirección noroeste-suroeste. A medida que penetra en la Comunidad de Madrid se va apreciando un ligero ensanchamiento de su valle, pero no es hasta alcanzar la localidad de Morata de Tajuña, donde alcanza el kilómetro de anchura, el río, cuya superficie casi se triplica cuando desemboca en el Jarama. Forma una amplia vega por la que divaga. Se une a este último más abajo de Titulcia. Su cauce, ancho y plano, va formando en sus riberas, unas amplias vegas.

En la confluencia de los arroyos Valle, Miraflores y Endrinal, nace el Guadalix. En su primer tramo discurre en dirección oeste-este, a través de los términos de Guadalix de la Sierra y Pedrezuela, donde se desvía su sentido hacia el sur, para bañar los términos de San Agustín de Guadalix y San Sebastián de los Reyes, donde desemboca en el Jarama por su margen derecha. En su curso alto está regulado por el Embalse de El Vellón (situado en los términos de Guadalix de la Sierra y Pedrezuela). Son tributarios del río Guadalix los arroyos Valdesalices, Valdemoro y Fresnera.

En el término municipal de El Escorial nace el río Aulencia. En su curso alto recibe las aguas del arroyo del Batán. Sobre él se localizan los embalses de Granjilla I y Granjilla II y el de Valmayor, en la confluencia del río con el arroyo Ladrón. Es afluente del río Guadarrama por su margen derecha.

El Perales es afluente del Alberche por la izquierda. Tiene su nacimiento en la vertiente oriental de Las Machotas, a 1.105 metros de altitud. Deja a su derecha el municipio de Perales de Milla y a su izquierda Aldea del Fresno. Discurre en dirección noroeste-suroeste, sirviendo en parte de límite natural, con la comarca de la Sierra de Madrid. Tiene una longitud de unos 35 kilómetros. Afluyen al Perales por la izquierda los

arroyos Quijorna, Palomero y Grande. Por la derecha, el Pradejón y de La Yunta, con su tributario el Colmenar. En torno a su cauce se suceden de forma de abanico, niveles de terrazas escalonadas.

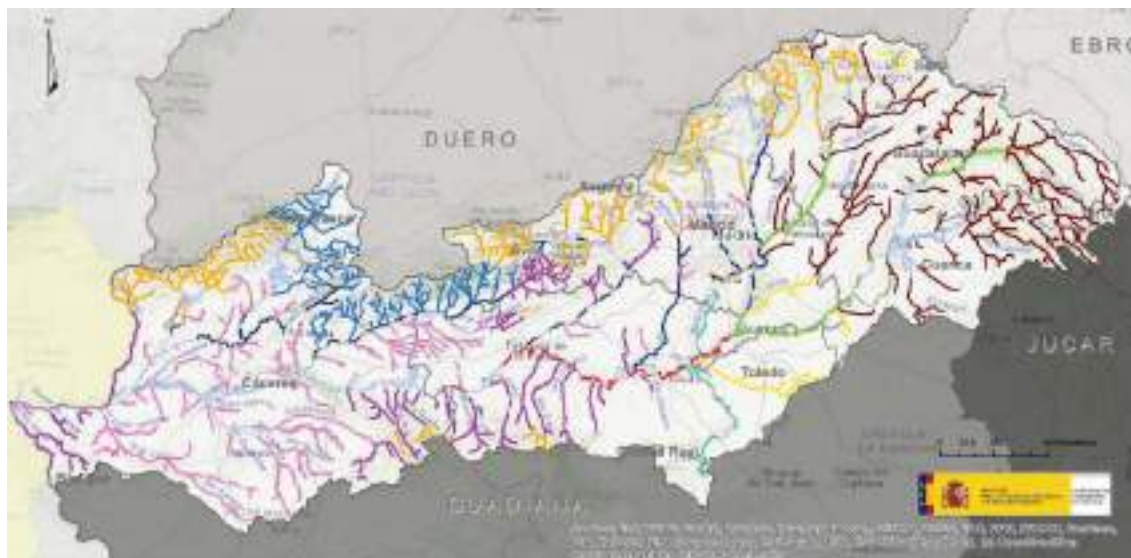


Ilustración 5. Red Hidrográfica Confederación del Tajo

Edafología

El grupo de suelos más representativo que se asienta sobre la Comunidad de Madrid, según la Taxonomía americana del USDA-NRCS que se detalla en el Anexo I, es el Xerochrept, ocupando el 53% de la superficie total. Este Inceptisol se localiza principalmente en dos áreas, en la franja nord-occidental y en el extremo sur-oriental, coincidiendo con las comarcas de Campiña y Las Vegas.

El siguiente tipo de suelos en orden de importancia es el Haploxeralf (19% de la superficie), caracterizado por su color rojizo, que se ubica en la parte central tapizando todo el área metropolitana de Madrid. En las principales cuencas de los ríos que discurren por el territorio madrileño se asienta la asociación de suelos Xerorthent + Xerofluvent, ocupando el 16% de la superficie total.

Además, se dan otros sistemas edáficos minoritarios, del orden de los Inceptisoles como son el Xerumbrept y el Cryumbrept, representando el 6% y 4%, respectivamente. El primero se caracteriza por situarse en zonas de regímenes de humedad seco, en cambio el otro se asocia a regiones más frías.

Las características principales de los suelos predominantes son las siguientes:

- Xerochrept: son suelos profundos (100-150 cm). Presentan un bajo contenido en materia orgánica, su pH es ligeramente ácido y la textura es franco-arenosa.
- Haploxeralf: son suelos profundos (100-150 cm). El pH es ligeramente neutro.

Presentan poca materia orgánica y la textura es franco-arcillo-arenosa.

- Xerorthent: son moderadamente básicos pero algunos son ácidos. Tienen un contenido en materia orgánica medio. Son, en general, suelos profundos y su textura es franca o arcillosa.
- Ustochrept: son suelos moderadamente básicos. Presentan poco contenido en materia orgánica. Tienen una profundidad media (50-100 cm) y su textura es francoarcillosa.
- Xerofluent: son suelos profundos (100-150 cm). Presentan un contenido medio en materia orgánica, su pH es ligeramente ácido y la textura es franco-arenosa.
- Xerumbrept: son los Umbrepts de climas mediterráneos. Son suelos profundos (100-150 cm). Ricos en materia orgánica y moderadamente ácidos. Textura francoarcillosa.
- Cryumbrept: son los Umbrepts fríos localizados generalmente en altas altitudes. Ricos en materia orgánica. Tienen una profundidad media (50-100 cm). Son moderadamente ácidos. Textura franco-arenosa.

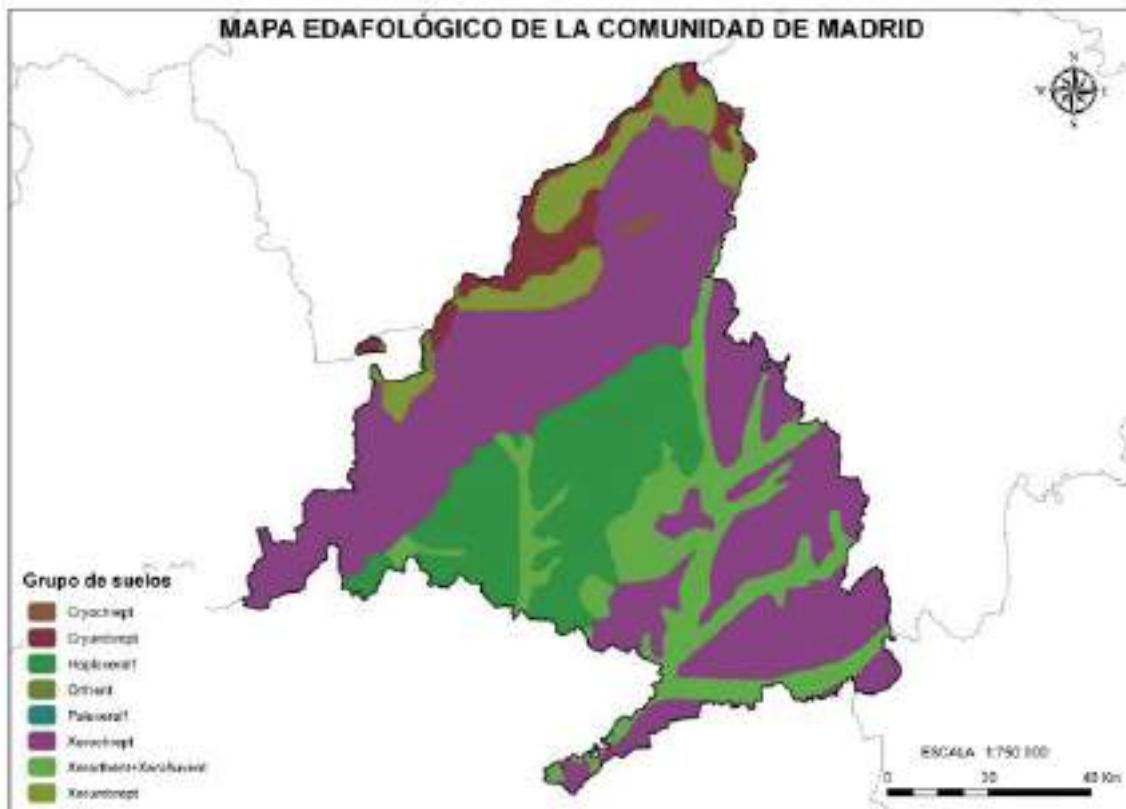


Ilustración 6. Mapa de Edafología

Climatología

El clima que define a la Comunidad de Madrid es el resultado conjunto de la interacción de la orografía propia de este área, junto con las condiciones de la dinámica atmosférica del centro peninsular. El sistema montañoso de la Sierra actúa frecuentemente como un muro que contiene a los frentes de lluvia oceánicos, impidiendo su desplazamiento hacia el interior. El clima de tipo mediterráneo se hace presente en la mayor parte de la región, presentando variaciones desde las zonas más bajas, donde es más cálido y seco, hasta los municipios serranos, más fríos y húmedos. Hay que destacar que en el área urbana de Madrid el clima se ve modificado por el efecto de una isla de calor, ya que la energía calorífica generada por la actividad humana incrementa los valores térmicos. La consecuencia de ello se refleja en el aumento de las temperaturas nocturnas.

Los datos climáticos de las 52 estaciones pluviométricas (41 de ellas termopluviométricas) repartidas por toda la provincia, a las que el MAGRAMA tiene acceso, se exponen en las Comarcas Agrarias correspondientes, y proporcionan los datos referidos a la serie de años de 1960-1996. Según el resumen de estos valores, la precipitación anual media para toda la provincia es de 576,9 mm, siendo concretamente la estación de Navacerrada “Puerto” la que presenta un mayor valor (1.349,8 mm). La pluviometría máxima en 24 h está registrada en esta misma estación con 76,3 mm. En lo que a la temperatura se refiere, dichas estaciones arrojan una temperatura media anual de 13,1 °C. El mes más cálido es julio con una temperatura media anual de 23,5 °C, y el más frío enero, con 4,8 °C. La temperatura media mensual de mínimas absolutas y la media de las mínimas del mes más frío se encuentran registradas en la ya mencionada estación de Navacerrada “Puerto” con -12,5 °C y -3,2 °C, respectivamente. La temperatura media de máximas del mes más cálido obtenida en la estación de Ambite de Tajuña es de 36,4 °C.

Para evaluar las posibilidades de los diferentes cultivos de secano de una zona se puede acudir a la clasificación agroclimática de J. Papadakis que se detalla en el Anexo III, la cual establece en función del rigor invernal (tipo de invierno), calor estival (tipo de verano) y la aridez y su variación estacional, zonas aptas para determinados cultivos “tipo”. Para ello, se basa exclusivamente en los parámetros meteorológicos anteriormente comentados: temperatura media de las máximas, temperatura media de las mínimas, temperatura media de las mínimas absolutas y la precipitación mensual.

De esta forma y según dicha ecología de los cultivos establecida por Papadakis, la Comunidad de Madrid cuenta con 3 tipos climáticos principales: Mediterráneo templado, Mediterráneo continental y Mediterráneo templado fresco. El tipo Mediterráneo templado domina casi la totalidad de la autonomía, exceptuando el área de la sierra de Guadarrama y Somosierra, en la franja noroeste, donde se define el tipo Mediterráneo templado fresco. También aparecen dos importantes áreas correspondientes al Mediterráneo continental; la primera de ellas se localiza en el extremo suroeste de la región ocupando la mitad de la comarca Sur Occidental, mientras que la segunda se adentra por el sur hasta alcanzar gran parte del área metropolitana de Madrid.

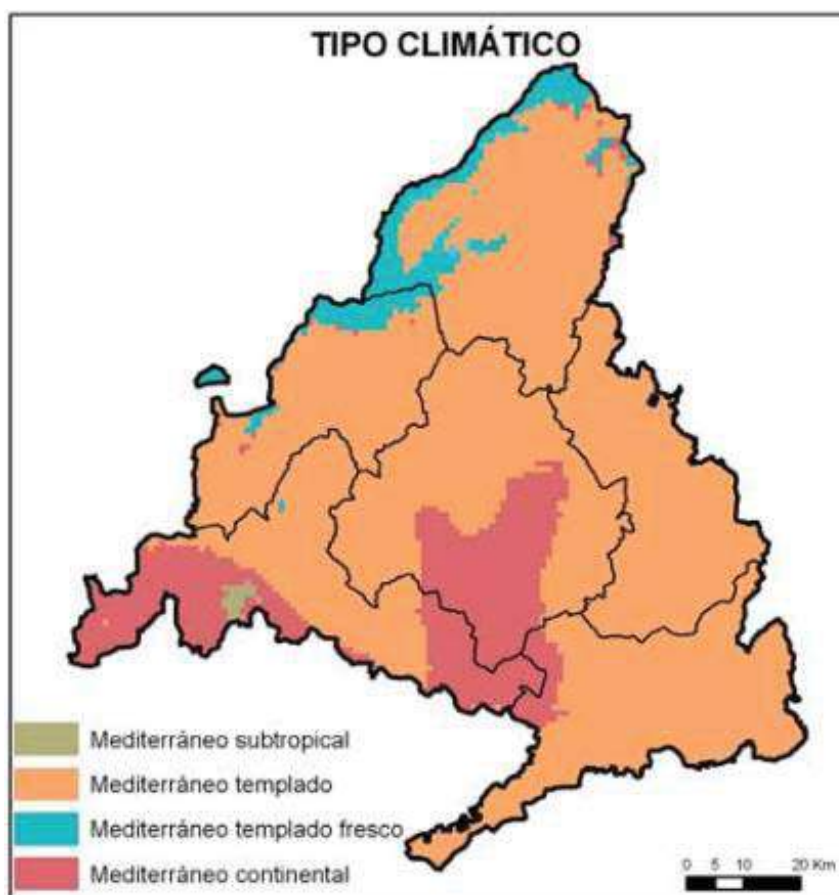


Ilustración 7. Clasificación Agroclimática de Papadakis

Geología

La sierra de Madrid, situada en la franja noroeste del territorio, cuenta con un sustrato geológico compuesto por rocas muy diversas como son las plutónicas, metamórficas y sedimentarias. Éstas se caracterizan por tener una gran antigüedad, ya que datan del Paleozoico y Mesozoico, aunque las rocas más antiguas corresponden a los gneises y esquistos, definidas como rocas metamórficas que en algunos casos pueden superar los 500 millones de años. Las pizarras y cuarcitas del norte de la Comunidad les siguen en antigüedad. Éstas últimas pertenecen a las rocas sedimentarias, y su formación proviene de los materiales depositados en el fondo de un océano en el periodo Ordovícico, época donde la Península Ibérica formaba parte del supercontinente conocido como Gondwana. Pertenecientes a las rocas plutónicas aparecen los granitos que componen la sierra de Madrid, cuya formación está fechada en el periodo Carbonífero, más concretamente durante la llamada orogenia varisca, que dio lugar a los relieves que obligaron al mar a retroceder. Los conjuntos montañosos formados gracias a esta orogenia se fueron erosionando durante más de 200 millones de años hasta que en el Cretácico el área central de la península, correspondiente a Madrid y Segovia, volvió a quedar cubierta por el mar. Hasta el fin del Cretácico se formaron arenas, calizas y dolomías en las costas y mares tropicales de aquella época. Las extensas capas compuestas por estos materiales y depositadas en el fondo del mar

durante el Cretácico superior, se plegaron y fracturaron más adelante de manera que actualmente se pueden observar algunos restos en pequeñas franjas adosadas a los principales relieves.

Las actuales alineaciones montañosas de la Península Ibérica, incluyendo el Sistema Central, provienen de la orogenia alpina acaecida a finales del Cretácico, hace 80 millones de años. Durante el Plioceno, esta orogenia tuvo otra consecuencia: se produjo un basculamiento gradual de la conocida como placa ibérica hacia el océano Atlántico, de manera que las cuencas sedimentarias del interior peninsular, correspondientes al Duero y al Tajo, comenzaron a “vaciar” hacia el oeste dando lugar al drenaje de las cuencas hidrográficas y configurando el relieve actual. Pero durante este proceso no solo se dio lugar a sistemas montañosos, si no que al mismo tiempo que se formaban las cordilleras, comenzaba la erosión de las mismas. Así, los torrentes que descendían del Sistema Central arrastraban el sedimento para posteriormente depositarlo en las zonas más bajas.

La Cuenca de Madrid ocupa aproximadamente dos tercios del territorio madrileño, dentro de la cual se enclava la misma ciudad. Esta vasta depresión tectónica estuvo recibiendo durante millones de años los sedimentos procedentes de los relieves circundantes. En esta cuenca pueden diferenciarse, desde el punto de vista geológico, dos grupos: el primero de ellos, de mayor antigüedad, está formado principalmente por sedimentos aluviales y lacustres depositados durante el Terciario, periodo durante el cual la cuenca estaba cerrada y sin salida al mar. En cuanto al segundo grupo, está compuesto por materiales más recientes: sedimentos de predominancia fluvial depositados durante el Cuaternario, cuando el río Tajo ya había alcanzado la cuenca de Madrid debido a su erosión remontante, y el agua y los sedimentos de esta cuenca se desplazaban al océano Atlántico al igual que en la actualidad, conformando la presente morfología.

La franja central de la Comunidad de Madrid está compuesta por arcosas y conglomerados del Mioceno, que en un principio se depositaron en abanicos aluviales procedentes de los relieves de la sierra. En cambio, los yesos y calizas destacan en el tercio sureste del territorio, depositados en lagos por la evaporación del agua, mientras que las arcillas y los limos también adquieren gran importancia en este área, aunque sus depósitos se formaron por decantación del sedimento en suspensión en el agua de los ríos. Entre las formaciones fluviales del Cuaternario destacan las gravas de relleno de los propios canales fluviales, junto con los limos y arenas de las llanuras de inundación fluvial.

En la figura siguiente se representa el mapa de geología de la zona de estudio.

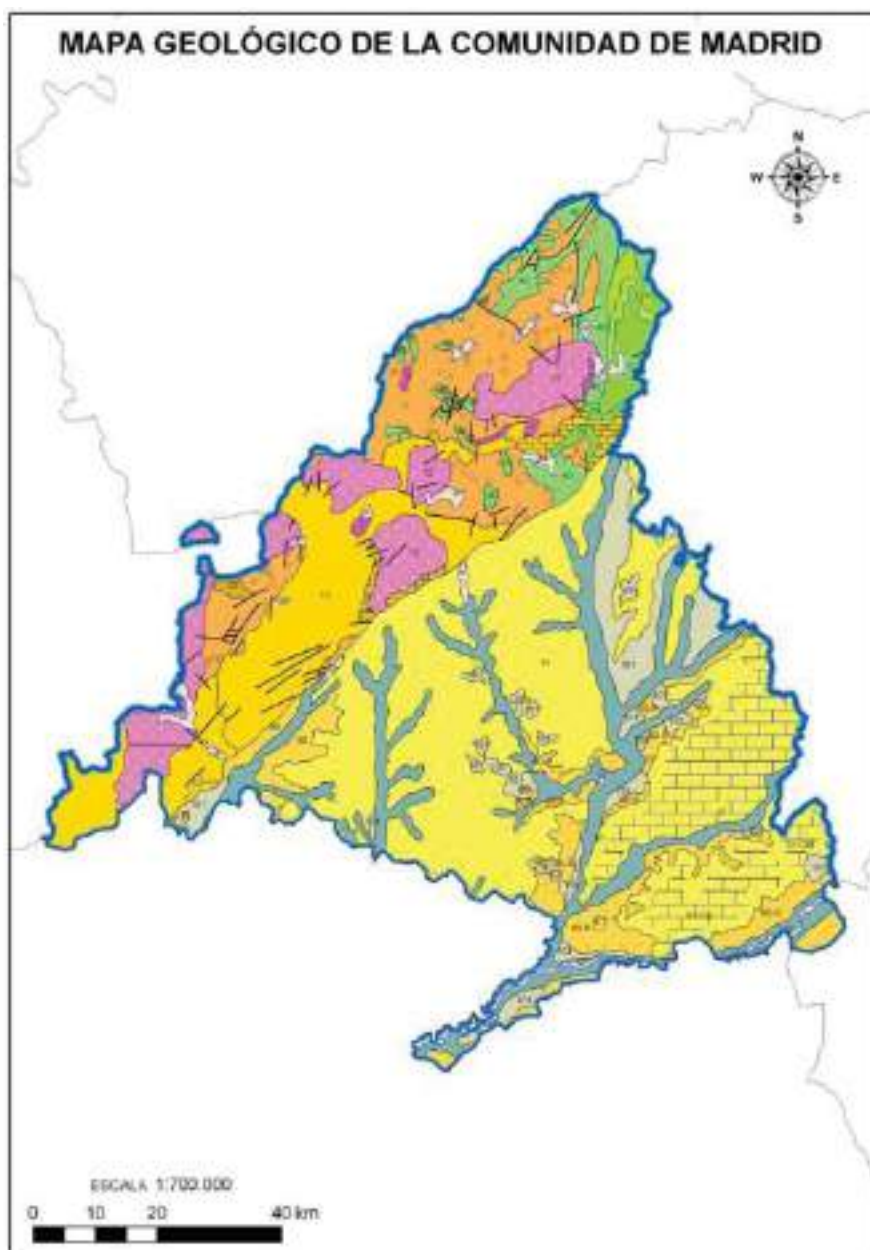


Ilustración 8. Mapa de Geológico Comunidad Madrid.

3. ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.1. Cálculo de las cuencas de estudio.

Para el estudio hidráulico se han estudiado las cuencas aportantes de la red fluvial que puede influir en la zona de estudio.

A continuación, pasamos a obtener los caudales de los periodos de retornos de estudio (10, 100 y 500 años) a través d La Norma 5.2-IC Drenaje Superficial publicada por el Ministerio de Fomento, en su versión más reciente del año 2016 (aprobada por la Orden FOM/298/2016).

3.2. Datos

Ortofotos

Primeramente, seleccionaremos las ortofotos necesarias de la zona de estudio. En la sección de descarga del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la dirección www.ign.es, haremos clic en búsqueda avanzada y seleccionaremos ortofotos PNOA Máxima Actualidad, y elegiremos la foto que nos interese, para nuestro caso se han utilizado una ortofoto en formato ECW:

Denominación de Archivos
PNOA_MA_OF_ETRS89_HU30_h25_0581_1.tif

Tabla 3. Archivos Ortofotos IGN



Ilustración 9. Ortofoto PNOA Máxima Actualidad (IGN)

Modelos digitales del terreno

Para la elaboración de la cuenca se necesita un Modelo digital del terreno, en adelante MDT, con la suficiente superficie para obtener las cuencas de estudios.

Para la obtención de las cuencas de estudios se ha utilizado el siguiente MDT.

- Modelo Digital del Terreno – MDT05

Este modelo pertenece al instituto Geográfico Nacional (IGN) y cuenta con las siguientes características:

Descripción: modelo digital del terreno 1ª Cobertura con paso de malla de 5 m.

SGR: ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y REGCAN95 en las Islas Canarias (ambos sistemas compatibles con WGS84). Proyección UTM en el huso correspondiente. También huso 30 extendido para hojas en los husos 29 y 31. Alturas ortométricas.

Ud. descarga: hojas del MTN50

Formato: COG (Cloud Optimized GeoTIFF)



Ilustración 10. Modelo Digital del Terreno (IGN)

Para la elaboración del MDT se ha utilizado el siguiente archivo.

Denominación de Archivos
PNOA_MDT05_ETRS89_HU30_0558_LID.tif
PNOA_MDT05_ETRS89_HU30_0581_LID.tif

Tabla 4. Archivos MDT-05 IGN

3.3. Definición de las cuencas de estudio

A continuación, se va enumerar y a ilustrar los pasos (los más representativos), que habrá que seguir para la determinación de las cuencas de estudio:

- Incorporación del MDT05 en ArcGIS descargado y descrito con anterioridad.
- Relleno del Modelo Digital del Terreno, evitando de esta manera, posibles errores en los datos, que nos darían lugar a sumideros y otros defectos de diferente índole.

3.4. Tratamiento de datos

Una vez descargados los MDT05 del IGN en formato ASC, se procede a la conversión del mismo a un formato Ráster para su posterior tratamiento. Para ello se utiliza la Herramienta ArcToolbox que incluye el programa, obteniendo así un modelo Ráster del Terreno.

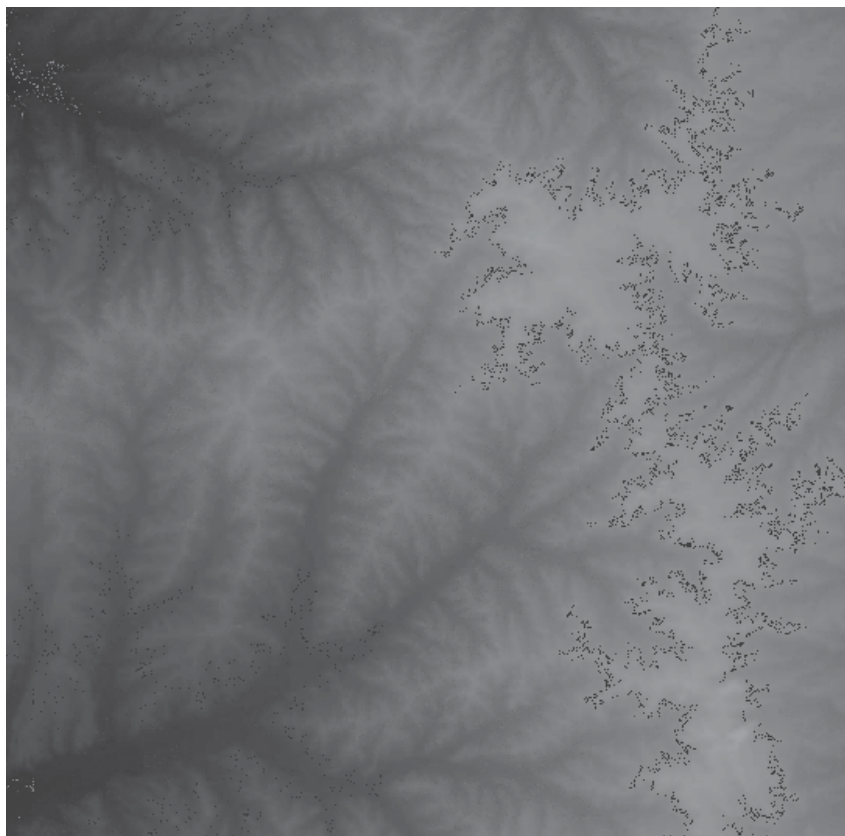


Ilustración 11. Archivo Ráster.

3.4.1 Obtención red drenaje y cuencas de estudios

Una vez obtenido el archivo Ráster realizaremos las siguientes acciones a través de la herramienta de hidrología que posee el programa ArcMap.

Fill (Relleno): Se crea un archivo para corregir los posibles errores que normalmente contiene el Modelo Digital de Elevaciones (MDT). Al realizar esta acción conseguimos corregir las depresiones existentes en el MDT.

Dirección de Flujo: Con este paso averiguaremos cuáles son las direcciones del flujo que seguirá el agua, todo ello a nivel de celda, por la cuenca.

Acumulación de Flujo: Con este archivo crearemos obtendremos la acumulación de agua para obtener la red de drenaje.

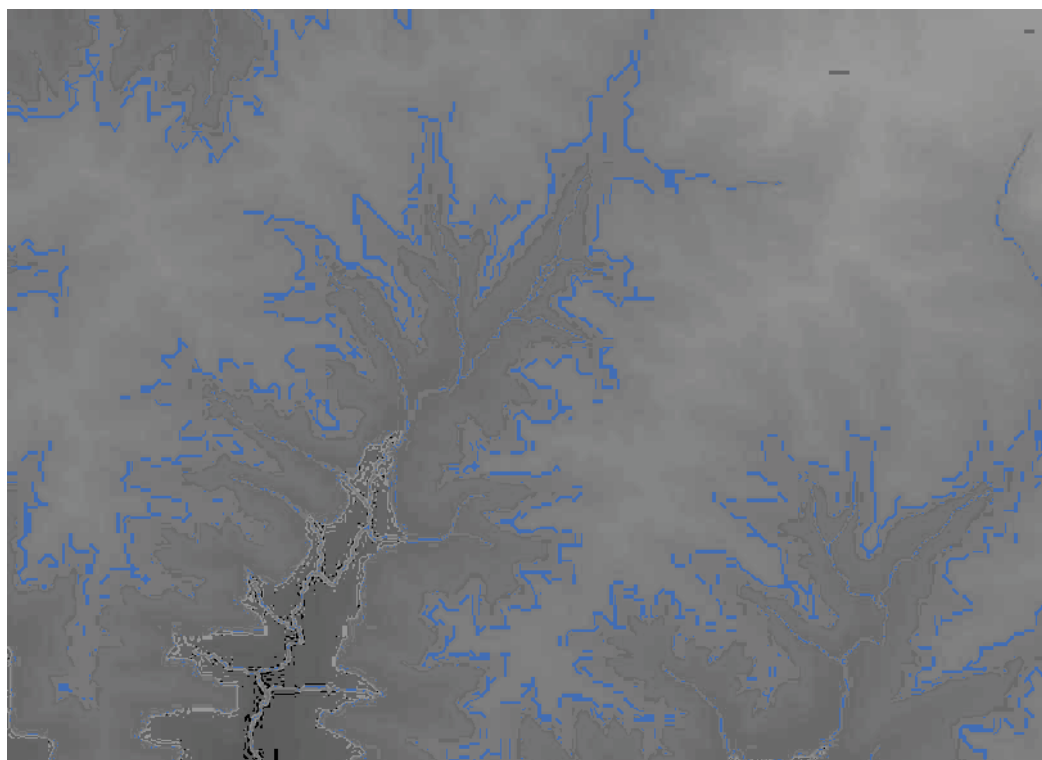


Ilustración 12. Red obtenida MDT

Se ha realizado el estudio de las redes marcadas como Dominio Público Hidráulico y no de las privadas para ver la influencia de la mismas en la implantación de la Planta Solar Fotovoltaica.

Para la comprobación de las redes hidráulicas se han tenido en cuenta los siguientes visores:

- Instituto Geográfico Nacional (IGN). <https://www.ign.es/web/ign/portal>
- IGR Hidrografía. <https://visor-hidrografia.ign.es/hidrografia/>
- Sistema Nacional Cartografía Zonas Inundables.(SNCZI). <https://sig.mapama.gob.es/snczi/>

- Visor Confederación Hidrográfica del Tajo
<https://www.chtajo.es/Paginas/default.aspx>

3.4.2 Cuencas de estudio

Para la zona de estudio hemos identificados cinco cuencas con sus sendas redes de drenaje que son las posibles redes potenciales de afectar a las parcelas de la zona de estudio.

A continuación, se muestran los datos de cada una de las cuencas hidrológicas que se van a estudiar.

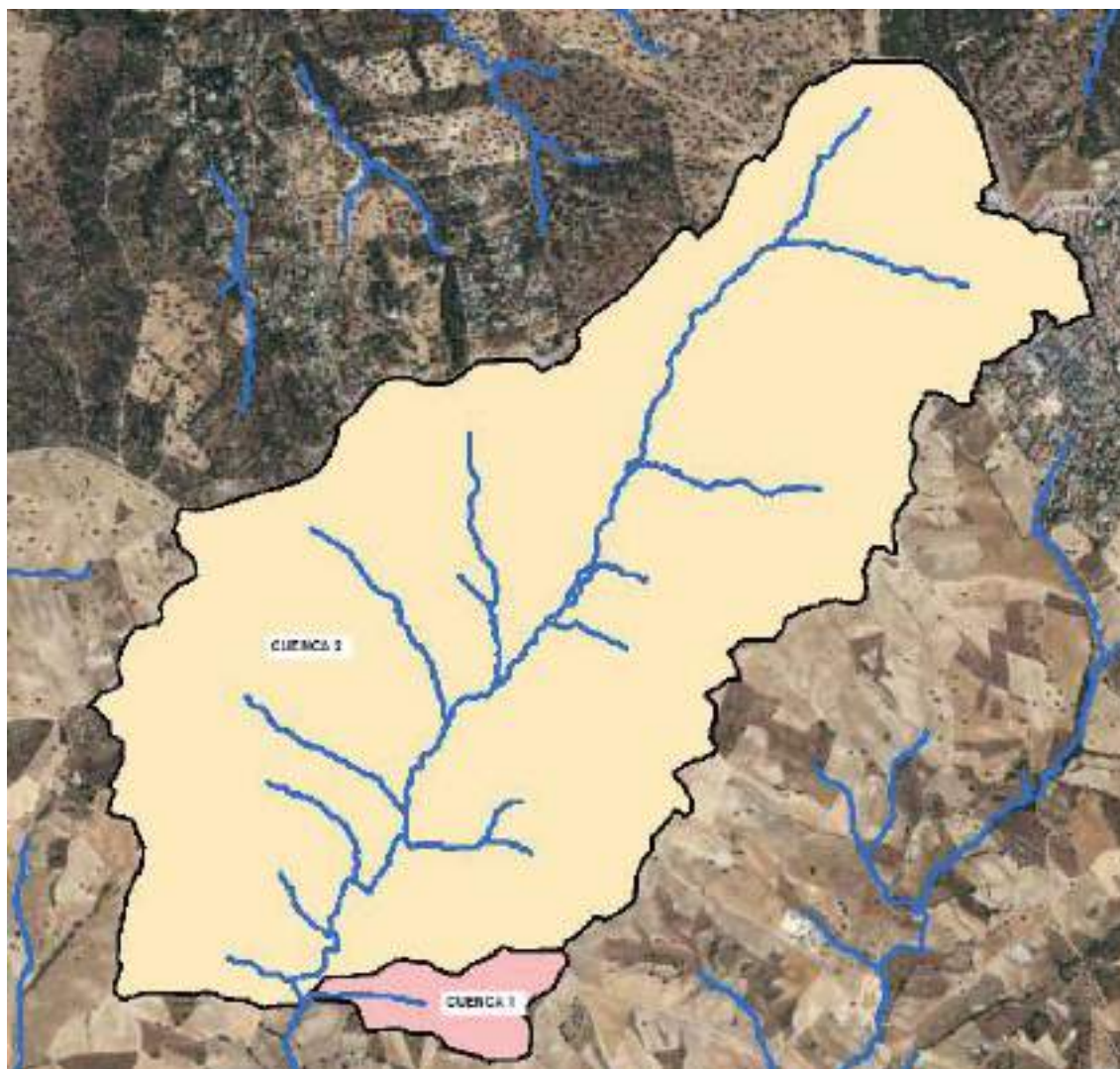


Ilustración 13. Cuencas Conjunta zona de Estudio

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 1. ARROYO INNOMINADO	
Superficie	0,204 Km ²
Longitud Red Drenaje	0,745 km
Punto Alto	622,596 m
Punto Bajo	593,187 m
Pendiente Media del Tramo	3,95 %

Tabla 5. Características Físicas Cuenca 1

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 2. ARROYO DE LA RETAMOSA	
Superficie	5,706 Km ²
Longitud Red Drenaje	4,159 km
Punto Alto	658,382 m
Punto Bajo	593,057 m
Pendiente Media del Tramo	1,57 %

Tabla 6. Características Físicas Cuenca 2

4. CALCULO CAUDALES CUENCAS DE ESTUDIO

En el presente apartado se va a proceder a realizar el cálculo del caudal máximo aportado por la cuenca para los periodos de retornos de estudios, en este caso para T 10, 100 y 500 años.

4.1. Método de cálculo

Para la obtención del caudal máximo circulante por los cursos fluviales, se procederá a seguir las directrices marcadas en la Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero, por la que se establece la nueva Instrucción de carreteras 5.2-IC “Drenaje Superficial”.

En dicha instrucción nos indica la metodología para la obtención de los caudales asociados a distintos periodos de retornos, dependiente del tamaño y naturaleza de las cuencas.

Así de este modo nos establece que:

En cuencas de área inferiores a cincuenta kilómetros cuadrados ($A < 50 \text{ Km}^2$):

- Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.

- Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos se debe aplicar el método racional.

En cuencas de áreas superiores o igual a cincuenta kilómetros cuadrados ($A > 50 \text{ Km}^2$):

- Cuando existan estaciones de aforo próximas, que se consideren suficientemente representativas, se utilizará el método estadístico.

- Cuando los caudales no puedan estimarse a partir de estaciones de aforo, se debe aplicar los métodos hidrológicos adecuados a las características de la cuenca, que se deben contractar con la información de que se disponga sobre caudales de avenidas. En la realización de estos estudios se tendrán en cuenta la información disponible sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación.

A continuación, se aprecia un esquema resumen de lo descrito anteriormente.

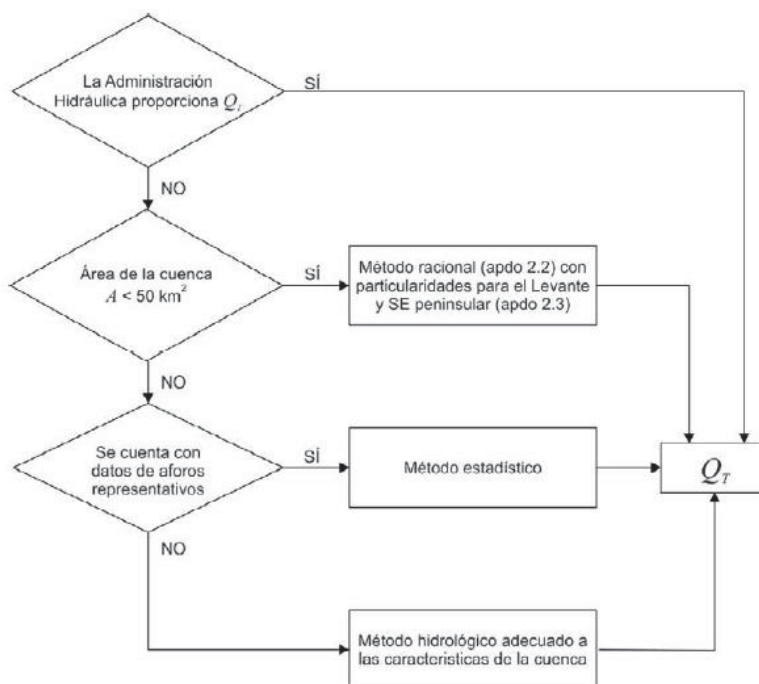


Ilustración 14. Cuadro resumen de metodología de obtención de caudales

Con lo mencionado en el párrafo anterior y aplicado a nuestra zona de estudio, y al disponer de cuencas de área inferior a 50 km², debemos aplicar el Método Racional.

4.2. Cálculo de las precipitaciones máxima diarias

Al no disponer de ninguna estación de aforo en la zona de estudio, como de ninguna estación meteorológica que contenga información representativa, se ha optado por la utilización del “Mapa de máximas lluvias diarias en la España peninsular, del Ministerio de Fomento”.

El mapa representa dos familias de líneas que definen el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias puntuales (Pm) y el coeficiente de variación Cv de dicha ley.

La siguiente imagen reproduce un fragmento de la casilla “3-3. MADRID”, correspondiente a la zona donde se ubica el presente proyecto.

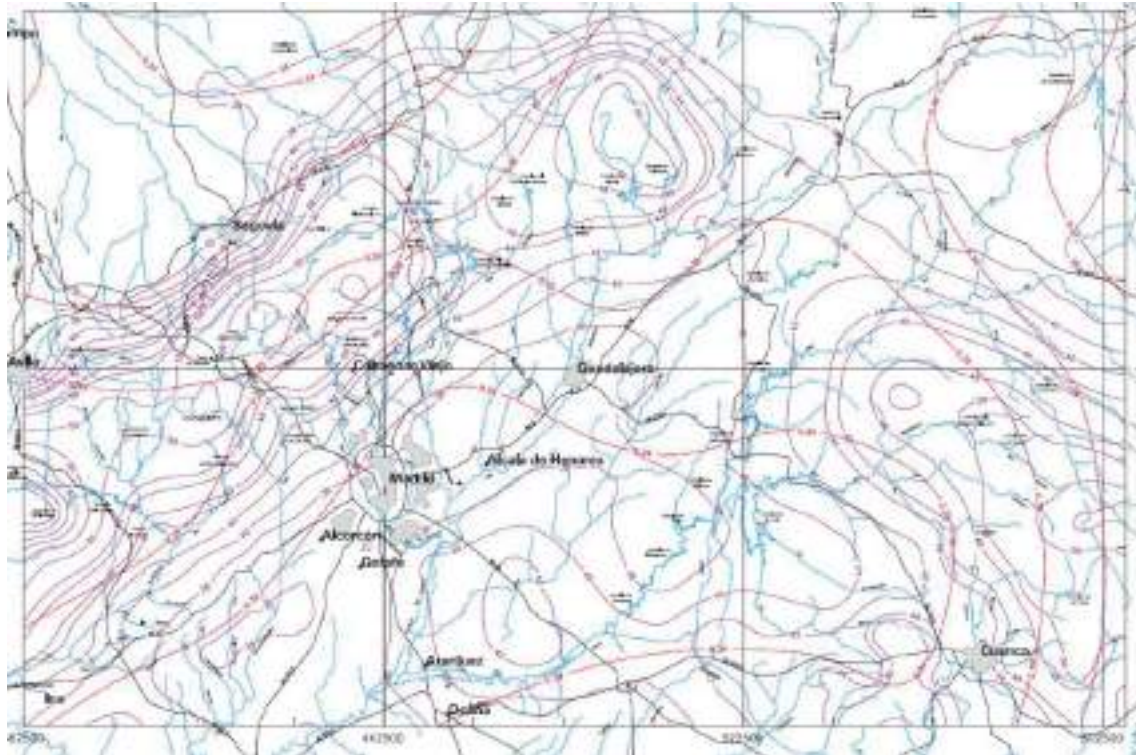


Ilustración 15. Mapa de Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular

El parámetro CV permite determinar el factor K_T , función de CV y T, que multiplicado por el valor medio P, da como resultado la precipitación máxima diaria asociada a cada período de retorno T.

Para nuestro caso se han determinado un valor de **CV = 0,34** y un valor medio de precipitaciones de **40 mm**.

4.3. Método racional

3.4.1 Fórmula general de cálculo

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un período de retorno T, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

Q_T (m³/s) = Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.

$I(T, t_c)$ (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.

C (adimensional) = Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

A (Km²) = Área de la cuenca o superficie considerada.

K_t (adimensional) = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

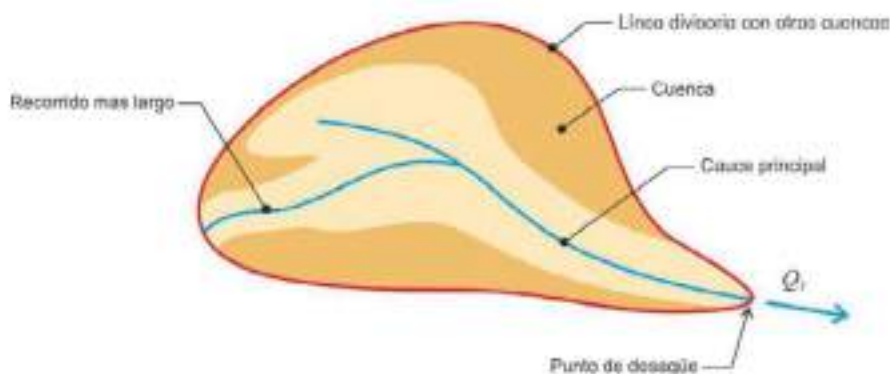


Ilustración 16. Esquema de cuenca por el Método Racional

3.4.2 Cálculo del tiempo de concentración

Se entiende por tiempo de concentración el tiempo que tarda en llegar al punto considerado, la gota de agua caída en el punto más desfavorable de la cuenca. En el caso normal de cuencas en las que predomine el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos, el tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de la precipitación se podrá deducir de la fórmula siguiente

Las diversas metodologías existentes para determinar el tiempo de concentración de una cuenca a partir de sus parámetros morfométricos han sido determinadas a partir de ajustes empíricos de registros hidrológicos.

El tiempo de concentración de la cuenca es muy importante porque en los modelos lluvia-escorrentía, la duración de la lluvia se asume igual al tiempo de concentración de la cuenca, puesto que es para esta duración cuando la totalidad de la cuenca está aportando al proceso de escorrentía, por lo cual se espera que se presenten los caudales máximos. Las diversas metodologías existentes para determinar el tiempo ajustes empíricos de registros hidrológicos.

Debido a las diferentes formas como fueron concebidas estas expresiones, la variabilidad de los resultados entre una y otra puede ser bastante alta, razón por la cual el criterio del analista juega un papel fundamental en la definición del tiempo de concentración de una determinada cuenca.

- **Instrucción 5.2 I.C. Drenaje Superficial Instrucción Carreteras**

t_c : Tiempo de concentración en horas,

L_c : Longitud del cauce principal en kilómetros,

J_c : Pendiente media del cauce.

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

- **Williams**

A: área de la cuenca en millas cuadradas,

L: distancia en línea recta desde el sitio de interés al punto más alto en millas.

S_o : diferencia de cotas entre los puntos más extremos dividida por L en porcentaje,

d: diámetro de una cuenca circular con área A en millas.

$$T_c = \frac{L A^{0.4}}{D S_o^{0.2}}$$

- **Kirpich**

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%).

L: longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria siguiendo en cauce principal en kilómetros.

S_o : diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente en m/m.

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

- **California Culverts Practice**

Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.

L = longitud del curso de agua más largo (m),

H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida (m).

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

- **Giandotti**

T_c= tiempo de concentración (horas)

S= área de la cuenca (km²)

L= longitud del cauce principal (km)

i= elevación media de la cuenca o diferencia de nivel principal (m).

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}, \text{ Siempre que } \frac{L}{3600} \geq T_c \geq \frac{L}{3600+1.5}$$

- **Ecuación de retardo SCS**

Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que $t_c = 1.67 \times$ retardo de la cuenca.

L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo (m),

CN = Número de curva SCS,

S = pendiente promedio de la cuenca (m/m).

$$t_c = \frac{0.0136.L^{0.8}\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$$

- **Ventura-Heras**

t_c = tiempo de concentración (horas), i = pendiente media del cauce principal (%),
 S = área de la cuenca (km²), L = longitud del cauce principal (km), a = alejamiento medio

$$T_c = a \frac{S^{0.5}}{i}, \text{ Siendo } 0.05 \leq a \leq 0.5$$

$$a = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

- **Bransby-Williams**

T = tiempo de concentración (horas), L = distancia máxima a la salida (km), D =
diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (km²), M = área de
la cuenca (km²), F = pendiente media del cauce principal (%)

$$T = \frac{L}{1,5 D} \sqrt[5]{\frac{M^2}{F}}$$

- **Passini**

t_c = tiempo de concentración (horas), i = pendiente media del cauce principal (%),
 S = área de la cuenca (km²), L = longitud del cauce principal (km), a = alejamiento medio

$$T_c = a \frac{(SL)^{1/3}}{i^{0.5}}, \text{ Siendo } 0.04 \leq a \leq 0.13$$

$$a = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

- **Izzard**

Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 3800 .

i = intensidad de lluvia (mm/h), c = coeficiente de retardo, L = longitud de la trayectoria de flujo (m), S = pendiente de la trayectoria de flujo (m/m).

$$t_c = \frac{525 \cdot (0.0000276 \cdot i + c) \cdot L^{0.33}}{S^{0.333} \cdot i^{0.667}}$$

- **Federal Aviation Administration**

Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers: el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.

C = coeficiente de escorrentía del método racional,

L = longitud del flujo superficial (m),

S = pendiente media del tramo

$$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C) \cdot L^{0.50}}{S^{0.333}}$$

- **Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley, Aron y Erborge**

Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteraciones debido a que tanto I (Intensidad de lluvia) como T_c son desconocidos, la superposición de una curva de intensidad – duración – frecuencia da una solución gráfica directa para T_c

L = longitud del flujo superficial (m), n = coeficiente de rugosidad de Manning, I = intensidad de lluvia, mm/h, S = pendiente promedio del terreno (m/m).

$$t_c = \frac{7 \cdot L^{0.6} \cdot n^{0.6}}{I^{0.4} \cdot S^{0.3}}$$

De todos los tiempos de concentración expuestos el que se adecua mejor a las características de la zona de estudio es el método de la Instrucción 5.2 I.C. Drenaje Superficial Instrucción Carreteras

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

Para la aplicación de la fórmula necesitaremos la longitud del tramo de río y la pendiente del mismo, datos ya obtenidos.

Consultar valores de tiempo de concentración en el anejo de cálculos.

4.4. Intensidad de precipitación

Se La intensidad de precipitación I (T,t) correspondiente a un período de retorno T, y a una duración del aguacero t, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, la obtenemos mediante la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

I_d (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T.

F_{int} (adimensional) = Factor de intensidad.

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca QT, es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_c$) de dicha cuenca.

4.4.1 Intensidad media diaria

Las Intensidades de lluvia a partir de las Precipitaciones máximas diarias P_d , según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma serían las siguientes:

$$I = \frac{P \text{ [mm]}}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

Consultar tabla de intensidad media diaria en anejo de cálculos.

Factor reductor (KA) de la precipitación por área de la cuenca

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca KA, tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Si } A < 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 \\ \text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15} \end{aligned}$$

En nuestro caso, y para cada una de las cuencas obtendremos el siguiente valor de KA. para cada una de las cuencas.

Consultar valores de factor reductor por área de las cuencas en el anejo de cálculos.

4.4.2 Intensidad media diaria de precipitación corregida (Id)

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T, se obtiene mediante la fórmula.

$$I_t = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

Pd = Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T (mm).

KA = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (adimensional).

Consultar tablas de intensidad media diaria y corregidas en anejo de cálculos.

4.4.3 Factor de intensidad Fint.

Según la definición de la Normativa, el factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t.
- El período de retorno T, si se dispone de curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \text{máx}(F_a, F_b)$$

Donde:

- Fa (adimensional) = Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/I_d).
- Fb (adimensional) = Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

4.4.4 Obtención de Fa

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287t^{0,1}}$$

Donde:

- Fa (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/I_d).

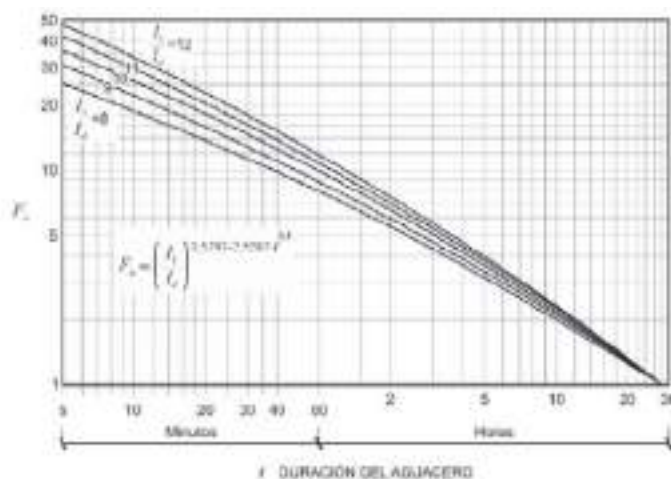


Ilustración 17. Factor Fa

- I1/I_d (adimensional): Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del siguiente mapa del Índice de Torrencialidad (I1/I_d).

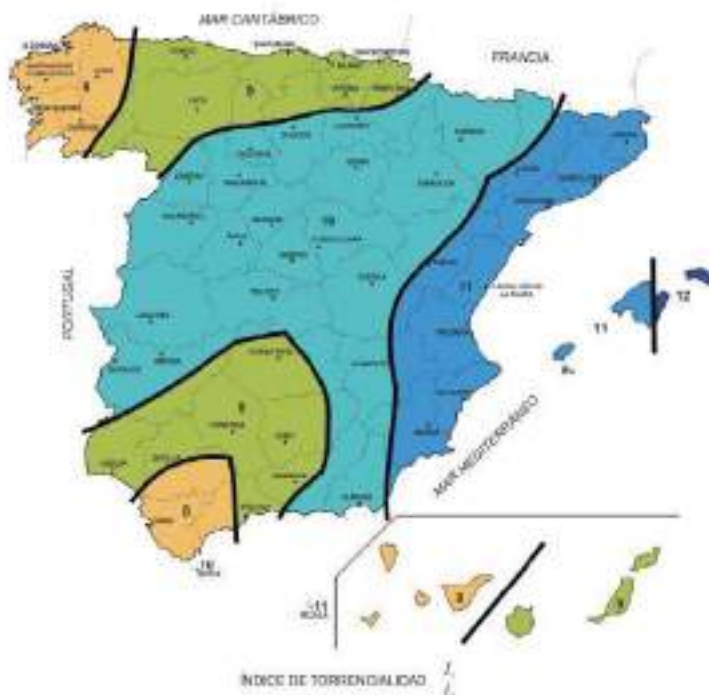


Ilustración 18. Mapa Índice de Torrencialidad

- t (horas): Duración del aguacero.

Para la obtención del factor F_a , se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t=t_c$).

En nuestro caso, el Índice de Torrencialidad (I1/I_d) adquiere el **valor 8**

Considerando que se debe particularizar la expresión para que el tiempo de duración del aguacero sea igual al tiempo de concentración ($t=t_c$), obtenemos el siguiente valor.

Consultar valores de factor de reducción de la precipitación por área de la cuenca en el anejo de cálculos.

4.4.5 Obtención de F_b (adimensional)

Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T/t_c)}{I_{IDF}(T/24)}$$

Donde:

- IIDF (T,tc) (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración tc, obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo “Figura 2.5 Obtención del factor Fb”.

- IIDF (T,24) (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas (t=24), obtenido a través de curvas IDF “Figura 2.5 Obtención del factor Fb”.

- kb (adimensional) = Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar kb=1,13.

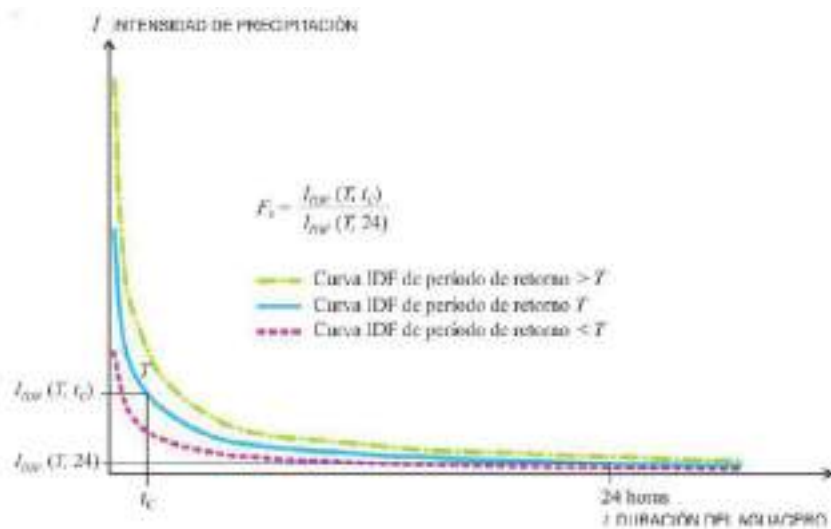


Ilustración 19. Obtención de Fb

4.4.6 Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF)

El estudiar las precipitaciones y conocer su distribución temporal permite realizar los estudios de crecidas o proporcionar modelos precipitación-escorrentía, proporcionando una correcta información para realizar un adecuado diseño y dimensionamiento de las obras civiles.

Para ello, es necesario conocer las intensidades de precipitación, para distintos períodos de retorno. La falta de la disponibilidad de registros de caudales, o la insuficiente duración de éstos, como para hacer los análisis de frecuencia requeridos, requiere utilizar la información pluviométrica de las estaciones distribuidas en las zonas de estudio.

Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) permiten conocer el comportamiento de las precipitaciones a través de una curva que indica la intensidad media en función de la duración y la frecuencia, aportando así, patrones de conductas de las lluvias. Son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la

intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Témez, 1978).

Además, es importante considerar otras variables, como son la intensidad de precipitación, la frecuencia o la probabilidad de excedencia de un determinado evento. La intensidad, según Ven te Chow (1994), se define como la profundidad de precipitación, por unidad de tiempo (mm/hr):

$$i = \frac{P}{Td}$$

Es preciso señalar, que cuando sólo se dispone de un pluviómetro en una estación, sólo se podrá conocer la intensidad media en 24 horas. Como se comprenderá, esta información puede inducir a grandes errores por defecto, por cuanto las lluvias de corta duración son, en general, las más intensas. Es natural entonces que las determinaciones de intensidades de lluvia se hagan a partir de los registros proporcionados por los pluviógrafos.

4.5. Construcción de las curvas IDF

La construcción de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) puede realizarse de diversas maneras. La primera, llamada de intensidad - período de retorno, relaciona estas dos variables para cada duración por separado, mediante alguna de las funciones de distribución de probabilidad usadas en hidrología. Otra manera, relacionando simultáneamente la intensidad, la duración y el período de retorno en una familia de curvas. Otra forma es el planteado por Témez (1978), el cual relaciona las intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno.

Estas metodologías, permiten dibujar las curvas IDF de aquellas zonas en las que exista información pluviométrica, seleccionando los coeficientes de duración y frecuencia de la estación más cercana.

Otra forma de desarrollar las curvas IDF es a través de una forma analítica propuesta por Aparicio (1997). Dicho autor plantea la alternativa de obtener una ecuación que genere las curvas IDF a través de un modelo de regresión lineal múltiple ponderada, extrapolando la ecuación generada, a zonas que carezcan de registros pluviográficos y que se encuentren relativamente cerca.

$$I = \frac{kT^m}{D^n}$$

Siendo **k**, **m** y **n** constantes de regresión lineal múltiple, **T** es el período de retorno en años, **D** la duración en minutos u horas, **I** la intensidad de precipitación en mm/hr.

Luego, aplicando los logaritmos a la ecuación propuesta, se pretende llegar a un modelo de regresión lineal múltiple, expresada en la ecuación:

$$\log I = \log k + m \log T - n \log D$$

$$y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Donde

$$y = \log I \qquad a_0 = \log k$$

$$X_1 = \log T \qquad a_1 = m$$

$$X_2 = \log D \qquad a_2 = -n$$

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

Consultar las tablas de regresión de los datos y regresión potencial para los periodos de retorno de estudio en el anexo de cálculos.

En función de las duraciones de aguacero, podemos establecer un cuadro de Intensidades de lluvia de nuestra cuenca de aportación y calcular el factor Fb y el factor de intensidad.

$$I_b = k_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

Consultar las tablas de intensidades para los periodos de retorno de estudio y factor Fb y factor de intensidad en el anexo de cálculos.

4.6. Coeficiente de escorrentía

4.6.1 Fórmula de cálculo

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I(T, tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía C, se obtendrá mediante la siguiente formula, representada gráficamente en la figura.

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > p_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq p_0 \quad C = 0$$

Donde:

- C (adimensional) = Coeficiente de escorrentía.
- Pd (mm) Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado).
- Ka (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la
- P0 (mm) Umbral de escorrentía.

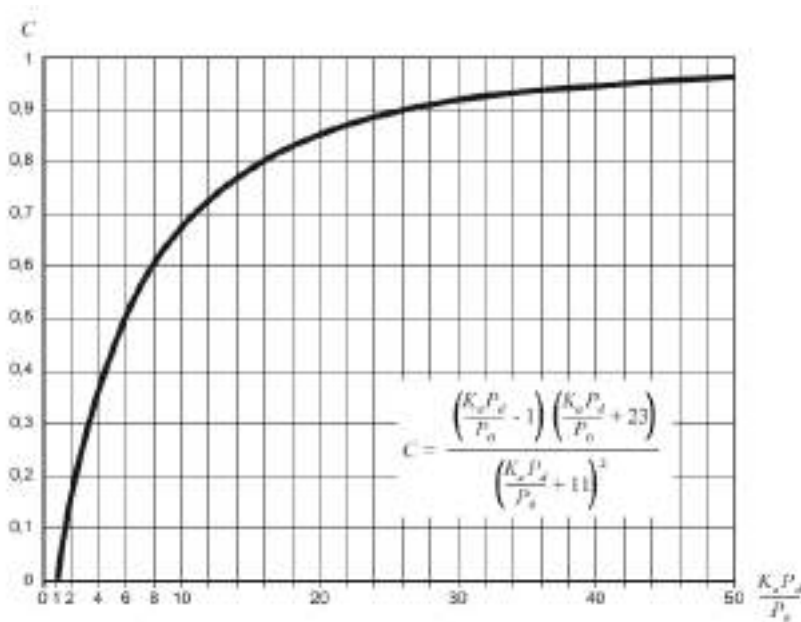


Ilustración 20. Determinación del Coeficiente de Escorrentía

4.7. Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía P0, representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Donde:

- P_0 (mm) = Umbral de escorrentía.
- P_{0i} (mm) = Valor inicial del umbral de escorrentía.
- β (adimensional) = Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Valores de P_0

Los servicios de Mapas de Cultivos y Aprovechamientos (MCA) contienen información del Mapa de usos y sobrecargas del terreno, englobada en los siguientes temas:

- Mapa de Cultivos 1980-1990: Los datos agrarios de este MCA se corresponden a la década de los años 80 y su digitalización se realizó durante los años 90.
- Mapa de Cultivos 2000-2010

El Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España a escala 1:50.000 de los años 2000-2010, generado por el antiguo Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), corresponde a una cartografía a nivel nacional sobre los usos y aprovechamientos del suelo.

Este mapa es la actualización de la anterior versión del Mapa de Cultivos y Aprovechamiento (MCA) de los años 1980-1990. En esta cartografía se delimitan y describen los cultivos y aprovechamientos del suelo de todo el territorio nacional, mediante el empleo de códigos, que se agrupan en usos y sobrecargas. Los códigos empleados son textos que llevan asociados superíndices y subíndices, con el fin de describir de forma precisa el cultivo representado. Así, los subíndices y superíndices empleados son:

- subíndices y superíndices numéricos, indican porcentajes de ocupación del suelo y de cabida cubierta respectivamente;
- en masas forestales se pueden encontrar también los superíndices “r” (replantación), “mb” (monte bajo), “lz” (latizal) y “f” (fustal). Los cultivos y aprovechamientos especificados en el mapa se agrupan

Los cultivos y aprovechamientos especificados en el mapa se agrupan en los siguientes usos:

- SUPERFICIE CULTIVADA: - Cultivos Herbáceos en secano y regadío. - Cultivos forzados y Huerta. - Frutales en secano y regadío. - Viñedo en secano y regadío. - Olivar en secano y regadío. - Prados. Pastizales. Matorrales.
- ESPECIES FORESTALES: - Coníferas. - Viveros. - Frondosas.
- IMPRODUCTIVOS: - Improductivos de infraestructuras. - Improductivos agua.

El propósito de esta cartografía es básico para el desarrollo de estudios agronómicos, medioambientales, de diseño de infraestructuras y estudios hidráulicos, permitiendo obtener información georreferenciada y alfanumérica, con el nivel de detalle que se desee y limitada a cualquier división administrativa (municipios, provincias, CCAA y

nacional).

El método de trabajo para la elaboración del mapa de Cultivos y Aprovechamientos 2000-2010 es el siguiente: recopilación de la información existente y preparación de la cartografía básica. Se trata de obtener la información digital y en papel de las antiguas hojas del MCA 1:50.000 procedente del antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), de obtener la información digital del Mapa forestal 1:50.000, de obtener las ortofotografías digitales clasificadas por hoja 1:50.000, de obtener las imágenes de satélite de primavera y de verano, de la obtención de diversos ráster con información de diferentes registros: Registro Oleícola , Registro Vitícola, Registro Citrícola, Registro Frutos Cáscara , caracterización de regadíos, etc. Esta información de partida es variable por zonas y se integra en el software Dinamap.

Se teselan y fotointerpretan las zonas donde se observa un uso homogéneo, con integración de la información disponible. Producción de diversas salidas graficas e informes que componen las Carpetas de Visita a Campo por hoja 50.000.

Trabajo de campo en el que se visitan los recintos que no se han podido codificar durante el trabajo de gabinete. En la digitalización de los recintos de usos sobre ortofoto, se presta especial atención en garantizar la continuidad de las líneas, carreteras, ríos, en las hojas colindantes. Confrontación de la información gráfica y alfanumérica con corrección de errores, incorporación, tanto de la información gráfica como alfanumérica a la Web.

La inclusión de estos servicios en este visor GIS permite a los usuarios interesados consultar el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de toda España, además de la combinación con otros servicios y obtener información auxiliar de otras capas que permiten saber en cada momento en qué ámbito espacial nos encontramos. Se denomina Tesela a la unidad mínima de recogida de información en el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, cada uno de los recintos o polígonos que componen esta cartografía, con unas características homogéneas en su interior.

La serie cartográfica del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos que aquí se presenta, posee una precisión de escala 1/50.000, la misma que la cartografía en formato analógico. La posibilidad de trabajar con ella en formato digital, nos permite analizarla mediante procedimientos informáticos y acceder a las distintas hojas individualizadas o a aquéllas que cubren cada municipio mediante un sistema de menús y opciones accesibles mediante el puntero del ratón.

En función de la resolución de pantalla que estemos utilizando, al seleccionar una hoja 1/50.000 el resultado obtenido será diferente. Si estamos trabajando con una resolución de 800 x 640, 1152 x 864 o de 1024 x 768 al seleccionar una hoja y centrarse

ésta en pantalla lo que podremos ver es una versión generalizada de los usos de la hoja. En este caso tendremos que hacer zoom para ver una parte de la hoja con más detalle. Si la resolución es de 1280 x 1024 o mayor, al seleccionar la hoja y centrarla en pantalla podremos ver la hoja del MCA menos generalizada. Por ello hemos de tener en cuenta que al seleccionar una hoja 50.000 o un municipio quizá tengamos que hacer zoom para alcanzar una escala de más detalle y poder visualizar los datos en su pleno detalle.

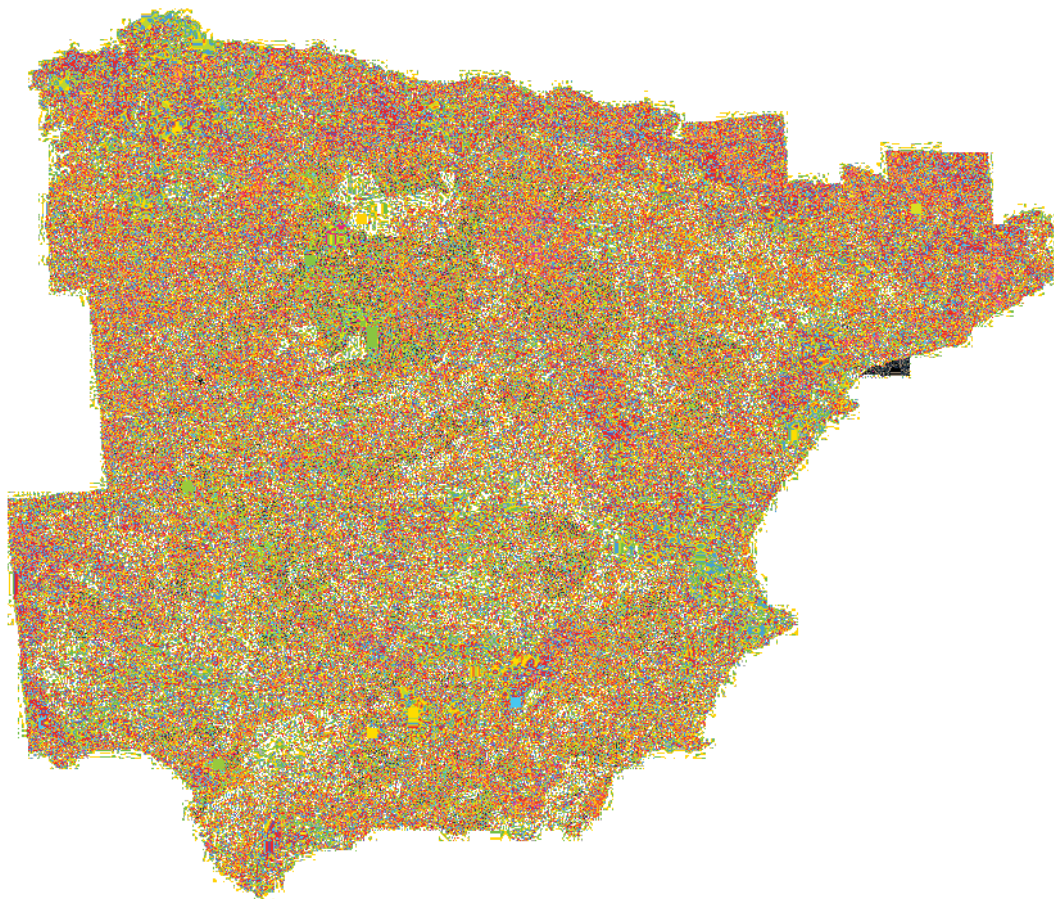


Ilustración 21. Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra (MIAMBIENTE)

Consultar la tabla de la distribución según el tipo de suelo y determinación ponderada del umbral de escorrentía en el anejo de cálculos.

Coeficiente de corrector del umbral de escorrentía β

Según la Norma 5.2 IC, al no disponer de información suficiente en la propia cuenca de cálculo o en cuencas próximas similares, para llevar a cabo la calibración, se recomienda tomar el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de la tabla 5, correspondientes a las regiones de la misma.



Región	Valor medio (A _m)	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), P:				
		90%	95%	99%	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
12	0,95	0,20	0,25	0,40	0,75	0,90	1,10	1,30	1,50
13	0,80	0,15	0,20	0,40	0,70	0,80	1,00	1,20	1,40
21	1,20	0,20	0,30	0,50	0,70	0,80	1,10	1,40	1,60
22	0,50	0,10	0,20	0,35	0,70	0,80	1,10	1,20	1,30
23	0,70	0,20	0,30	0,50	0,70	0,80	1,10	1,40	1,60
24	0,70	0,15	0,20	0,35	0,70	0,80	1,10	1,30	1,50
25	0,80	0,15	0,20	0,35	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
33	0,70	0,20	0,30	0,50	0,70	0,80	1,10	1,30	1,50
41	1,20	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
42	2,20	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,10	1,40	1,70
51*	0,70	0,15	0,20	0,35	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
61*	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,10	1,30	1,50	1,70
72	0,90	0,20	0,25	0,40	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
80	2,10	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
81	2,00	0,20	0,30	0,50	0,70	0,80	1,10	1,30	1,50
91	1,20	0,15	0,20	0,35	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
92	0,70	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50

Ilustración 22. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Considerando entonces, la **REGIÓN 32**, zona donde se sitúa nuestra zona de estudio, se establece, salvo justificación por el organismo de cuenca, que el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía a adoptar en el cálculo se debe corresponder con el valor medio β_m recogido en la tabla 2.5, sin efectuar correcciones asociadas al nivel de confianza del ajuste estadístico utilizado. Teniendo en cuenta esto, determinamos para nuestro caso el valor de **1,00**.

Consultar tablas de coeficientes de umbrales de escorrentía, coeficientes corregidos y coeficientes de escorrentía de los distintos periodos de retorno en el anejo de cálculos.

4.8. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

Donde:

- Kt = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación (adimensional).

- tc = Tiempo de concentración de la cuenca.

Consultar la tabla del coeficiente de distribución temporal de la precipitación en el anejo de cálculos.

4.9. Cálculo caudales de estudio.

El caudal máximo anual QT, correspondiente a un período de retorno T, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde dichos valores se han ido calculando en los puntos anteriores. Sustituyendo los mismos en la fórmula de cálculo, obtenemos el valor de nuestro caudal en la zona de salida de nuestra cuenca.

Aplicando la ecuación anterior obtenemos:

Cuenca de Estudio 1. Arroyo innominado.

T años	I (T, tc) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	24.27724047	0.20	0.1044	1.0252	0.1472
5	31.87044663	0.20	0.1742	1.0252	0.3226
10	37.38800128	0.20	0.2200	1.0252	0.4778
25	45.11257779	0.20	0.2779	1.0252	0.7283
50	50.70895465	0.20	0.3160	1.0252	0.9307
100	57.11982768	0.20	0.3559	1.0252	1.1811
200	63.95108582	0.20	0.3948	1.0252	1.4667
500	73.1732843	0.20	0.4419	1.0252	1.8786

Tabla 7. Caudales de estudio. Cuenca 1

Cuenca de Estudio 2. Arroyo de la Retamosa

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	9.778438749	5.71	0.1039	1.1414	1.8388
5	12.83684654	5.71	0.1737	1.1414	4.0346
10	15.05921898	5.71	0.2194	1.1414	5.9787
25	18.1705404	5.71	0.2773	1.1414	9.1170
50	20.42466102	5.71	0.3153	1.1414	11.6525
100	23.00684615	5.71	0.3553	1.1414	14.7894
200	25.75835489	5.71	0.3942	1.1414	18.3689
500	29.47289168	5.71	0.4413	1.1414	23.5304

Tabla 8. Caudales de estudio. Cuenca 2

A continuación, se muestra una tabla resumen con cada uno de los caudales y periodos de retornos de estudio.

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m ³ /s)
Cuenca 1. Arroyo innominado	T 10 años	0,4778
	T 100 años	1,1811
	T 500 años	1,8786
Cuenca 2. Arroyo de la Retamosa	T 10 años	5,9787
	T 100 años	14,7898
	T 500 años	23,5304

Tabla 9. Resumen caudales cuencas

5. ESTUDIO HIDRÁULICO

5.1. Definición del problema

A continuación, vamos a trabajar a de tramo de estudio, con el fin de delimitar la zona inundable y el comportamiento hidráulico para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

5.2. Obtención ortofoto y modelo digital del terreno

Vamos a obtener la ortofoto de la zona de estudio y el MDT (modelo digital del terreno) sobre el cual vamos a trabajar. En nuestro ejemplo podemos obtener la ortofoto del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Si queremos obtener la ortofoto del IGN nos iremos a la página del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la dirección www.ign.es

Primeramente, seleccionaremos la Ortofoto necesaria de la zona de estudio. En la sección de descarga de la mencionada página, haremos clic en búsqueda avanzada y seleccionaremos Ortofotos PNOA Máxima Actualidad, y elegiremos la foto que nos interese, para nuestro caso elegiremos la ortofoto en formato ECW siguiente que previamente hemos adaptado su tamaño a la zona de estudio a través de un programa Sig:



Ilustración 23. Ortofoto PNOA Máxima Actualidad (IGN)

Para el archivo de MDT partiremos de los ficheros digitales con información altimétrica de la nube de puntos LIDAR distribidos en ficheros de 2x2 km de extensión del IGN (Instituto Geográfico Nacional) del Ministerio de Fomento del gobierno de España.



Ilustración 24. Modelo Digital Terreno-MDT02 (IGN)

En nuestro caso y para la zona de estudio, utilizaremos:

Denominación de Archivos
MDT02-ETRS89-HU30-0581-1-COB2.tif

Tabla 10. Archivos Ortofotos IGN

Mediante varios procesos se obtiene una superficie Ráster del terreno, es decir, una representación de superficies continuas derivada de una estructura de datos espacial generada a partir de procesos de triangulación.

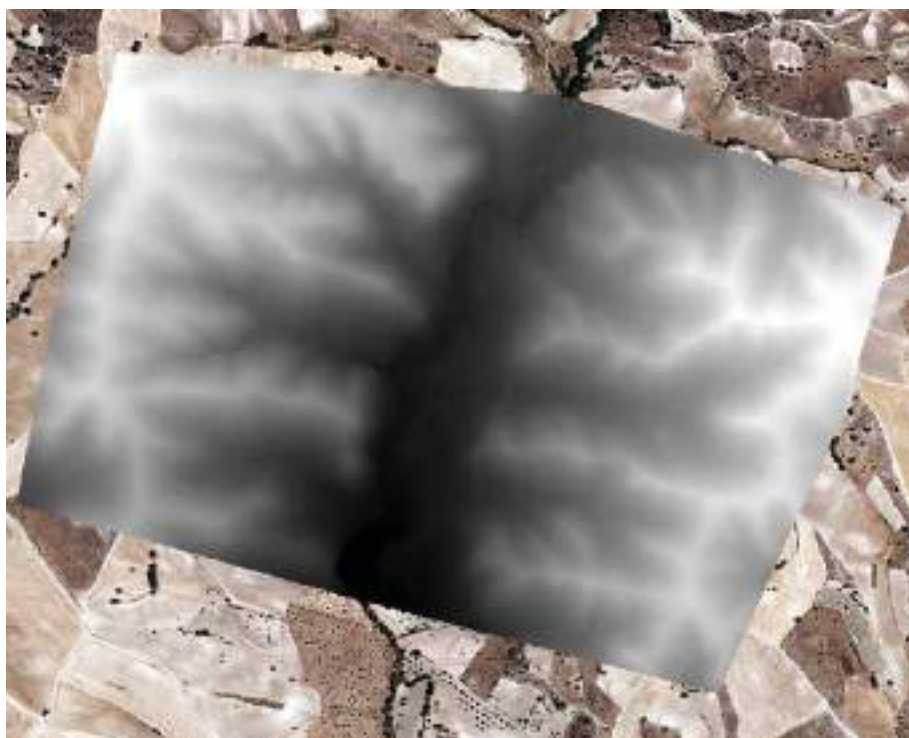


Ilustración 25. Recorte Lidar Zona de Estudio

Una vez obtenido el archivo Ráster de la zona que se va a estudiar, se convierte a través de la herramienta “Raster to ASCII”, a un formato tipo texto (.txt) para poder incorporarlo al programa Iber.

5.3. Geometría del modelo

En este apartado y a partir del archivo ASCII creado con anterioridad, procedemos a crearnos la geometría de nuestro modelo. Pero antes y para facilitarnos esta labor vamos a incorporar una imagen de fondo la cual nos servirá de guía en el resto de los procesos.

Una vez cargada la ortofoto en el proyecto, el siguiente paso será importar el archivo ASCII, es decir, el MDT. Para incorporarlo utilizaremos la herramienta “Crear RTIN”, ubicada en Herramientas Iber /RTIN/Crear RTIN.

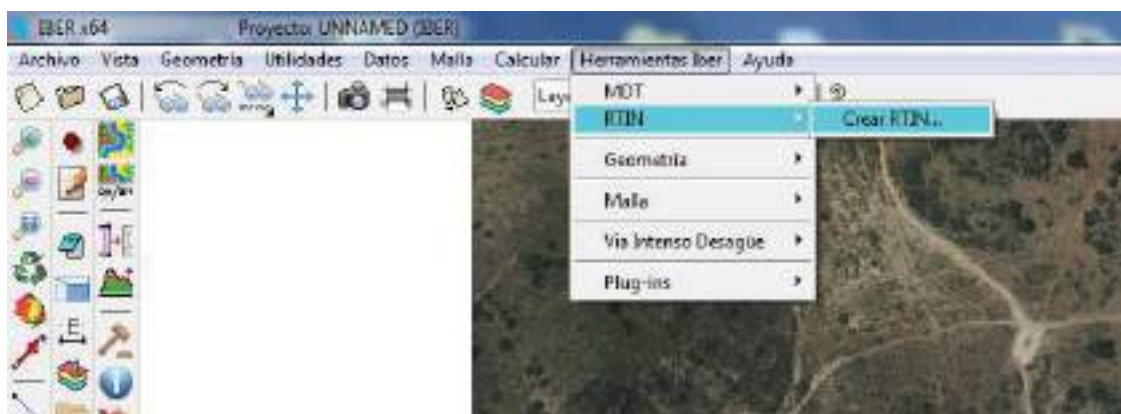


Ilustración 26. Herramientas crear RTIN.

Al realizar esta opción nos emergerá la ventana Archivo RTIN creado en la que hay que introducir los siguientes datos.

Archivo MDT original: Pulsamos en 'Buscar' y seleccionamos el archivo del terreno que queremos utilizar (como ya sabemos debe estar en formato ASCII).

Tolerancia: Se trata de la máxima diferencia (indicada en metros en vertical) que vamos a permitir que exista entre el MDT y la geometría que se va a crear. En este caso le asignamos un valor de 0.1 (10 cm).

Lado máximo y mínimo: Tendremos que establecer el tamaño máximo y mínimo que podrán tener los triángulos que se van a generar. Para este ejemplo indicamos un lado máximo de "25" y un lado mínimo de "1".

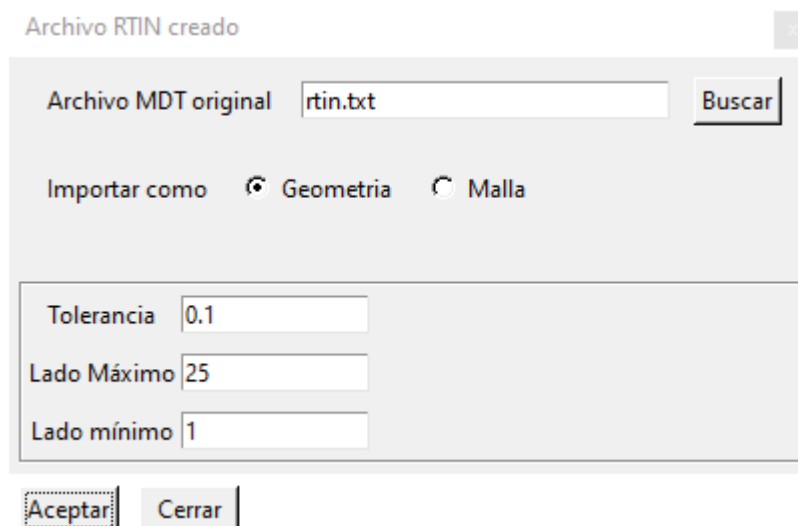


Ilustración 27. Importación archivo ASCII

Una vez que el programa lee el archivo de partida procedente del Modelo Digital del Terreno anteriormente mencionado da la opción de colapsar la geometría.

El colapso de geometría es un mecanismo utilizado por el programa para corrección de posibles errores que puedan contener la geometría a generar, por lo que es un paso importante en el modelo que siempre hay que realizar

Una vez aceptada a la opción de “Colapsar la geometría” nos emerge una ventana de Geometría Colapsada y nos pregunta que si queremos “Mallar la geometría”. Le decimos que “No” ya que ese paso lo haremos posteriormente una vez introducido todos los datos del programa.

Una vez realizado todos los procesos obtenemos la geometría de la zona de estudio tal como se muestra en la siguiente imagen.

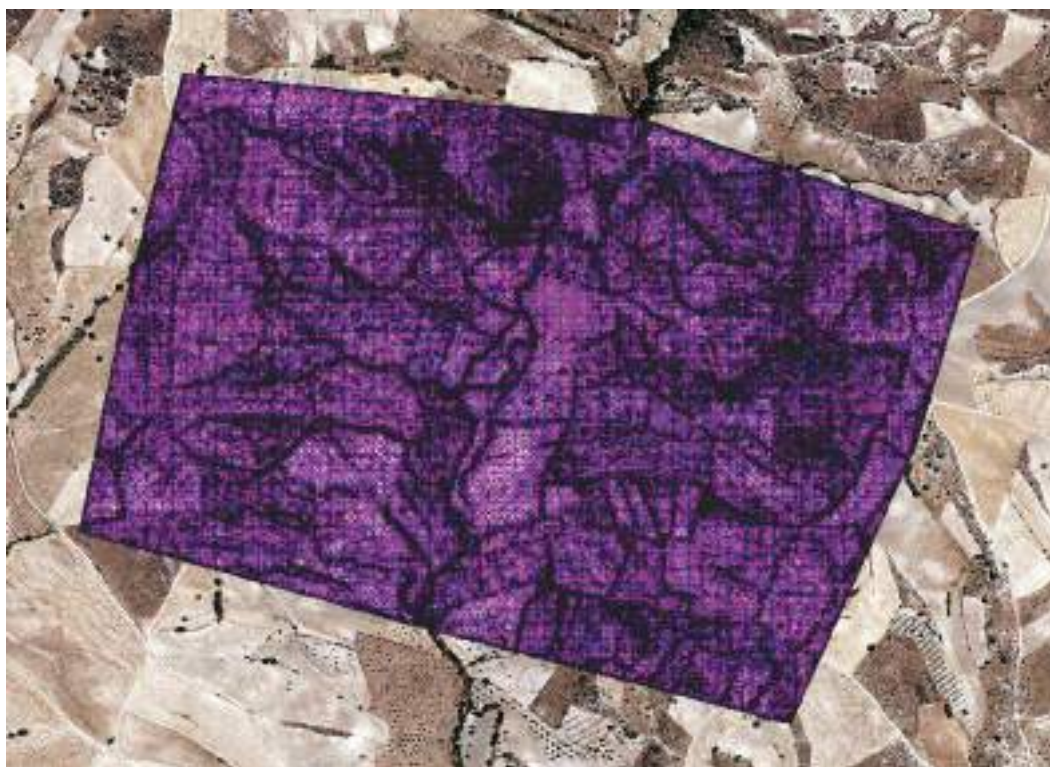


Ilustración 28. Geometría importado RTIN

5.4. Parámetros a introducir en el modelo

A continuación, vamos a explicar todos los pasos y parámetros necesarios para la computación en los modelos Iber.

- **Condiciones iniciales**

Las condiciones iniciales reflejan el estado del terreno al inicio de la simulación, es decir, indican si el terreno está seco o mojado. Como condición inicial Iber permite fijar un calado (diferencia de cotas de la lámina de agua y el terreno) o una cota (cota absoluta del agua respecto el sistema de referencia del MDT).

Es muy importante que tengamos claro cuál es el dato de partida que queremos fijar para no establecer una cota como calado o al contrario. Si el suelo se encuentra

seco al inicio de la simulación, será indiferente establecer un calado de 0 o una cota de 0 pero si queremos simular la existencia de una lámina de agua tendremos que diferenciar si el dato que tenemos es el de la profundidad del agua, o la cota que alcanza. Si nos equivocamos y asignamos un valor de cota como calado observaremos que los resultados no son acordes a la realidad.

Siguiendo con nuestro modelo vamos a realizar una simulación del territorio completamente seco al inicio de la simulación que es como se recomienda realizar este tipo de computaciones. Para ello seleccionaremos la opción para introducir las condiciones **iniciales Datos – Hidrodinámica – Condiciones Iniciales**.

Al clicar en esta opción nos emerge la ventana Condición Inicial.

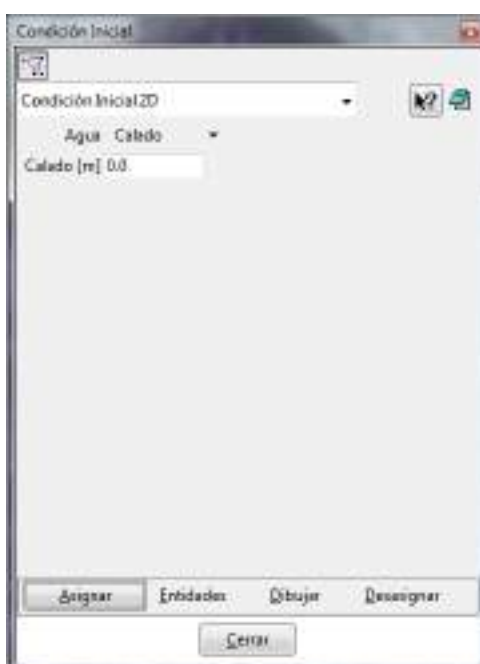


Ilustración 29. Condición inicial

Lo primero que observamos es que las condiciones iniciales se asignan a las superficies, no a las líneas como en el caso de las condiciones de contorno.

Indicamos una Condición Inicial 2D con "Calado 0", pulsamos en "Asignar" y seleccionamos todas las superficies dibujando un recuadro que seleccione toda la geometría para por último darle a la tecla ESC, quedando asignada la condición inicial en toda la geometría.

5.5. Condiciones de entrada

En la condición de entrada vamos a introducir cada uno de los caudales punta que hemos obtenido del cálculo de las cuencas de estudio y los distintos periodos de retorno. Cada modelo Iber utilizado se corresponderá a un periodo de retorno dado, no siendo posible la computación de varios periodos de retornos en un mismo archivo como si es posible en programa de similares características tipo Hec-Ras.

A tenor de los caudales obtenidos en los cálculos anteriores podría ser muy importante la simulación de esta red de drenaje, ya que puede tener consecuencias para una parte de la zona de estudio.

Por lo tanto, solo introduciremos los caudales punta para cada una de las cuencas en cada uno de los periodos de retorno estudiados T100 y T500 años.

Simularemos un régimen subcrítico con caudal constante para cada periodo de retorno estudiado. Por tanto, nos acercamos a la zona de entrada del modelo.

Una vez ubicada la zona por donde entrará el flujo de agua, seleccionamos la opción para introducir las condiciones de contorno hidrodinámicas; es decir nos dirigimos a **Datos / Hidrodinámica / Condiciones de Contorno**.

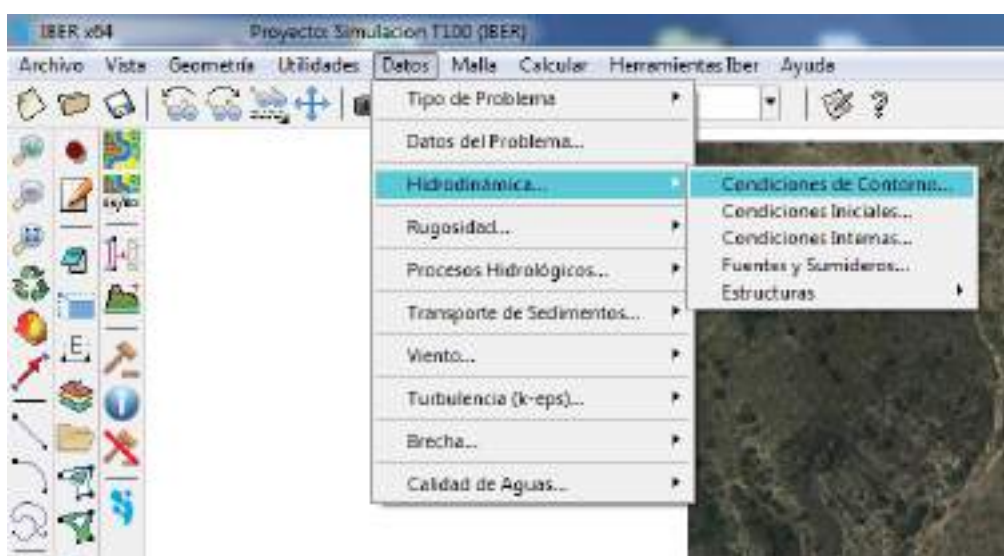


Ilustración 30. Condiciones de contorno

Al hacer clic nos emerge la ventana Análisis 2D, tal como se muestra en la figura, en la cual se nos presenta varias opciones para establecer las condiciones:

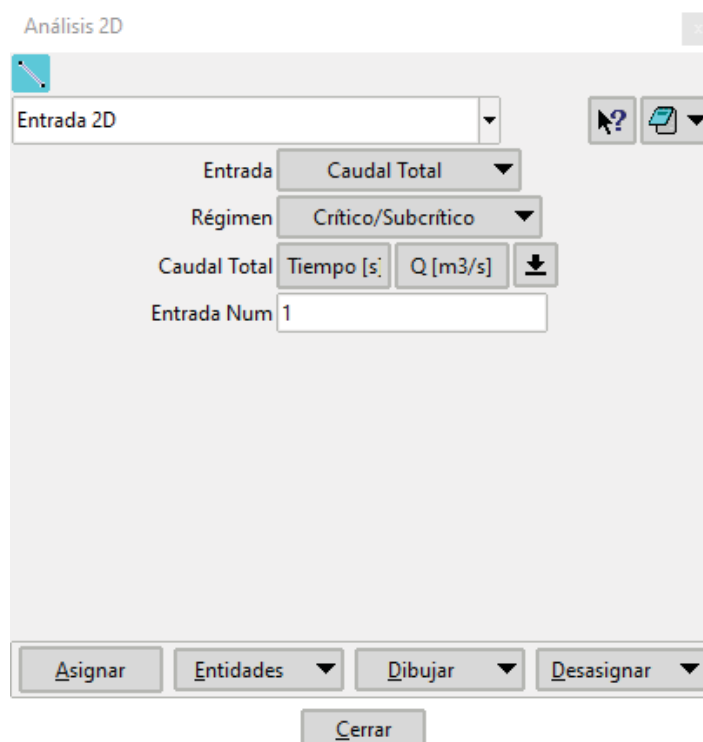



Ilustración 31. Ventana análisis 2D

Tipo de condición: Tendremos que seleccionar si vamos a establecer una condición de Entrada o de Salida; seleccionamos "Entrada 2D" en el desplegable.

Entrada: Tipo de dato de entrada; en nuestro caso simulamos un caudal constante por lo que tenemos que indicar "Caudal Total" para cada periodo de retorno estudiado (T = 10, T = 100 años y T500 años).

Régimen: Régimen de flujo a la entrada. Nosotros simularemos un régimen subcrítico a la entrada (seleccionamos "crítico/Subcrítico")

Total Discharge: Caudal total de entrada. Aquí tenemos que indicar el valor de caudal total de entrada. Para introducirlo pulsamos en el icono de la flecha  y se desplegará una tabla donde indicaremos el caudal en función del tiempo. Como vamos a simular un caudal constante, únicamente introducimos el dato correspondiente en la columna Q (m³/s) dejando la columna de tiempo a 0.

Entrada núm.: Número de entrada. Mediante esta casilla podemos introducir varios caudales, de tal forma que, si quisiéramos simular otro caudal diferente, escribiríamos "2" y rellenaríamos los datos de nuevo.

Una vez introducidos los datos, tenemos que indicar al programa el lugar por donde entra el agua. La asignación de las condiciones de contorno (entrada/salida) se realiza sobre las líneas (tal y como indica el icono de la ventana de análisis 2D) no sobre

superficies. El programa entenderá que la dirección de flujo es perpendicular al contorno de entrada, es decir, a la línea o líneas seleccionadas.

Pulsamos sobre el botón de **Asignar** y seleccionamos el conjunto de líneas por donde entra el agua al modelo.

En ocasiones al realizar una asignación seleccionaremos sin querer alguna superficie de más en la geometría. En caso de que esto ocurra, como es nuestro caso, IBER presenta una herramienta de gran utilidad con la que podemos eliminarlas aquellas entidades no deseadas. Para ello hacemos clic con el botón derecho en cualquier lugar de la pantalla y clicamos en **Contextual – Ventana de Selección**

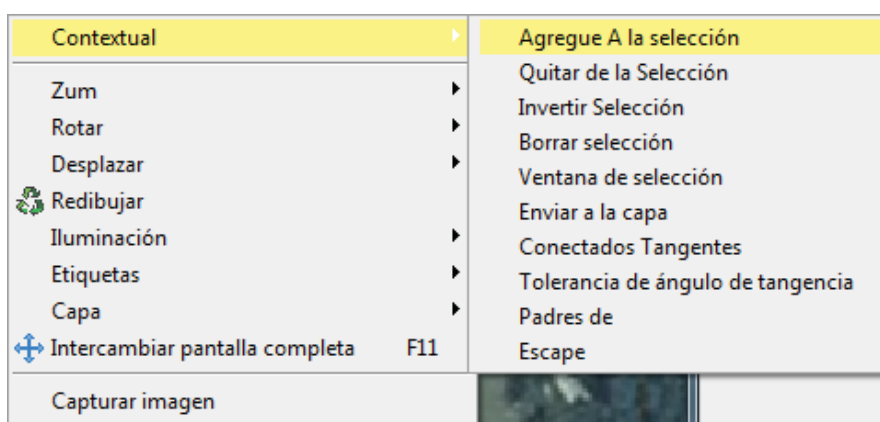


Ilustración 32. Ventana contextual

Al realizar esta acción, nos emerge la Ventana de Selección. Donde nos aparecerán las siguientes opciones:

Modo indicamos "Quitar".

Filtro seleccionamos "Superentidades".

Y en **Valor** escribimos "2".

Esta herramienta permite eliminar de la selección todas las líneas (superentidades) que forman parte de 2 superficies (Valor 2). Como las del extremo sólo forman parte de una superficie, utilizando esta opción podemos quedarnos únicamente con las líneas que nos interesan quedando tal como se muestra en las siguientes figuras.

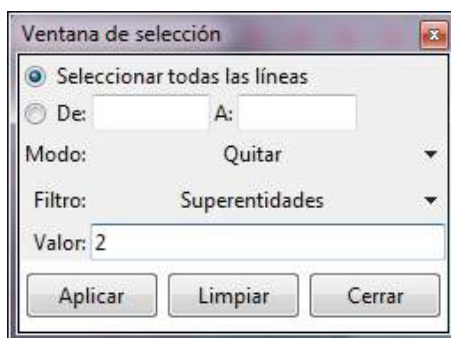


Ilustración 33. Ventana de selección

Por último, hacemos clic en **Terminar** o en la tecla Esc del teclado. Para asegurarnos que lo hemos realizado correctamente y que líneas hemos seleccionado como condición de entrada vamos a colorearlas haciendo clic dentro de la ventana **Análisis 2D – Dibujar – Colores**.

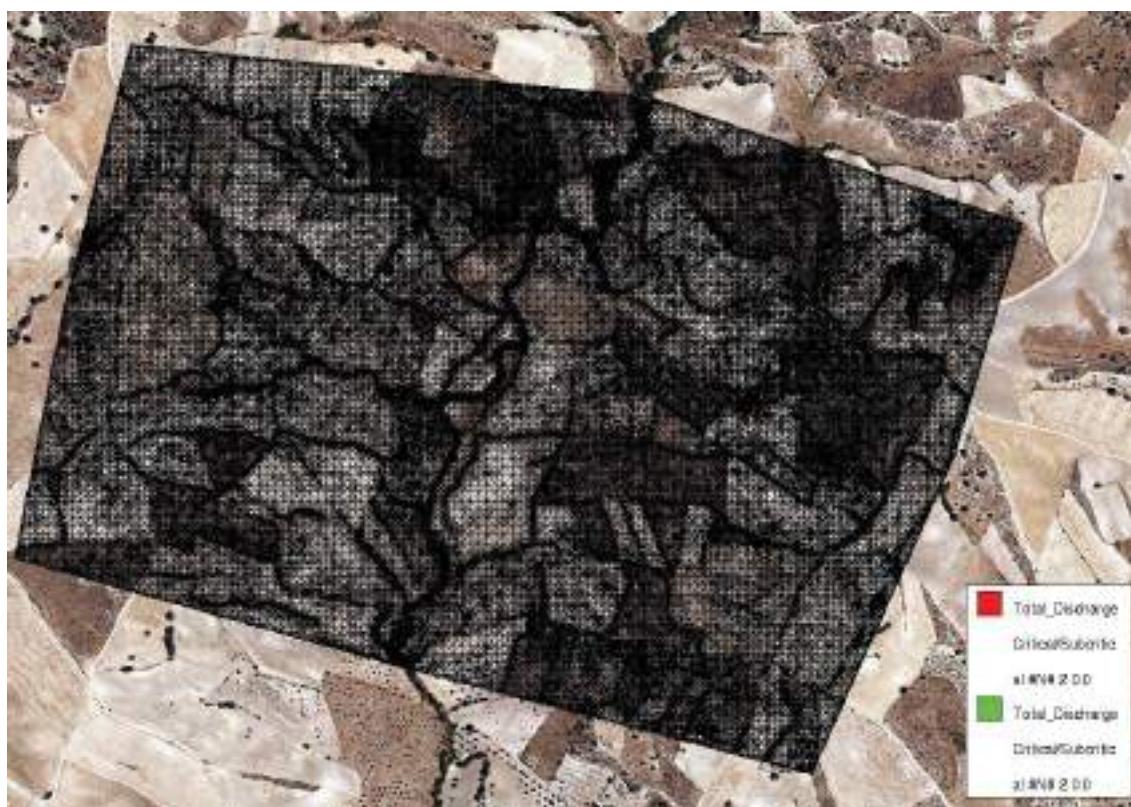


Ilustración 34. Condiciones entrada de caudales en iber.

Este mismo procedimiento lo debemos repetir para cada una de las simulaciones de estudio, variando tan solo el caudal.

5.6. Condiciones de salida

El proceso para asignar las condiciones a la salida es exactamente el mismo. El régimen de flujo que vamos a simular es nuevamente subcrítico, de manera que en la ventana emergente no vamos a modificar ningún parámetro, lo dejamos por defecto. Lo único por tanto que debemos realizar es determinar las líneas por donde saldrá el flujo que en nuestro caso lo colocaremos en todo el perímetro de la malla de estudio.

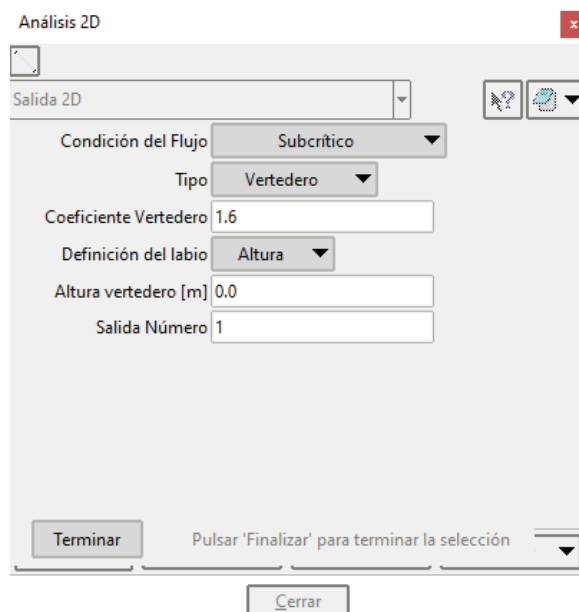


Ilustración 35. Ventana de condiciones de salida

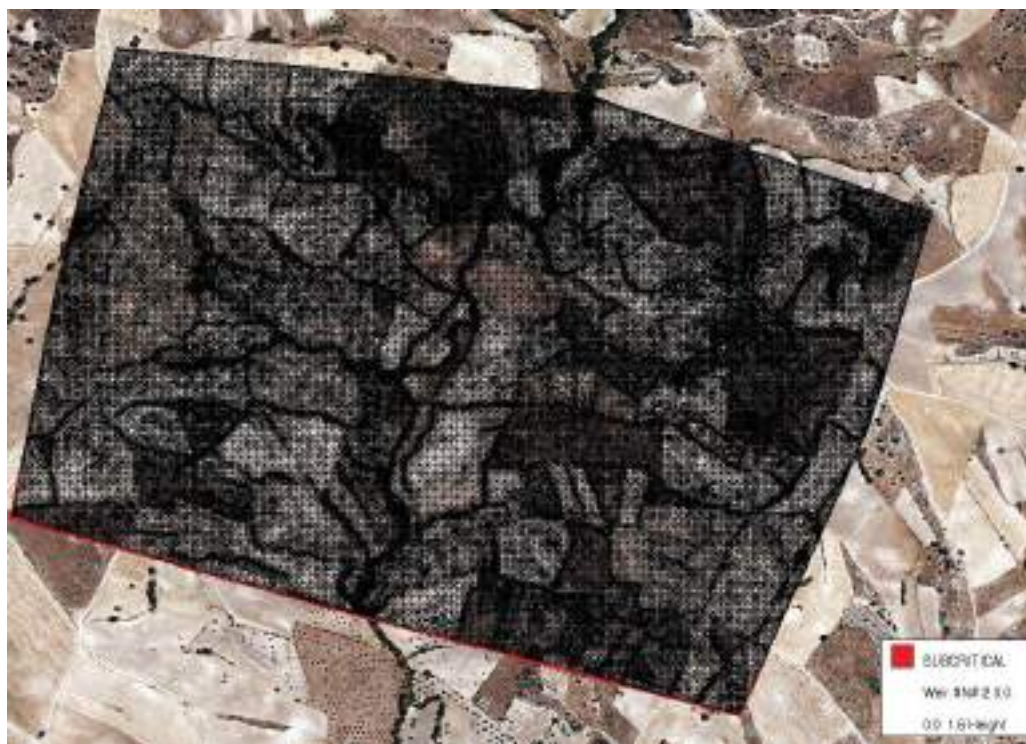


Ilustración 36. Condición de salida de Iber

• **Rugosidad**

Iber asigna la rugosidad a través de un coeficiente de rugosidad de Manning. El valor del número de Manning es representativo de la resistencia que ofrece una superficie al fluido; es decir, de la rugosidad de esa superficie. Esto implica que, a mayor rugosidad de la superficie, mayor será la resistencia que ofrece al flujo y el valor de Manning será más alto.

La rugosidad del terreno asociado al modelo, puede ser introducida mediante tres procedimientos diferentes:

- **Asignación Manual:** podemos escoger un uso del suelo y asignarlo a las superficies que conforman la geometría del modelo.
- **Manning Variable:** los datos de rugosidad se introducen en forma de tabla y son asignados con base en el caudal específico o el calado.
- **Asignación Automática:** consiste en la asignación de la rugosidad desde mediante la información contenida en un archivo ASCII o un archivo XY dbase. En ambos casos, deberemos disponer de un archivo *.csv que contenga la lista de los usos del suelo del programa, localizado en el mismo directorio y con el mismo nombre que el archivo ASCII o XY dbase.

La rugosidad de las superficies por las que discurren las inundaciones se expresa como valores del coeficiente de rugosidad de Manning. Para obtenerlas, se hace una equivalencia entre las coberturas del suelo que recogidas en el Mapa de Ocupación del Suelo de España (SIOSE 2018) obtenido a través del centro de descarga del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Los valores de “n” según la tabla de equivalencia descrita en la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (Anejo V, Tabla 1)”.

Para la zona de estudio se tienen los siguientes valores de coberturas y rugosidades.

Descripción Coberturas	Codigo Siose	N manning
Cultivo herbáceo	210	0,045
Viñedo	233	0,050
Combinación de cultivo leñoso	236	0,060
Combinación de cultivos	250	0,045
Combinación de cultivos con vegetación	260	0,045
Bosque de frondosas	311	0,12
Pastizal o Herbazal	320	0,050
Matorral	330	0,070

Tabla 11. Manning Siose Iber

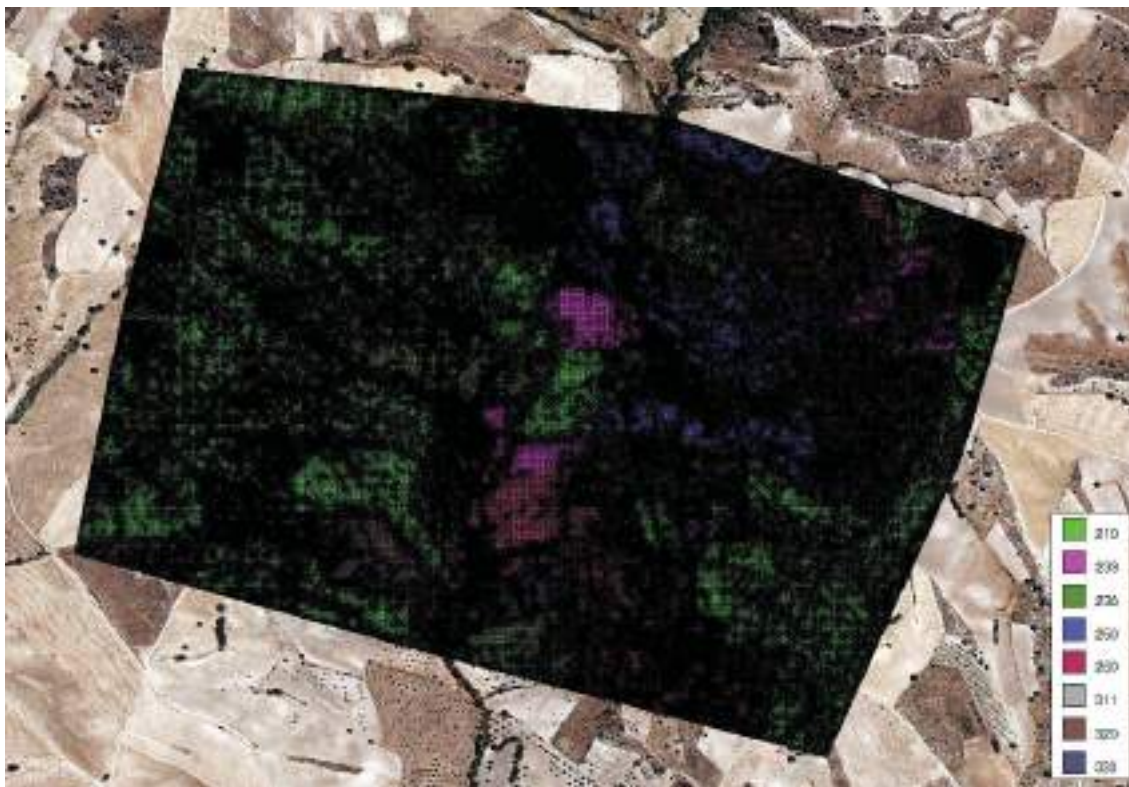


Ilustración 37. Manning Iber

5.7. Tipos de malla programa iber

Iber trabaja con tres tipos de mallas: no estructuradas, estructuradas y una combinación de ambas (malla mixta).

- No Estructuradas

Están formadas por elementos que pueden tener 3 o 4 lados y que se pueden combinar dentro de la misma malla. Este tipo de malla se adapta muy bien a cualquier geometría, ya que no es necesario que la malla tenga ningún tipo de organización o estructura interna. Esta característica las hace especialmente indicadas para su utilización en hidráulica fluvial y por lo general se aplica un mallado de este tipo a las llanuras de inundación.

- Estructuradas

Están formadas por elementos de 4 lados distribuidos de manera ordenada de forma que a cada elemento de la malla se le puede asignar una fila y una columna. Por lo general este tipo de mallado se aplica a los cauces.

5.8. Creación malla iber

Para generar la malla Iber cuenta con diferentes opciones, pero en cualquier caso el tipo de malla que utilicemos, así como el tamaño de los elementos dependerá del mayor o menor detalle que necesitemos. Para lograr un mayor detalle tendremos que generar un mayor número de elementos lo que implicará establecer un tamaño de elemento menor.

Para generar la malla en Iber vamos a seguir los siguientes pasos. Iremos a la barra de herramientas y seguiremos la ruta **Malla / Estructurada / Superficies / Asignar número de divisiones**,

Se procederá a la división y creación de la malla quedando tal como aparece en la siguiente figura tras la creación de la Malla a través de la opción **Malla/Generar Malla**.



Ilustración 38. Malla del modelo

Para comprobar la precisión de la malla resultante y estar seguro de que vamos en buen camino podemos realizar dicha comprobación. Para ello hacemos clic en **Malla / Dibujar / Tamaños / Superficies**.

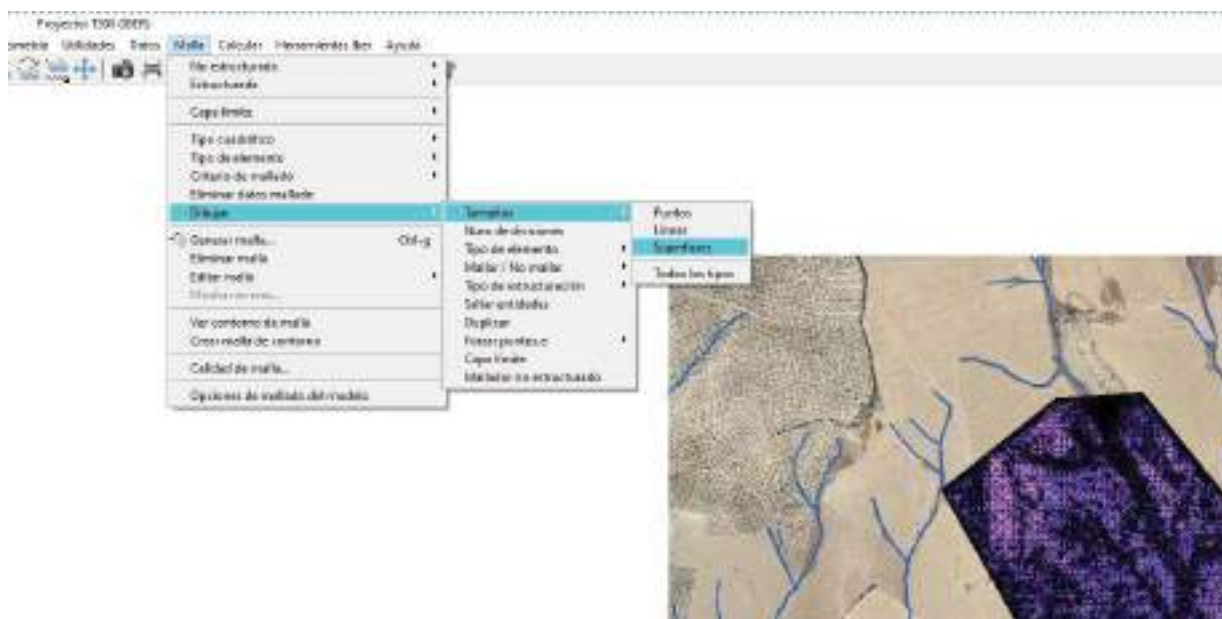


Ilustración 39. Dibujo tamaño superficie

Al hacer esta acción se nos colorea la malla y nos genera una leyenda con el tamaño de malla. En el estudio podemos comprobar que el tamaño de malla se encuentra comprendido entre **1,14 y 9,16 m**.

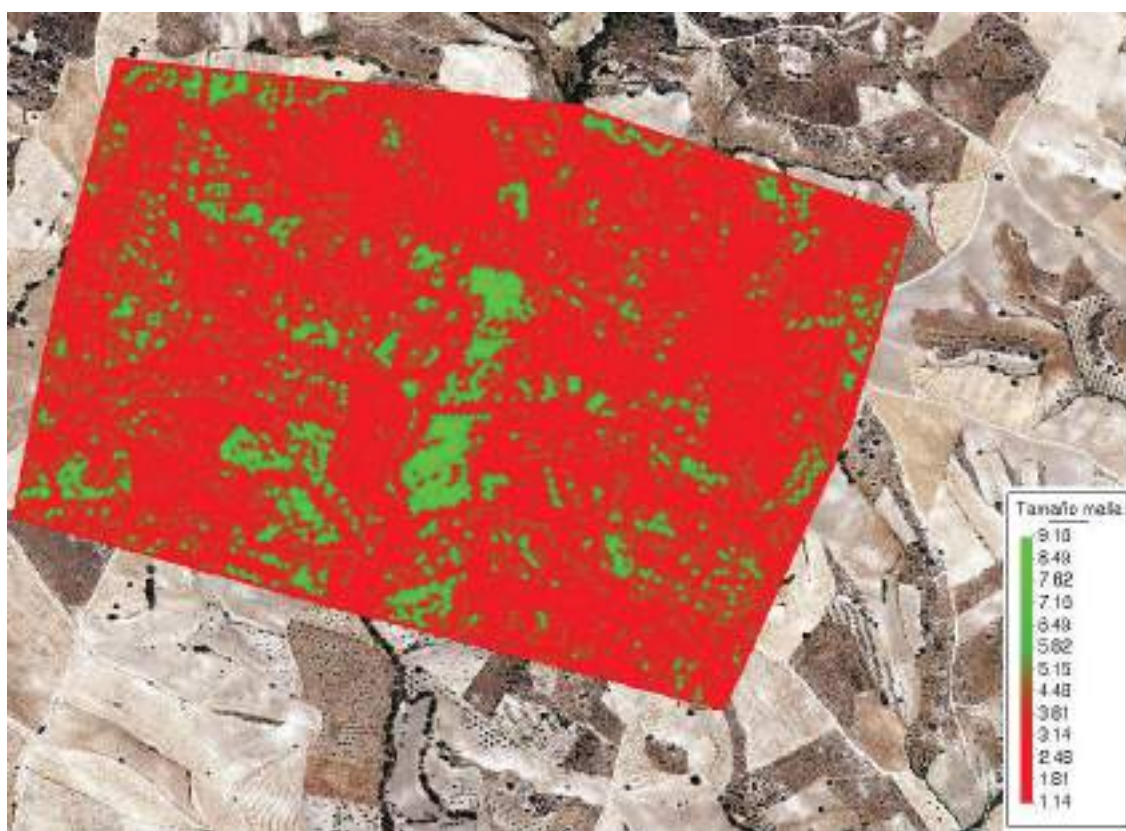


Ilustración 40. Visualizador tamaño malla

5.9. Datos del problema

Los datos del problema recogen una serie de parámetros configurables para realizar la simulación del modelo en Iber. Mediante ellos podemos establecer parámetros de tiempo, una serie de parámetros generales del propio funcionamiento del programa y la configuración de resultados a generar **Datos / Datos del problema**.

- **Parámetros de tiempo**

En esta pestaña indicamos los parámetros de tiempo para realizar la simulación:

- Simulación: Podemos comenzar una nueva simulación o continuar con una que ya se ha ejecutado hasta un instante concreto.
- Instante inicial (s): Primer instante del que queremos obtener los resultados.
- Tiempo máximo de simulación (s): Último instante que queremos simular.
- Intervalo de resultados (s): Aquí debemos indicar cada cuantos segundos queremos que el programa nos muestre los resultados. Cuanto menor sea el intervalo, más tiempo tardará en realizarse el cálculo.
- Opciones de tiempo: Podemos ocultar las opciones de tiempo o mostrarlo.

Realizamos una nueva simulación comenzando en el instante 0 s (instante inicial) y terminando 5000 s tiempo suficiente para visualizar el comportamiento del fluido dentro de la zona de estudio.

Y en cuanto al intervalo de cálculo estimamos cada 15 segundos.

Datos

Parámetros de Tiempo	General	Resultados	Peligrosidad per
Instante Inicial [s]	<input style="width: 90%;" type="text" value="0"/>		
Tiempo máximo de simulación [s]	<input style="width: 90%;" type="text" value="5000"/>		
Intervalo de Resultados [s]	<input style="width: 90%;" type="text" value="15"/>		
IberPlus Enabled			

Ilustración 41. Ventana de computación

5.10. Parámetros generales

Mediante la pestaña General se realizan una serie de configuraciones generales de la simulación. En cualquier caso, nosotros dejaremos todas las opciones que aplica el programa por defecto.

- Número de procesadores: Iber puede lanzar un cálculo paralelo con el número de procesadores que se desee. Si se indica un número de procesadores mayor al existente Iber utilizará el máximo de procesadores posibles. En nuestro caso al tener un ordenado de 8 núcleos, hemos dedicados todos a la computación del programa.
- Esquema numérico: Tenemos la opción de escoger un esquema numérico de primer orden, o de segundo orden (para más información ver Manual de referencia).
- CFL: Valor del número de Courant-Friedrichs-Levy para conseguir un esquema numérico estable.
- Límite Seco - Mojado: Umbral para considerar que un elemento está seco y que no se debe realice ningún cálculo hidrodinámico en él. Iber aplica por defecto un umbral de 0.01 metros lo que significa que se considerará que un elemento está seco cuando presenta una lámina de agua menor de 1 cm.
- Método de secado: Existen 3 métodos aplicables:
 - o Normal: Iber considerará un elemento como seco cuando éste tenga un "calado negativo", de manera que para que vuelva a estar mojado el elemento debe llenar antes este "calado negativo". Es un método robusto y con el cual el tiempo de cálculo no depende del proceso de secado-mojado.
 - o Estricto: Impide que exista el "calado negativo" por lo que se gana precisión en el proceso de mojado y secado. Este método reduce el incremento de tiempo de cálculo por lo que aumenta el tiempo de cálculo total.
 - o Hidrológico. Es el método recomendado al realizar cálculos hidrológicos ya que en estos casos los otros dos métodos pueden producir inestabilidades.
- Opciones generales: Podemos mostrarlas u ocultarlas.

5.11. Pestaña resultados

En esta pestaña seleccionamos los resultados que deseamos obtener en la simulación:

- Forzar resultados a vértices. Por defecto Iber calcula los resultados para cada elemento de la malla, pero si queremos podemos forzarlo de manera que los calcule para cada uno de los vértices.

- Sin resultados en los elementos secos. Por defecto estará activado de manera que Iber no sacará resultados en los elementos que estén secos.
- Selección de resultados. Iber sólo creará archivos de resultados para los resultados seleccionados mediante las casillas.

El resto de pestañas son referentes a los módulos de sedimentos y turbulencia, al cálculo de la vía intenso desagüe y a la rotura de presas.

Se establecieron los datos del problema en cada uno de los modelos que vamos a simular.

Se calculó los resultados para cada elemento de la malla y se obvió los resultados en los elementos secos. Por otro lado, los resultados que se generaron fueron el calado y máximo calado, la velocidad, cota del agua, número de Froude, máximo calado, máxima velocidad, máxima cota del agua y la Peligrosidad.

Una vez establecidos todos estos datos, pulsamos en **Aceptar**.

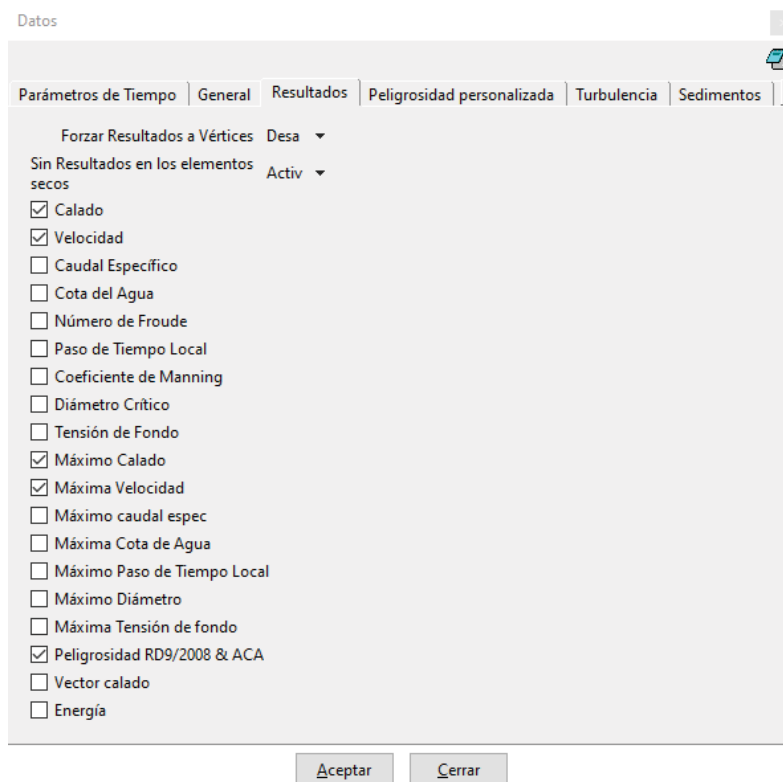


Ilustración 42. Ventana de selección datos de computación

5.12. Cálculo del modelo

Una vez introducida toda la información en el modelo (datos hidrodinámicos, rugosidad y datos del problema) se procede con la simulación para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

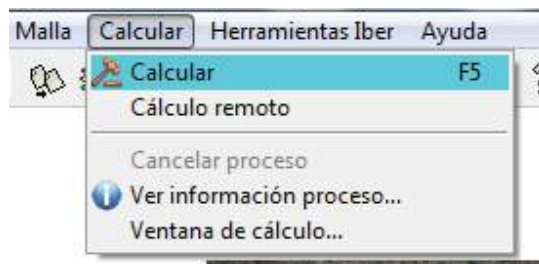



Ilustración 43. Proceso de cálculo

5.13. Post-proceso

Mientras el programa está calculado, Iber nos permite pasar al post-proceso para ver los resultados. Para ello pulsamos en el icono  o si la simulación ha terminado, pulsaremos en "Post-proceso".

Durante la simulación podemos ir intercambiando entre pre-proceso y post-proceso para ver cómo va la simulación.

Una vez terminada la simulación en el programa nos saldrá una ventana emergente llamada Información del Proceso donde nos dice que el proceso ha finalizado. A continuación, pasaremos a Post-proceso a través del icono para comprobar los resultados.

6. DELIMITACIÓN MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA

6.1. Definición dominio público hidráulico

En el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, indica que «El artículo 4 queda redactado del siguiente modo:

1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.

2. Se considerará como caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente y que tengan en cuenta lo establecido en el apartado 1.»

6.2. Máxima crecida ordinaria

Artículo 4.

1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.

2. En los tramos de cauce donde exista información hidrológica suficiente, se considerará caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales instantáneos anuales en su régimen natural, calculada a partir de las series de datos existentes y seleccionando un período que incluirá el máximo número de años posible y será superior a diez años consecutivos. Dicho periodo será representativo del comportamiento hidráulico de la corriente y en su definición se tendrá en cuenta las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles.

Artículo 5.

1. Son de dominio privado los cauces por los que ocasionalmente discurran aguas pluviales, en tanto atraviesen, desde su origen, únicamente fincas de dominio particular.

2. El dominio privado de estos cauces no autoriza hacer en ellos labores ni construir obras que puedan hacer variar el curso natural de las aguas en perjuicio del interés público o de tercero, o cuya destrucción por la fuerza de las avenidas pueda ocasionar daños a personas o cosas (art. 5 del TR de la LA).

Artículo 6.

1. Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces.

2. La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, los márgenes de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal:

a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, que se regula en este reglamento.

b) A una zona de policía de cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

3. La regulación de dichas zonas tiene como finalidad la consecución de los objetivos de preservar el estado del dominio público hidráulico, prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a su mejora, y proteger el régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los cauces en la laminación de caudales y carga sólida transportada.

4. En las zonas próximas a la desembocadura en el mar, en el entorno inmediato de los embalses o cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes, podrá modificarse la anchura de dichas zonas en la forma que se determina en este Reglamento.

Artículo 7.

1. La zona de servidumbre para uso público definida en el artículo anterior tendrá los fines siguientes:

a) Protección del ecosistema fluvial y del dominio público hidráulico.

b) Paso público peatonal y para el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento, salvo que por razones ambientales o de seguridad el organismo de cuenca considere conveniente su limitación.

c) Varado y amarre de embarcaciones de forma ocasional y en caso de necesidad.

2. Los propietarios de estas zonas de servidumbre podrán libremente sembrar y plantar especies no arbóreas, siempre que no deterioren el ecosistema fluvial o impidan el paso señalado en el apartado anterior.

Las talas o plantaciones de especies arbóreas requerirán autorización del organismo de cuenca.

3. Con carácter general no se podrá realizar ningún tipo de construcción en esta zona salvo que resulte conveniente o necesaria para el uso del dominio público

hidráulico o para su conservación y restauración. Solo podrán autorizarse edificaciones en zona de servidumbre en casos muy justificados.

Las edificaciones que se autoricen se ejecutarán en las condiciones menos desfavorables para la propia servidumbre y con la mínima ocupación de la misma, tanto en su suelo como en su vuelo. Deberá garantizarse la efectividad de la servidumbre, procurando su continuidad o su ubicación alternativa y la comunicación entre las áreas de su trazado que queden limitadas o cercenadas por aquélla.

A tenor de lo expuesto en el citado reglamento, las instalaciones deberán respetar el Dominio Público Hidráulico y la Zona de Servidumbre de paso de los Cauces públicos (5 m de anchura medidos horizontalmente desde la coronación del talud de la margen del río), que debe quedar libre para uso público, según se determina en los Arts.6 y 7 del R.D.P.H), dejando una zona de terreno libre de 5,00 metros de anchura como mínimo al lado del cauce.

7. RESULTADOS

A continuación, pasamos a analizar los resultados obtenidos en la fase de cálculo para las simulaciones realizadas.

7.1. Resultados T10 años

Calado



Ilustración 44. T10 Calado

Velocidad



Ilustración 45. T10 Velocidad

7.2. Resultados T100 años

Calado

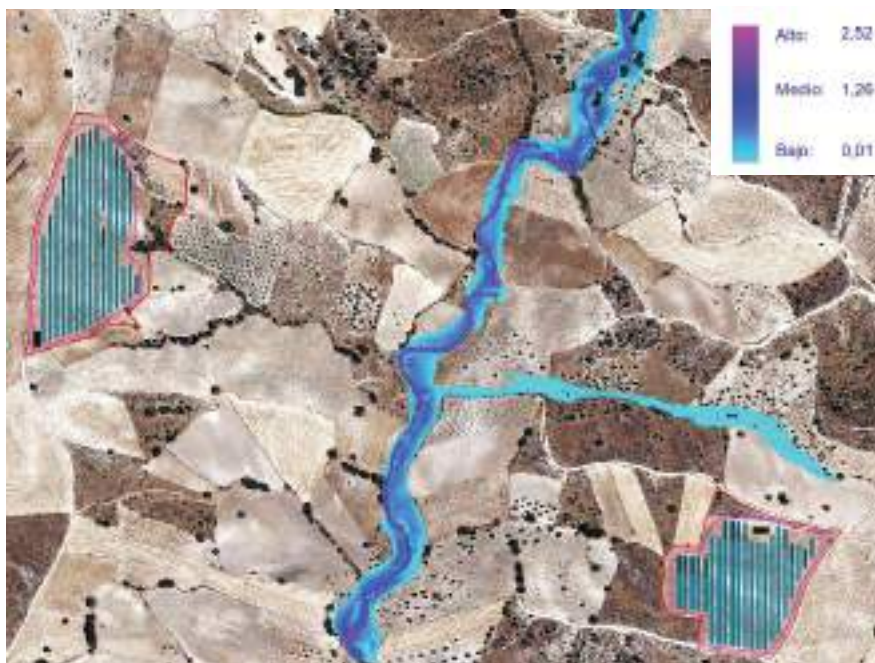


Ilustración 46. T100 Calado

Velocidad

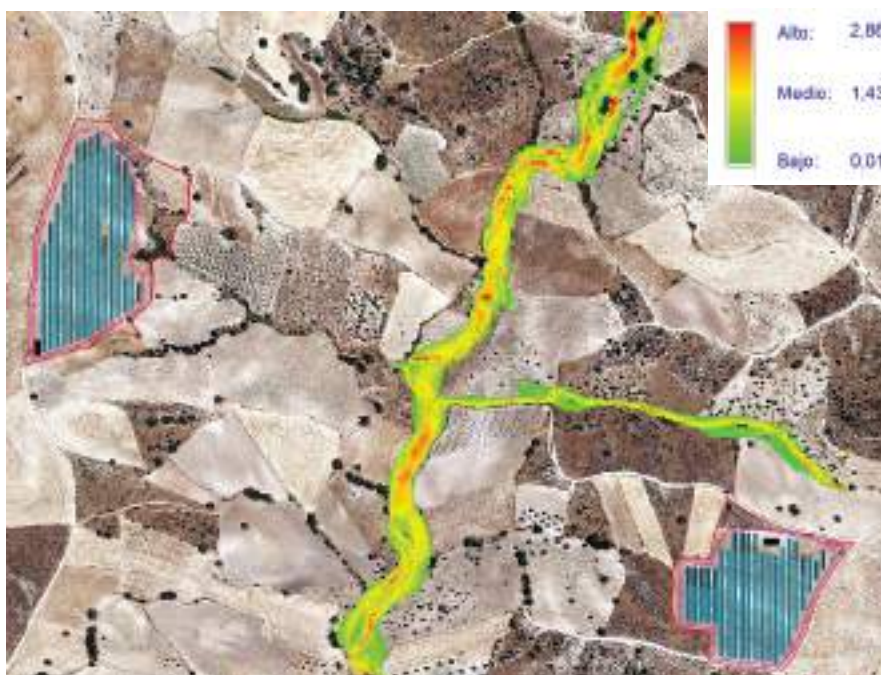


Ilustración 47. T100 Velocidad

7.3. Resultados T500 años

Calado

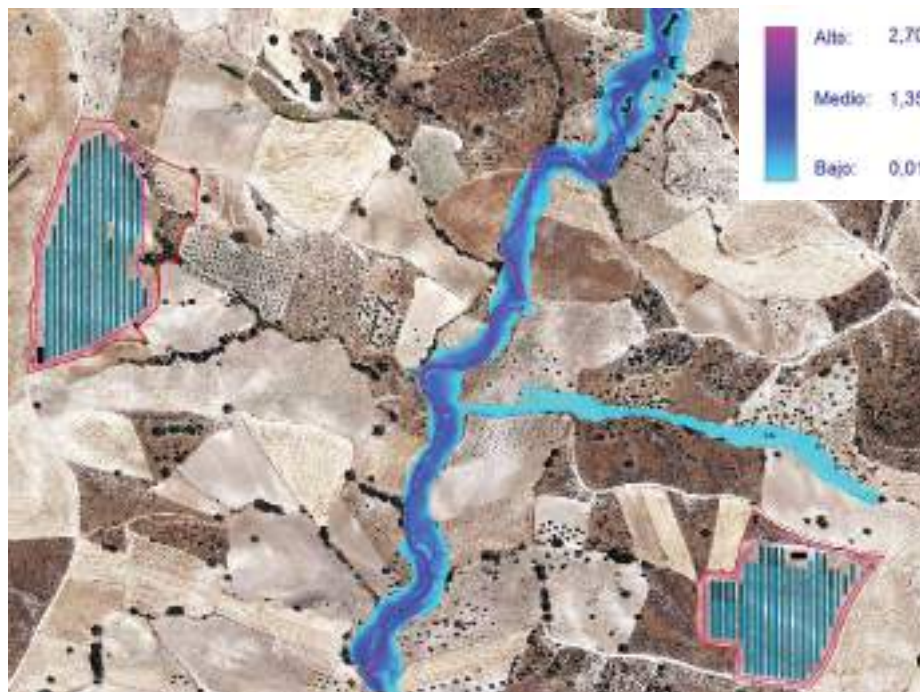


Ilustración 48. T500 Calado

Velocidad

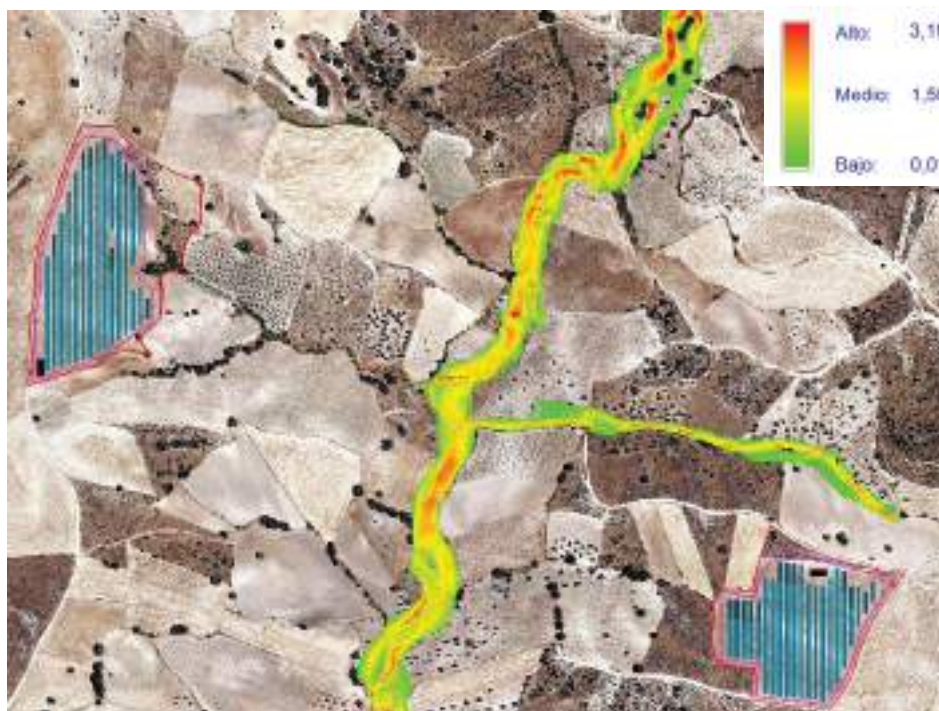


Ilustración 49. T500 Velocidad

8. CONCLUSIONES ESTUDIO INUNDABILIDAD

Para concluir el presente estudio se analizarán los resultados obtenidos en la fase de cálculo.

8.1. Conclusiones obtenidas

Como hemos visto con anterioridad, para el estudio de inundabilidad de la zona de estudio, se ha supuesto el período de retorno $T = 10$, $T = 100$, $T = 500$ años. En lo que, como podemos observar en el apartado anterior, podemos establecer la siguiente conclusión:

A la vista de los resultados obtenidos para las avenidas de inundabilidad en el período de retorno de 10, 100 y 500 años no se produce ningún tipo de afección sobre la zona de estudio como consecuencia de las avenidas de los periodos mencionados.

Todas las instalaciones se encuentran fuera de las zonas de inundación de los periodos de retorno estudiados.

De igual modo, la instalación también queda fuera de la zona de la Zona de Servidumbre.

Así mismo al encontrarse las instalaciones fuera de la zona de T100 años, no es necesario calcular la Zona de Flujo Preferente, quedando fuera de la misma.

9. DATOS DE CÁLCULOS CUENCAS DE ESTUDIO

9.1. Datos generales de las cuencas

Cuenca 1

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.20 km ²
Longitud =	0.745 km
Pendiente =	0.0395 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	622.60 m
Cota baja =	593.19 m
Longitud =	744.70 m
Pendiente =	0.0395 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 1	622.596	593.187	29.409	0.204	0.745	0.039	3.95

Cuenca 2

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	5.71 km ²
Longitud =	4.159 km
Pendiente =	0.0157 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	658.38 m
Cota baja =	593.06 m
Longitud =	4158.65 m
Pendiente =	0.0157 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 2	658.382	593.057	65.325	5.706	4.159	0.016	1.57

9.2. Tiempo de concentración

Cuenca 1

L_c (Km)	J_c (m/m)	t_c (horas)
0.745	0.0395	0.443

Cuenca 2

L_c (Km)	J_c (m/m)	t_c (horas)
4.159	0.0157	1.951

9.3. Cálculo precipitaciones máximas diarias

Cuenca 1 -2

$P^* =$	40	mm/h
$C_v =$	0.34	

Periodo de retorno Años	Precipitación media (mm)	C_v	K_t	$P_t = K_t * P^*$
2	40.000	0.340	0.924	36.960
5	40.000	0.340	1.213	48.520
10	40.000	0.340	1.423	56.920
25	40.000	0.340	1.717	68.680
50	40.000	0.340	1.930	77.200
100	40.000	0.340	2.174	86.960
200	40.000	0.340	2.434	97.360
500	40.000	0.340	2.785	111.400

9.4. Distribución probabilidades pluviométricas

Cuenca 1 -2

T Años	Precip. diaria Máxima (mm)
2	36.960
5	48.520
10	56.920
25	68.680
50	77.200
100	86.960
200	97.360
500	111.400

9.5. Tabla de regresión I-D-T

Cuenca 1 -2

T 10 Años

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	2.3717	7.2724	0.8636	6.2804	52.8878
2	1080	2.8776	6.9847	1.0570	7.3826	48.7863
3	720	3.7947	6.5793	1.3336	8.7741	43.2865
4	480	4.8382	6.1738	1.5765	9.7332	38.1156
5	360	5.7869	5.8861	1.7556	10.3336	34.6462
6	300	6.4889	5.7038	1.8701	10.6666	32.5331
7	240	7.3996	5.4806	2.0014	10.9691	30.0374
8	180	8.7277	5.1930	2.1665	11.2506	26.9668
9	120	11.0994	4.7875	2.4069	11.5230	22.9201
10	60	17.0760	4.0943	2.8377	11.6184	16.7637
10	4980	70.4606	58.1555	17.8689	98.5315	346.9435
Ln (d) =	5.3715	d =	215.1875	n =	-0.6164	

T 100 Años

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.6233	7.2724	1.2874	9.3624	52.8878
2	1080	4.3963	6.9847	1.4808	10.3427	48.7863
3	720	5.7973	6.5793	1.7574	11.5624	43.2865
4	480	7.3916	6.1738	2.0003	12.3497	38.1156
5	360	8.8409	5.8861	2.1794	12.8281	34.6462
6	300	9.9134	5.7038	2.2939	13.0839	32.5331
7	240	11.3048	5.4806	2.4252	13.2918	30.0374
8	180	13.3339	5.1930	2.5903	13.4514	26.9668
9	120	16.9572	4.7875	2.8307	13.5519	22.9201
10	60	26.0880	4.0943	3.2615	13.3536	16.7637
10	4980	107.6468	58.1555	22.1069	123.1779	346.9435
Ln (d) =	5.7953	d =	328.7545	n =	-0.6164	

T 500 Años

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.6417	7.2724	1.5351	11.1637	52.8878
2	1080	5.6319	6.9847	1.7284	12.0727	48.7863
3	720	7.4267	6.5793	2.0051	13.1919	43.2865
4	480	9.4690	6.1738	2.2480	13.8788	38.1156
5	360	11.3257	5.8861	2.4271	14.2860	34.6462
6	300	12.6996	5.7038	2.5416	14.4966	32.5331
7	240	14.4820	5.4806	2.6729	14.6492	30.0374
8	180	17.0813	5.1930	2.8380	14.7375	26.9668
9	120	21.7230	4.7875	3.0784	14.7377	22.9201
10	60	33.4200	4.0943	3.5092	14.3677	16.7637
10	4980	137.9008	58.1555	24.5837	137.5818	346.9435
Ln (d) =	6.0430	d =	421.1505	n =	-0.6164	

9.6. Coeficiente de regresión

Cuenca 1 -2

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	139.72821237820	-0.61638608809
5	183.43108399865	-0.61638608809
10	215.18749590279	-0.61638608809
25	259.64647256858	-0.61638608809
50	291.85654749992	-0.61638608809
100	328.75447371235	-0.61638608809
200	368.07193606985	-0.61638608809
500	421.15051025247	-0.61638608809
Promedio =	275.97834154785	-0.61638608809

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	139.7282	0.6931	4.9397	3.4239	0.4805
2	5	183.4311	1.6094	5.2118	8.3881	2.5903
3	10	215.1875	2.3026	5.3715	12.3684	5.3019
4	25	259.6465	3.2189	5.5593	17.8948	10.3612
5	50	291.8565	3.9120	5.6763	22.2057	15.3039
6	100	328.7545	4.6052	5.7953	26.6884	21.2076
7	200	368.0719	5.2983	5.9083	31.3039	28.0722
8	500	421.1505	6.2146	6.0430	37.5548	38.6214
8	892	2207.8267	27.8542	44.5052	159.8280	121.9388
Ln (K) =	4.8836	K =	132.1034	m =	0.1952	

Termino constante de regresión
(K) = 132.1034
Coef. de regresión (m)
= 0.195178

9.7. Factor Fa

Cuenca 1

(l_1/l_d)	$t = t_c$ (horas)	F_a
10	0.443	15.7644

Cuenca 2

(l_1/l_d)	$t = t_c$ (horas)	F_a
10	1.951	6.6868

9.8. Factor de intensidad

Cuenca 1

T	F_a	F_b	F_{int}
2	15.7644	13.23489	15.76444186
5	15.7644	13.23489	15.76444186
10	15.7644	13.23489	15.76444186
25	15.7644	13.23489	15.76444186
50	15.7644	13.23489	15.76444186
100	15.7644	13.23489	15.76444186
200	15.7644	13.23489	15.76444186
500	15.7644	13.23489	15.76444186

Cuenca 2

T	F_a	F_b	F_{int}
2	6.6868	5.30773	6.686800823
5	6.6868	5.30773	6.686800823
10	6.6868	5.30773	6.686800823
25	6.6868	5.30773	6.686800823
50	6.6868	5.30773	6.686800823
100	6.6868	5.30773	6.686800823
200	6.6868	5.30773	6.686800823
500	6.6868	5.30773	6.686800823

9.9. Intensidad media de precipitación corregida

Cuenca 1

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	15.7644	24.2772
5	2.0217	15.7644	31.8704
10	2.3717	15.7644	37.3880
25	2.8617	15.7644	45.1126
50	3.2167	15.7644	50.7090
100	3.6233	15.7644	57.1198
200	4.0567	15.7644	63.9511
500	4.6417	15.7644	73.1733

Cuenca 2

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.4623	6.6868	9.7784
5	1.9197	6.6868	12.8368
10	2.2521	6.6868	15.0592
25	2.7174	6.6868	18.1705
50	3.0545	6.6868	20.4247
100	3.4406	6.6868	23.0068
200	3.8521	6.6868	25.7584
500	4.4076	6.6868	29.4729

9.10. Po cuenca de estudio

Cuenca 1

Umbral de escorrentía (P ₀ ⁱ)	Superficie (km ²)	P ₀ *Sup.	Ponderación P ₀ ⁱ
22	0.203989	4.487758	
Σ	0.203989	4.487758	22.00

Cuenca 2

Umbral de escorrentia (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 * Sup.$	Ponderación P_0^i
1	0.004836	0.004836	
14	0.048296	0.676144	
17	0.695886	11.830062	
21	2.141302	44.967342	
22	2.815757	61.946654	
Σ	5.706077	119.425038	20.93

9.11. Umbral de escorrentía

Cuenca 1

T	Umbral de escorrentia corregido (P_0^i)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	22.00	1	22
5	22.00	1	22
10	22.00	1	22
25	22.00	1	22
50	22.00	1	22
100	22.00	1	22
200	22.00	1	22
500	22.00	1	22

Cuenca 2

T	Umbral de escorrentia corregido (P_i^0)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	20.93	1	20.92944732
5	20.93	1	20.92944732
10	20.93	1	20.92944732
25	20.93	1	20.92944732
50	20.93	1	20.92944732
100	20.93	1	20.92944732
200	20.93	1	20.92944732
500	20.93	1	20.92944732

9.12. Coeficiente de escorrentía

Cuenca 1

T	Umbral de escorrentia (P_0)	$P_d * K_a$	Coef. Escorrentia (C)
2	22	36.96	0.104379584
5	22	48.52	0.174236309
10	22	56.92	0.219994066
25	22	68.68	0.277926743
50	22	77.2	0.315959071
100	22	86.96	0.355946911
200	22	97.36	0.394817235
500	22	111.4	0.441947879

Cuenca 2

T	Umbral de escorrentía (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentía (C)
2	20.92944732	35.09638408	0.103940109
5	20.92944732	46.07349989	0.173725496
10	20.92944732	54.04995081	0.219443895
25	20.92944732	65.21698211	0.27733542
50	20.92944732	73.30738234	0.315346173
100	20.92944732	82.57525866	0.355316132
200	20.92944732	92.45086457	0.394173936
500	20.92944732	105.7829326	0.44129605

9.13. Coeficiente K_t

Cuenca 1

t _c	K _t
0.443	1.0252

Cuenca 2

t _c	K _t
1.951	1.1414

9.14. Caudales de estudio

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m ³ /s)
Cuenca 1	T 10 años	0,4778
	T 100 años	1,1811
	T 500 años	1,8786
Cuenca 2	T 10 años	5,9787
	T 100 años	14,7898
	T 500 años	23,5304

ESTUDIO DRENAJE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. **Objetivo del estudio de drenaje**

El propósito de esta parte del estudio es calcular el riesgo estadístico real de inundación en las parcelas de estudio a través de una red de drenaje interna, así como la elevación topográfica de la lámina del agua. Así pues, las inundaciones en la parcela de estudio provocadas por la lluvia serán analizadas dejando caer una lluvia en el interior de las parcelas y comprobar las escorrentías que se producen en el terreno, incluyendo los caudales procedentes de las cuencas de estudios que afecta a la zona de estudio.

Para ello estudiaremos el periodo de retorno de 50 años y comprobar su comportamiento hidráulico para analizar la necesidad de colocación de una red de drenaje que evite los posibles riesgos a las futuras instalaciones.

Por lo tanto realizaremos una simulación hidráulica de toda la cuenca que vierte hacia la zona estudio dejando caer una lluvia para el periodo de retorno de estudio (T50 años) incluyendo el caudal punta del arroyo de la Retamosa

2. CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES

En este apartado determinaremos las precipitaciones máximas diarias de la zona de estudio para el periodo de retorno de 50 años.

Al no disponer de ninguna estación de aforo en la zona de estudio, como de ninguna estación meteorológica que contenga información representativa. Se ha optado por la utilización de la información recogida en el “Mapa de máximas lluvias diarias en la España peninsular”, del Ministerio de Fomento-Dirección General de Carreteras.

El mapa representa dos familias de líneas que definen el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias puntuales (Pm) y el coeficiente de variación Cv de dicha ley.

La siguiente imagen reproduce un fragmento de la casilla “3-3. MADRID”, correspondiente a la zona donde se ubica el presente proyecto, tal como hemos realizado anteriormente para el apartado del estudio de inundabilidad.

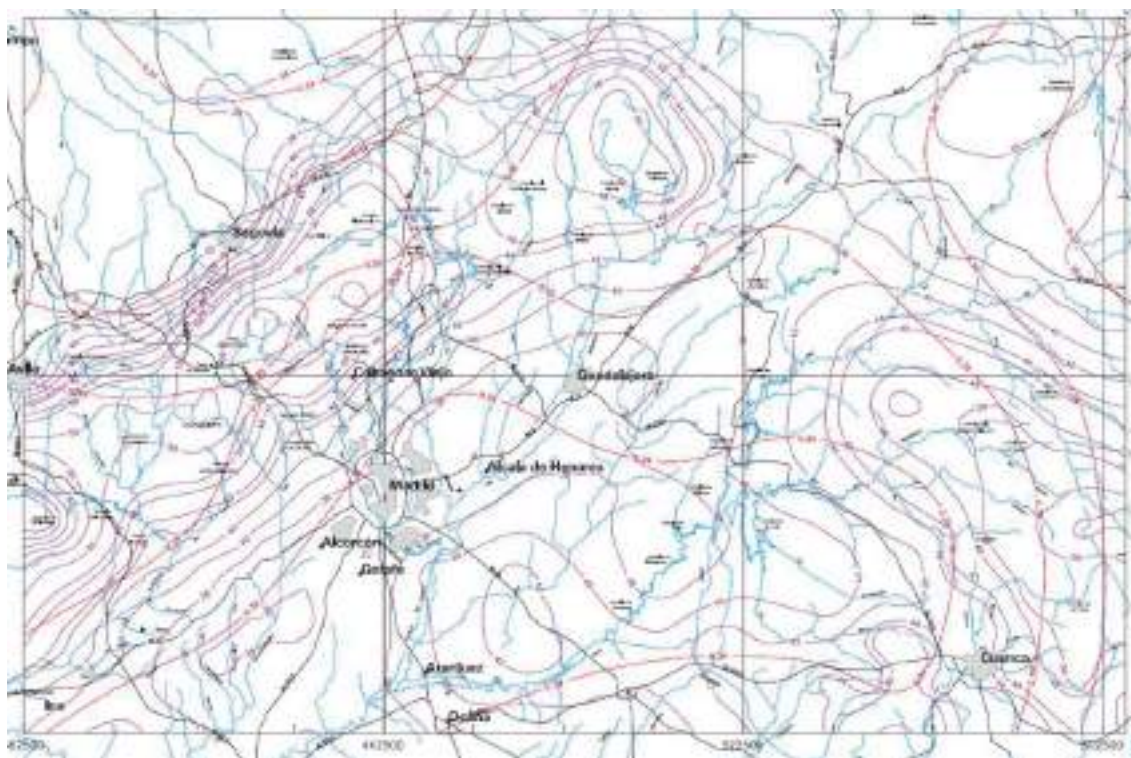


Ilustración 50. Mapa de Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular

El parámetro CV permite determinar el factor K_t , función de CV y T, que multiplicado por el valor medio P, da como resultado la precipitación máxima diaria asociada a cada período de retorno T.

Para nuestro caso se han determinado un valor de **CV = 0,34** y un valor medio de precipitaciones de **40 mm**.

El resultado obtenido para el periodo de retorno de T50 años es:

Periodo de retorno Años	Precipitación media (mm)	Cv	K_t	$P_t = K_t * P^*$
50	40.000	0.340	1.930	77.200

Tabla 12. Resultados precipitaciones máximas

Resultando una precipitación total diaria correspondiente al periodo de retorno de T = 50 años de **77,200 mm**.

2.1. Creación del hietograma

Una vez obtenido la precipitación máxima para el periodo de retorno de 50 años, procederemos a diseñar el hietograma que utilizaremos en el programa Hec-Ras.

Para ello utilizaremos el programa “Distribución de lluvia por bloques alternos” perteneciente a la politécnica de Cataluña.

Necesitamos lo siguiente:

- **P (Precipitación):** Para el valor de precipitación utilizaremos el obtenido por el método del “Mapa de máximas lluvias diarias en la España peninsular” para el periodo de retorno de 50 años.

- **FR (Factor Regional):** Representa la relación entre la intensidad de precipitación correspondiente a 1 hora de duración y la intensidad de precipitación diaria. Se ha obtenido a partir del mapa de isóneas propuesto por Téméz (1987).

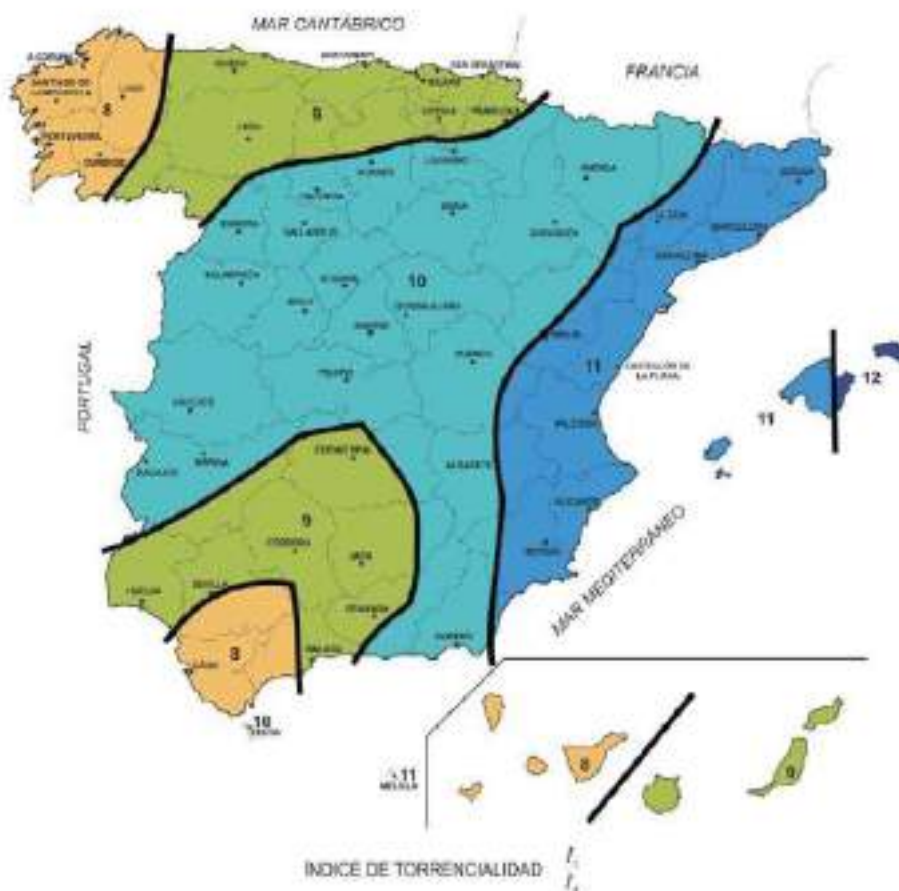


Ilustración 51. Mapa de factor de torrencialidad

Datos de Distribución: Se ha de diseñar una distribución de la lluvia en función de su duración e intervalo de tiempo. Para ello hemos supuesto una lluvia de 27 min (tiempo de concentración de la cuenca de estudio del arroyo innominado estudiado anteriormente) y con intervalo de tiempo de 1 minutos.

Vamos a utilizar esta duración de lluvia ya que la al aporte del arroyo de la Retamosa lo vamos a introducir como caudal punta para que la superficie de la simulación no tenga que abarcar toda la cuenca de estudio de dicho arroyo, aumentando los tiempos de computación.

Con todo ello rellenamos la ventana del programa tal como se muestra a continuación en la figura siguiente:

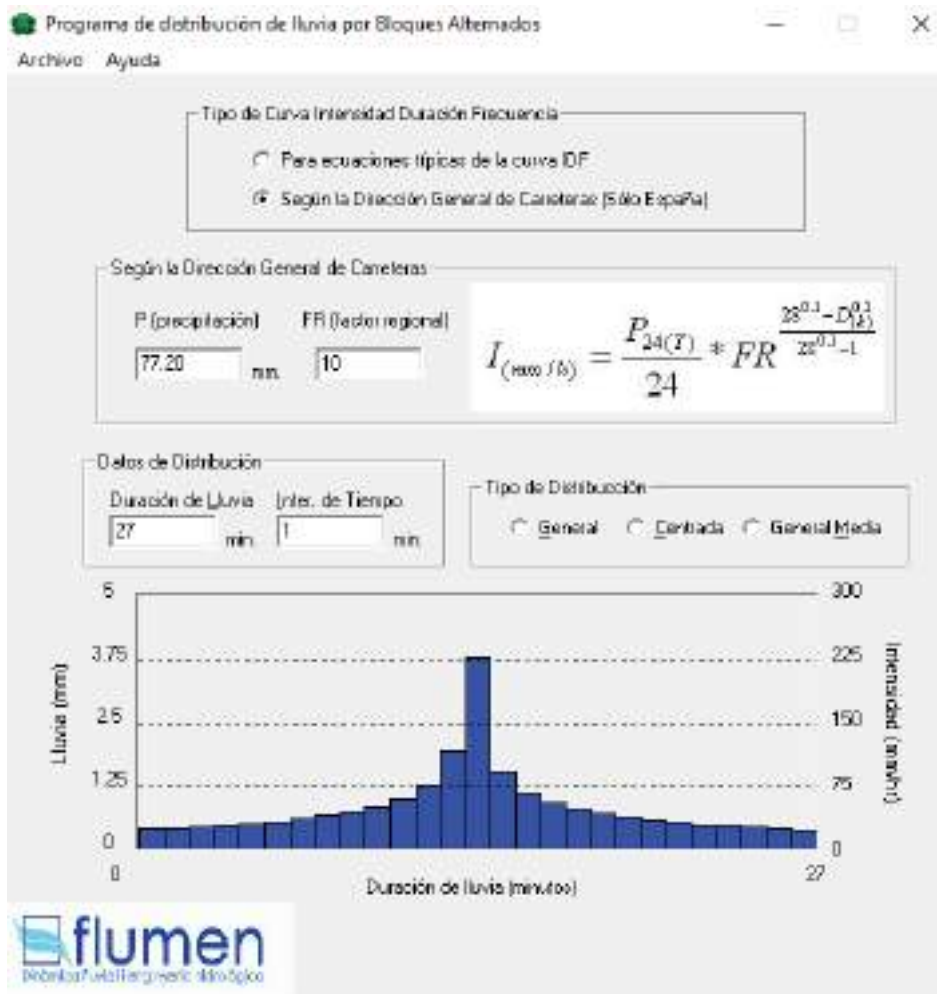


Ilustración 52. Distribución de lluvia bloques alternos

3. MODELIZACIÓN HIDRÁULICA DRENAJE

3.1. Definición del problema

A continuación, vamos a trabajar a de tramo de estudio, con el fin de delimitar la zona inundable y el comportamiento hidráulico para los periodos de retorno de 50 años

Vamos a utilizar la misma superficie raster obtenida para el estudio de inundabilidad procedente del Lidar del Instituto Geográfico Nacional.

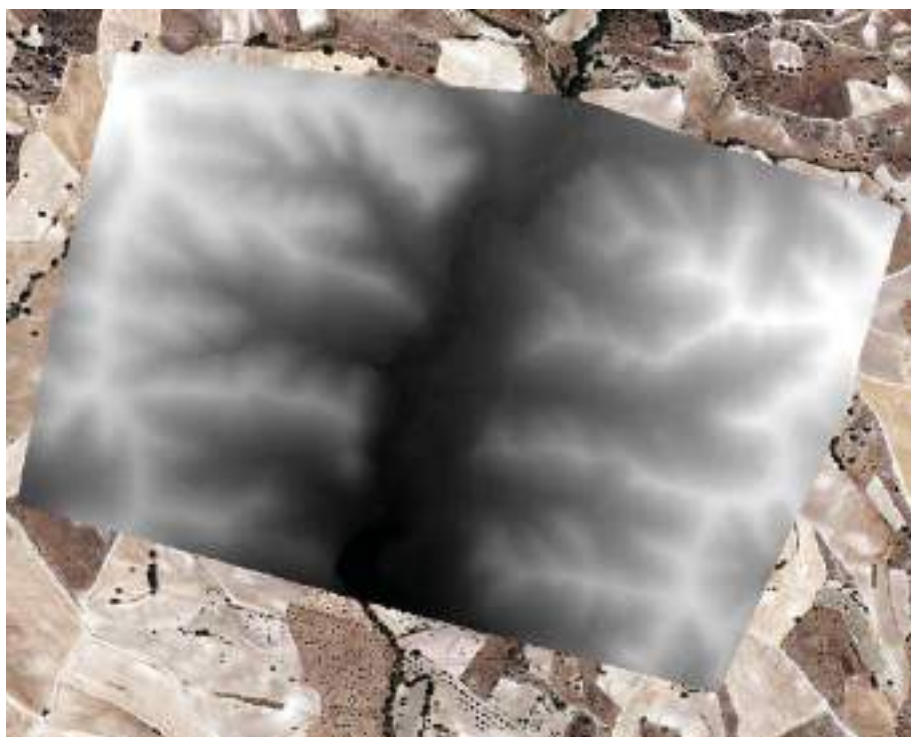


Ilustración 53. Recorte Lidar Zona de Estudio

3.2. Geometría del modelo

En este apartado y a partir del archivo ASCII creado con anterioridad, procedemos a crearnos la geometría de nuestro modelo. Pero antes y para facilitarnos esta labor vamos a incorporar una imagen de fondo la cual nos servirá de guía en el resto de los procesos.

Una vez cargada la ortofoto en el proyecto, el siguiente paso será importar el archivo ASCII, es decir, el MDT. Para incorporarlo utilizaremos la herramienta “Crear RTIN”, ubicada en Herramientas Iber /RTIN/Crear RTIN.



Ilustración 54. Herramientas crear RTIN.

Al realizar esta opción nos emergerá la ventana Archivo RTIN creado en la que hay que introducir los siguientes datos.

Archivo MDT original: Pulsamos en 'Buscar' y seleccionamos el archivo del terreno que queremos utilizar (como ya sabemos debe estar en formato ASCII).

Tolerancia: Se trata de la máxima diferencia (indicada en metros en vertical) que vamos a permitir que exista entre el MDT y la geometría que se va a crear. En este caso le asignamos un valor de 0.1 (10 cm).

Lado máximo y mínimo: Tendremos que establecer el tamaño máximo y mínimo que podrán tener los triángulos que se van a generar. Para este ejemplo indicamos un lado máximo de "25" y un lado mínimo de "1".

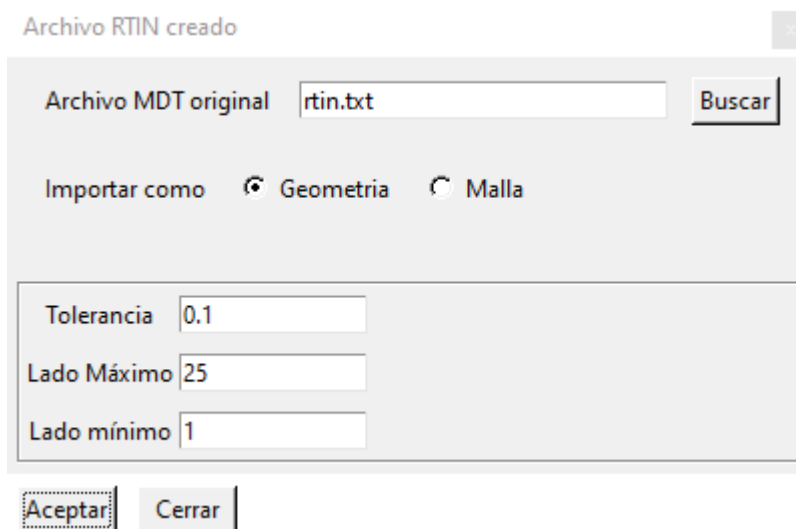


Ilustración 55. Importación archivo ASCII

Una vez que el programa lee el archivo de partida procedente del Modelo Digital del Terreno anteriormente mencionado da la opción de colapsar la geometría.

El colapso de geometría es un mecanismo utilizado por el programa para corrección de posibles errores que puedan contener la geometría a generar, por lo que es un paso importante en el modelo que siempre hay que realizar

Una vez aceptada a la opción de “Colapsar la geometría” nos emerge una ventana de Geometría Colapsada y nos pregunta que si queremos “Mallar la geometría”. Le decimos que “No” ya que ese paso lo haremos posteriormente una vez introducido todos los datos del programa.

Una vez realizado todos los procesos obtenemos la geometría de la zona de estudio tal como se muestra en la siguiente imagen.

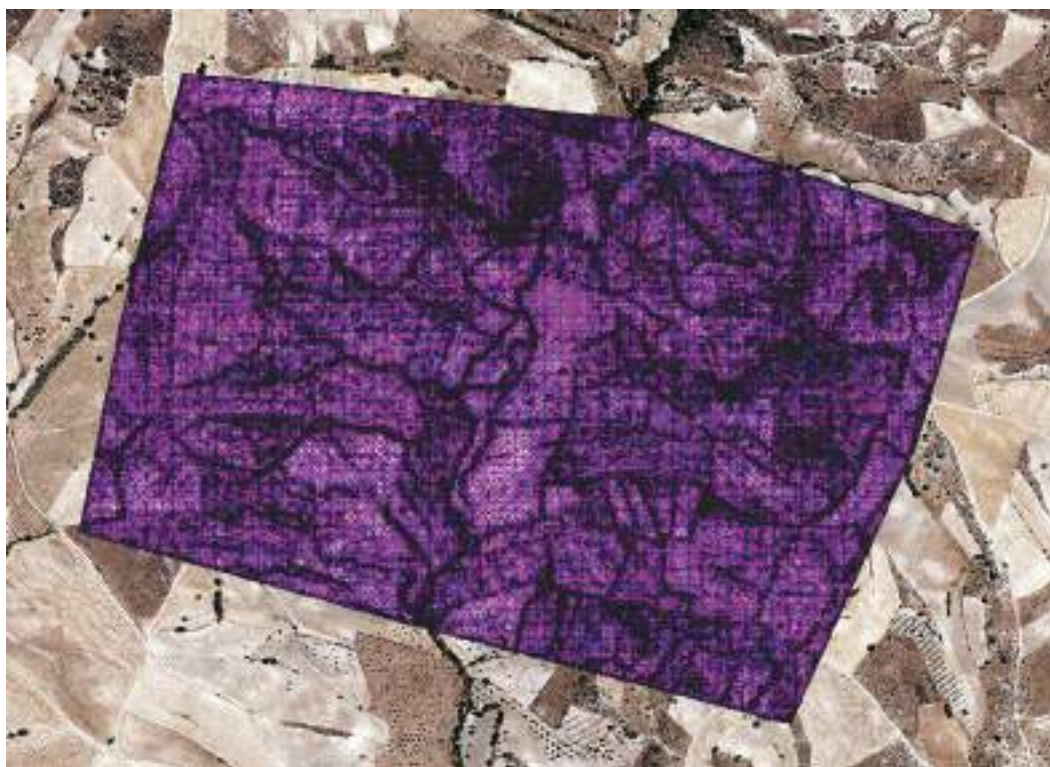


Ilustración 56. Geometría importado RTIN

3.3. Parámetros a introducir en el modelo

A continuación, vamos a explicar todos los pasos y parámetros necesarios para la computación en los modelos Iber.

- **Condiciones iniciales**

Las condiciones iniciales reflejan el estado del terreno al inicio de la simulación, es decir, indican si el terreno está seco o mojado. Como condición inicial Iber permite fijar un calado (diferencia de cotas de la lámina de agua y el terreno) o una cota (cota absoluta del agua respecto el sistema de referencia del MDT).

Es muy importante que tengamos claro cuál es el dato de partida que queremos fijar para no establecer una cota como calado o al contrario. Si el suelo se encuentra

seco al inicio de la simulación, será indiferente establecer un calado de 0 o una cota de 0 pero si queremos simular la existencia de una lámina de agua tendremos que diferenciar si el dato que tenemos es el de la profundidad del agua, o la cota que alcanza. Si nos equivocamos y asignamos un valor de cota como calado observaremos que los resultados no son acordes a la realidad.

Siguiendo con nuestro modelo vamos a realizar una simulación del territorio completamente seco al inicio de la simulación que es como se recomienda realizar este tipo de computaciones. Para ello seleccionaremos la opción para introducir las condiciones **iniciales Datos – Hidrodinámica – Condiciones Iniciales**.

Al clicar en esta opción nos emerge la ventana Condición Inicial.

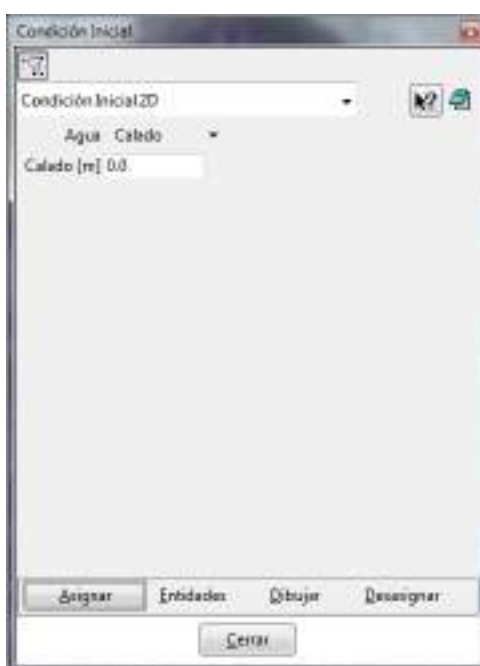


Ilustración 57. Condición inicial

Lo primero que observamos es que las condiciones iniciales se asignan a las superficies, no a las líneas como en el caso de las condiciones de contorno.

Indicamos una Condición Inicial 2D con "Calado 0", pulsamos en "Asignar" y seleccionamos todas las superficies dibujando un recuadro que seleccione toda la geometría para por último darle a la tecla ESC, quedando asignada la condición inicial en toda la geometría.

3.4. Condiciones de entrada

En la condición de entrada vamos a introducir cada uno de los caudales punta que hemos obtenido del cálculo de las cuencas de estudio y los distintos periodos de retorno. Cada modelo Iber utilizado se corresponderá a un periodo de retorno dado, no siendo posible la computación de varios periodos de retornos en un mismo archivo como si es posible en programa de similares características tipo Hec-Ras.

A tenor de los caudales obtenidos en los cálculos anteriores podría ser muy importante la simulación de esta red de drenaje, ya que puede tener consecuencias para una parte de la zona de estudio.

Por lo tanto, solo introduciremos el caudales punta para el periodo de retorno de T50 años.

Simularemos un régimen subcrítico con caudal constante para cada periodo de retorno estudiado. Por tanto, nos acercamos a la zona de entrada del modelo.

Una vez ubicada la zona por donde entrará el flujo de agua, seleccionamos la opción para introducir las condiciones de contorno hidrodinámicas; es decir nos dirigimos a **Datos / Hidrodinámica / Condiciones de Contorno**.

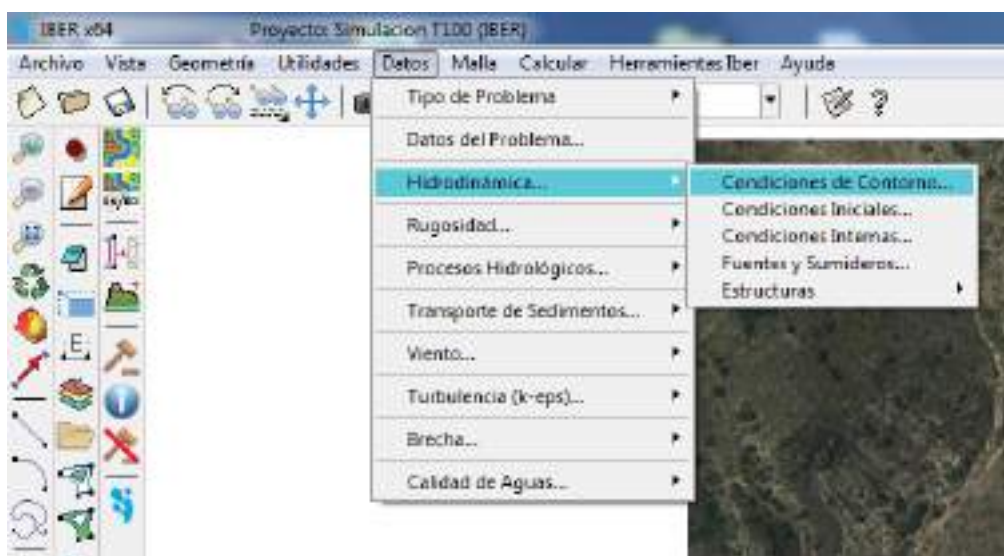


Ilustración 58. Condiciones de contorno

Al hacer clic nos emerge la ventana Análisis 2D, tal como se muestra en la figura, en la cual se nos presenta varias opciones para establecer las condiciones:

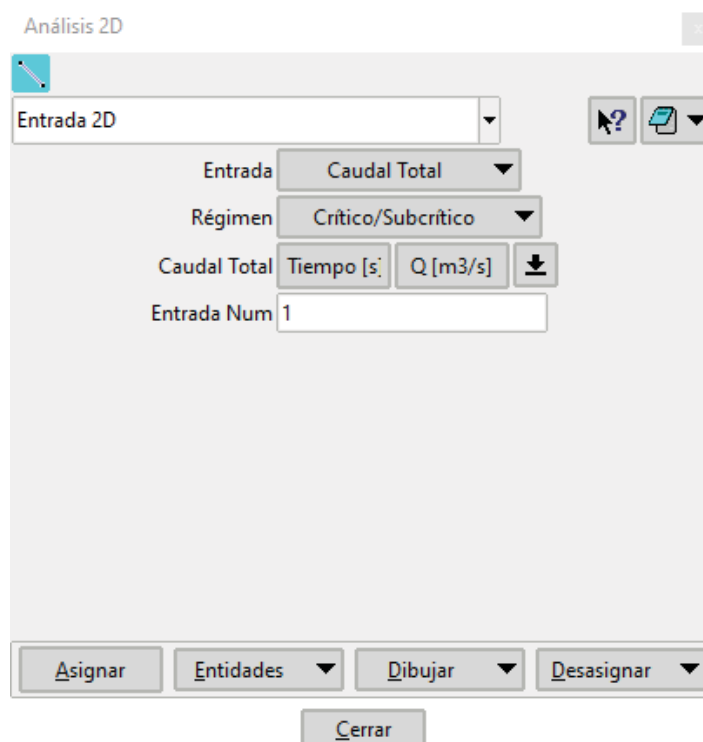



Ilustración 59. Ventana análisis 2D

Tipo de condición: Tendremos que seleccionar si vamos a establecer una condición de Entrada o de Salida; seleccionamos "Entrada 2D" en el desplegable.

Entrada: Tipo de dato de entrada; en nuestro caso simulamos un caudal constante por lo que tenemos que indicar "Caudal Total" para cada periodo de retorno estudiado (T = 50 años).

Régimen: Régimen de flujo a la entrada. Nosotros simularemos un régimen subcrítico a la entrada (seleccionamos "crítico/Subcrítico")

Total Discharge: Caudal total de entrada. Aquí tenemos que indicar el valor de caudal total de entrada. Para introducirlo pulsamos en el icono de la flecha  y se desplegará una tabla donde indicaremos el caudal en función del tiempo. Como vamos a simular un caudal constante, únicamente introducimos el dato correspondiente en la columna Q (m³/s) dejando la columna de tiempo a 0.

Entrada núm.: Número de entrada. Mediante esta casilla podemos introducir varios caudales, de tal forma que, si quisiéramos simular otro caudal diferente, escribiríamos "2" y rellenaríamos los datos de nuevo.

Una vez introducidos los datos, tenemos que indicar al programa el lugar por donde entra el agua. La asignación de las condiciones de contorno (entrada/salida) se realiza sobre las líneas (tal y como indica el icono de la ventana de análisis 2D) no sobre

superficies. El programa entenderá que la dirección de flujo es perpendicular al contorno de entrada, es decir, a la línea o líneas seleccionadas.

Pulsamos sobre el botón de **Asignar** y seleccionamos el conjunto de líneas por donde entra el agua al modelo.

En ocasiones al realizar una asignación seleccionaremos sin querer alguna superficie de más en la geometría. En caso de que esto ocurra, como es nuestro caso, IBER presenta una herramienta de gran utilidad con la que podemos eliminarlas aquellas entidades no deseadas. Para ello hacemos clic con el botón derecho en cualquier lugar de la pantalla y clicamos en **Contextual – Ventana de Selección**

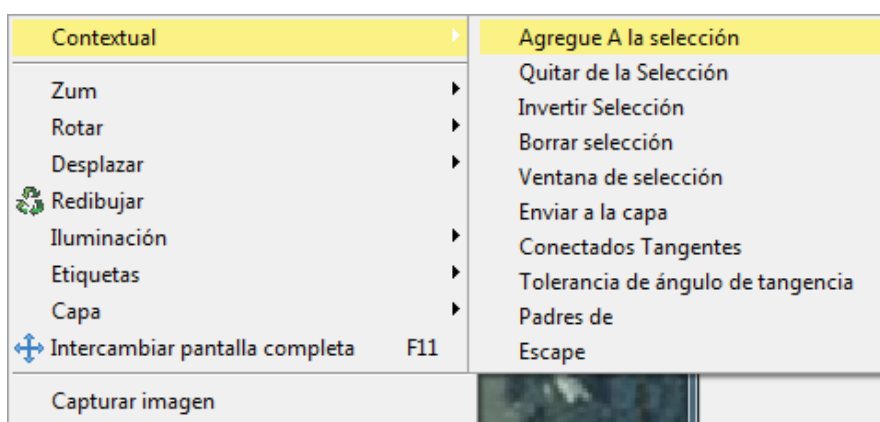


Ilustración 60. Ventana contextual

Al realizar esta acción, nos emerge la Ventana de Selección. Donde nos aparecerán las siguientes opciones:

Modo indicamos "Quitar".

Filtro seleccionamos "Superentidades".

Y en **Valor** escribimos "2".

Esta herramienta permite eliminar de la selección todas las líneas (superentidades) que forman parte de 2 superficies (Valor 2). Como las del extremo sólo forman parte de una superficie, utilizando esta opción podemos quedarnos únicamente con las líneas que nos interesan quedando tal como se muestra en las siguientes figuras.

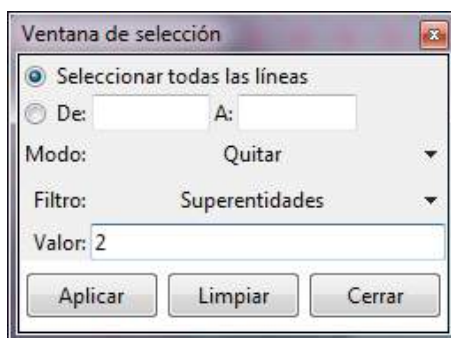


Ilustración 61. Ventana de selección

Por último, hacemos clic en **Terminar** o en la tecla Esc del teclado. Para asegurarnos que lo hemos realizado correctamente y que líneas hemos seleccionado como condición de entrada vamos a colorearlas haciendo clic dentro de la ventana **Análisis 2D – Dibujar – Colores**.

En este caso, solo introduciremos el caudal punta del arroyo de la Retamosa, ya que la cuenca del arroyo innominado se encuentra completamente dentro de la malla de estudio y por lo tanto la simulación de lluvia nos proporcionará una correcta extensión de la lámina de agua del mismo.



Ilustración 62. Condiciones entrada de caudales en iber.

3.5. Condiciones hidrológicas

Para introducir la lluvia sobre nuestro modelo debemos crear el hietograma en el programa y posteriormente insertarlo en nuestro modelo. Para ello debemos utilizar las opciones de “Procesos Hidrológico”.



Ilustración 63. Condiciones Hidrológicas

Para crear el hietograma utilizamos la opción de “Definición de Hietograma”, donde insertaremos los valores de tiempo e intensidad de este que anteriormente hemos calculado a través del programa de distribución de lluvias por bloques alternos.

Distribución de lluvia por bloques alternos		
Tiempo (minutos)	Precipitación (mm)	Intensidad (mm/hr)
1	0,40	24,14
2	0,42	25,45
3	0,45	26,94
4	0,48	28,65
5	0,51	30,66
6	0,55	33,04
7	0,60	35,93
8	0,66	39,54
9	0,74	44,22
10	0,84	50,62
11	1,00	60,11
12	1,27	76,48
13	1,95	117,25
14	3,79	227,51
15	1,51	90,89
16	1,12	66,98
17	0,91	54,83

Distribución de lluvia por bloques alternos		
Tiempo (minutos)	Precipitación (mm)	Intensidad (mm/hr)
18	0,79	47,14
19	0,70	41,72
20	0,63	37,63
21	0,57	34,41
22	0,53	31,80
23	0,49	29,62
24	0,46	27,76
25	0,44	26,17
26	0,41	24,77
27	0,39	23,54

Tabla 13. Creación de distribución de lluvia

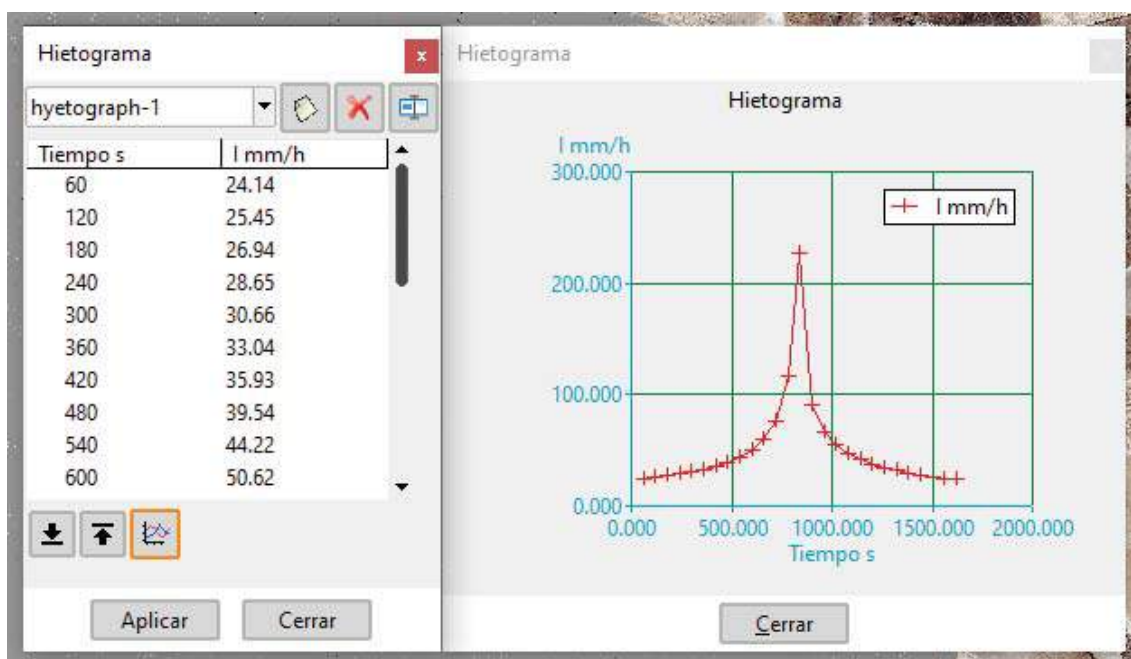


Ilustración 64. Hietograma de estudio

Creado el hietograma, lo insertamos sobre nuestra superficie mediante la opción de “Asignación de Hietograma”.



Ilustración 65. Asignación de Hietograma al modelo

Por último, vamos a introducir una pérdida inicial por infiltración de agua en el modelo. Y para ello utilizaremos el Método SCS, en el cual tan solo debemos insertar el número de curva de nuestra zona de estudio.

Para determinar este Número de Curva utilizaremos la fórmula de correspondencia entre el valor de P_0 y el número de curva del SCS en una condición alta de humedad (Tipo III).

$$CN(I) = \frac{4,2 \cdot CN(II)}{10 - 0,058 \cdot CN(II)} ; CN(II) = \frac{5080}{50,8 + P_0} ; CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0,13 \cdot CN(II)}$$

TIPO DE VEGETACIÓN	TRATAMIENTO	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	TIPO DE SUELO			
			A	B	C	D
Barbecho	Desfido	-	77	86	91	94
	CR	Pobres	76	85	90	93
	CR	Buena	74	83	88	90
Cultivos alineados	R	Pobres	72	81	86	91
	R	Buena	67	78	85	89
	R + CR	Pobres	71	80	87	90
	R + CR	Buena	64	75	82	85
	C	Pobres	70	79	84	88
	C	Buena	65	75	82	86
	C + CR	Pobres	69	78	83	87
	C + CR	Buena	64	74	81	85
	C + T	Pobres	66	74	80	82
	C + T	Buena	62	71	78	81
	C + T + CR	Pobres	65	73	79	81
C + T + CR	Buena	61	70	77	80	
Cultivos no alineados, o con surcos pequeños o mal definidos	R	Pobres	65	76	84	88
	R	Buena	63	75	83	87
	R + CR	Pobres	64	75	83	86
	R + CR	Buena	60	72	80	84
	C	Pobres	63	74	82	85
	C	Buena	61	73	81	84
	C + CR	Pobres	62	73	81	84
	C + CR	Buena	60	72	80	83
	C + T	Pobres	61	72	79	82
	C + T	Buena	59	70	78	81
	C + T + CR	Pobres	60	71	78	81
C + T + CR	Buena	58	69	77	80	
Cultivos de cereales de leguminosas o prados en alternancia	R	Pobres	66	77	85	88
	R	Buena	68	72	81	85
	C	Pobres	64	75	83	85
	C	Buena	65	68	78	83
	C + T	Pobres	63	73	80	83
C + T	Buena	61	67	76	80	
Pastizales o pastos naturales	-	Pobres	68	79	86	89
	-	Regulares	45	69	79	84
Pastizales	-	Buenas	39	61	74	80
	C	Pobres	47	67	81	86
Prados permanentes	C	Regulares	25	59	75	83
	C	Buenas	6	35	70	79
	-	-	30	58	71	78
Matorral herbazal, siendo el matorral preponderante	-	Pobres	46	67	77	83
	-	Regulares	35	56	70	77
Combinación de arbolado y herbazal, cultivos agrícolas leñosos	-	Buenas	30	48	65	73
	-	Pobres	57	73	82	86
Montes con pastos (aprovechamientos silvopastorales)	-	Regulares	43	65	76	82
	-	Buenas	32	58	72	75
Caseros	-	Pobres	45	66	77	83
	-	Regulares	36	60	73	79
Bosques	-	Buenas	25	55	70	77
	-	I Muy pobres	58	75	86	91
	-	II Pobres	46	66	78	84
	-	III Regular	36	60	70	76
	-	IV Buena	28	52	63	69
Camíños en firme	-	V Muy buena	15	44	54	61
	-	-	59	74	82	86
Camíños en tierra	-	-	72	82	87	89
Camíños en firme	-	-	74	84	90	92

Tabla 14. Numero de curvas. Tipo de suelo

Para nuestra zona de estudio obtenemos un valor promedio de CN(II) de 74, pero utilizaremos las condiciones de humedad más desfavorables (CN III) la cual arroja un valor de 86,74.



Ilustración 66. Asignación número de curvas (perdidas) al modelo.

3.6. Condiciones de salida

El proceso para asignar las condiciones a la salida es exactamente el mismo. El régimen de flujo que vamos a simular es nuevamente subcrítico, de manera que en la ventana emergente no vamos a modificar ningún parámetro, lo dejamos por defecto. Lo único por tanto que debemos realizar es determinar las líneas por donde saldrá el flujo que en nuestro caso lo colocaremos en todo el perímetro de la malla de estudio.

Análisis 2D

Salida 2D

Condición del Flujo: Subcrítico

Tipo: Vertedero

Coefficiente Vertedero: 1.6

Definición del labio: Altura

Altura vertedero [m]: 0.0

Salida Número: 1

Terminar Pulsar 'Finalizar' para terminar la selección

Cerrar

Ilustración 67. Ventana de condiciones de salida



Ilustración 68. Condición de salida de Iber

• Rugosidad

Iber asigna la rugosidad a través de un coeficiente de rugosidad de Manning. El valor del número de Manning es representativo de la resistencia que ofrece una superficie al fluido; es decir, de la rugosidad de esa superficie. Esto implica que, a mayor

rugosidad de la superficie, mayor será la resistencia que ofrece al flujo y el valor de Manning será más alto.

La rugosidad del terreno asociado al modelo, puede ser introducida mediante tres procedimientos diferentes:

- **Asignación Manual:** podemos escoger un uso del suelo y asignarlo a las superficies que conforman la geometría del modelo.
- **Manning Variable:** los datos de rugosidad se introducen en forma de tabla y son asignados con base en el caudal específico o el calado.
- **Asignación Automática:** consiste en la asignación de la rugosidad desde mediante la información contenida en un archivo ASCII o un archivo XY dbase. En ambos casos, deberemos disponer de un archivo *.csv que contenga la lista de los usos del suelo del programa, localizado en el mismo directorio y con el mismo nombre que el archivo ASCII o XY dbase.

La rugosidad de las superficies por las que discurren las inundaciones se expresa como valores del coeficiente de rugosidad de Manning. Para obtenerlas, se hace una equivalencia entre las coberturas del suelo que recogidas en el Mapa de Ocupación del Suelo de España (SIOSE 2018) obtenido a través del centro de descarga del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Los valores de “n” según la tabla de equivalencia descrita en la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (Anejo V, Tabla 1)”.

Para la zona de estudio se tienen los siguientes valores de coberturas y rugosidades.

Descripción Coberturas	Codigo Siose	N manning
Cultivo herbáceo	210	0,045
Viñedo	233	0,050
Combinación de cultivo leñoso	236	0,060
Combinación de cultivos	250	0,045
Combinación de cultivos con vegetación	260	0,045
Bosque de frondosas	311	0,12
Pastizal o Herbazal	320	0,050
Matorral	330	0,070

Tabla 15. Manning Siose Iber

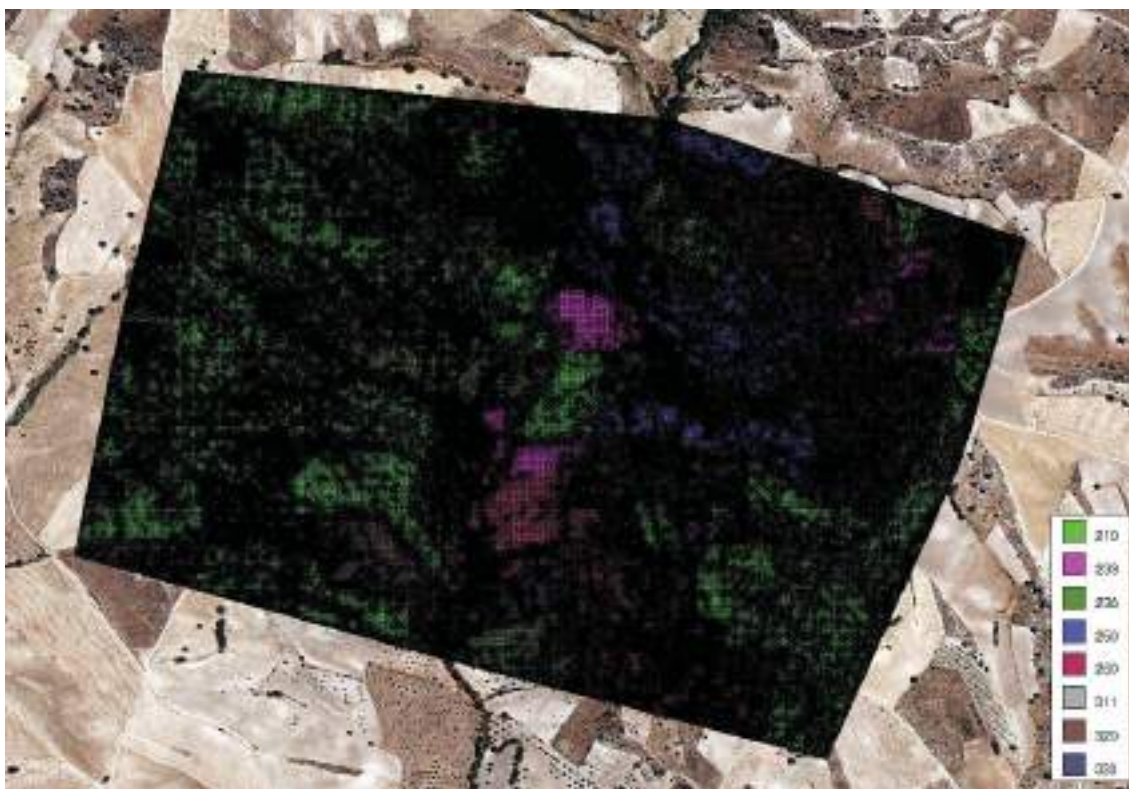


Ilustración 69. Manning Iber

3.7. Tipos de malla programa iber

Iber trabaja con tres tipos de mallas: no estructuradas, estructuradas y una combinación de ambas (malla mixta).

- No Estructuradas

Están formadas por elementos que pueden tener 3 o 4 lados y que se pueden combinar dentro de la misma malla. Este tipo de malla se adapta muy bien a cualquier geometría, ya que no es necesario que la malla tenga ningún tipo de organización o estructura interna. Esta característica las hace especialmente indicadas para su utilización en hidráulica fluvial y por lo general se aplica un mallado de este tipo a las llanuras de inundación.

- Estructuradas

Están formadas por elementos de 4 lados distribuidos de manera ordenada de forma que a cada elemento de la malla se le puede asignar una fila y una columna. Por lo general este tipo de mallado se aplica a los cauces.

3.8. Creación malla iber

Para generar la malla Iber cuenta con diferentes opciones, pero en cualquier caso el tipo de malla que utilicemos, así como el tamaño de los elementos dependerá del mayor o menor detalle que necesitemos. Para lograr un mayor detalle tendremos que generar un mayor número de elementos lo que implicará establecer un tamaño de elemento menor.

Para generar la malla en Iber vamos a seguir los siguientes pasos. Iremos a la barra de herramientas y seguiremos la ruta **Malla / Estructurada / Superficies / Asignar número de divisiones**,

Se procederá a la división y creación de la malla quedando tal como aparece en la siguiente figura tras la creación de la Malla a través de la opción **Malla/Generar Malla**.



Ilustración 70. Malla del modelo

Para comprobar la precisión de la malla resultante y estar seguro de que vamos en buen camino podemos realizar dicha comprobación. Para ello hacemos clic **en Malla / Dibujar / Tamaños / Superficies**.

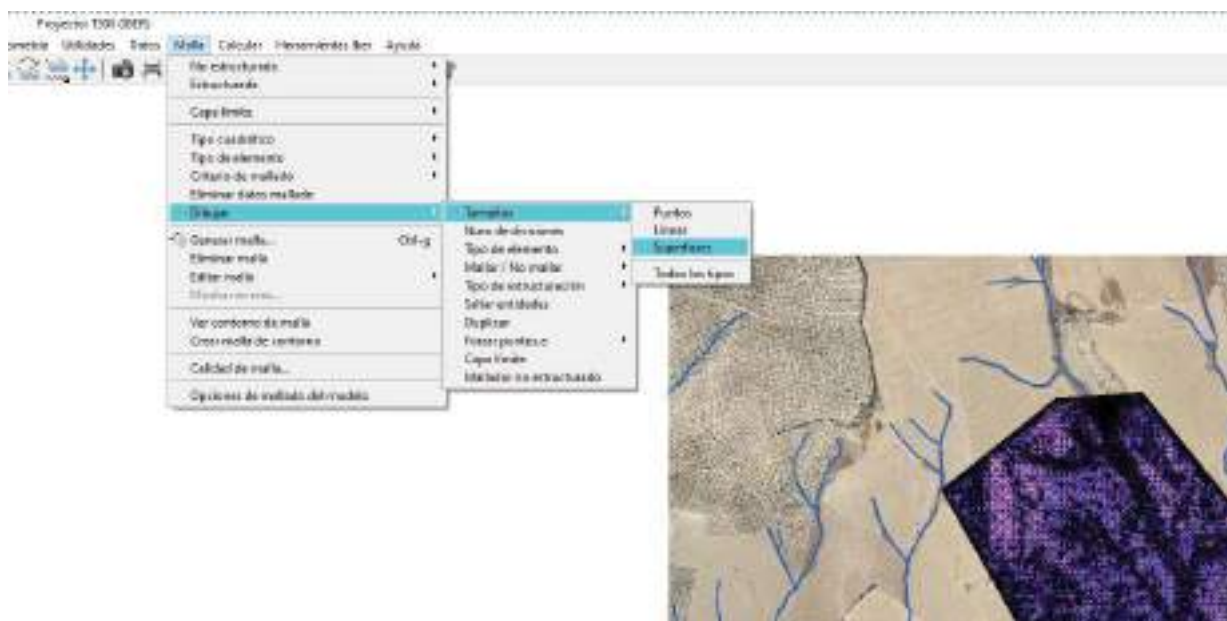


Ilustración 71. Dibujo tamaño superficie

Al hacer esta acción se nos colorea la malla y nos genera una leyenda con el tamaño de malla. En el estudio podemos comprobar que el tamaño de malla se encuentra comprendido entre **1,14 y 9,16 m**.

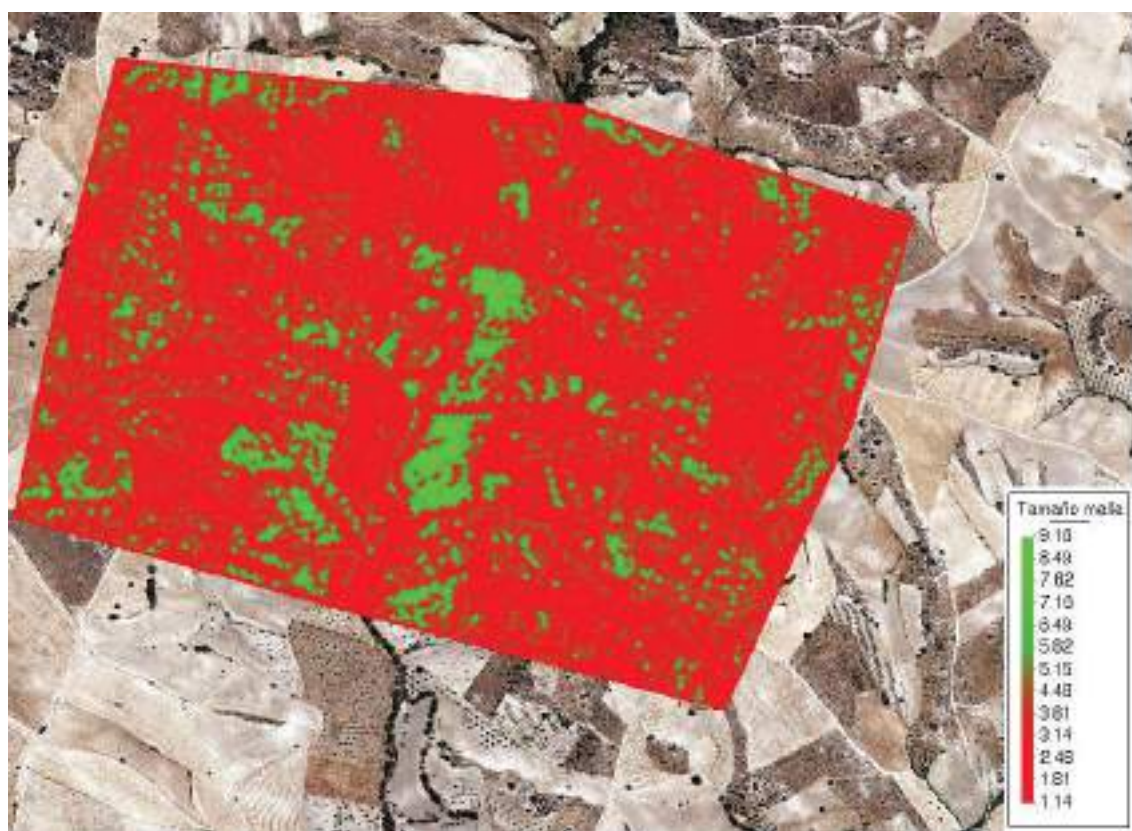


Ilustración 72. Visualizador tamaño malla

3.9. Datos del problema

Los datos del problema recogen una serie de parámetros configurables para realizar la simulación del modelo en Iber. Mediante ellos podemos establecer parámetros de tiempo, una serie de parámetros generales del propio funcionamiento del programa y la configuración de resultados a generar **Datos / Datos del problema**.

- **Parámetros de tiempo**

En esta pestaña indicamos los parámetros de tiempo para realizar la simulación:

- Simulación: Podemos comenzar una nueva simulación o continuar con una que ya se ha ejecutado hasta un instante concreto.
- Instante inicial (s): Primer instante del que queremos obtener los resultados.
- Tiempo máximo de simulación (s): Último instante que queremos simular.
- Intervalo de resultados (s): Aquí debemos indicar cada cuantos segundos queremos que el programa nos muestre los resultados. Cuanto menor sea el intervalo, más tiempo tardará en realizarse el cálculo.
- Opciones de tiempo: Podemos ocultar las opciones de tiempo o mostrarlo.

Realizamos una nueva simulación comenzando en el instante 0 s (instante inicial) y terminando 5000 s tiempo suficiente para visualizar el comportamiento del fluido dentro de la zona de estudio.

Y en cuanto al intervalo de cálculo estimamos cada 15 segundos.

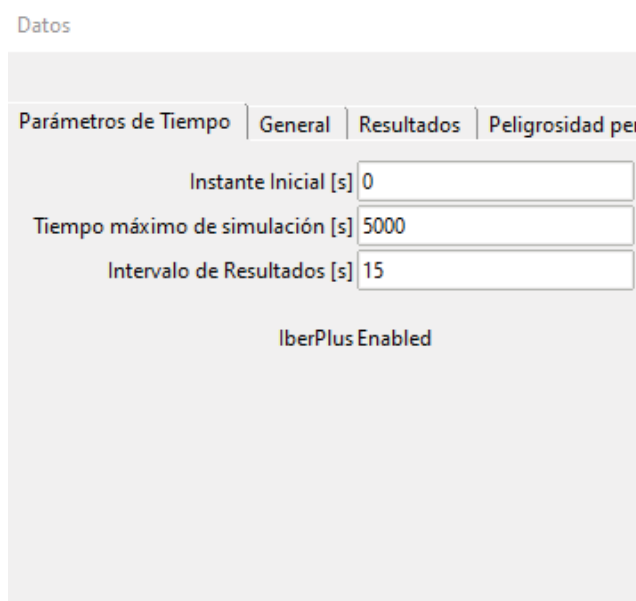


Ilustración 73. Ventana de computación

3.10. Parámetros generales

Mediante la pestaña General se realizan una serie de configuraciones generales de la simulación. En cualquier caso, nosotros dejaremos todas las opciones que aplica el programa por defecto.

- Número de procesadores: Iber puede lanzar un cálculo paralelo con el número de procesadores que se desee. Si se indica un número de procesadores mayor al existente Iber utilizará el máximo de procesadores posibles. En nuestro caso al tener un ordenado de 8 núcleos, hemos dedicados todos a la computación del programa.
- Esquema numérico: Tenemos la opción de escoger un esquema numérico de primer orden, o de segundo orden (para más información ver Manual de referencia).
- CFL: Valor del número de Courant-Friedrichs-Levy para conseguir un esquema numérico estable.
- Límite Seco - Mojado: Umbral para considerar que un elemento está seco y que no se debe realice ningún cálculo hidrodinámico en él. Iber aplica por defecto un umbral de 0.01 metros lo que significa que se considerará que un elemento está seco cuando presenta una lámina de agua menor de 1 cm.
- Método de secado: Existen 3 métodos aplicables:
 - o Normal: Iber considerará un elemento como seco cuando éste tenga un "calado negativo", de manera que para que vuelva a estar mojado el elemento debe llenar antes este "calado negativo". Es un método robusto y con el cual el tiempo de cálculo no depende del proceso de secado-mojado.
 - o Estricto: Impide que exista el "calado negativo" por lo que se gana precisión en el proceso de mojado y secado. Este método reduce el incremento de tiempo de cálculo por lo que aumenta el tiempo de cálculo total.
 - o Hidrológico. Es el método recomendado al realizar cálculos hidrológicos ya que en estos casos los otros dos métodos pueden producir inestabilidades.
- Opciones generales: Podemos mostrarlas u ocultarlas.

3.11. Pestaña resultados

En esta pestaña seleccionamos los resultados que deseamos obtener en la simulación:

- Forzar resultados a vértices. Por defecto Iber calcula los resultados para cada elemento de la malla, pero si queremos podemos forzarlo de manera que los calcule para cada uno de los vértices.

- Sin resultados en los elementos secos. Por defecto estará activado de manera que Iber no sacará resultados en los elementos que estén secos.
- Selección de resultados. Iber sólo creará archivos de resultados para los resultados seleccionados mediante las casillas.

El resto de pestañas son referentes a los módulos de sedimentos y turbulencia, al cálculo de la vía intenso desagüe y a la rotura de presas.

Se establecieron los datos del problema en cada uno de los modelos que vamos a simular.

Se calculó los resultados para cada elemento de la malla y se obvió los resultados en los elementos secos. Por otro lado, los resultados que se generaron fueron el calado y máximo calado, la velocidad, cota del agua, número de Froude, máximo calado, máxima velocidad, máxima cota del agua y la Peligrosidad.

Una vez establecidos todos estos datos, pulsamos en **Aceptar**.

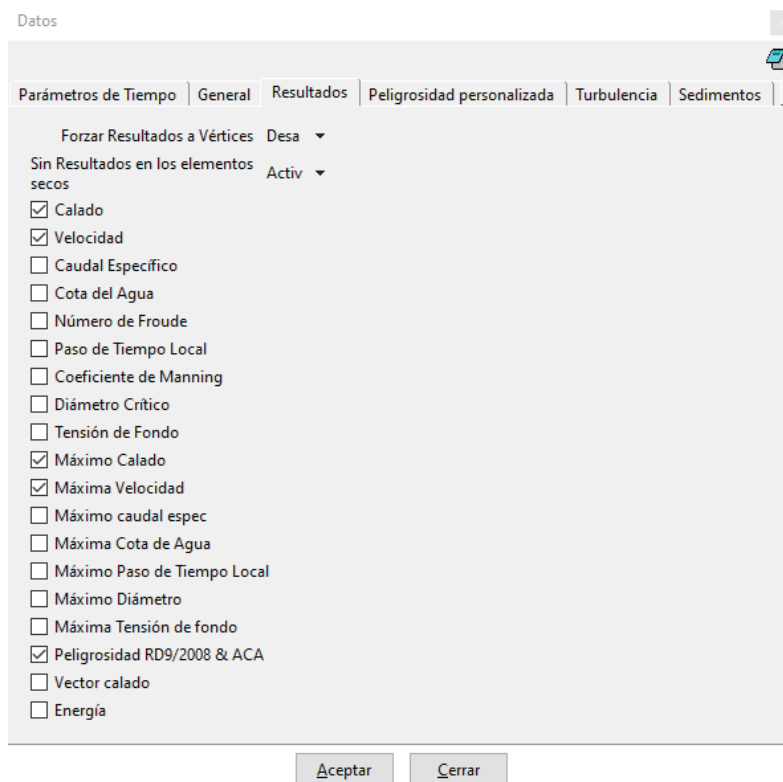


Ilustración 74. Ventana de selección datos de computación

3.12. Cálculo del modelo

Una vez introducida toda la información en el modelo (datos hidrodinámicos, rugosidad y datos del problema) se procede con la simulación para el periodo de retorno de 50 años.

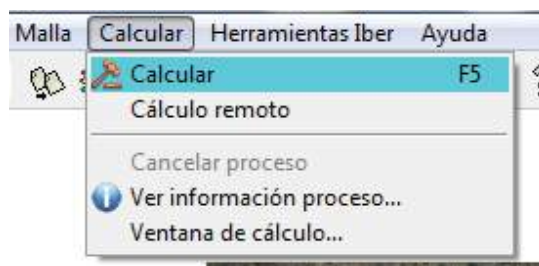



Ilustración 75. Proceso de cálculo

3.13. Post-proceso

Mientras el programa está calculado, Iber nos permite pasar al post-proceso para ver los resultados. Para ello pulsamos en el icono  o si la simulación ha terminado, pulsaremos en "Post-proceso".

Durante la simulación podemos ir intercambiando entre pre-proceso y post-proceso para ver cómo va la simulación.

Una vez terminada la simulación en el programa nos saldrá una ventana emergente llamada Información del Proceso donde nos dice que el proceso ha finalizado. A continuación, pasaremos a Post-proceso a través del icono para comprobar los resultados.

4. RESULTADOS

A continuación, pasamos a analizar los resultados obtenidos en la fase de cálculo para las simulaciones realizadas.

4.1. Resultados T50 años

Calados



Ilustración 76. T50 Calados

Velocidad



Ilustración 77. T50 Velocidad

5. CONCLUSIONES ESTUDIO DRENAJE

Para concluir el presente estudio se analizarán los resultados obtenidos en la fase de cálculo.

5.1. Conclusiones obtenidas

Como hemos visto con anterioridad, para la simulación de la zona de estudio, se ha supuesto el período de retorno T50 años para comprobar la afección de dicha lluvia en las instalaciones objeto de este estudio. En lo que, como podemos observar en el apartado anterior, podemos establecer la siguiente conclusión:

Tras el análisis de los resultados se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

- A efectos de calados de inundabilidad la planta solar fotovoltaica no afectará, ni se verá afectada, a la capacidad de desagüe procedente de la escorrentía superficial para un periodo de retorno de 50 años.
- A efectos de velocidades para el periodo de retorno de estudio, éstas si pueden provocar algún tipo de afección erosiva a lo largo del tiempo en la zona donde se encuentra la planta solar fotovoltaica aunque de forma muy leve.
- Por lo tanto serían necesarias medidas correctoras, que prevengan posibles efectos erosivos la planta solar fotovoltaica

6. MEDIDAS CORRECTORAS

Para concluir el estudio se recomiendan las siguientes medidas correctoras.

6.1. Conclusiones obtenidas

- Se recomienda realizar un mantenimiento de los terrenos de la planta para prevenir futuras afecciones como cárcavas en el terreno o pérdidas de material y algún tipo de afección por la dejadez del mismo.
- Se recomienda mantener la cobertura vegetal del terreno, siempre que sea posible y no se vea afectada las instalaciones de la planta fotovoltaica.
- En el caso de que se produzcan cárcavas, éstas deben ser reparadas eliminando los bordes degradados de la misma, para facilitar el establecimiento de especies herbáceas que cubran y protejan el suelo.

Córdoba, marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Correro Cabrera
Colegiado 7.426

7. PARTICULARIDADES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

7.1. Metodología programa Iber

Iber es un modelo numérico de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no permanente, y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial.

La creación del programa la promueve el Centro de Estudios Hidrológicos del CEDEX en colaboración con:

- Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de La Coruña (UDC).
- Grupo FLUMEN de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
- Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, vinculado a la Universidad Politécnica de Cataluña.

El rango de aplicación de Iber abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos, y el flujo de marea en estuarios. El modelo Iber consta actualmente de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico (en el cual se centra el contenido del curso), un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos. Todos los módulos trabajan sobre una malla no estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares y/o cuadriláteros.

La interfaz de Iber está basada en un GID, para obtener mayor información podéis visitar la web www.gidhome.com, el cual funciona mediante un Pre-proceso donde se introducirá o creará una geometría la cual se discretizará en triángulos o cuadriláteros formando una malla, tras la introducción de unos datos hidrodinámicos el software realiza los cálculos ofreciendo unos resultados que se podrán visualizar y exportar desde el Post-proceso. En la figura siguiente se puede observar el funcionamiento de un GID:

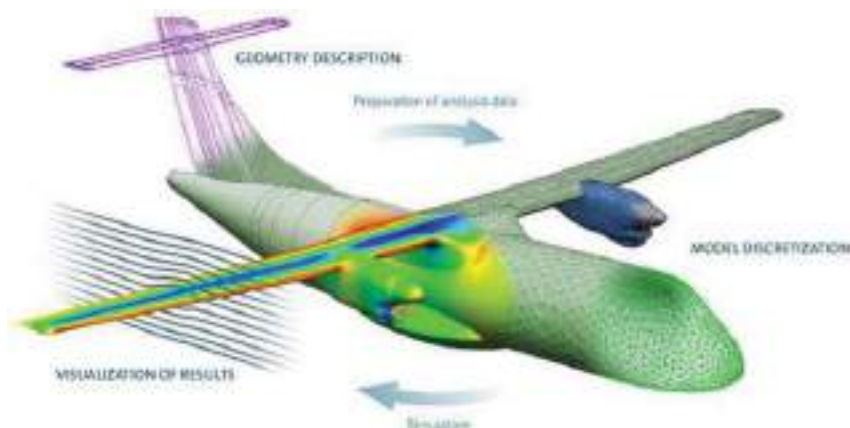


Ilustración 78. Funcionamiento Gld

Rango de aplicación de Iber:

1. Hidrodinámica fluvial
2. Rotura de presas
3. Evaluación zonas inundables
4. Transporte de sedimentos
5. Flujo de marea en estuarios

7.2. Módulos de cálculo de Iber

1. Módulo Hidrodinámico

El módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad bidimensionales: ecuaciones de St.Venant 2D, las cuales asumen las hipótesis de distribución de presión hidrostática y distribución uniforme de velocidad en profundidad.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q_x^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q_x q_y}{h} \right) = -gh \frac{\partial z_b}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left(v_t h \frac{\partial U_x}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v_t h \frac{\partial U_x}{\partial y} \right)$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q_x q_y}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q_y^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right) = -gh \frac{\partial z_b}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left(v_t h \frac{\partial U_y}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v_t h \frac{\partial U_y}{\partial y} \right)$$

El módulo hidrodinámico considera los siguientes procesos:

1. Flujo no estacionario en régimen rápido y en régimen lento
2. Formación de resaltos hidráulicos no estacionarios

3. Fricción de fondo según formulación de Manning
4. Frentes de inundación no estacionarios
5. Tensiones turbulentas calculadas según diversos modelos de turbulencia
6. Variación temporal de la cota del fondo debido a transporte de sedimentos
7. Condiciones de contorno abierto tipo: hidrograma, nivel de marea, vertido crítico, vertedero, curva de gasto
8. Condiciones de contorno tipo pared: deslizamiento libre, fricción de pared según ley logarítmica
9. Condiciones de contorno internas: puentes, vertederos, compuertas, alcantarilla
10. Formación de brecha en presas para estudios de rotura de presas
11. Infiltración según las formulaciones de: Green-Ampt, Horton, Lineal
12. Rozamiento superficial por viento según formulación de Van Dorn
13. Salida de resultados de Riesgo según RDPH
14. Utilidades para el cálculo de la zona de flujo preferente según RDPH

2. Módulo de Turbulencia

Iber incorpora de diversos modelos de turbulencia tipo Boussinesq para el cálculo de las tensiones tangenciales turbulentas, los cuales se resuelven en el módulo de turbulencia.

Se incluyen en el programa Iber los siguientes modelos de turbulencia tipo Boussinesq para aguas someras:

1. Viscosidad turbulenta constante
2. Modelo parabólico
3. Modelo de longitud de mezcla
4. Modelo $k-\epsilon$ de Rastogi y Rodi

3. Módulo de Transporte de Sedimentos

El módulo de transporte de sedimentos resuelve las ecuaciones de transporte por carga de fondo y por carga en suspensión mediante la ecuación de Exner.

El módulo de transporte de sedimentos por carga de fondo incluye las siguientes formulaciones:

1. Umbral de movimiento de Shields
2. Formulaciones para caudal sólido de fondo
3. Wong-Parker (corrección de la fórmula de Meyer Peter-Mulle)
4. van Rijn

5. Ecuación definida por el usuario
6. Corrección por pendiente de fondo en inicio del arrastre (tensión crítica en talud)
7. Corrección por pendiente de fondo en transporte sólido (magnitud y dirección)
8. Separación de tensiones de Einstein por formas de fondo y grano
9. Condiciones de contorno tipo sedimentograma (caudal sólido de fondo variable en tiempo)
10. Condición de cota de fondo no erosionable (puntos fijos)

Las principales características del módulo de transporte de sedimentos por carga en suspensión son:

11. Incorporación de transporte por difusión turbulenta
12. Término de deposición / resuspensión
13. Cálculo de la concentración de sedimento en suspensión según formulaciones de:
 - a) van Rijn
 - b) Smith
 - c) García
14. Cálculo de la velocidad de sedimentación de las partículas según formulación de van Rijn

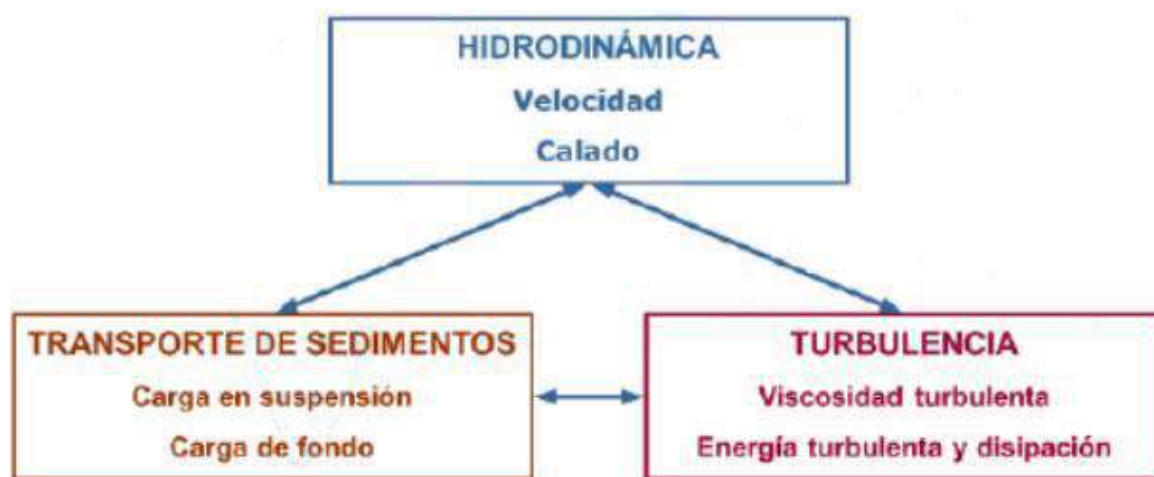


Ilustración 79. Módulos de Funcionamiento Iber

7.3. Estructura del programa

En el programa Iber se distinguen 3 procesos fundamentales a la hora de realizar una simulación:

- **Preproceso:** En este módulo se definen principalmente la geometría y datos que se necesitan a la hora de hacer los cálculos. Introducida la geometría, se incluirán datos de simulación y condiciones de contorno e iniciales. Además, se aplicará rugosidad y se procederá a mallar las superficies para que el programa de cálculo se encargue de resolver las ecuaciones en la malla.

- **Proceso:** Cálculo de la simulación.

- **Postproceso:** En este módulo se obtendrán resultados de la simulación tales como mapas de calados, de velocidades..., gráficas, perfiles longitudinales y transversales, hidrogramas, vídeos...

Córdoba, marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

19.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN PSF LABRADOR

Documento nº 7: Estudio Hidrológico

Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MWn
Potencia pico: 6,291 MWp

Promotor: PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.

Ingeniería: Ingnova Proyectos

Marzo 2024

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO	4
1.2. NORMATIVA APLICACIÓN	4
2. CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO	10
2.1. OBJETO DEL ESTUDIO	10
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	10
2.3. DESCRIPCIÓN FÍSICA	11
HIDROLOGÍA	13
EDAFOLOGÍA	16
CLIMATOLOGÍA	18
GEOLOGÍA	19
3. ESTUDIO HIDROLÓGICO	22
3.1. CÁLCULO DE LAS CUENCAS DE ESTUDIO	22
3.2. DATOS	22
3.3. DEFINICIÓN DE LAS CUENCAS DE ESTUDIO	24
3.4. TRATAMIENTO DE DATOS	24
3.4.1 <i>Obtención red drenaje y cuencas de estudios</i>	25
3.4.2 <i>Cuencas de estudio</i>	26
4. CALCULO CAUDALES CUENCAS DE ESTUDIO	29
4.1. MÉTODO DE CÁLCULO	29
4.2. CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMA DIARIAS	30
4.3. MÉTODO RACIONAL	31
3.4.1 <i>Fórmula general de cálculo</i>	31
3.4.2 <i>Cálculo del tiempo de concentración</i>	32
4.4. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	37
4.4.1 <i>Intensidad media diaria</i>	37
4.4.2 <i>Intensidad media diaria de precipitación corregida (Id)</i>	38
4.4.3 <i>Factor de intensidad Fint</i>	38
4.4.4 <i>Obtención de Fa</i>	39
4.4.5 <i>Obtención de Fb (adimensional)</i>	40
4.4.6 <i>Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF)</i>	41
4.5. CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS IDF	42
4.6. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	43
4.6.1 <i>Fórmula de cálculo</i>	43
4.7. UMBRAL DE ESCORRENTÍA	44
4.8. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN	48
4.9. CÁLCULO CAUDALES DE ESTUDIO	49
5. ESTUDIO HIDRÁULICO	55
5.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	55

5.2.	OBTENCIÓN ORTOFOTO Y MODELO DIGITAL DEL TERRENO.....	55
5.3.	GEOMETRÍA DEL MODELO	57
5.4.	PARÁMETROS A INTRODUCIR EN EL MODELO.....	59
5.5.	CONDICIONES DE ENTRADA	61
5.6.	CONDICIONES DE SALIDA	65
5.7.	TIPOS DE MALLA PROGRAMA IBER.....	67
5.8.	CREACIÓN MALLA IBER	67
5.9.	DATOS DEL PROBLEMA	69
5.10.	PARÁMETROS GENERALES	70
5.11.	PESTAÑA RESULTADOS	71
5.12.	CÁLCULO DEL MODELO	72
5.13.	POST-PROCESO.....	72
6.	DELIMITACIÓN MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA	74
6.1.	DEFINICIÓN DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO	74
6.2.	MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA.....	74
7.	RESULTADOS.....	77
7.1.	RESULTADOS T10 AÑOS	77
7.2.	RESULTADOS T50 AÑOS	78
7.3.	RESULTADOS T100 AÑOS	79
8.	CONCLUSIONES ESTUDIO INUNDABILIDAD	81
8.1.	CONCLUSIONES OBTENIDAS	81
9.	DATOS DE CÁLCULOS CUENCAS DE ESTUDIO.....	82
9.1.	DATOS GENERALES DE LAS CUENCAS.....	82
9.2.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	86
9.3.	CÁLCULO PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS	87
9.4.	DISTRIBUCIÓN PROBABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS	88
9.5.	TABLA DE REGRESIÓN I-D-T	89
9.6.	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	90
9.7.	FACTOR FA	91
9.8.	FACTOR DE INTENSIDAD.....	93
9.9.	INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA.....	96
9.10.	PO CUENCA DE ESTUDIO	100
9.11.	UMBRAL DE ESCORRENTÍA	102
9.12.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	108
9.13.	COEFICIENTE Kt.....	112
9.14.	CAUDALES DE ESTUDIO.....	113
10.	PARTICULARIDADES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	115
10.1.	METODOLOGÍA PROGRAMA IBER.....	115
10.2.	MÓDULOS DE CÁLCULO DE IBER	116
10.3.	ESTRUCTURA DEL PROGRAMA	119

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y objeto

Se realiza el presente estudio de inundabilidad suscrito por técnico competente para cumplimiento de la normativa pertinente según las prescripciones técnicas de la Confederación del Tajo.

Para la simulación de la avenida o lámina de inundación de los cauces, se utilizará el programa Iber (Versión 2.5.2). En este se realizará las siguientes simulaciones:

En este estudio se realizará las siguientes simulaciones:

- Simulación del estado actual y los efectos de la avenida de los arroyos pertinentes y periodo de retorno de 10, 50 y 100 años en la LSMT de Interconexión (15 kV) y LSMT de Evacuación (15 kV) hasta Centro de Seccionamiento.
- Recopilación de información de precipitación de la zona de estudio a través de las Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular (MAXPLUWIN)
- Modelización matemática a partir de modelos hidráulicos bidimensionales utilizando los modelos digitales del terreno procedente de la información topográfica existente en el IGN (Instituto Geográfico Nacional).

1.2. Normativa Aplicación

Tal Se redacta el presente estudio hidrológico e hidráulico en relación a la siguiente normativa:

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica
- Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de

6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

- Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados

Ante cualquier actuación se deberán tener en cuenta, en la medida que corresponda su aplicación en cada caso, los preceptos relativos a:

- Zonas de Servidumbre: Respetará una franja de 5 m de anchura paralelas a los cauces para permitir el uso público regulado en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico

- Zonas de Policía: banda de 100 metros de anchura paralelas a los cauces de los ríos en las que hay que obtener autorización previa del Organismo de la Cuenca, para efectuar las actuaciones de acuerdo al Reglamento.

Cauces de Dominio Público Hidráulico. Obtener autorización previa del Organismo de la Cuenca para el uso o las obras dentro del cauce público (art. 51 al 77; 126 al 127 y 136 del Reglamento).

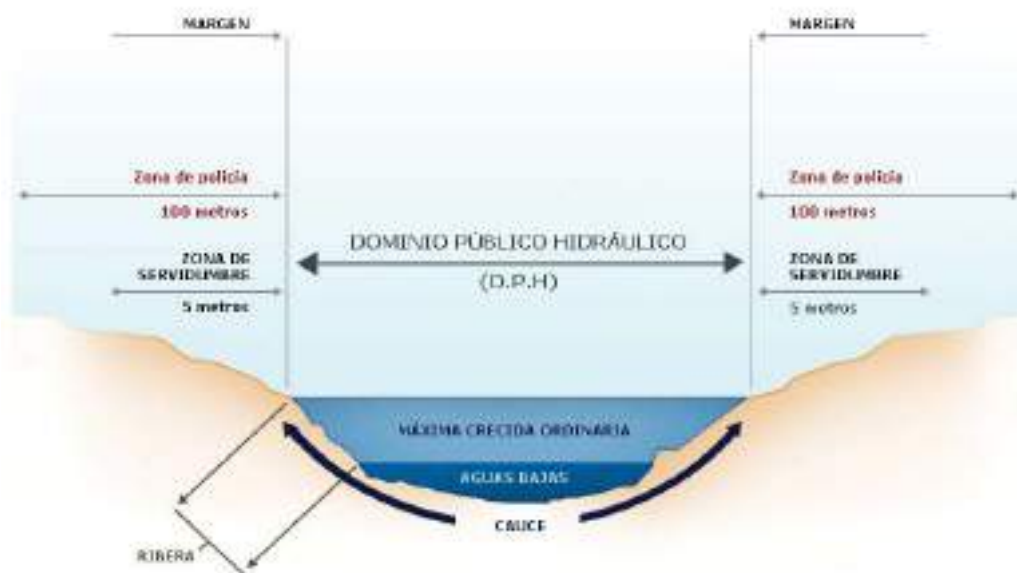


Ilustración 1. Zonificación del espacio fluvial

A continuación, se enumera la normativa en referencia a zonas susceptibles de ser invadidas por las crecidas de los cauces de corrientes naturales y que será adoptada como marco de referencia para el desarrollo del presente estudio.

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas:

• **Artículo 11. Las zonas inundables.**

1. Los terrenos que puedan resultar inundados durante las crecidas no ordinarias de los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos, conservarán la calificación jurídica y la titularidad dominical que tuvieren.

2. Los Organismos de cuenca darán traslado a las Administraciones competentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo de los datos y estudios disponibles sobre avenidas, al objeto de que se tengan en cuenta en la planificación del suelo y, en particular, en las autorizaciones de usos que se acuerden en las zonas inundables.

3. El Gobierno, por Real Decreto, podrá establecer las limitaciones en el uso de las zonas inundables que estime necesarias para garantizar la seguridad de las personas y bienes. Los Consejos de Gobierno de las Comunidades Autónomas podrán establecer, además, normas complementarias de dicha regulación.

Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados

• Artículo 9.

1. En la zona de policía de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce quedan sometidos a lo dispuesto en este reglamento las siguientes actividades y usos del suelo:

- a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.
- b) Las extracciones de áridos.
- c) Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional.

d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del estado de la masa de agua, del ecosistema acuático, y en general, del dominio público hidráulico.

2. Sin perjuicio de la modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el artículo 6.2 del TRLA, la zona de policía podrá ampliarse, si ello fuese necesario, para incluir la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo, al objeto específico de proteger el régimen de corrientes en avenidas, y reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes. En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dichas zonas, en los términos previsto en los artículos 9 bis, 9 ter y 9 quater.

La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m.
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río.

3. La modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el apartado 2, solo podrá ser promovida por la Administración General del Estado, autonómica o local.

La competencia para acordar la modificación corresponderá al organismo de cuenca, debiendo instruir al efecto el oportuno expediente en el que deberá practicarse el trámite de información pública y el de audiencia a los ayuntamientos y comunidades autónomas en cuyo territorio se encuentren los terrenos gravados y a los propietarios afectados. La resolución deberá ser motivada y publicada, al menos, en el “Boletín Oficial del Estado” y en el portal de internet del organismo de cuenca en cuyo territorio se encuentren los terrenos gravados.

4. La ejecución de cualquier obra o trabajo en la zona de policía, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1, deberá contar con la correspondiente autorización administrativa previa o declaración responsable ante el organismo de cuenca, conforme al artículo 78 y siguientes, sin perjuicio de los supuestos especiales regulados en este reglamento.

Tanto la autorización como la declaración responsable, en función del caso, serán independientes de cualquier otra que haya de ser otorgada por los distintos órganos de las administraciones públicas».

• **Artículo 14 bis. Limitaciones a los usos del suelo en zona inundables.**

Con el objeto de garantizar la seguridad de las personas y bienes, de conformidad con lo previsto en el artículo 11.3 del TRLA, y sin perjuicio de las normas complementarias que puedan establecer las comunidades autónomas, se establecen las siguientes limitaciones en los usos del suelo en la zona inundable:

1. Las nuevas actividades, edificaciones y usos asociados en aquellos suelos que se encuentren en situación básica de suelo rural a 30 de diciembre de 2016 se realizarán, en la medida de lo posible, fuera de las zonas inundables.

En aquellos casos en los que no sea posible, se estará a lo que al respecto establezcan, en su caso, las normativas de las comunidades autónomas, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Las instalaciones y edificaciones se diseñarán teniendo en cuenta el riesgo de inundación existente y los nuevos usos residenciales se dispondrán a una cota tal que no se vean afectados por la avenida con periodo de retorno de 500 años, debiendo diseñarse teniendo en cuenta el riesgo y el tipo de inundación existente. Podrán disponer de garajes subterráneos y sótanos, siempre que se garantice la estanqueidad del recinto para la avenida de 500 años de periodo de retorno, se realicen estudios específicos para evitar el colapso de las edificaciones, todo ello teniendo en cuenta la carga sólida transportada, y además se disponga de respiraderos y vías de evacuación por encima de la cota de dicha avenida. Se deberá tener en cuenta su accesibilidad en situación de emergencia por inundaciones.

b) Se evitará el establecimiento de servicios o equipamientos sensibles o infraestructuras públicas esenciales tales como, hospitales, centros escolares o sanitarios, residencias de personas mayores o de personas con discapacidad, centros deportivos o grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población, acampadas, zonas destinadas al alojamiento en los campings y edificios de usos vinculados, parques de bomberos, centros penitenciarios, depuradoras, instalaciones de los servicios de Protección Civil, o similares. Excepcionalmente, cuando tras el correspondiente estudio, se certifique por las administraciones competentes en ordenación del territorio y urbanismo que no existe otra alternativa de ubicación, se podrá permitir su establecimiento, siempre que se cumpla lo establecido en el apartado anterior y se asegure su accesibilidad en situación de emergencia por inundaciones.

2. En aquellos suelos que se encuentren a 30 de diciembre de 2016, en la situación básica de suelo urbanizado, podrá permitirse la construcción de nuevas edificaciones, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, lo establecido en las letras a) y b) del apartado 1.

3. Para los supuestos anteriores, y para las edificaciones ya existentes, las administraciones competentes fomentarán la adopción de medidas de disminución de la vulnerabilidad y autoprotección, todo ello de acuerdo con lo establecido en la Ley 17/2015, de 9 de julio, y la normativa de las comunidades autónomas. Asimismo, el promotor deberá suscribir una declaración responsable sobre el riesgo de inundación existente en la que exprese claramente que conoce y asume el riesgo existente y las medidas de protección civil aplicables al caso, comprometiéndose a trasladar esa información a los posibles afectados, con independencia de las medidas complementarias que estime oportuno adoptar para su protección. Esta declaración responsable deberá estar integrada, en su caso, en la documentación del expediente de autorización. En los casos en que no haya estado incluida en un expediente de autorización de la administración hidráulica, deberá presentarse ante ésta con una antelación mínima de un mes antes del inicio de la actividad.

4. Además de lo establecido en el apartado anterior, con carácter previo al inicio de las obras, el promotor deberá disponer del certificado del Registro de la Propiedad en el que se acredite que existe anotación registral indicando que la construcción se encuentra en zona inundable.

5. En relación con las zonas inundables, se distinguirá entre aquéllas que están incluidas dentro de la zona de policía que define el artículo 6.1.b) del TRLA, en la que la ejecución de cualquier obra o trabajo precisará autorización administrativa o declaración responsable de los organismos de cuenca de acuerdo con el artículo 9.4 de este reglamento, de aquellas otras zonas inundables situadas fuera de dicha zona de policía, en las que las actividades serán autorizadas por la administración competente con sujeción, al menos, a las limitaciones de uso que se establecen en este artículo, y al informe que emitirá con carácter previo la administración hidráulica de conformidad con el artículo 25.4 del TRLA, a menos que el correspondiente Plan de Ordenación Urbana, otras figuras de ordenamiento urbanístico o planes de obras de la administración.

2. CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

2.1. Objeto del estudio

El presente estudio tiene como objeto establecer el cálculo de los caudales para los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años para una vez conocido el caudal, calcular la inundabilidad a su paso por la zona de estudio para los periodos anteriormente mencionado.

Para ello se realizará hidrológico y un estudio hidráulico de la zona de estudio, siendo para este proyecto la Confederación Hidrográfica del Tajo, concretamente en el término municipal de Navalcarnero (Madrid).

La caracterización hidrometeorológica se compondrá de un estudio de la información disponible sobre precipitaciones máximas diarias (o infra diarias si disponibles) e intensidades de lluvia para diferentes escenarios, umbral de escorrentía, y factor de torrencialidad.

Con el modelo hidráulico, se pretende conocer el comportamiento sobre el terreno de los valores de lluvia/caudal calculados en la modelización hidrológica. Las dos variables fundamentales a conocer son el calado y la velocidad, puesto que se utilizarán a posteriori para el cálculo de la peligrosidad y el riesgo de las inundaciones pluviales. De esta forma, se determina la magnitud del evento, asociada a una duración y periodo de retorno y, por otro lado, el volumen y la distribución temporal resultante de dicha magnitud.

2.2. Descripción de la zona de estudio

La línea de evacuación subterránea se proyecta en el término municipal de Navalcarnero, provincia de Madrid. A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 30) del inicio y fin de la línea de evacuación:

Coordenadas de la Línea de Evacuación	Inicio de Línea	Fin de Línea
Abscisa (X)	409.225	414.360
Norte (Y)	4.464.623	4.461.873

Tabla 1. Localización línea de evacuación

La imagen siguiente muestra la localización de la LSMT de Evacuación:



Ilustración 2. Localización línea de evacuación

2.3. Descripción Física

La Comunidad de Madrid se extiende desde el Sistema Central hasta el valle del Tajo, en una extensa y constante pendiente. Con el objetivo de facilitar el estudio del relieve de la autonomía madrileña, éste se ha dividido en tres grandes unidades: la sierra, la llanura del río Tajo y el piedemonte, que separa entre sí a las dos primeras unidades.

La sierra, situada en la zona norte de la región, está formada por la totalidad de la sierra de Guadarrama, la parte más occidental de la sierra de Ayllón conocida como Somosierra, y el área oriental de la sierra de Gredos. Todas ellas dan lugar a un paisaje típicamente montañoso, donde las altitudes máximas, respectivas a cada una de las tres sierras, están representadas en el pico de Peñalara (2.428 m) considerado como el más elevado del territorio madrileño, el pico de Peña Cebollera (2.129 m) y el Alto del Mirlo (1.770 m). Otras elevaciones destacadas son el pico de La Maliciosa (2.227 m), Cabeza de Hierro Mayor (2.383 m) y Siete Picos (2.138 m), todas ellas localizadas en la sierra de Guadarrama. Esta alineación montañosa junto con la sierra de La Cabrera forma un ángulo abierto hacia el este, creando el valle del río Lozoya.

Respecto a la segunda unidad, la llanura del río Tajo, se encuentra configurada por campiñas, páramos y vegas articulados alrededor de este río. Es aquí donde la autonomía presenta sus cotas más bajas: 430 m en el cauce del río Alberche, a su paso por Villa del Prado. En cuanto al piedemonte, se trata de una zona de transición entre la sierra y las arenosas llanuras del Tajo. Su extensión comprende desde el norte de la región, en la confluencia de los ríos Jarama y Lozoya, hasta el suroeste de la comunidad madrileña, de manera que dibuja una franja paralela a la sierra.

El territorio que abarca la Comunidad de Madrid pertenece a la cuenca hidrográfica del Tajo, cuyo curso atraviesa la zona meridional de la región pasando por Belmonte del Tajo, Brea del Tajo, Fuentidueña del Tajo y Aranjuez. También existen otras cuatro cuencas hidrográficas menores subsidiarias del Tajo, que son las correspondientes al Jarama, Guadarrama, Alberche y Tiétar. Todos ellos tienen su nacimiento en el Sistema Central y desembocan en el Tajo. Entre otros, también destacan los afluentes del Jarama: el Lozoya, Guadalix, Manzanares, Henares y Tajuña.

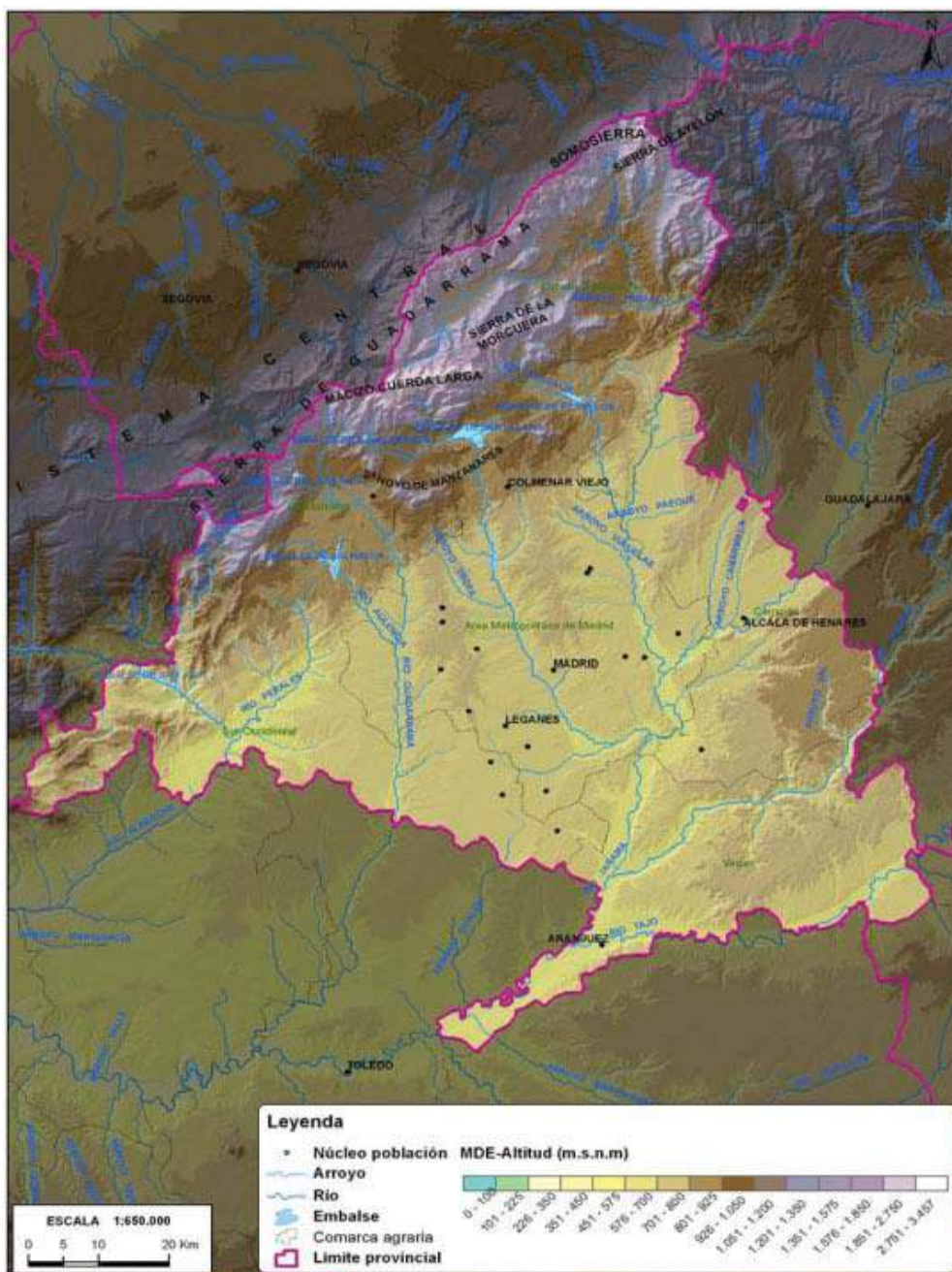


Ilustración 3. Mapa de relieve e hidrografía.

Hidrología

La depresión del Tajo constituye la segunda unidad de relieve de la Comunidad de Madrid. Es una gran fosa que se formó durante la era terciaria como compensación a la elevación de la cordillera central. Los materiales sedimentarios que la constituyen sobrepasan, precisamente en la Comunidad de Madrid, el millar de metros de espesor. El relleno comporta series relativamente monótonas, principalmente neógenas y terrenos cuaternarios localizados en los márgenes de los principales ríos. Materiales que afloran, principalmente, en el fondo de las fosas del Lozoya y Guadalix-Redueña; jalona en el norte del Cerro de San Pedro y se extiende en el contacto con los macizos antiguos entre los ríos Perales y Aulencia, y al Este de Colmenar Viejo en dirección a Torrelaguna.

El Tajo presenta un mínimo acusado en invierno, en Enero, un máximo en Abril y un mínimo principal en verano, régimen que se ve acentuado tras su confluencia con el Jarama, que duplica su caudal al aportarle este más de cincuenta metros cúbicos por segundo. Cuando el Jarama entra en el Tajo lleva consigo aguas del Lozoya, Guadalix y Manzanares, que tienen su origen en la Comunidad de Madrid. El Henares y el Tajuña, por su parte, nacen en Guadalajara.

El Jarama nace en la escorrentías del Pico de Las Tres Provincias a 2.63 metros de altitud y vierte sus aguas en el Tajo, cerca de Aranjuez, tras un recorrido de 190 kilómetros, casi todos ellos en la provincia de Madrid. Iniciado su curso, el Jarama engruesa rápidamente su caudal por las aportaciones de sus afluentes Horcajo, Ermito (o Hermito) y Berbellido procedentes de la sierra de Ayllón. En este primer tramo, desde su nacimiento hasta el pueblo de La Hiruela, forma el límite entre las provincias de Madrid y Guadalajara, siendo un bello río de montaña el cual se abre difícilmente paso entre las estribaciones montañosas. Después de recibir las aguas de su afluente el Berbellido, penetra en la provincia de Guadalajara, siguiendo la dirección Oeste/Este, sobre Terrenos Pizarrosos y en sus márgenes se ven bellos pueblos de montaña, tales como Colmenar de la Sierra o Matallana. En las cercanías de esta localidad, tributa el Jaramilla, procedente de Peña Tiñosa, formando ambos el embalse de Matallana. Desde aquí inflexiona hacia el sur para recorrer la angosta fosa y ser nuevamente represado en El Vado. Cerca de Retiendas abandona la alineación montañosa para entrar en la meseta y dirigirse al Suroeste, paralelamente a la alineación montañosa de la Sierra de Guadarrama.

Llegado a Uceda recibe al Lozoya, sirviendo desde este punto, en algunos tramos, como nuevo límite de las provincia de Madrid y Guadalajara. El perfil va suavizándose y discurre por un amplio valle que se agranda a medida que avanza. En su recorrido de 190 kilómetros de régimen pluvionival, recibe por la derecha, los ríos Lozoya, Guadalix y Manzanares y los arroyos Vallosera, Palancar, Concha, Hoces, Reduvia, San Vicente, Morenillo, Viñuelas, Quiñones, Vega, Valdebeba y Cañada. Por la izquierda hace lo propio con los ríos Berbellido y Jaramilla y con los arroyos Soto, Venta, Lugar, Conrayado, Matarrubia, Pajar, San Benito, Valdejudios, Galga, Valtoron, Peaque,

Cerrada, Quemadas y Anchuelo. Su curso está regulado por los embalses de El Vado (Campillo de Ranas) y Valdentaes (Uceda).

Conocido en su origen como río de La Angostura, el Lozoya tiene su nacimiento en las escorrentías de la tercera Guadarramilla (Bola del Mundo), recibe aportaciones por su izquierda del río Peñalara que atraviesa las antiguas morrenas del glaciar de Peñalara, el río se dirige hacia el Este por la fosa tectónica comprendida entre la sierra de la Cuerda Larga al Sur y Montes Carpetanos al Norte, por tierras de labor y bosques de pinos, fresnos, álamos, etc. A la altura de Lozoya, sus aguas son contenidas en el embalse de La Pinilla y más abajo, en los de Rioquillo, Puentes Viejas y El Villar. En el primero se le incorpora el río Grande de Horcajo, procedente de Somosierra. A partir del embalse del Atazar, en el que se le incorpora por la izquierda el río de La Puebla y el pantano de El Pontón de la Oliva, tributando poco después en el Jarama al norte de Uceda.

Las primeras aguas del río Manzanares tienen su origen en la vertiente este de la tercera Guadarramilla (2.257 metros) (Bola del Mundo), a la altura del Ventisquero de la Condesa (2.200 metros). Cerca de este paraje, junto a la margen izquierda de las fuentes del río, se pueden observar las ruinas del antiguo casetón de la R.S.E. Alpinismo Peñalara, que sirvió de refugio a montañeros y esquiadores durante bastantes años. Su recorrido se inicia en dirección noroeste-sureste, sobre un cauce estrecho y superficial, bellamente encajonado entre abruptas laderas constituidas por abundantes canchales de grandes proporciones. En el tramo comprendido entre su nacimiento y la desembocadura de su primer afluente, el arroyo de Valdeartín, discurre el río sobre un fondo de pequeños guijarros y con alguna vegetación acuática, siendo sus aguas limpias, transparentes y de rápida corriente.

Toma a continuación dirección este, recibiendo por su izquierda las aguas del arroyo Simón de Los Chorros, a 1.300 metros, que a su vez recibe las aguas del arroyo de La Mata. Pasado el primero se dirige al sur donde deposita sus aguas del arroyo de Los Hoyos de la Sierra (1.200 m.), llamado antiguamente el arroyo del Cuervo. Las aguas de este arroyo también recogen las provenientes de los arroyos de La Covacha y El Chivato y éste último, a su vez, del de La Peña. Por la derecha toma las aguas La Garganta.

Continúa el Manzanares hacia el sureste, tributándole por la izquierda el arroyo de La Majadilla, que a su vez, recibe las aguas de los arroyos de Los poyos y de La Dehesilla para, a continuación, entrar en el singular paraje conocido como Garganta Camorza, donde el Manzanares vuelve a encajonarse entre multitud de canchales graníticos formando un espacio de notable encanto. Sigue su curso rumbo al este hasta alcanzar el paraje del Tranco donde toma dirección sur. A la derecha deja la ermita de la Peña Sacra y alcanza el Molino de Manzanares. Entra en Manzanares El Real, al sureste y a los pocos metros forma el Embalse de Santillana. Pasado Madrid, el río describe un amplio arco hacia el este para tributar en el Jarama, tras un recorrido de ochenta kilómetros.

El Henares nace en la vertiente suroeste de la Sierra Ministra, a unos 3,5 kilómetros del pueblo de Horna (Guadalajara), a 1.800 metros de altitud. Este río surge

en forma de varios manaderos llamados «Fuentes del Henares» en el paraje indicado que señala un hito o mojón conmemorativo instalado en el año 1877 por la dirección del Instituto Geográfico Nacional durante el reinado de Alfonso XIII. En sus tramos superior y medio en la provincia de Guadalajara discurre en dirección noroeste, suroeste, por un amplio valle excavado entre formaciones de margas del micceno, aunque en algunas zonas la erosión fluvial ha puesto al descubierto formaciones calizas y areniscas. La ribera derecha del río, en terreno más suave y regular por la izquierda, se encuentra cubierta de una serie de terrazas escalonadas sobre las que se asientan cultivos de cereales y vid y pequeñas huertas de regadío, alimentadas por una red de canales, entre los que figuran los de Baides y Henares. Entre los afluentes de esta orilla del río, que riegan la vertiente sur, de la Cordillera Central, sobresalen los ríos Salado, Cañamares, Bornoba y Sorbe. En la vertiente izquierda, los integrantes de la red subsidiaria del Henares son de trayecto más corto y gran pendiente y cauce profundo, encajado en los páramos alcarreños. Los más importantes son el Dulce y Badiel. Antes de iniciar su tramo inferior, el río cruza el municipio de Guadalajara; posteriormente discurre por la provincia de Madrid y atraviesa Alcalá de Henares y San Fernando de Henares, cuyos topónimos derivan de este hidromino, donde desemboca en la margen izquierda del río Jarama, a 550 metros de altitud, tras 160 kilómetros de curso. Desde la antigüedad, el valle del Henares ha sido utilizado por diversas culturas, como el principal paso natural, entre las depresiones del Tajo y del Ebro.

El Tajuña tiene sus primeras fuentes en terrenos mesozoicos, en Maranchón (Guadalajara). Cruza esta provincia de Castilla-La Mancha encajonado en dirección noroeste-suroeste. A medida que penetra en la Comunidad de Madrid se va apreciando un ligero ensanchamiento de su valle, pero no es hasta alcanzar la localidad de Morata de Tajuña, donde alcanza el kilómetro de anchura, el río, cuya superficie casi se triplica cuando desemboca en el Jarama. Forma una amplia vega por la que divaga. Se une a este último más abajo de Titulcia. Su cauce, ancho y plano, va formando en sus riberas, unas amplias vegas.

En la confluencia de los arroyos Valle, Miraflores y Endrinal, nace el Guadalix. En su primer tramo discurre en dirección oeste-este, a través de los términos de Guadalix de la Sierra y Pedrezuela, donde se desvía su sentido hacia el sur, para bañar los términos de San Agustín de Guadalix y San Sebastián de los Reyes, donde desemboca en el Jarama por su margen derecha. En su curso alto está regulado por el Embalse de El Vellón (situado en los términos de Guadalix de la Sierra y Pedrezuela). Son tributarios del río Guadalix los arroyos Valdesalices, Valdemoro y Fresnera.

En el término municipal de El Escorial nace el río Aulencia. En su curso alto recibe las aguas del arroyo del Batán. Sobre él se localizan los embalses de Granjilla I y Granjilla II y el de Valmayor, en la confluencia del río con el arroyo Ladrón. Es afluente del río Guadarrama por su margen derecha.

El Perales es afluente del Alberche por la izquierda. Tiene su nacimiento en la vertiente oriental de Las Machotas, a 1.105 metros de altitud. Deja a su derecha el municipio de Perales de Milla y a su izquierda Aldea del Fresno. Discurre en dirección noroeste-suroeste, sirviendo en parte de límite natural, con la comarca de la Sierra de Madrid. Tiene una longitud de unos 35 kilómetros. Afluyen al Perales por la izquierda los

arroyos Quijorna, Palomero y Grande. Por la derecha, el Pradejón y de La Yunta, con su tributario el Colmenar. En torno a su cauce se suceden de forma de abanico, niveles de terrazas escalonadas.

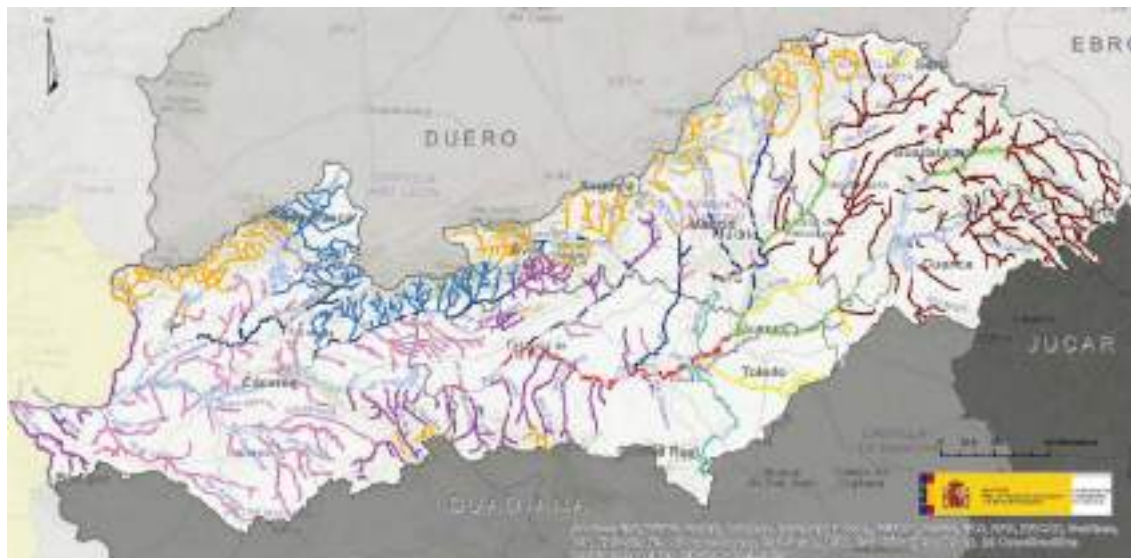


Ilustración 4. Red Hidrográfica Confederación del Tajo

Edafología

El grupo de suelos más representativo que se asienta sobre la Comunidad de Madrid, según la Taxonomía americana del USDA-NRCS que se detalla en el Anexo I, es el Xerochrept, ocupando el 53% de la superficie total. Este Inceptisol se localiza principalmente en dos áreas, en la franja nord-occidental y en el extremo sur-oriental, coincidiendo con las comarcas de Campiña y Las Vegas.

El siguiente tipo de suelos en orden de importancia es el Haploxeralf (19% de la superficie), caracterizado por su color rojizo, que se ubica en la parte central tapizando todo el área metropolitana de Madrid. En las principales cuencas de los ríos que discurren por el territorio madrileño se asienta la asociación de suelos Xerorthent + Xerofluvent, ocupando el 16% de la superficie total.

Además, se dan otros sistemas edáficos minoritarios, del orden de los Inceptisoles como son el Xerumbrept y el Cryumbrept, representando el 6% y 4%, respectivamente. El primero se caracteriza por situarse en zonas de regímenes de humedad seco, en cambio el otro se asocia a regiones más frías.

Las características principales de los suelos predominantes son las siguientes:

- Xerochrept: son suelos profundos (100-150 cm). Presentan un bajo contenido en materia orgánica, su pH es ligeramente ácido y la textura es franco-arenosa.
- Haploxeralf: son suelos profundos (100-150 cm). El pH es ligeramente neutro.

Presentan poca materia orgánica y la textura es franco-arcillo-arenosa.

- Xerorthent: son moderadamente básicos pero algunos son ácidos. Tienen un contenido en materia orgánica medio. Son, en general, suelos profundos y su textura es franca o arcillosa.
- Ustochrept: son suelos moderadamente básicos. Presentan poco contenido en materia orgánica. Tienen una profundidad media (50-100 cm) y su textura es francoarcillosa.
- Xerofluent: son suelos profundos (100-150 cm). Presentan un contenido medio en materia orgánica, su pH es ligeramente ácido y la textura es franco-arenosa.
- Xerumbrept: son los Umbrepts de climas mediterráneos. Son suelos profundos (100-150 cm). Ricos en materia orgánica y moderadamente ácidos. Textura francoarcillosa.
- Cryumbrept: son los Umbrepts fríos localizados generalmente en altas altitudes. Ricos en materia orgánica. Tienen una profundidad media (50-100 cm). Son moderadamente ácidos. Textura franco-arenosa.

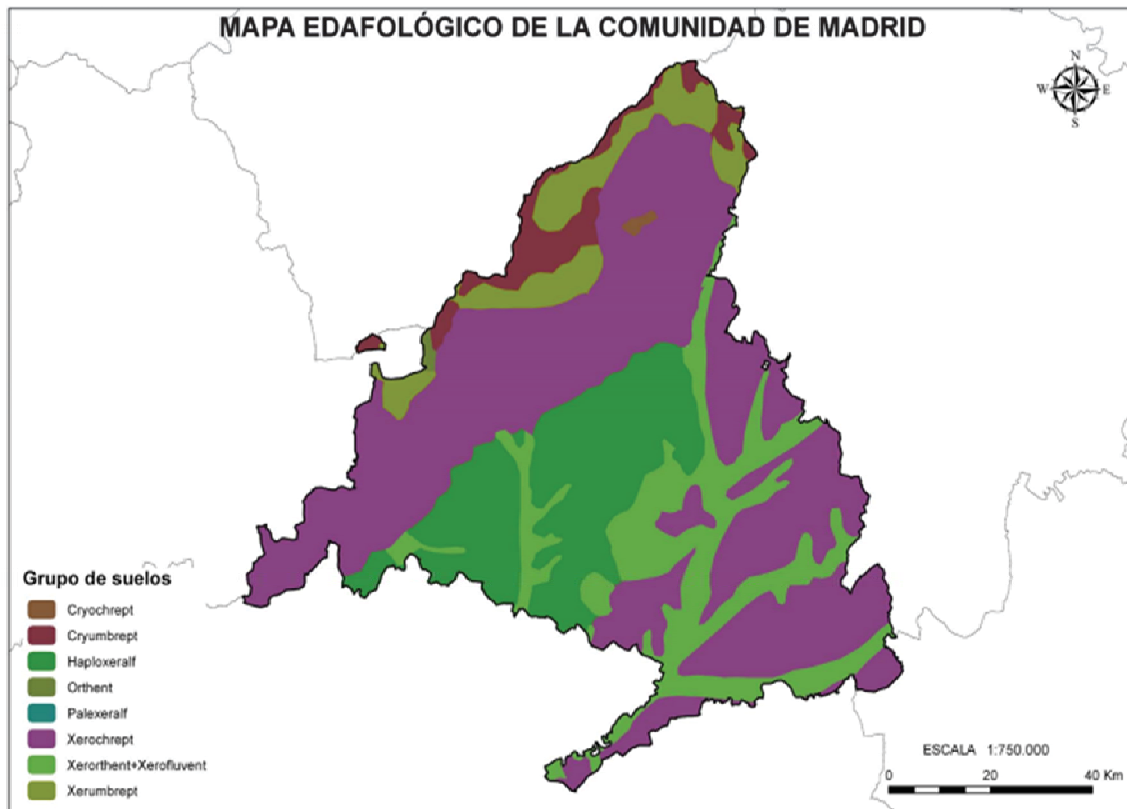


Ilustración 5. Mapa de Edafología

Climatología

El clima que define a la Comunidad de Madrid es el resultado conjunto de la interacción de la orografía propia de este área, junto con las condiciones de la dinámica atmosférica del centro peninsular. El sistema montañoso de la Sierra actúa frecuentemente como un muro que contiene a los frentes de lluvia oceánicos, impidiendo su desplazamiento hacia el interior. El clima de tipo mediterráneo se hace presente en la mayor parte de la región, presentando variaciones desde las zonas más bajas, donde es más cálido y seco, hasta los municipios serranos, más fríos y húmedos. Hay que destacar que en el área urbana de Madrid el clima se ve modificado por el efecto de una isla de calor, ya que la energía calorífica generada por la actividad humana incrementa los valores térmicos. La consecuencia de ello se refleja en el aumento de las temperaturas nocturnas.

Los datos climáticos de las 52 estaciones pluviométricas (41 de ellas termopluviométricas) repartidas por toda la provincia, a las que el MAGRAMA tiene acceso, se exponen en las Comarcas Agrarias correspondientes, y proporcionan los datos referidos a la serie de años de 1960-1996. Según el resumen de estos valores, la precipitación anual media para toda la provincia es de 576,9 mm, siendo concretamente la estación de Navacerrada “Puerto” la que presenta un mayor valor (1.349,8 mm). La pluviometría máxima en 24 h está registrada en esta misma estación con 76,3 mm. En lo que a la temperatura se refiere, dichas estaciones arrojan una temperatura media anual de 13,1 °C. El mes más cálido es julio con una temperatura media anual de 23,5 °C, y el más frío enero, con 4,8 °C. La temperatura media mensual de mínimas absolutas y la media de las mínimas del mes más frío se encuentran registradas en la ya mencionada estación de Navacerrada “Puerto” con -12,5 °C y -3,2 °C, respectivamente. La temperatura media de máximas del mes más cálido obtenida en la estación de Ambite de Tajuña es de 36,4 °C.

Para evaluar las posibilidades de los diferentes cultivos de secano de una zona se puede acudir a la clasificación agroclimática de J. Papadakis que se detalla en el Anexo III, la cual establece en función del rigor invernal (tipo de invierno), calor estival (tipo de verano) y la aridez y su variación estacional, zonas aptas para determinados cultivos “tipo”. Para ello, se basa exclusivamente en los parámetros meteorológicos anteriormente comentados: temperatura media de las máximas, temperatura media de las mínimas, temperatura media de las mínimas absolutas y la precipitación mensual.

De esta forma y según dicha ecología de los cultivos establecida por Papadakis, la Comunidad de Madrid cuenta con 3 tipos climáticos principales: Mediterráneo templado, Mediterráneo continental y Mediterráneo templado fresco. El tipo Mediterráneo templado domina casi la totalidad de la autonomía, exceptuando el área de la sierra de Guadarrama y Somosierra, en la franja noroeste, donde se define el tipo Mediterráneo templado fresco. También aparecen dos importantes áreas correspondientes al Mediterráneo continental; la primera de ellas se localiza en el extremo suroeste de la región ocupando la mitad de la comarca Sur Occidental, mientras que la segunda se adentra por el sur hasta alcanzar gran parte del área metropolitana de Madrid.

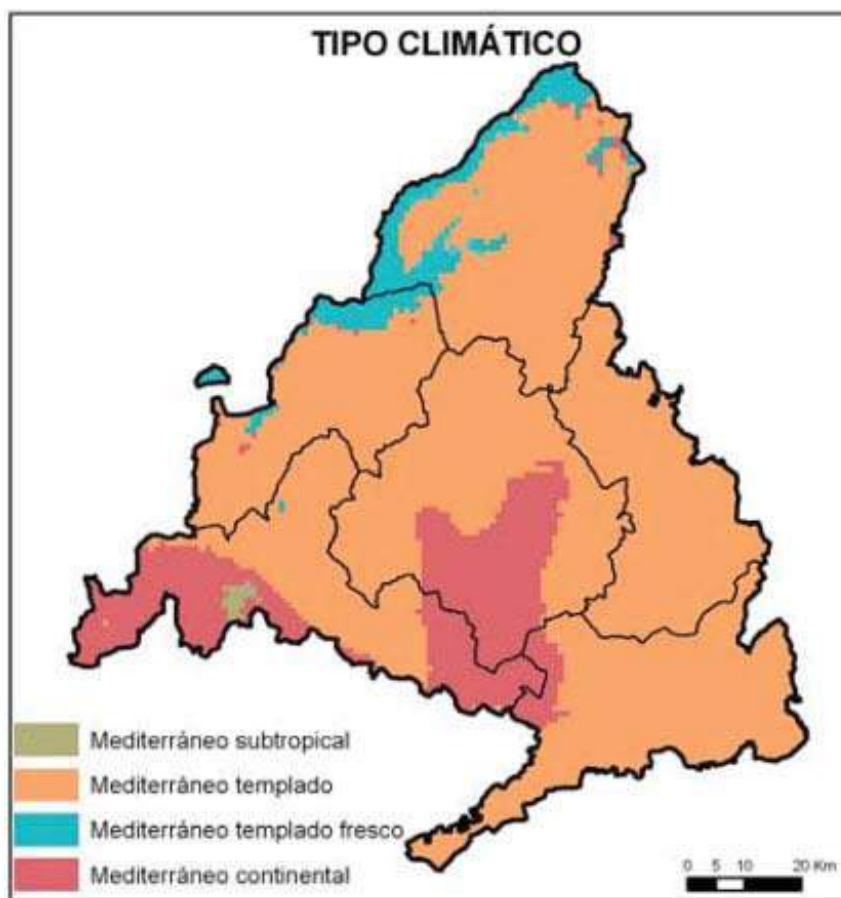


Ilustración 6. Clasificación Agroclimática de Papadakis

Geología

La sierra de Madrid, situada en la franja noroeste del territorio, cuenta con un sustrato geológico compuesto por rocas muy diversas como son las plutónicas, metamórficas y sedimentarias. Éstas se caracterizan por tener una gran antigüedad, ya que datan del Paleozoico y Mesozoico, aunque las rocas más antiguas corresponden a los gneises y esquistos, definidas como rocas metamórficas que en algunos casos pueden superar los 500 millones de años. Las pizarras y cuarcitas del norte de la Comunidad les siguen en antigüedad. Éstas últimas pertenecen a las rocas sedimentarias, y su formación proviene de los materiales depositados en el fondo de un océano en el periodo Ordovícico, época donde la Península Ibérica formaba parte del supercontinente conocido como Gondwana. Pertenecientes a las rocas plutónicas aparecen los granitos que componen la sierra de Madrid, cuya formación está fechada en el periodo Carbonífero, más concretamente durante la llamada orogenia varisca, que dio lugar a los relieves que obligaron al mar a retroceder. Los conjuntos montañosos formados gracias a esta orogenia se fueron erosionando durante más de 200 millones de años hasta que en el Cretácico el área central de la península, correspondiente a Madrid y Segovia, volvió a quedar cubierta por el mar. Hasta el fin del Cretácico se formaron arenas, calizas y dolomías en las costas y mares tropicales de aquella época. Las extensas capas compuestas por estos materiales y depositadas en el fondo del mar

durante el Cretácico superior, se plegaron y fracturaron más adelante de manera que actualmente se pueden observar algunos restos en pequeñas franjas adosadas a los principales relieves.

Las actuales alineaciones montañosas de la Península Ibérica, incluyendo el Sistema Central, provienen de la orogenia alpina acaecida a finales del Cretácico, hace 80 millones de años. Durante el Plioceno, esta orogenia tuvo otra consecuencia: se produjo un basculamiento gradual de la conocida como placa ibérica hacia el océano Atlántico, de manera que las cuencas sedimentarias del interior peninsular, correspondientes al Duero y al Tajo, comenzaron a “vaciar” hacia el oeste dando lugar al drenaje de las cuencas hidrográficas y configurando el relieve actual. Pero durante este proceso no solo se dio lugar a sistemas montañosos, si no que al mismo tiempo que se formaban las cordilleras, comenzaba la erosión de las mismas. Así, los torrentes que descendían del Sistema Central arrastraban el sedimento para posteriormente depositarlo en las zonas más bajas.

La Cuenca de Madrid ocupa aproximadamente dos tercios del territorio madrileño, dentro de la cual se enclava la misma ciudad. Esta vasta depresión tectónica estuvo recibiendo durante millones de años los sedimentos procedentes de los relieves circundantes. En esta cuenca pueden diferenciarse, desde el punto de vista geológico, dos grupos: el primero de ellos, de mayor antigüedad, está formado principalmente por sedimentos aluviales y lacustres depositados durante el Terciario, periodo durante el cual la cuenca estaba cerrada y sin salida al mar. En cuanto al segundo grupo, está compuesto por materiales más recientes: sedimentos de predominancia fluvial depositados durante el Cuaternario, cuando el río Tajo ya había alcanzado la cuenca de Madrid debido a su erosión remontante, y el agua y los sedimentos de esta cuenca se desplazaban al océano Atlántico al igual que en la actualidad, conformando la presente morfología.

La franja central de la Comunidad de Madrid está compuesta por arcosas y conglomerados del Mioceno, que en un principio se depositaron en abanicos aluviales procedentes de los relieves de la sierra. En cambio, los yesos y calizas destacan en el tercio sureste del territorio, depositados en lagos por la evaporación del agua, mientras que las arcillas y los limos también adquieren gran importancia en este área, aunque sus depósitos se formaron por decantación del sedimento en suspensión en el agua de los ríos. Entre las formaciones fluviales del Cuaternario destacan las gravas de relleno de los propios canales fluviales, junto con los limos y arenas de las llanuras de inundación fluvial.

En la figura siguiente se representa el mapa de geología de la zona de estudio.

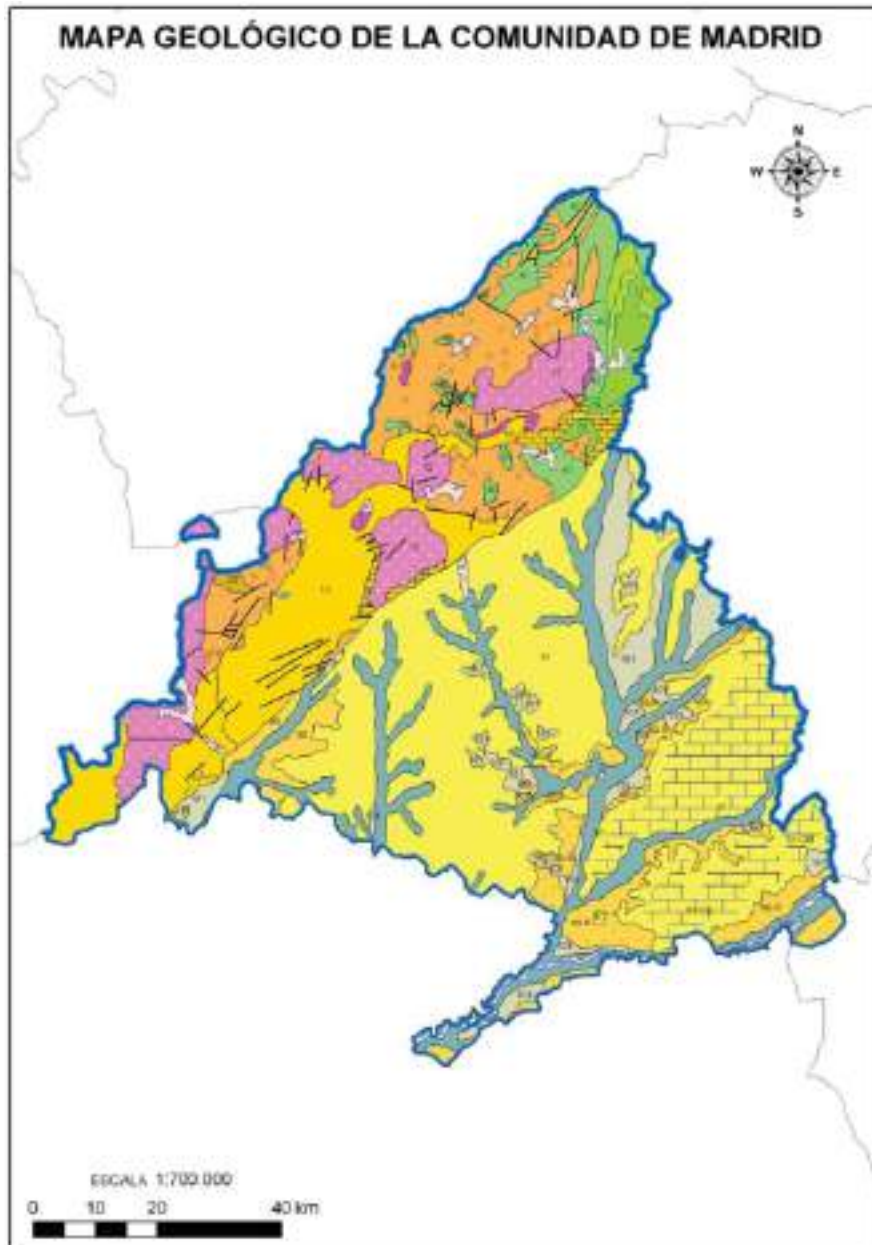


Ilustración 7. Mapa de Geológico Comunidad Madrid.

3. ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.1. Cálculo de las cuencas de estudio.

Para el estudio hidráulico se han estudiado las cuencas aportantes de la red fluvial que puede influir en la zona de estudio.

A continuación, pasamos a obtener los caudales de los periodos de retornos de estudio (10, 50 y 100 años) a través d La Norma 5.2-IC Drenaje Superficial publicada por el Ministerio de Fomento, en su versión más reciente del año 2016 (aprobada por la Orden FOM/298/2016).

3.2. Datos

Ortofotos

Primeramente, seleccionaremos las ortofotos necesarias de la zona de estudio. En la sección de descarga del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la dirección www.ign.es, haremos clic en búsqueda avanzada y seleccionaremos ortofotos PNOA Máxima Actualidad, y elegiremos la foto que nos interese, para nuestro caso se han utilizado una ortofoto en formato ECW:

Denominación de Archivos
PNOA_MA_OF_ETRS89_HU30_h25_0581_1.tif

Tabla 2. Archivos Ortofotos IGN



Ilustración 8. Ortofoto PNOA Máxima Actualidad (IGN)

Modelos digitales del terreno

Para la elaboración de la cuenca se necesita un Modelo digital del terreno, en adelante MDT, con la suficiente superficie para obtener las cuencas de estudios.

Para la obtención de las cuencas de estudios se ha utilizado el siguiente MDT.

- Modelo Digital del Terreno – MDT05

Este modelo pertenece al instituto Geográfico Nacional (IGN) y cuenta con las siguientes características:

Descripción: modelo digital del terreno 1ª Cobertura con paso de malla de 5 m.

SGR: ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y REGCAN95 en las Islas Canarias (ambos sistemas compatibles con WGS84). Proyección UTM en el huso correspondiente. También huso 30 extendido para hojas en los husos 29 y 31. Alturas ortométricas.

Ud. descarga: hojas del MTN50

Formato: COG (Cloud Optimized GeoTIFF)



Ilustración 9. Modelo Digital del Terreno (IGN)

Para la elaboración del MDT se ha utilizado el siguiente archivo.

Denominación de Archivos
PNOA_MDT05_ETRS89_HU30_0558_LID.tif
PNOA_MDT05_ETRS89_HU30_0581_LID.tif

Tabla 3. Archivos MDT-05 IGN

3.3. Definición de las cuencas de estudio

A continuación, se va enumerar y a ilustrar los pasos (los más representativos), que habrá que seguir para la determinación de las cuencas de estudio:

- Incorporación del MDT05 en ArcGIS descargado y descrito con anterioridad.
- Relleno del Modelo Digital del Terreno, evitando de esta manera, posibles errores en los datos, que nos darían lugar a sumideros y otros defectos de diferente índole.

3.4. Tratamiento de datos

Una vez descargados los MDT05 del IGN en formato ASC, se procede a la conversión del mismo a un formato Ráster para su posterior tratamiento. Para ello se utiliza la Herramienta ArcToolbox que incluye el programa, obteniendo así un modelo Ráster del Terreno.

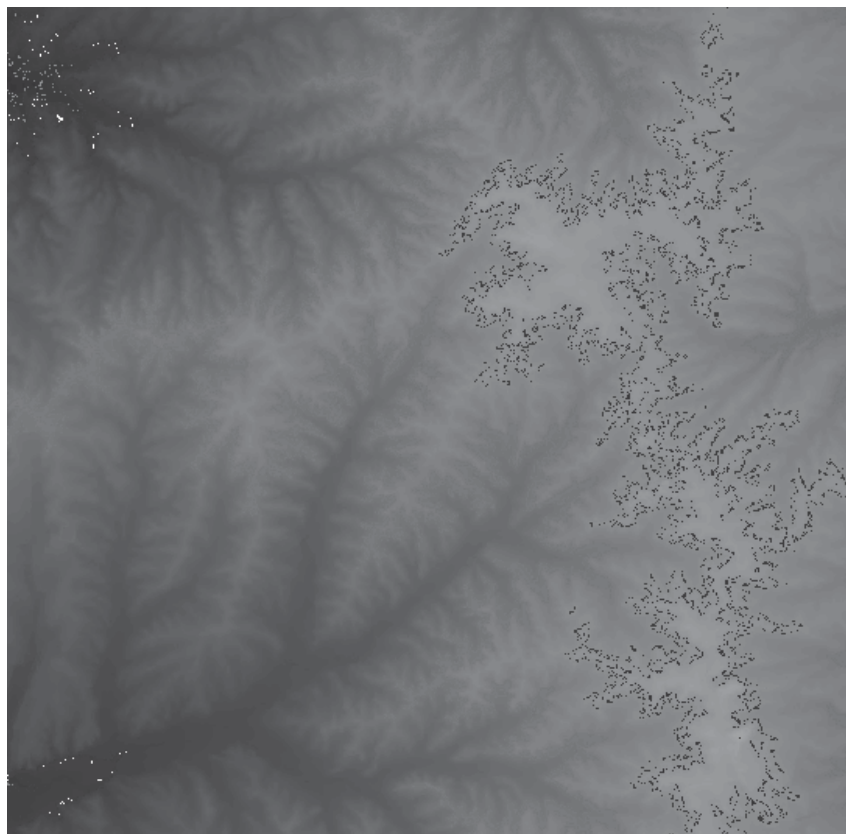


Ilustración 10. Archivo Ráster.

3.4.1 Obtención red drenaje y cuencas de estudios

Una vez obtenido el archivo Ráster realizaremos las siguientes acciones a través de la herramienta de hidrología que posee el programa ArcMap.

Fill (Relleno): Se crea un archivo para corregir los posibles errores que normalmente contiene el Modelo Digital de Elevaciones (MDT). Al realizar esta acción conseguimos corregir las depresiones existentes en el MDT.

Dirección de Flujo: Con este paso averiguaremos cuáles son las direcciones del flujo que seguirá el agua, todo ello a nivel de celda, por la cuenca.

Acumulación de Flujo: Con este archivo crearemos obtendremos la acumulación de agua para obtener la red de drenaje.

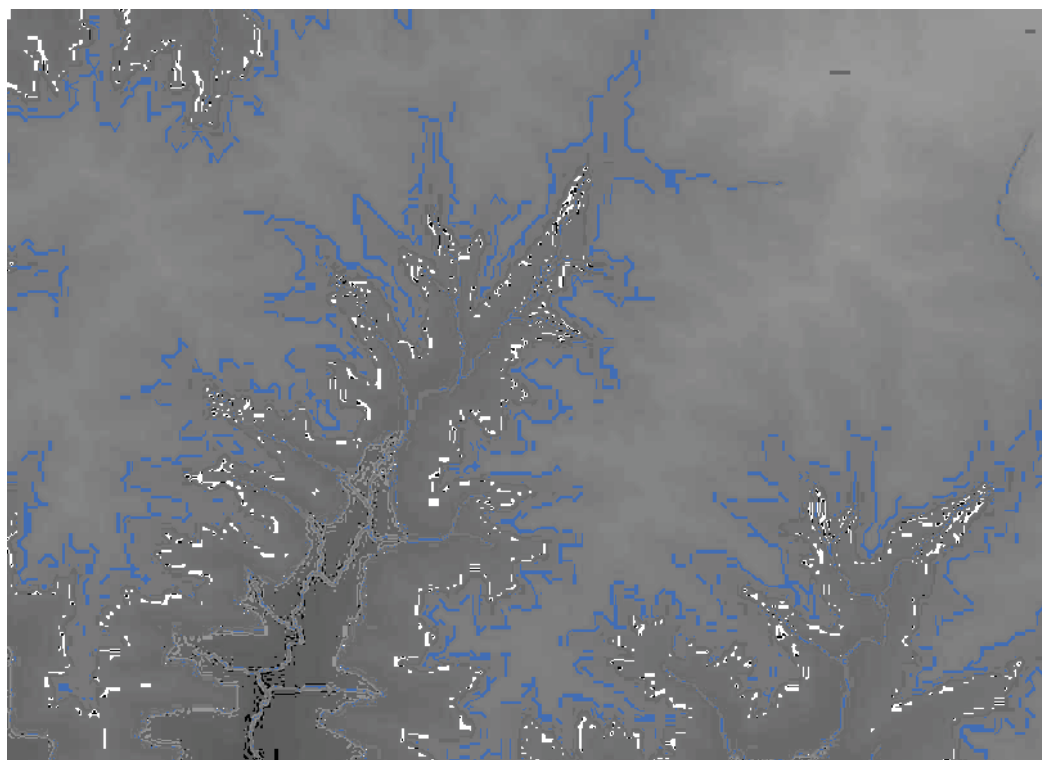


Ilustración 11. Red obtenida MDT

Se ha realizado el estudio de las redes marcadas como Dominio Público Hidráulico y no de las privativas para comprobar la afección de la línea de evacuación sobre los arroyos de estudio.

Para la comprobación de las redes hidráulicas se han tenido en cuenta los siguientes visores:

- Instituto Geográfico Nacional (IGN). <https://www.ign.es/web/ign/portal>
IGR Hidrografía. <https://visor-hidrografia.ign.es/hidrografia/>
- Sistema Nacional Cartografía Zonas Inundables.(SNCZI).
<https://sig.mapama.gob.es/snczi/>

- Visor Confederación Hidrográfica del Tajo
<https://www.chtajo.es/Paginas/default.aspx>

3.4.2 Cuencas de estudio

Para la zona de estudio hemos identificados cinco cuencas con sus sendas redes de drenaje que son las posibles redes potenciales de afectar a las parcelas de la zona de estudio.

A continuación, se muestran los datos de cada una de las cuencas hidrológicas que se van a estudiar.

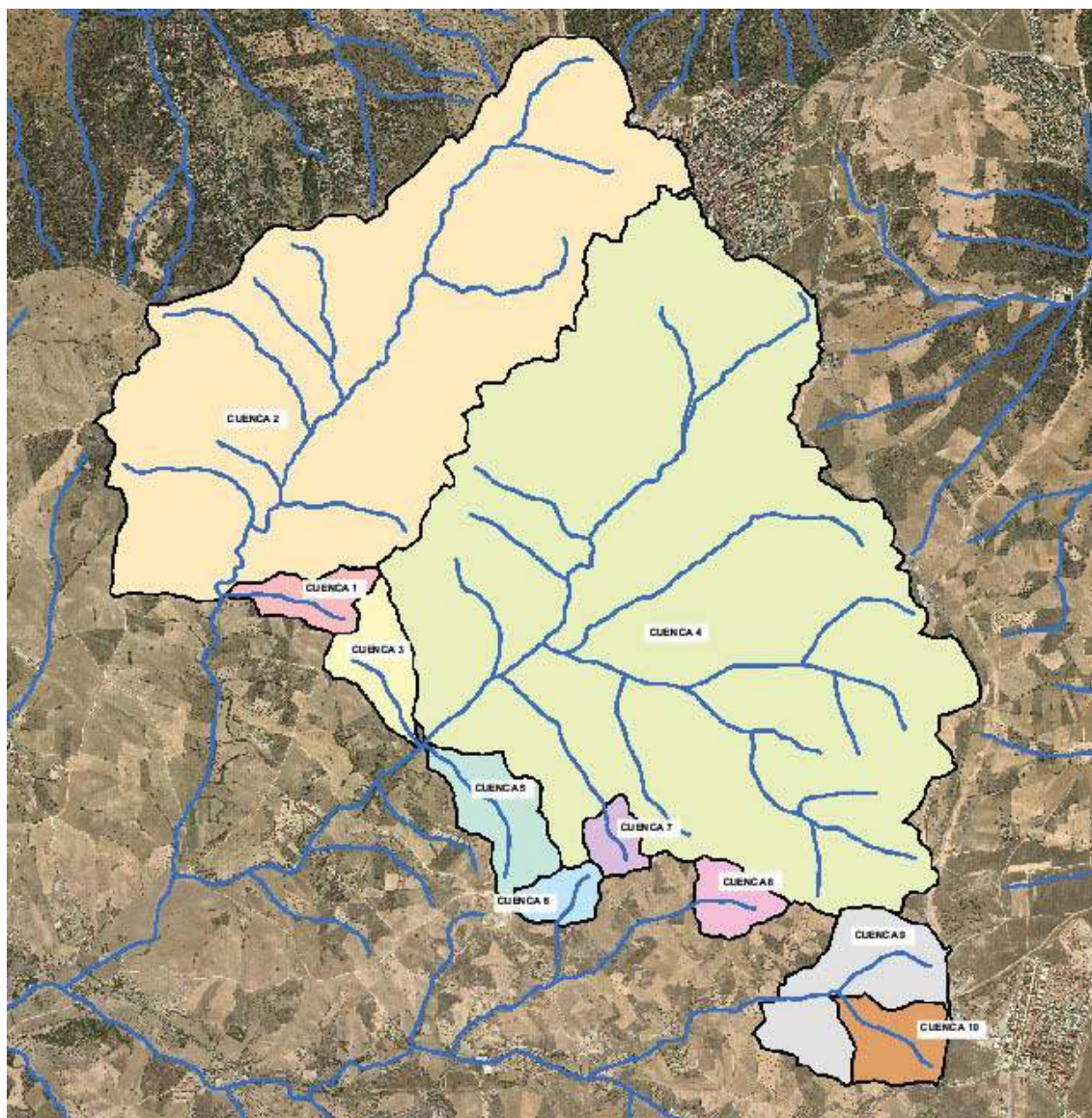


Ilustración 12. Cuencas Conjunta zona de Estudio

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 1. ARROYO INNOMINADO 1	
Superficie	0,204 Km ²
Longitud Red Drenaje	0,745 km
Punto Alto	622,596 m
Punto Bajo	593,187 m
Pendiente Media del Tramo	3,95 %

Tabla 4. Características Físicas Cuenca 1

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 2. ARROYO DE LA RETAMOSA	
Superficie	5,706 Km ²
Longitud Red Drenaje	4,159 km
Punto Alto	658,382 m
Punto Bajo	593,057 m
Pendiente Media del Tramo	1,57 %

Tabla 5. Características Físicas Cuenca 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 3. ARROYO INNOMINADO 2	
Superficie	0,288 Km ²
Longitud Red Drenaje	0,686 km
Punto Alto	617,025 m
Punto Bajo	594,784 m
Pendiente Media del Tramo	3,24 %

Tabla 6. Características Físicas Cuenca 3

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 4. ARROYO DE DOÑA MARIANA	
Superficie	9,044 Km ²
Longitud Red Drenaje	3,259 km
Punto Alto	653,359 m
Punto Bajo	595,947 m
Pendiente Media del Tramo	1,76 %

Tabla 7. Características Físicas Cuenca 4

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 5. ARROYO INNOMINADO 3	
Superficie	0,364 Km ²
Longitud Red Drenaje	0,726 km
Punto Alto	617,109 m
Punto Bajo	595,166 m
Pendiente Media del Tramo	3,02 %

Tabla 8. Características Físicas Cuenca 5

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 6. ARROYO INNOMINADO 4	
Superficie	0,144 Km ²
Longitud Red Drenaje	0,326 km
Punto Alto	633,889 m
Punto Bajo	624,390 m
Pendiente Media del Tramo	2,92 %

Tabla 9. Características Físicas Cuenca 6

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 7. ARROYO INNOMINADO 5	
Superficie	0,125 Km ²
Longitud Red Drenaje	0,369 km
Punto Alto	645,796 m
Punto Bajo	631,268 m
Pendiente Media del Tramo	3,94 %

Tabla 10. Características Físicas Cuenca 7

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 8. ARROYO DEL MANZANAL	
Superficie	0,180 Km ²
Longitud Red Drenaje	0,415 km
Punto Alto	654,364 m
Punto Bajo	638,159 m
Pendiente Media del Tramo	3,91 %

Tabla 11. Características Físicas Cuenca 8

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 9. ARROYO DE ALAMILLOS	
Superficie	0,609 Km ²
Longitud Red Drenaje	0,953 km
Punto Alto	655,515 m
Punto Bajo	634,315 m
Pendiente Media del Tramo	2,23 %

Tabla 12. Características Físicas Cuenca 9

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 10. INNOMINADO 6	
Superficie	0,279 Km ²
Longitud Red Drenaje	0,356 km
Punto Alto	657,112 m
Punto Bajo	644,135 m
Pendiente Media del Tramo	3,65 %

Tabla 13. Características Físicas Cuenca 10

4. CALCULO CAUDALES CUENCAS DE ESTUDIO

En el presente apartado se va a proceder a realizar el cálculo del caudal máximo aportado por la cuenca para los periodos de retornos de estudios, en este caso para T 10, 50 y 100 años.

4.1. Método de cálculo

Para la obtención del caudal máximo circulante por los cursos fluviales, se procederá a seguir las directrices marcadas en la Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero, por la que se establece la nueva Instrucción de carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial".

En dicha instrucción nos indica la metodología para la obtención de los caudales asociados a distintos periodos de retornos, dependiente del tamaño y naturaleza de las cuencas.

Así de este modo nos establece que:

En cuencas de área inferiores a cincuenta kilómetros cuadrados ($A < 50 \text{ Km}^2$):

- Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.

- Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos se debe aplicar el método racional.

En cuencas de áreas superiores o igual a cincuenta kilómetros cuadrados ($A > 50 \text{ Km}^2$):

- Cuando existan estaciones de aforo próximas, que se consideren suficientemente representativas, se utilizará el método estadístico.

- Cuando los caudales no puedan estimarse a partir de estaciones de aforo, se debe aplicar los métodos hidrológicos adecuados a las características de la cuenca, que se deben contractar con la información de que se disponga sobre caudales de avenidas. En la realización de estos estudios se tendrán en cuenta la información disponible sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación.

A continuación, se aprecia un esquema resumen de lo descrito anteriormente.

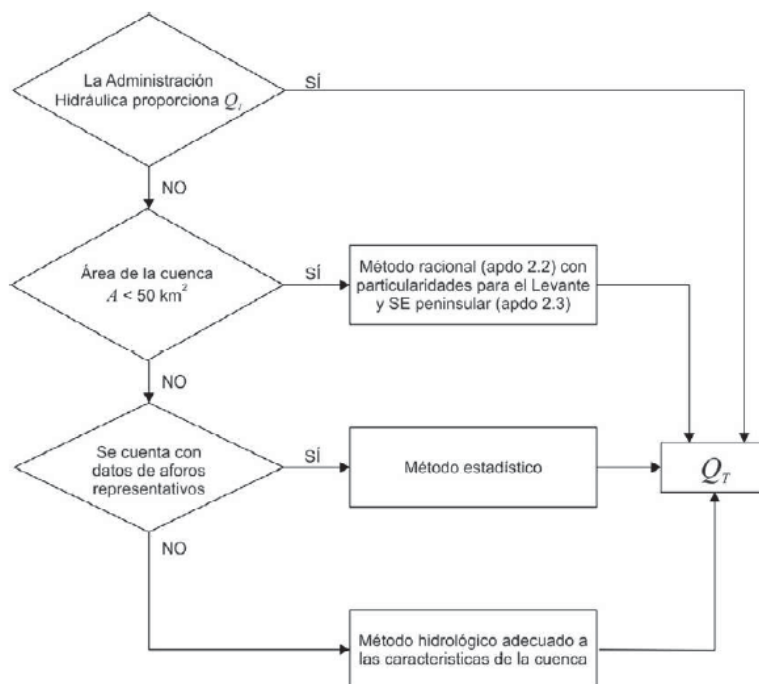


Ilustración 13. Cuadro resumen de metodología de obtención de caudales

Con lo mencionado en el párrafo anterior y aplicado a nuestra zona de estudio, y al disponer de cuencas de área inferior a 50 km², debemos aplicar el Método Racional.

4.2. Cálculo de las precipitaciones máxima diarias

Al no disponer de ninguna estación de aforo en la zona de estudio, como de ninguna estación meteorológica que contenga información representativa, se ha optado por la utilización del “Mapa de máximas lluvias diarias en la España peninsular, del Ministerio de Fomento”.

El mapa representa dos familias de líneas que definen el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias puntuales (Pm) y el coeficiente de variación Cv de dicha ley.

La siguiente imagen reproduce un fragmento de la casilla “3-3. MADRID”, correspondiente a la zona donde se ubica el presente proyecto.

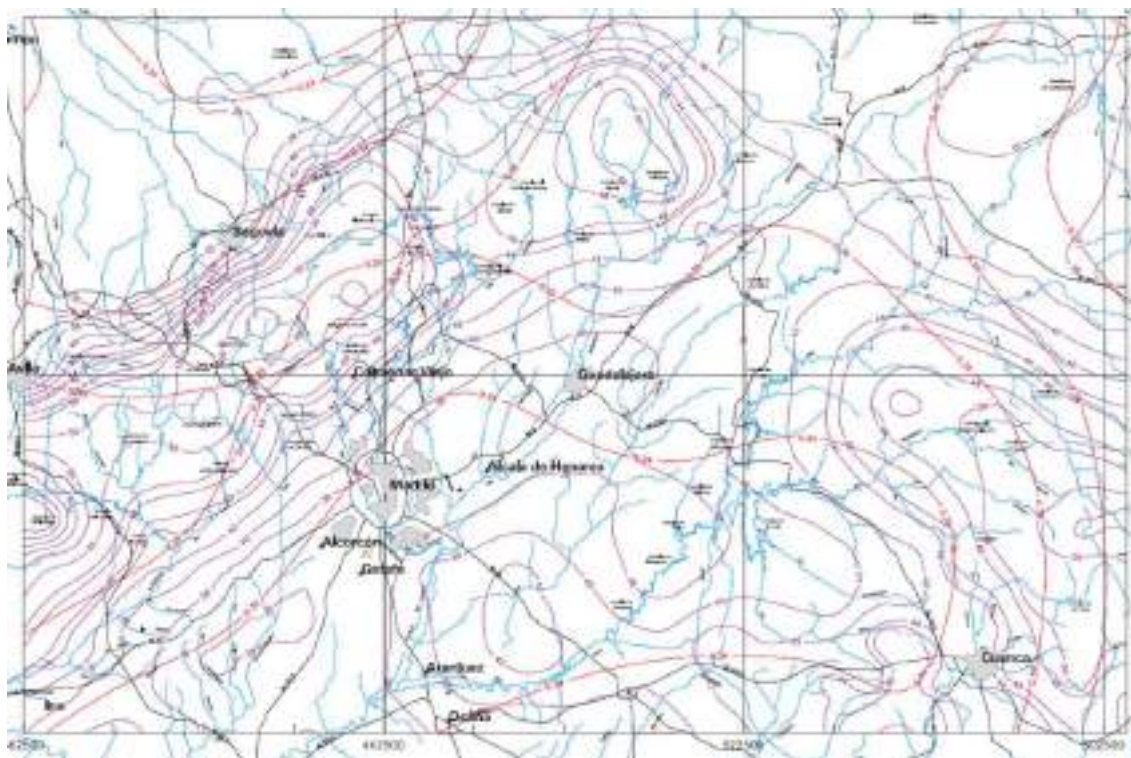


Ilustración 14. Mapa de Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular

El parámetro CV permite determinar el factor K_T , función de CV y T, que multiplicado por el valor medio P, da como resultado la precipitación máxima diaria asociada a cada período de retorno T.

Para nuestro caso se han determinado un valor de **CV = 0,34** y un valor medio de precipitaciones de **40 mm**.

4.3. Método racional

3.4.1 Fórmula general de cálculo

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un período de retorno T, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

Q_T (m³/s) = Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.

$I(T, t_c)$ (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.

C (adimensional) = Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

A (Km²) = Área de la cuenca o superficie considerada.

K_t (adimensional) = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

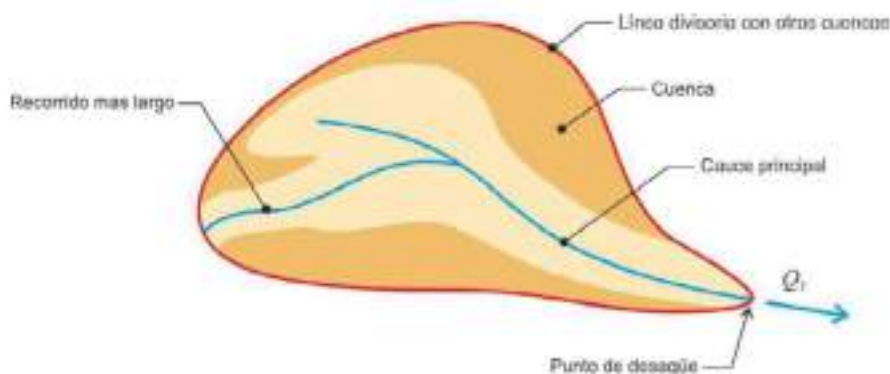


Ilustración 15. Esquema de cuenca por el Método Racional

3.4.2 Cálculo del tiempo de concentración

Se entiende por tiempo de concentración el tiempo que tarda en llegar al punto considerado, la gota de agua caída en el punto más desfavorable de la cuenca. En el caso normal de cuencas en las que predomine el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos, el tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de la precipitación se podrá deducir de la fórmula siguiente

Las diversas metodologías existentes para determinar el tiempo de concentración de una cuenca a partir de sus parámetros morfométricos han sido determinadas a partir de ajustes empíricos de registros hidrológicos.

El tiempo de concentración de la cuenca es muy importante porque en los modelos lluvia-escorrentía, la duración de la lluvia se asume igual al tiempo de concentración de la cuenca, puesto que es para esta duración cuando la totalidad de la cuenca está aportando al proceso de escorrentía, por lo cual se espera que se presenten los caudales máximos. Las diversas metodologías existentes para determinar el tiempo ajustes empíricos de registros hidrológicos.

Debido a las diferentes formas como fueron concebidas estas expresiones, la variabilidad de los resultados entre una y otra puede ser bastante alta, razón por la cual el criterio del analista juega un papel fundamental en la definición del tiempo de concentración de una determinada cuenca.

- **Instrucción 5.2 I.C. Drenaje Superficial Instrucción Carreteras**

t_c : Tiempo de concentración en horas,

L_c : Longitud del cauce principal en kilómetros,

J_c : Pendiente media del cauce.

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

- **Williams**

A : área de la cuenca en millas cuadradas,

L : distancia en línea recta desde el sitio de interés al punto más alto en millas.

S_o : diferencia de cotas entre los puntos más extremos dividida por L en porcentaje,

d : diámetro de una cuenca circular con área A en millas.

$$T_c = \frac{L A^{0.4}}{D S_o^{0.2}}$$

- **Kirpich**

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%).

L : longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria siguiendo en cauce principal en kilómetros.

S_o : diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente en m/m.

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

- **California Culverts Practice**

Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.

L = longitud del curso de agua más largo (m),

H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida (m).

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

- **Giandotti**

T_c= tiempo de concentración (horas)

S= área de la cuenca (km²)

L= longitud del cauce principal (km)

i= elevación media de la cuenca o diferencia de nivel principal (m).

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}, \text{ Siempre que } \frac{L}{3600} \geq T_c \geq \frac{L}{3600+1.5}$$

- **Ecuación de retardo SCS**

Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que t_c = 1.67 x retardo de la cuenca.

L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo (m),

CN = Número de curva SCS,

S = pendiente promedio de la cuenca (m/m).

$$t_c = \frac{0.0136 \cdot L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{S^{0.5}}$$

- **Ventura-Heras**

t_c = tiempo de concentración (horas), i = pendiente media del cauce principal (%),
 S = área de la cuenca (km²), L = longitud del cauce principal (km), a = alejamiento medio

$$T_c = a \frac{S^{0.5}}{i}, \text{ Siendo } 0.05 \leq a \leq 0.5$$

$$a = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

- **Bransby-Williams**

T = tiempo de concentración (horas), L = distancia máxima a la salida (km), D =
diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (km²), M = área de
la cuenca (km²), F = pendiente media del cauce principal (%)

$$T = \frac{L}{1,5 D} \sqrt[5]{\frac{M^2}{F}}$$

- **Passini**

t_c = tiempo de concentración (horas), i = pendiente media del cauce principal (%),
 S = área de la cuenca (km²), L = longitud del cauce principal (km), a = alejamiento medio

$$T_c = a \frac{(SL)^{1/3}}{i^{0.5}}, \text{ Siendo } 0.04 \leq a \leq 0.13$$

$$a = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

- **Izzard**

Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para
flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo
varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de
concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de
procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 3800 .

i = intensidad de lluvia (mm/h), c = coeficiente de retardo, L = longitud de la trayectoria
de flujo (m), S = pendiente de la trayectoria de flujo (m/m).

$$t_c = \frac{525 \cdot (0.0000276 \cdot i + c) \cdot L^{0.33}}{S^{0.333} \cdot i^{0.667}}$$

- **Federal Aviation Administration**

Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers: el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.

C = coeficiente de escorrentía del método racional,

L = longitud del flujo superficial (m),

S = pendiente media del tramo

$$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C) \cdot L^{0.50}}{S^{0.333}}$$

- **Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley, Aron y Erborge**

Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteraciones debido a que tanto I (Intensidad de lluvia) como Tc son desconocidos, la superposición de una curva de intensidad – duración – frecuencia da una solución gráfica

directa	para	Tc
---------	------	----

L = longitud del flujo superficial (m), n = coeficiente de rugosidad de Manning, I = intensidad de lluvia, mm/h, S = pendiente promedio del terreno (m/m).

$$t_c = \frac{7 \cdot L^{0.6} \cdot n^{0.6}}{I^{0.4} \cdot S^{0.3}}$$

De todos los tiempos de concentración expuestos el que se adecua mejor a las características de la zona de estudio es el método de la Instrucción 5.2 I.C. Drenaje Superficial Instrucción Carreteras

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

Para la aplicación de la fórmula necesitaremos la longitud del tramo de río y la pendiente del mismo, datos ya obtenidos.

Consultar valores de tiempo de concentración en el anejo de cálculos.

4.4. Intensidad de precipitación

Se La intensidad de precipitación $I(T,t)$ correspondiente a un período de retorno T , y a una duración del aguacero t , a emplear en la estimación de caudales por el método racional, la obtenemos mediante la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

I_d (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T .

F_{int} (adimensional) = Factor de intensidad.

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca QT , es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_c$) de dicha cuenca.

4.4.1 Intensidad media diaria

Las Intensidades de lluvia a partir de las Precipitaciones máximas diarias P_d , según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma serían las siguientes:

$$I = \frac{P \text{ [mm]}}{t_{\text{duracion}} \text{ [hr .]}}$$

Consultar tabla de intensidad media diaria en anejo de cálculos.

Factor reductor (KA) de la precipitación por área de la cuenca

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca KA , tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Si } A < 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 \\ \text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15} \end{aligned}$$

En nuestro caso, y para cada una de las cuencas obtendremos el siguiente valor de KA. para cada una de las cuencas.

Consultar valores de factor reductor por área de las cuencas en el anejo de cálculos.

4.4.2 Intensidad media diaria de precipitación corregida (Id)

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T, se obtiene mediante la fórmula.

$$I_t = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

Pd = Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T (mm).

KA = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (adimensional).

Consultar tablas de intensidad media diaria y corregidas en anejo de cálculos.

4.4.3 Factor de intensidad Fint.

Según la definición de la Normativa, el factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t.
- El período de retorno T, si se dispone de curvas intensidad – duración - frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

Donde:

- Fa (adimensional) = Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id).
- Fb (adimensional) = Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

4.4.4 Obtención de Fa

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287t^{0,1}}$$

Donde:

- Fa (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id).

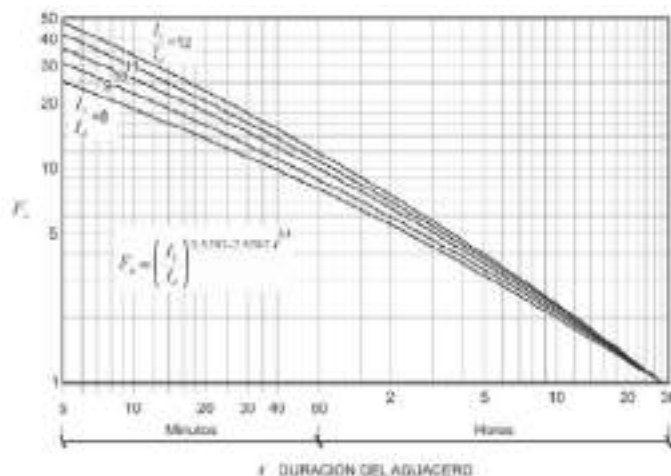


Ilustración 16. Factor Fa

- I1/Id (adimensional): Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del siguiente mapa del Índice de Torrencialidad (I1/Id).

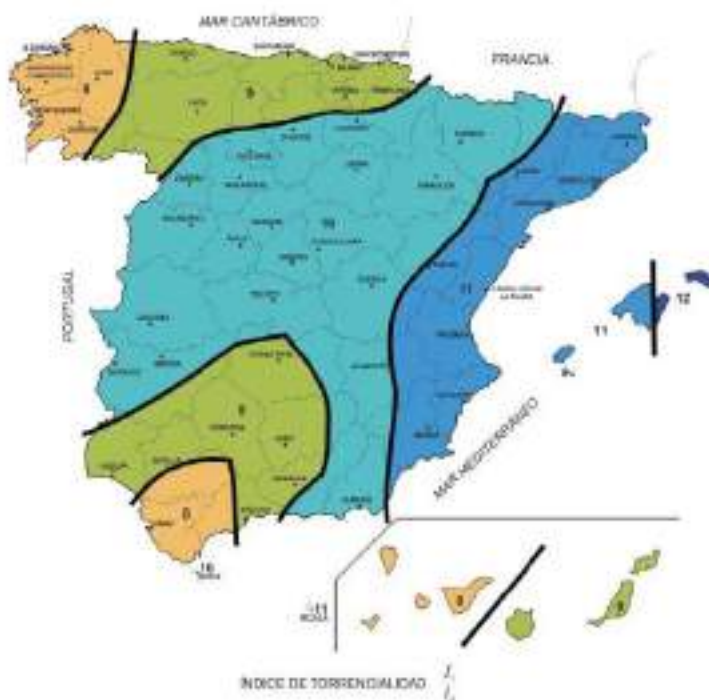


Ilustración 17. Mapa Índice de Torrencialidad

- t (horas): Duración del aguacero.

Para la obtención del factor F_a, se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración (t=t_c).

En nuestro caso, el Índice de Torrencialidad (I_l/I_d) adquiere el **valor 8**

Considerando que se debe particularizar la expresión para que el tiempo de duración del aguacero sea igual al tiempo de concentración (t=t_c), obtenemos el siguiente valor.

Consultar valores de factor de reducción de la precipitación por área de la cuenca en el anejo de cálculos.

4.4.5 Obtención de F_b (adimensional)

Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T/t_c)}{I_{IDF}(T/24)}$$

Donde:

- IIDF (T,tc) (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración tc, obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo “Figura 2.5 Obtención del factor Fb”.

- IIDF (T,24) (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas (t=24), obtenido a través de curvas IDF “Figura 2.5 Obtención del factor Fb”.

- kb (adimensional) = Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar kb=1,13.

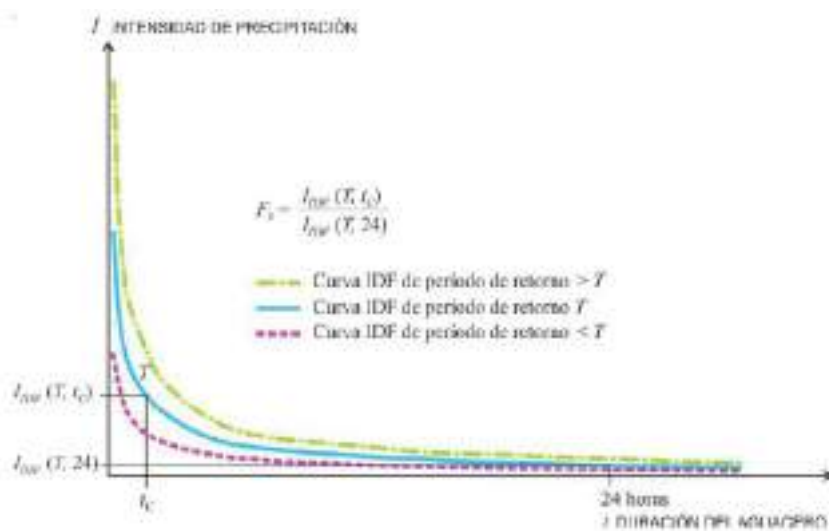


Ilustración 18. Obtención de Fb

4.4.6 Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF)

El estudiar las precipitaciones y conocer su distribución temporal permite realizar los estudios de crecidas o proporcionar modelos precipitación-escorrentía, proporcionando una correcta información para realizar un adecuado diseño y dimensionamiento de las obras civiles.

Para ello, es necesario conocer las intensidades de precipitación, para distintos períodos de retorno. La falta de la disponibilidad de registros de caudales, o la insuficiente duración de éstos, como para hacer los análisis de frecuencia requeridos, requiere utilizar la información pluviométrica de las estaciones distribuidas en las zonas de estudio.

Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) permiten conocer el comportamiento de las precipitaciones a través de una curva que indica la intensidad media en función de la duración y la frecuencia, aportando así, patrones de conductas

de las lluvias. Son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Témez, 1978).

Además, es importante considerar otras variables, como son la intensidad de precipitación, la frecuencia o la probabilidad de excedencia de un determinado evento. La intensidad, según Ven te Chow (1994), se define como la profundidad de precipitación, por unidad de tiempo (mm/hr):

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

Es preciso señalar, que cuando sólo se dispone de un pluviómetro en una estación, sólo se podrá conocer la intensidad media en 24 horas. Como se comprenderá, esta información puede inducir a grandes errores por defecto, por cuanto las lluvias de corta duración son, en general, las más intensas. Es natural entonces que las determinaciones de intensidades de lluvia se hagan a partir de los registros proporcionados por los pluviógrafos.

4.5. Construcción de las curvas IDF

La construcción de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) puede realizarse de diversas maneras. La primera, llamada de intensidad - período de retorno, relaciona estas dos variables para cada duración por separado, mediante alguna de las funciones de distribución de probabilidad usadas en hidrología. Otra manera, relacionando simultáneamente la intensidad, la duración y el período de retorno en una familia de curvas. Otra forma es el planteado por Témez (1978), el cual relaciona las intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno.

Estas metodologías, permiten dibujar las curvas IDF de aquellas zonas en las que exista información pluviométrica, seleccionando los coeficientes de duración y frecuencia de la estación más cercana.

Otra forma de desarrollar las curvas IDF es a través de una forma analítica propuesta por Aparicio (1997). Dicho autor plantea la alternativa de obtener una ecuación que genere las curvas IDF a través de un modelo de regresión lineal múltiple ponderada, extrapolando la ecuación generada, a zonas que carezcan de registros pluviográficos y que se encuentren relativamente cerca.

$$I = \frac{kT^m}{D^n}$$

Siendo **k**, **m** y **n** constantes de regresión lineal múltiple, **T** es el período de retorno en años, **D** la duración en minutos u horas, **I** la intensidad de precipitación en mm/hr.

Luego, aplicando los logaritmos a la ecuación propuesta, se pretende llegar a un modelo de regresión lineal múltiple, expresada en la ecuación:

$$\log I = \log k + m \log T - n \log D$$

$$y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Donde

$y = \log I$	$a_0 = \log k$
$X_1 = \log T$	$a_1 = m$
$X_2 = \log D$	$a_2 = -n$

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

Consultar las tablas de regresión de los datos y regresión potencial para los periodos de retorno de estudio en el anejo de cálculos.

En función de las duraciones de aguacero, podemos establecer un cuadro de Intensidades de lluvia de nuestra cuenca de aportación y calcular el factor Fb y el factor de intensidad.

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

Consultar las tablas de intensidades para los periodos de retorno de estudio y factor Fb y factor de intensidad en el anejo de cálculos.

4.6. Coeficiente de escorrentía

4.6.1 Fórmula de cálculo

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I(T, tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía C, se obtendrá mediante la siguiente formula, representada gráficamente en la figura.

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > p_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq p_0 \quad C = 0$$

Donde:

- C (adimensional) = Coeficiente de escorrentía.
- Pd (mm) Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado).
- Ka (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la
- P0 (mm) Umbral de escorrentía.

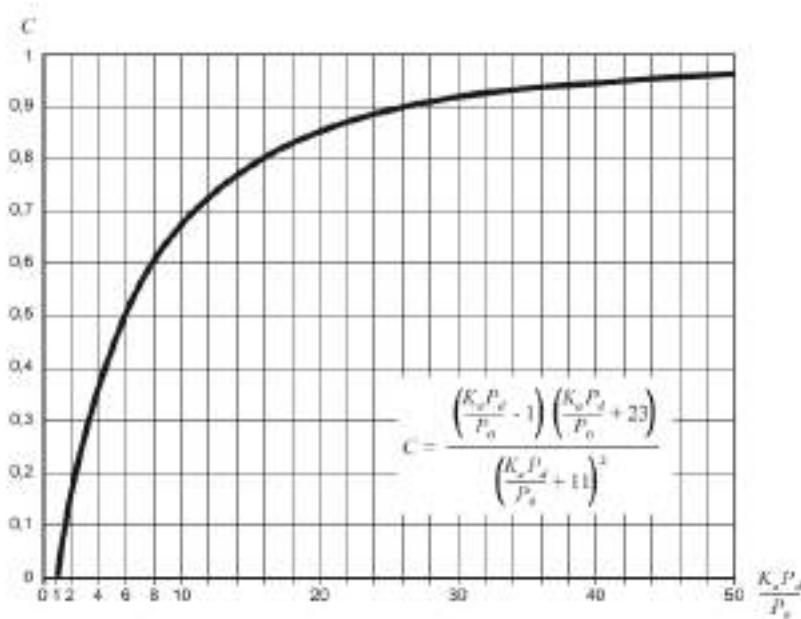


Ilustración 19. Determinación del Coeficiente de Escorrentía

4.7. Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía P0, representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Donde:

- P_0 (mm) = Umbral de escorrentía.
- P_{0i} (mm) = Valor inicial del umbral de escorrentía.
- β (adimensional) = Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Valores de P_0

Los servicios de Mapas de Cultivos y Aprovechamientos (MCA) contienen información del Mapa de usos y sobrecargas del terreno, englobada en los siguientes temas:

- Mapa de Cultivos 1980-1990: Los datos agrarios de este MCA se corresponden a la década de los años 80 y su digitalización se realizó durante los años 90.
- Mapa de Cultivos 2000-2010

El Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España a escala 1:50.000 de los años 2000-2010, generado por el antiguo Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), corresponde a una cartografía a nivel nacional sobre los usos y aprovechamientos del suelo.

Este mapa es la actualización de la anterior versión del Mapa de Cultivos y Aprovechamiento (MCA) de los años 1980-1990. En esta cartografía se delimitan y describen los cultivos y aprovechamientos del suelo de todo el territorio nacional, mediante el empleo de códigos, que se agrupan en usos y sobrecargas. Los códigos empleados son textos que llevan asociados superíndices y subíndices, con el fin de describir de forma precisa el cultivo representado. Así, los subíndices y superíndices empleados son:

- subíndices y superíndices numéricos, indican porcentajes de ocupación del suelo y de cabida cubierta respectivamente;
- en masas forestales se pueden encontrar también los superíndices “r” (replantación), “mb” (monte bajo), “lz” (latizal) y “f” (fustal). Los cultivos y aprovechamientos especificados en el mapa se agrupan

Los cultivos y aprovechamientos especificados en el mapa se agrupan en los siguientes usos:

- SUPERFICIE CULTIVADA: - Cultivos Herbáceos en secano y regadío. - Cultivos forzados y Huerta. - Frutales en secano y regadío. - Viñedo en secano y regadío. - Olivar en secano y regadío. - Prados. Pastizales. Matorrales.
- ESPECIES FORESTALES: - Coníferas. - Viveros. - Frondosas.
- IMPRODUCTIVOS: - Improductivos de infraestructuras. - Improductivos agua.

El propósito de esta cartografía es básico para el desarrollo de estudios agronómicos, medioambientales, de diseño de infraestructuras y estudios hidráulicos, permitiendo obtener información georreferenciada y alfanumérica, con el nivel de detalle que se desee y limitada a cualquier división administrativa (municipios, provincias, CCAA y

nacional).

El método de trabajo para la elaboración del mapa de Cultivos y Aprovechamientos 2000-2010 es el siguiente: recopilación de la información existente y preparación de la cartografía básica. Se trata de obtener la información digital y en papel de las antiguas hojas del MCA 1:50.000 procedente del antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), de obtener la información digital del Mapa forestal 1:50.000, de obtener las ortofotografías digitales clasificadas por hoja 1:50.000, de obtener las imágenes de satélite de primavera y de verano, de la obtención de diversos ráster con información de diferentes registros: Registro Oleícola , Registro Vitícola, Registro Citrícola, Registro Frutos Cáscara , caracterización de regadíos, etc. Esta información de partida es variable por zonas y se integra en el software Dinamap.

Se teselan y fotointerpretan las zonas donde se observa un uso homogéneo, con integración de la información disponible. Producción de diversas salidas graficas e informes que componen las Carpetas de Visita a Campo por hoja 50.000.

Trabajo de campo en el que se visitan los recintos que no se han podido codificar durante el trabajo de gabinete. En la digitalización de los recintos de usos sobre ortofoto, se presta especial atención en garantizar la continuidad de las líneas, carreteras, ríos, en las hojas colindantes. Confrontación de la información gráfica y alfanumérica con corrección de errores, incorporación, tanto de la información gráfica como alfanumérica a la Web.

La inclusión de estos servicios en este visor GIS permite a los usuarios interesados consultar el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de toda España, además de la combinación con otros servicios y obtener información auxiliar de otras capas que permiten saber en cada momento en qué ámbito espacial nos encontramos. Se denomina Tesela a la unidad mínima de recogida de información en el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, cada uno de los recintos o polígonos que componen esta cartografía, con unas características homogéneas en su interior.

La serie cartográfica del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos que aquí se presenta, posee una precisión de escala 1/50.000, la misma que la cartografía en formato analógico. La posibilidad de trabajar con ella en formato digital, nos permite analizarla mediante procedimientos informáticos y acceder a las distintas hojas individualizadas o a aquéllas que cubren cada municipio mediante un sistema de menús y opciones accesibles mediante el puntero del ratón.

En función de la resolución de pantalla que estemos utilizando, al seleccionar una hoja 1/50.000 el resultado obtenido será diferente. Si estamos trabajando con una resolución de 800 x 640, 1152 x 864 o de 1024 x 768 al seleccionar una hoja y centrarse

ésta en pantalla lo que podremos ver es una versión generalizada de los usos de la hoja. En este caso tendremos que hacer zoom para ver una parte de la hoja con más detalle. Si la resolución es de 1280 x 1024 o mayor, al seleccionar la hoja y centrarla en pantalla podremos ver la hoja del MCA menos generalizada. Por ello hemos de tener en cuenta que al seleccionar una hoja 50.000 o un municipio quizá tengamos que hacer zoom para alcanzar una escala de más detalle y poder visualizar los datos en su pleno detalle.

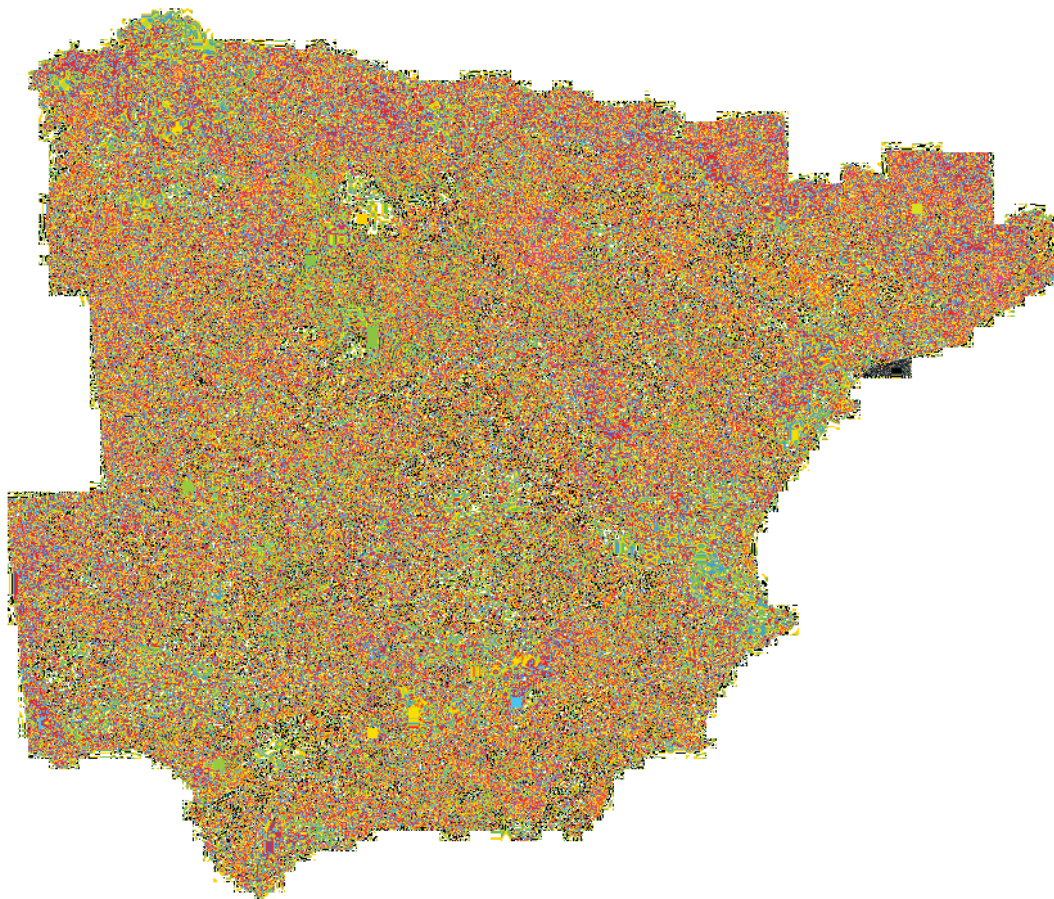


Ilustración 20. Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra (MIAMBIENTE)

Consultar la tabla de la distribución según el tipo de suelo y determinación ponderada del umbral de escorrentía en el anejo de cálculos.

Coeficiente de corrector del umbral de escorrentía β

Según la Norma 5.2 IC, al no disponer de información suficiente en la propia cuenca de cálculo o en cuencas próximas similares, para llevar a cabo la calibración, se recomienda tomar el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de la tabla 5, correspondientes a las regiones de la misma.



Región	Valor medio (A _m)	Diversión respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), P:				
		95%	90%	85%	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,40	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
12	0,95	0,20	0,25	0,40	0,75	0,90	1,10	1,30	1,50
13	0,80	0,15	0,20	0,40	0,70	0,80	1,00	1,20	1,40
21	1,20	0,20	0,30	0,40	0,70	0,80	1,10	1,40	1,60
22	0,50	0,10	0,20	0,30	0,70	0,80	1,10	1,20	1,30
23	0,70	0,20	0,30	0,40	0,70	0,80	1,10	1,40	1,60
24	0,70	0,15	0,20	0,30	0,70	0,80	1,10	1,30	1,50
25	0,80	0,15	0,20	0,30	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
31	0,90	0,20	0,30	0,40	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
32	1,00	0,20	0,30	0,40	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
33	2,10	0,20	0,40	0,60	0,70	0,80	1,10	1,30	1,50
41	1,20	0,20	0,30	0,40	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
42	2,20	0,20	0,30	0,40	0,80	0,90	1,10	1,40	1,70
51*	0,10	0,10	0,10	0,20	0,80	0,90	1,10	1,30	1,50
61*	0,10	0,20	0,30	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
62	0,90	0,20	0,25	0,40	0,80	0,90	1,00	1,20	1,30
63	2,10	0,20	0,30	0,40	0,80	0,80	1,10	1,30	1,50
64	2,00	0,20	0,30	0,40	0,70	0,80	1,10	1,30	1,50
71	1,20	0,15	0,20	0,30	0,80	0,90	1,00	1,30	1,50
72	2,10	0,20	0,40	0,70	0,80	0,90	1,00	-	-

Ilustración 21. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Considerando entonces, la **REGIÓN 32**, zona donde se sitúa nuestra zona de estudio, se establece, salvo justificación por el organismo de cuenca, que el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía a adoptar en el cálculo se debe corresponder con el valor medio β_m recogido en la tabla 2.5, sin efectuar correcciones asociadas al nivel de confianza del ajuste estadístico utilizado. Teniendo en cuenta esto, determinamos para nuestro caso el valor de **1,00**.

Consultar tablas de coeficientes de umbrales de escorrentía, coeficientes corregidos y coeficientes de escorrentía de los distintos periodos de retorno en el anejo de cálculos.

4.8. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

Donde:

- K_t = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación (adimensional).

- t_c = Tiempo de concentración de la cuenca.

Consultar la tabla del coeficiente de distribución temporal de la precipitación en el anejo de cálculos.

4.9. Cálculo caudales de estudio.

El caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un período de retorno T , se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde dichos valores se han ido calculando en los puntos anteriores. Sustituyendo los mismos en la fórmula de cálculo, obtenemos el valor de nuestro caudal en la zona de salida de nuestra cuenca.

Aplicando la ecuación anterior obtenemos:

Cuenca de Estudio 1. Arroyo innominado 1

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	24.27724047	0.20	0.1044	1.0252	0.1472
5	31.87044663	0.20	0.1742	1.0252	0.3226
10	37.38800128	0.20	0.2200	1.0252	0.4778
25	45.11257779	0.20	0.2779	1.0252	0.7283
50	50.70895465	0.20	0.3160	1.0252	0.9307
100	57.11982768	0.20	0.3559	1.0252	1.1811
200	63.95108582	0.20	0.3948	1.0252	1.4667
500	73.1732843	0.20	0.4419	1.0252	1.8786

Tabla 14. Caudales de estudio. Cuenca 1

Cuenca de Estudio 2. Arroyo de la Retamosa

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	9.778438749	5.71	0.1039	1.1414	1.8388
5	12.83684654	5.71	0.1737	1.1414	4.0346
10	15.05921898	5.71	0.2194	1.1414	5.9787
25	18.1705404	5.71	0.2773	1.1414	9.1170
50	20.42466102	5.71	0.3153	1.1414	11.6525
100	23.00684615	5.71	0.3553	1.1414	14.7894
200	25.75835489	5.71	0.3942	1.1414	18.3689
500	29.47289168	5.71	0.4413	1.1414	23.5304

Tabla 15. Caudales de estudio. Cuenca 2

Cuenca de Estudio 3. Arroyo innominado 2

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	24.60428158	0.29	0.1044	1.0244	0.2103
5	32.29977658	0.29	0.1742	1.0244	0.4609
10	37.89165875	0.29	0.2200	1.0244	0.6826
25	45.7202938	0.29	0.2779	1.0244	1.0406
50	51.39206001	0.29	0.3160	1.0244	1.3297
100	57.88929454	0.29	0.3559	1.0244	1.6874
200	64.81257723	0.29	0.3948	1.0244	2.0955
500	74.15900887	0.29	0.4419	1.0244	2.6839

Tabla 16. Caudales de estudio. Cuenca 3

Cuenca de Estudio 4. Arroyo de Doña Mariana

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	10.95369546	9.04	0.0996	1.1128	3.0514
5	14.37968895	9.04	0.1687	1.1128	6.7830
10	16.86916519	9.04	0.2141	1.1128	10.0950
25	20.35443193	9.04	0.2715	1.1128	15.4517
50	22.87947211	9.04	0.3093	1.1128	19.7861
100	25.77200641	9.04	0.3491	1.1128	25.1544
200	28.85421509	9.04	0.3879	1.1128	31.2870
500	33.01519681	9.04	0.4349	1.1128	40.1399

Tabla 17. Caudales de estudio. Cuenca 4

Cuenca de Estudio 5. Arroyo innominado 3

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	23.87537718	0.36	0.1405	1.0261	0.3484
5	31.34289234	0.36	0.2159	1.0261	0.7027
10	36.76911443	0.36	0.2646	1.0261	1.0104
25	44.36582535	0.36	0.3255	1.0261	1.4999
50	49.86956489	0.36	0.3651	1.0261	1.8907
100	56.17431817	0.36	0.4062	1.0261	2.3699
200	62.8924979	0.36	0.4458	1.0261	2.9121
500	71.96204053	0.36	0.4933	1.0261	3.6868

Tabla 18. Caudales de estudio. Cuenca 5

Cuenca de Estudio 6. Arroyo innominado 4

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	32.70117917	0.14	0.1293	1.0125	0.1716
5	42.92914538	0.14	0.2030	1.0125	0.3537
10	50.36123156	0.14	0.2509	1.0125	0.5128
25	60.7661522	0.14	0.3110	1.0125	0.7669
50	68.30441104	0.14	0.3501	1.0125	0.9705
100	76.93978736	0.14	0.3910	1.0125	1.2207
200	86.14141786	0.14	0.4304	1.0125	1.5046
500	98.56361904	0.14	0.4778	1.0125	1.9113

Tabla 19. Caudales de estudio. Cuenca 6

Cuenca de Estudio 7. Arroyo innominado 5

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	32.07857088	0.13	0.1703	1.0131	0.1924
5	42.11180354	0.13	0.2498	1.0131	0.3704
10	49.40238784	0.13	0.3005	1.0131	0.5229
25	59.60920584	0.13	0.3634	1.0131	0.7629
50	67.00394134	0.13	0.4038	1.0131	0.9529
100	75.47490594	0.13	0.4455	1.0131	1.1843
200	84.50134363	0.13	0.4853	1.0131	1.4444
500	96.68703452	0.13	0.5326	1.0131	1.8137

Tabla 20. Caudales de estudio. Cuenca 7

Cuenca de Estudio 8. Arroyo del Manzanal

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	30.62694885	0.18	0.1159	1.0146	0.1799
5	40.20615688	0.18	0.1876	1.0146	0.3822
10	47.16682707	0.18	0.2344	1.0146	0.5601
25	56.91176535	0.18	0.2934	1.0146	0.8458
50	63.97187369	0.18	0.3319	1.0146	1.0757
100	72.05950953	0.18	0.3724	1.0146	1.3592
200	80.67748215	0.18	0.4115	1.0146	1.6819
500	92.31174519	0.18	0.4589	1.0146	2.1457

Tabla 21. Caudales de estudio. Cuenca 8

Cuenca de Estudio 9. Arroyo de Alamillos

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	20.65966079	0.61	0.1053	1.0360	0.3815
5	27.12139452	0.61	0.1753	1.0360	0.8337
10	31.81677198	0.61	0.2212	1.0360	1.2337
25	38.39030041	0.61	0.2792	1.0360	1.8791
50	43.15275468	0.61	0.3173	1.0360	2.4003
100	48.60833611	0.61	0.3573	1.0360	3.0448
200	54.42166057	0.61	0.3962	1.0360	3.7801
500	62.2696486	0.61	0.4433	1.0360	4.8399

Tabla 22. Caudales de estudio. Cuenca 9

Cuenca de Estudio 10. Arroyo innominado 6

T años	I (T, t _c) = (mm/h)	A (km ²)	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m ³ /s)
2	32.28539853	0.28	0.1065	1.0129	0.2697
5	42.3833208	0.28	0.1767	1.0129	0.5873
10	49.72091138	0.28	0.2227	1.0129	0.8682
25	59.99353818	0.28	0.2808	1.0129	1.3210
50	67.43595148	0.28	0.3189	1.0129	1.6865
100	75.96153291	0.28	0.3590	1.0129	2.1384
200	85.04616886	0.28	0.3980	1.0129	2.6538
500	97.31042739	0.28	0.4451	1.0129	3.3964

Tabla 23. Caudales de estudio. Cuenca 10

A continuación, se muestra una tabla resumen con cada uno de los caudales y periodos de retornos de estudio.

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m ³ /s)
Cuenca 1. Arroyo innominado 1	T 10 años	0,4778
	T 50 años	0,9307
	T 100 años	1,1811
Cuenca 2. Arroyo de la Retamosa	T 10 años	5,9787
	T 50 años	11,6525
	T 100 años	14,7894
Cuenca 3. Arroyo innominado 2	T 10 años	0,6826
	T 50 años	1,3297
	T 100 años	1,6874
Cuenca 4. Arroyo de Doña Mariana	T 10 años	10,0950
	T 50 años	19,7861
	T 100 años	25,1544
Cuenca 5. Arroyo innominado 3	T 10 años	1,0104
	T 50 años	1,8907
	T 100 años	2,3699
Cuenca 6. Arroyo innominado 4	T 10 años	0,5128
	T 50 años	0,9705
	T 100 años	1,2207
Cuenca 7. Arroyo innominado 5	T 10 años	0,5229
	T 50 años	0,9529
	T 100 años	1,1843
Cuenca 8. Arroyo del Manzanal	T 10 años	0,5601
	T 50 años	1,0757
	T 100 años	1,3592

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m ³ /s)
Cuenca 9. Arroyo de Alamillos	T 10 años	1,2337
	T 50 años	2,4003
	T 100 años	3,0448
Cuenca 10. Arroyo innominado 6	T 10 años	0,8682
	T 50 años	1,6865
	T 100 años	2,1384

Tabla 24. Resumen caudales cuencas

5. ESTUDIO HIDRÁULICO

5.1. Definición del problema

A continuación, vamos a trabajar a de tramo de estudio, con el fin de delimitar la zona inundable y el comportamiento hidráulico para los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años.

5.2. Obtención ortofoto y modelo digital del terreno

Vamos a obtener la ortofoto de la zona de estudio y el MDT (modelo digital del terreno) sobre el cual vamos a trabajar. En nuestro ejemplo podemos obtener la ortofoto del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Si queremos obtener la ortofoto del IGN nos iremos a la página del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la dirección www.ign.es

Primeramente, seleccionaremos la Ortofoto necesaria de la zona de estudio. En la sección de descarga de la mencionada página, haremos clic en búsqueda avanzada y seleccionaremos Ortofotos PNOA Máxima Actualidad, y elegiremos la foto que nos interese, para nuestro caso elegiremos la ortofoto en formato ECW siguiente que previamente hemos adaptado su tamaño a la zona de estudio a través de un programa Sig:



Ilustración 22. Ortofoto PNOA Máxima Actualidad (IGN)

Para el archivo de MDT partiremos de los ficheros digitales con información altimétrica de la nube de puntos LIDAR distribuidos en ficheros de 2x2 km de extensión del IGN (Instituto Geográfico Nacional) del Ministerio de Fomento del gobierno de España.



Ilustración 23. Modelo Digital Terreno-MDT02 (IGN)

En nuestro caso y para la zona de estudio, utilizaremos:

Denominación de Archivos
MDT02-ETRS89-HU30-0581-1-COB2.tif

Tabla 25. Archivos Ortofotos IGN

Mediante varios procesos se obtiene una superficie Ráster del terreno, es decir, una representación de superficies continuas derivada de una estructura de datos espacial generada a partir de procesos de triangulación.



Ilustración 24. Recorte Lidar Zona de Estudio

Una vez obtenido el archivo Ráster de la zona que se va a estudiar, se convierte a través de la herramienta “Raster to ASCII”, a un formato tipo texto (.txt) para poder incorporarlo al programa Iber.

5.3. Geometría del modelo

En este apartado y a partir del archivo ASCII creado con anterioridad, procedemos a crearnos la geometría de nuestro modelo. Pero antes y para facilitarnos esta labor vamos a incorporar una imagen de fondo la cual nos servirá de guía en el resto de los procesos.

Una vez cargada la ortofoto en el proyecto, el siguiente paso será importar el archivo ASCII, es decir, el MDT. Para incorporarlo utilizaremos la herramienta “Crear RTIN”, ubicada en Herramientas Iber /RTIN/Crear RTIN.

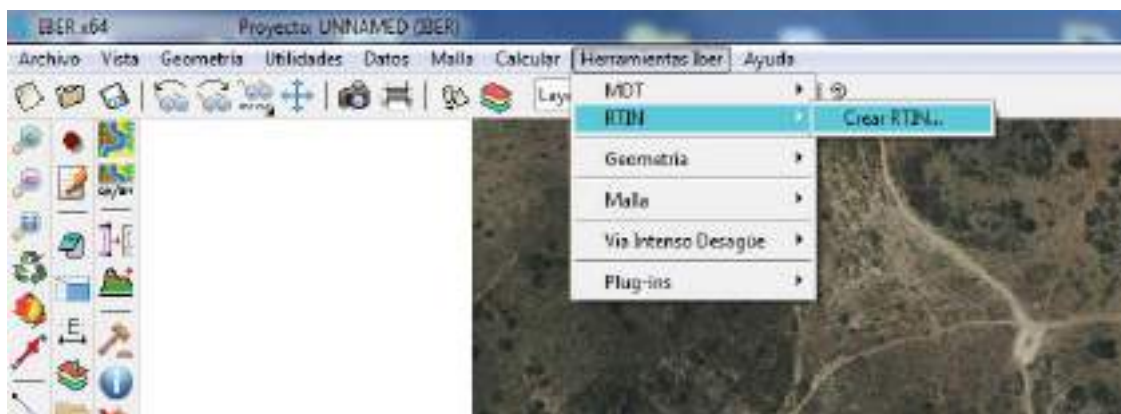


Ilustración 25. Herramientas crear RTIN.

Al realizar esta opción nos emergerá la ventana Archivo RTIN creado en la que hay que introducir los siguientes datos.

Archivo MDT original: Pulsamos en 'Buscar' y seleccionamos el archivo del terreno que queremos utilizar (como ya sabemos debe estar en formato ASCII).

Tolerancia: Se trata de la máxima diferencia (indicada en metros en vertical) que vamos a permitir que exista entre el MDT y la geometría que se va a crear. En este caso le asignamos un valor de 0.1 (10 cm).

Lado máximo y mínimo: Tendremos que establecer el tamaño máximo y mínimo que podrán tener los triángulos que se van a generar. Para este ejemplo indicamos un lado máximo de "25" y un lado mínimo de "1".

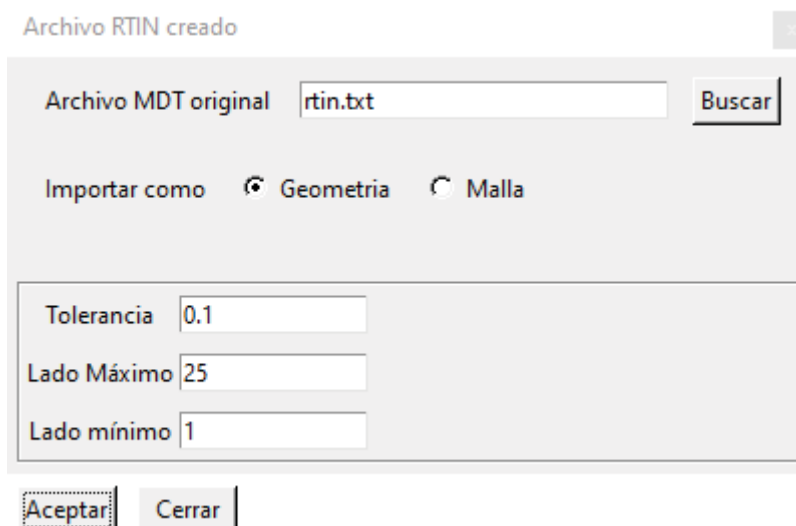


Ilustración 26. Importación archivo ASCII

Una vez que el programa lee el archivo de partida procedente del Modelo Digital del Terreno anteriormente mencionado da la opción de colapsar la geometría.

El colapso de geometría es un mecanismo utilizado por el programa para corrección de posibles errores que puedan contener la geometría a generar, por lo que es un paso importante en el modelo que siempre hay que realizar

Una vez aceptada a la opción de “Colapsar la geometría” nos emerge una ventana de Geometría Colapsada y nos pregunta que si queremos “Mallar la geometría”. Le decimos que “No” ya que ese paso lo haremos posteriormente una vez introducido todos los datos del programa.

Una vez realizado todos los procesos obtenemos la geometría de la zona de estudio tal como se muestra en la siguiente imagen.



Ilustración 27. Geometría importado RTIN

5.4. Parámetros a introducir en el modelo

A continuación, vamos a explicar todos los pasos y parámetros necesarios para la computación en los modelos Iber.

- **Condiciones iniciales**

Las condiciones iniciales reflejan el estado del terreno al inicio de la simulación, es decir, indican si el terreno está seco o mojado. Como condición inicial Iber permite fijar un calado (diferencia de cotas de la lámina de agua y el terreno) o una cota (cota absoluta del agua respecto el sistema de referencia del MDT).

Es muy importante que tengamos claro cuál es el dato de partida que queremos fijar para no establecer una cota como calado o al contrario. Si el suelo se encuentra seco al inicio de la simulación, será indiferente establecer un calado de 0 o una cota de

0 pero si queremos simular la existencia de una lámina de agua tendremos que diferenciar si el dato que tenemos es el de la profundidad del agua, o la cota que alcanza. Si nos equivocamos y asignamos un valor de cota como calado observaremos que los resultados no son acordes a la realidad.

Siguiendo con nuestro modelo vamos a realizar una simulación del territorio completamente seco al inicio de la simulación que es como se recomienda realizar este tipo de computaciones. Para ello seleccionaremos la opción para introducir las condiciones **iniciales Datos – Hidrodinámica – Condiciones Iniciales**.

Al clicar en esta opción nos emerge la ventana Condición Inicial.

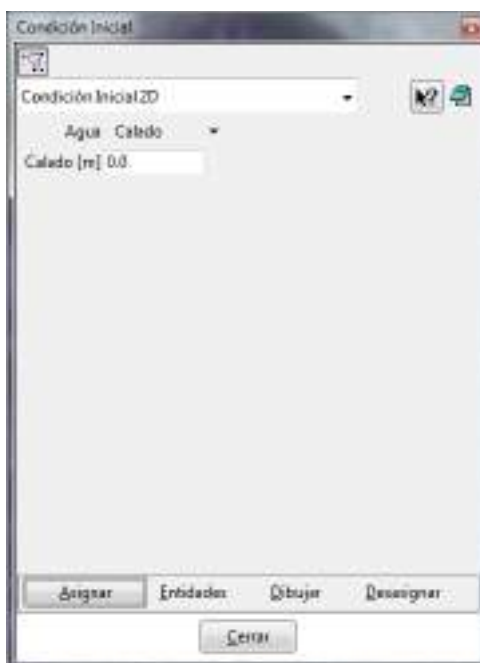


Ilustración 28. Condición inicial

Lo primero que observamos es que las condiciones iniciales se asignan a las superficies, no a las líneas como en el caso de las condiciones de contorno.

Indicamos una Condición Inicial 2D con "Calado 0", pulsamos en "Asignar" y seleccionamos todas las superficies dibujando un recuadro que seleccione toda la geometría para por último darle a la tecla ESC, quedando asignada la condición inicial en toda la geometría.

5.5. Condiciones de entrada

En la condición de entrada vamos a introducir cada uno de los caudales punta que hemos obtenido del cálculo de las cuencas de estudio y los distintos periodos de retorno. Cada modelo Iber utilizado se corresponderá a un periodo de retorno dado, no siendo posible la computación de varios periodos de retornos en un mismo archivo como si es posible en programa de similares características tipo Hec-Ras.

A tenor de los caudales obtenidos en los cálculos anteriores podría ser muy importante la simulación de esta red de drenaje, ya que puede tener consecuencias para una parte de la zona de estudio.

Por lo tanto, solo introduciremos los caudales punta para cada una de las cuencas en cada uno de los periodos de retorno estudiados T10, 50 y 100 años.

Simularemos un régimen subcrítico con caudal constante para cada periodo de retorno estudiado. Por tanto, nos acercamos a la zona de entrada del modelo.

Una vez ubicada la zona por donde entrará el flujo de agua, seleccionamos la opción para introducir las condiciones de contorno hidrodinámicas; es decir nos dirigimos a **Datos / Hidrodinámica / Condiciones de Contorno**.

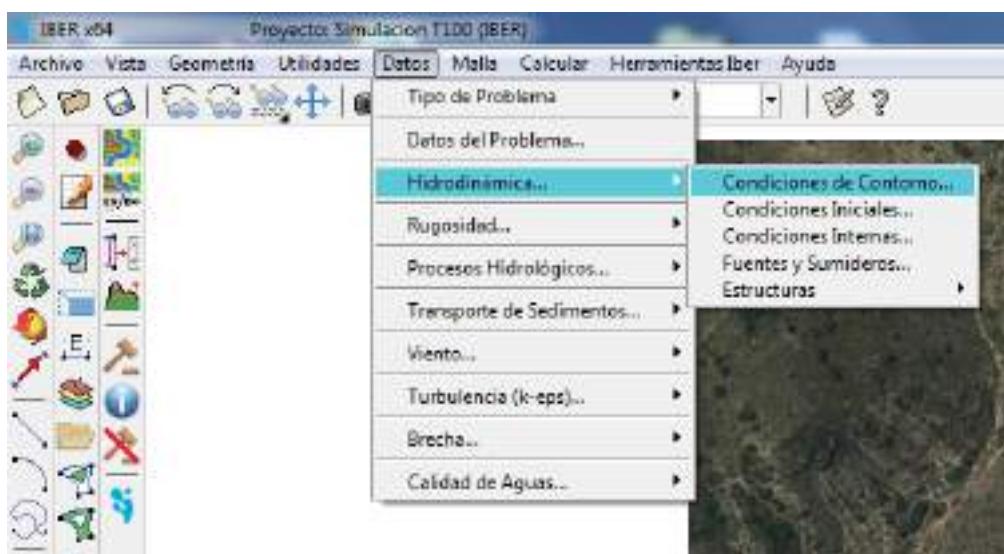


Ilustración 29. Condiciones de contorno

Al hacer clic nos emerge la ventana Análisis 2D, tal como se muestra en la figura, en la cual se nos presenta varias opciones para establecer las condiciones:

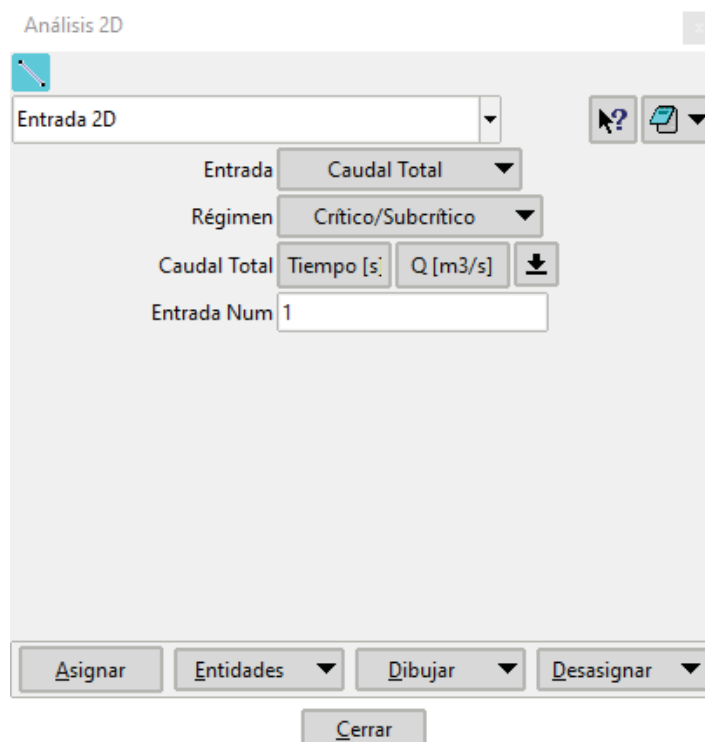



Ilustración 30. Ventana análisis 2D

Tipo de condición: Tendremos que seleccionar si vamos a establecer una condición de Entrada o de Salida; seleccionamos "Entrada 2D" en el desplegable.

Entrada: Tipo de dato de entrada; en nuestro caso simulamos un caudal constante por lo que tenemos que indicar "Caudal Total" para cada periodo de retorno estudiado (T = 10, T = 50 años y T100 años).

Régimen: Régimen de flujo a la entrada. Nosotros simularemos un régimen subcrítico a la entrada (seleccionamos "crítico/Subcrítico")

Total Discharge: Caudal total de entrada. Aquí tenemos que indicar el valor de caudal total de entrada. Para introducirlo pulsamos en el icono de la flecha  y se desplegará una tabla donde indicaremos el caudal en función del tiempo. Como vamos a simular un caudal constante, únicamente introducimos el dato correspondiente en la columna Q (m³/s) dejando la columna de tiempo a 0.

Entrada núm.: Número de entrada. Mediante esta casilla podemos introducir varios caudales, de tal forma que, si quisiéramos simular otro caudal diferente, escribiríamos "2" y rellenaríamos los datos de nuevo.

Una vez introducidos los datos, tenemos que indicar al programa el lugar por donde entra el agua. La asignación de las condiciones de contorno (entrada/salida) se realiza sobre las líneas (tal y como indica el icono de la ventana de análisis 2D) no sobre

superficies. El programa entenderá que la dirección de flujo es perpendicular al contorno de entrada, es decir, a la línea o líneas seleccionadas.

Pulsamos sobre el botón de **Asignar** y seleccionamos el conjunto de líneas por donde entra el agua al modelo.

En ocasiones al realizar una asignación seleccionaremos sin querer alguna superficie de más en la geometría. En caso de que esto ocurra, como es nuestro caso, Iber presenta una herramienta de gran utilidad con la que podemos eliminarlas aquellas entidades no deseadas. Para ello hacemos clic con el botón derecho en cualquier lugar de la pantalla y clicamos en **Contextual – Ventana de Selección**

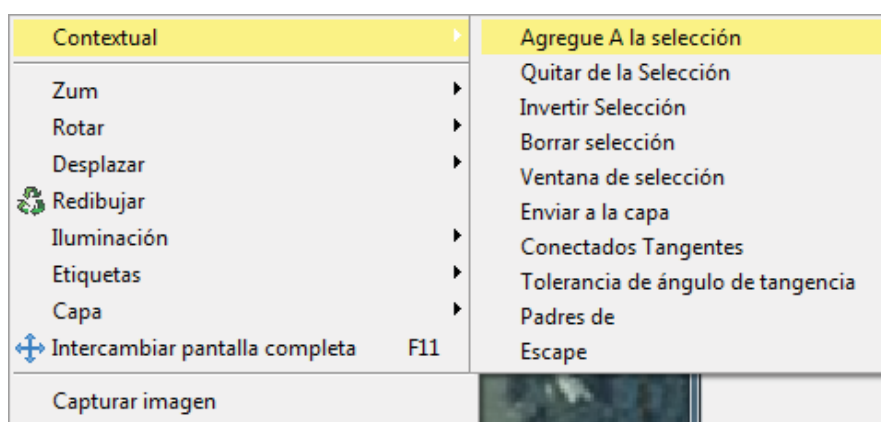


Ilustración 31. Ventana contextual

Al realizar esta acción, nos emerge la Ventana de Selección. Donde nos aparecerán las siguientes opciones:

Modo indicamos "Quitar".

Filtro seleccionamos "Superentidades".

Y en **Valor** escribimos "2".

Esta herramienta permite eliminar de la selección todas las líneas (superentidades) que forman parte de 2 superficies (Valor 2). Como las del extremo sólo forman parte de una superficie, utilizando esta opción podemos quedarnos únicamente con las líneas que nos interesan quedando tal como se muestra en las siguientes figuras.

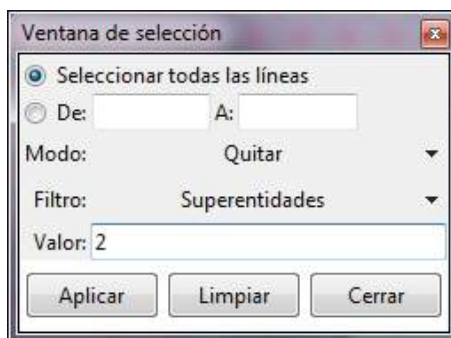


Ilustración 32. Ventana de selección

Por último, hacemos clic en **Terminar** o en la tecla Esc del teclado. Para asegurarnos que lo hemos realizado correctamente y que líneas hemos seleccionado como condición de entrada vamos a colorearlas haciendo clic dentro de la ventana **Análisis 2D – Dibujar – Colores**.



Ilustración 33. Condiciones entrada de caudales en iber.

Este mismo procedimiento lo debemos repetir para cada una de las simulaciones de estudio, variando tan solo el caudal.

5.6. Condiciones de salida

El proceso para asignar las condiciones a la salida es exactamente el mismo. El régimen de flujo que vamos a simular es nuevamente subcrítico, de manera que en la ventana emergente no vamos a modificar ningún parámetro, lo dejamos por defecto. Lo único por tanto que debemos realizar es determinar las líneas por donde saldrá el flujo que en nuestro caso lo colocaremos en todo el perímetro de la malla de estudio.

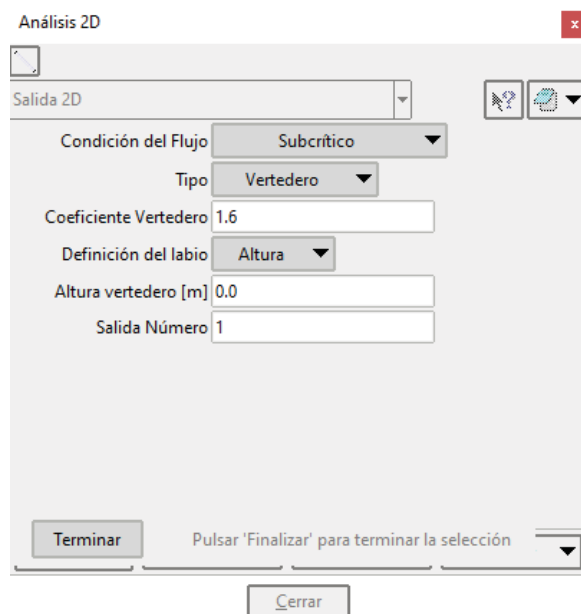


Ilustración 34. Ventana de condiciones de salida



Ilustración 35. Condición de salida de Iber

• Rugosidad

Iber asigna la rugosidad a través de un coeficiente de rugosidad de Manning. El valor del número de Manning es representativo de la resistencia que ofrece una superficie al fluido; es decir, de la rugosidad de esa superficie. Esto implica que, a mayor rugosidad de la superficie, mayor será la resistencia que ofrece al flujo y el valor de Manning será más alto.

La rugosidad del terreno asociado al modelo, puede ser introducida mediante tres procedimientos diferentes:

- **Asignación Manual:** podemos escoger un uso del suelo y asignarlo a las superficies que conforman la geometría del modelo.
- **Manning Variable:** los datos de rugosidad se introducen en forma de tabla y son asignados con base en el caudal específico o el calado.
- **Asignación Automática:** consiste en la asignación de la rugosidad desde mediante la información contenida en un archivo ASCII o un archivo XY dbase. En ambos casos, deberemos disponer de un archivo *.csv que contenga la lista de los usos del suelo del programa, localizado en el mismo directorio y con el mismo nombre que el archivo ASCII o XY dbase.

La rugosidad de las superficies por las que discurren las inundaciones se expresa como valores del coeficiente de rugosidad de Manning. Para obtenerlas, se hace una equivalencia entre las coberturas del suelo que recogidas en el Mapa de Ocupación del Suelo de España (SIOSE 2018) obtenido a través del centro de descarga del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Los valores de “n” según la tabla de equivalencia descrita en la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (Anejo V, Tabla 1)”.

Para la zona de estudio se tienen los siguientes valores de coberturas y rugosidades.

Descripción Coberturas	Codigo Siose	N manning
Discontinuo	113	0,090
Industrial	130	0,10
Red Viaria	161	0,10
Viñedo	233	0,050
Olivar	234	0,060
Combinación cultivos leñosos	236	0,060
Combinación cultivos	250	0,045
Bosque de frondosas	311	0,12
Pastizal o Herbazal	320	0,050
Matorral	330	0,070

Tabla 26. Manning Siose Iber



Ilustración 36. Manning Iber

5.7. Tipos de malla programa iber

Iber trabaja con tres tipos de mallas: no estructuradas, estructuradas y una combinación de ambas (malla mixta).

- No Estructuradas

Están formadas por elementos que pueden tener 3 o 4 lados y que se pueden combinar dentro de la misma malla. Este tipo de malla se adapta muy bien a cualquier geometría, ya que no es necesario que la malla tenga ningún tipo de organización o estructura interna. Esta característica las hace especialmente indicadas para su utilización en hidráulica fluvial y por lo general se aplica un mallado de este tipo a las llanuras de inundación.

- Estructuradas

Están formadas por elementos de 4 lados distribuidos de manera ordenada de forma que a cada elemento de la malla se le puede asignar una fila y una columna. Por lo general este tipo de mallado se aplica a los cauces.

5.8. Creación malla iber

Para generar la malla Iber cuenta con diferentes opciones, pero en cualquier caso el tipo de malla que utilicemos, así como el tamaño de los elementos dependerá del mayor o menor detalle que necesitemos. Para lograr un mayor detalle tendremos que generar un mayor número de elementos lo que implicará establecer un tamaño de elemento menor.

Para generar la malla en Iber vamos a seguir los siguientes pasos. Iremos a la barra de herramientas y seguiremos la ruta **Malla / Estructurada / Superficies / Asignar número de divisiones**,

Se procederá a la división y creación de la malla quedando tal como aparece en la siguiente figura tras la creación de la Malla a través de la opción **Malla/Generar Malla**.



Ilustración 37. Malla del modelo

Para comprobar la precisión de la malla resultante y estar seguro de que vamos en buen camino podemos realizar dicha comprobación. Para ello hacemos clic en **Malla / Dibujar / Tamaños / Superficies**.

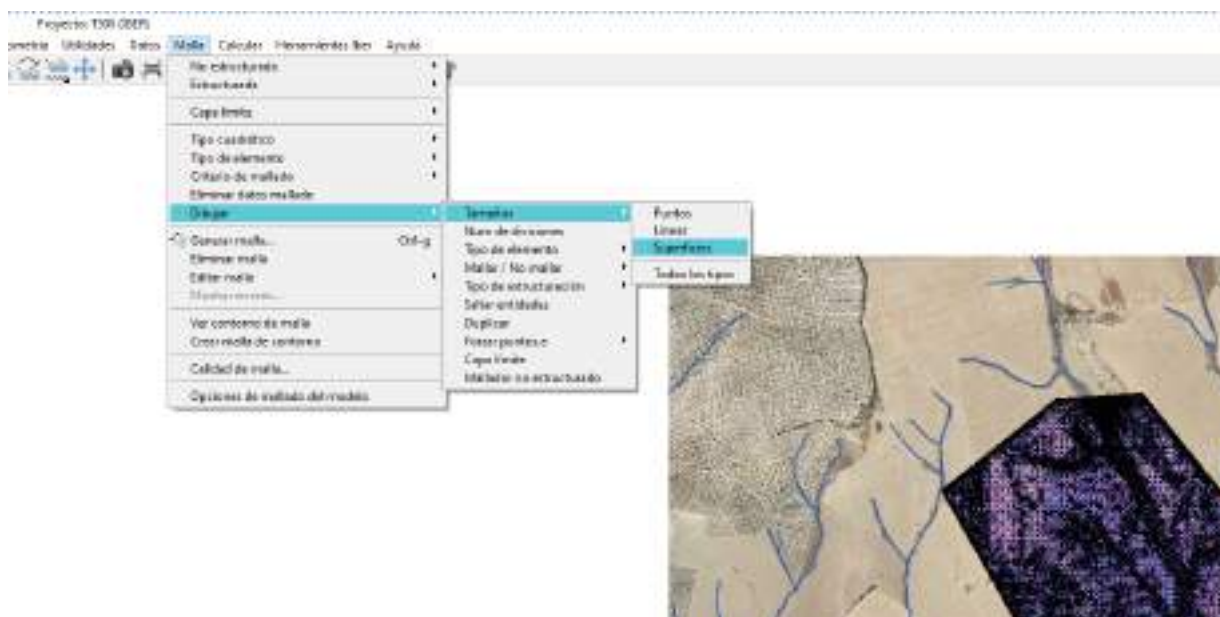


Ilustración 38. Dibujo tamaño superficie

Al hacer esta acción se nos colorea la malla y nos genera una leyenda con el tamaño de malla. En el estudio podemos comprobar que el tamaño de malla se encuentra comprendido entre **1,14 y 9,17 m**.



Ilustración 39. Visualizador tamaño malla

5.9. Datos del problema

Los datos del problema recogen una serie de parámetros configurables para realizar la simulación del modelo en Iber. Mediante ellos podemos establecer parámetros de tiempo, una serie de parámetros generales del propio funcionamiento del programa y la configuración de resultados a generar **Datos / Datos del problema**.

- **Parámetros de tiempo**

En esta pestaña indicamos los parámetros de tiempo para realizar la simulación:

- Simulación: Podemos comenzar una nueva simulación o continuar con una que ya se ha ejecutado hasta un instante concreto.
- Instante inicial (s): Primer instante del que queremos obtener los resultados.
- Tiempo máximo de simulación (s): Último instante que queremos simular.
- Intervalo de resultados (s): Aquí debemos indicar cada cuantos segundos queremos que el programa nos muestre los resultados. Cuanto menor sea el intervalo, más tiempo tardará en realizarse el cálculo.

- Opciones de tiempo: Podemos ocultar las opciones de tiempo o mostrarlo.

Realizamos una nueva simulación comenzando en el instante 0 s (instante inicial) y terminando 15.000 s tiempo suficiente para visualizar el comportamiento del fluido dentro de la zona de estudio.

Y en cuanto al intervalo de cálculo estimamos cada 15 segundos.

Datos

Parámetros de Tiempo	General	Resultados	Peligrosidad per
Instante Inicial [s]	<input style="width: 90%;" type="text" value="0"/>		
Tiempo máximo de simulación [s]	<input style="width: 90%;" type="text" value="15000"/>		
Intervalo de Resultados [s]	<input style="width: 90%;" type="text" value="15"/>		
IberPlus Enabled			

Ilustración 40. Ventana de computación

5.10. Parámetros generales

Mediante la pestaña General se realizan una serie de configuraciones generales de la simulación. En cualquier caso, nosotros dejaremos todas las opciones que aplica el programa por defecto.

- Número de procesadores: Iber puede lanzar un cálculo paralelo con el número de procesadores que se desee. Si se indica un número de procesadores mayor al existente Iber utilizará el máximo de procesadores posibles. En nuestro caso al tener un ordenado de 8 núcleos, hemos dedicados todos a la computación del programa.
- Esquema numérico: Tenemos la opción de escoger un esquema numérico de primer orden, o de segundo orden (para más información ver Manual de referencia).
- CFL: Valor del número de Courant-Friedrichs-Levy para conseguir un esquema numérico estable.
- Límite Seco - Mojado: Umbral para considerar que un elemento está seco y que no se debe realice ningún cálculo hidrodinámico en él. Iber aplica por defecto un umbral de 0.01 metros lo que significa que se considerará que un elemento está seco cuando presenta una lámina de agua menor de 1 cm.
- Método de secado: Existen 3 métodos aplicables:

- Normal: Iber considerará un elemento como seco cuando éste tenga un "calado negativo", de manera que para que vuelva a estar mojado el elemento debe llenar antes este "calado negativo". Es un método robusto y con el cual el tiempo de cálculo no depende del proceso de secado-mojado.
- Estricto: Impide que exista el "calado negativo" por lo que se gana precisión en el proceso de mojado y secado. Este método reduce el incremento de tiempo de cálculo por lo que aumenta el tiempo de cálculo total.
- Hidrológico. Es el método recomendado al realizar cálculos hidrológicos ya que en estos casos los otros dos métodos pueden producir inestabilidades.
- Opciones generales: Podemos mostrarlas u ocultarlas.

5.11. Pestaña resultados

En esta pestaña seleccionamos los resultados que deseamos obtener en la simulación:

- Forzar resultados a vértices. Por defecto Iber calcula los resultados para cada elemento de la malla, pero si queremos podemos forzarlo de manera que los calcule para cada uno de los vértices.
- Sin resultados en los elementos secos. Por defecto estará activado de manera que Iber no sacará resultados en los elementos que estén secos.
- Selección de resultados. Iber sólo creará archivos de resultados para los resultados seleccionados mediante las casillas.

El resto de pestañas son referentes a los módulos de sedimentos y turbulencia, al cálculo de la vía intenso desagüe y a la rotura de presas.

Se establecieron los datos del problema en cada uno de los modelos que vamos a simular.

Se calculó los resultados para cada elemento de la malla y se obvió los resultados en los elementos secos. Por otro lado, los resultados que se generaron fueron el calado y máximo calado, la velocidad, cota del agua, número de Froude, máximo calado, máxima velocidad, máxima cota del agua y la Peligrosidad.

Una vez establecidos todos estos datos, pulsamos en **Aceptar**.

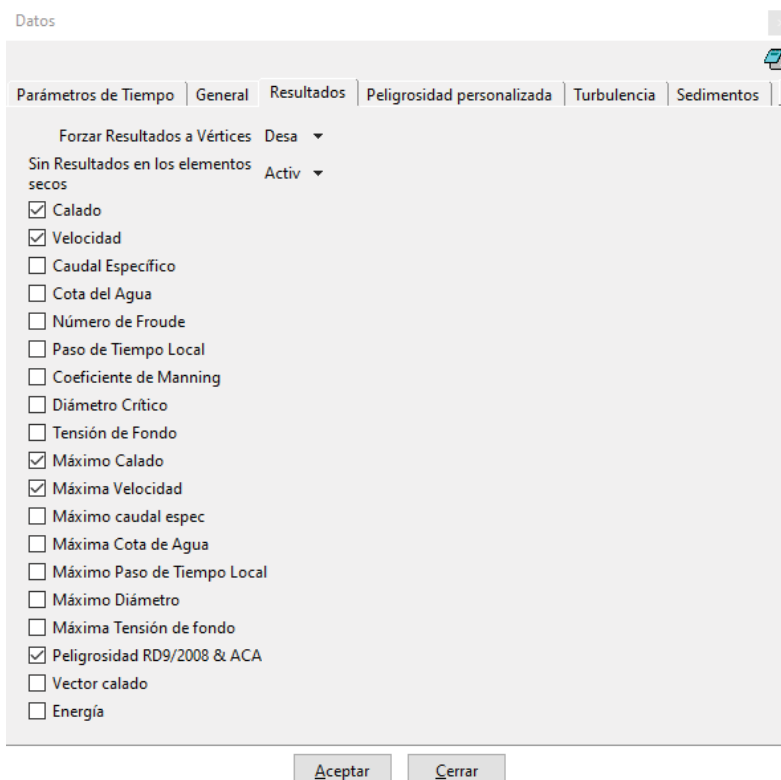


Ilustración 41. Ventana de selección datos de computación

5.12. Cálculo del modelo

Una vez introducida toda la información en el modelo (datos hidrodinámicos, rugosidad y datos del problema) se procede con la simulación para los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años.

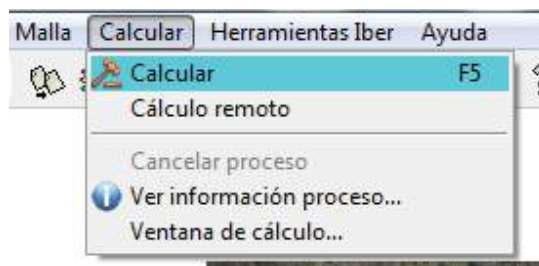



Ilustración 42. Proceso de cálculo

5.13. Post-proceso

Mientras el programa está calculado, Iber nos permite pasar al post-proceso para ver los resultados. Para ello pulsamos en el icono  o si la simulación ha terminado, pulsaremos en "Post-proceso".

Durante la simulación podemos ir intercambiando entre pre-proceso y post-proceso para ver cómo va la simulación.

Una vez terminada la simulación en el programa nos saldrá una ventana emergente llamada Información del Proceso donde nos dice que el proceso ha finalizado. A continuación, pasaremos a Post-proceso a través del icono para comprobar los resultados.

6. DELIMITACIÓN MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA

6.1. Definición dominio público hidráulico

En el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, indica que «El artículo 4 queda redactado del siguiente modo:

1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.

2. Se considerará como caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente y que tengan en cuenta lo establecido en el apartado 1.»

6.2. Máxima crecida ordinaria

Artículo 4.

1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.

2. En los tramos de cauce donde exista información hidrológica suficiente, se considerará caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales instantáneos anuales en su régimen natural, calculada a partir de las series de datos existentes y seleccionando un período que incluirá el máximo número de años posible y será superior a diez años consecutivos. Dicho periodo será representativo del comportamiento hidráulico de la corriente y en su definición se tendrá en cuenta las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles.

Artículo 5.

1. Son de dominio privado los cauces por los que ocasionalmente discurran aguas pluviales, en tanto atraviesen, desde su origen, únicamente fincas de dominio particular.

2. El dominio privado de estos cauces no autoriza hacer en ellos labores ni construir obras que puedan hacer variar el curso natural de las aguas en perjuicio del interés público o de tercero, o cuya destrucción por la fuerza de las avenidas pueda ocasionar daños a personas o cosas (art. 5 del TR de la LA).

Artículo 6.

1. Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces.

2. La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, las márgenes de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal:

a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, que se regula en este reglamento.

b) A una zona de policía de cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

3. La regulación de dichas zonas tiene como finalidad la consecución de los objetivos de preservar el estado del dominio público hidráulico, prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a su mejora, y proteger el régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los cauces en la laminación de caudales y carga sólida transportada.

4. En las zonas próximas a la desembocadura en el mar, en el entorno inmediato de los embalses o cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes, podrá modificarse la anchura de dichas zonas en la forma que se determina en este Reglamento.

Artículo 7.

1. La zona de servidumbre para uso público definida en el artículo anterior tendrá los fines siguientes:

a) Protección del ecosistema fluvial y del dominio público hidráulico.

b) Paso público peatonal y para el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento, salvo que por razones ambientales o de seguridad el organismo de cuenca considere conveniente su limitación.

c) Varado y amarre de embarcaciones de forma ocasional y en caso de necesidad.

2. Los propietarios de estas zonas de servidumbre podrán libremente sembrar y plantar especies no arbóreas, siempre que no deterioren el ecosistema fluvial o impidan el paso señalado en el apartado anterior.

Las talas o plantaciones de especies arbóreas requerirán autorización del organismo de cuenca.

3. Con carácter general no se podrá realizar ningún tipo de construcción en esta zona salvo que resulte conveniente o necesaria para el uso del dominio público

hidráulico o para su conservación y restauración. Solo podrán autorizarse edificaciones en zona de servidumbre en casos muy justificados.

Las edificaciones que se autoricen se ejecutarán en las condiciones menos desfavorables para la propia servidumbre y con la mínima ocupación de la misma, tanto en su suelo como en su vuelo. Deberá garantizarse la efectividad de la servidumbre, procurando su continuidad o su ubicación alternativa y la comunicación entre las áreas de su trazado que queden limitadas o cercenadas por aquélla.

A tenor de lo expuesto en el citado reglamento, las instalaciones deberán respetar el Dominio Público Hidráulico y la Zona de Servidumbre de paso de los Cauces públicos (5 m de anchura medidos horizontalmente desde la coronación del talud de la margen del río), que debe quedar libre para uso público, según se determina en los Arts.6 y 7 del R.D.P.H), dejando una zona de terreno libre de 5,00 metros de anchura como mínimo al lado del cauce.

7. RESULTADOS

A continuación, pasamos a analizar los resultados obtenidos en la fase de cálculo para las simulaciones realizadas.

7.1. Resultados T10 años

Calado



Ilustración 43. T10 Calado

Velocidad



Ilustración 44. T10 Velocidad

7.2. Resultados T50 años

Calado



Ilustración 45. T100 Calado

Velocidad



Ilustración 46. T100 Velocidad

7.3. Resultados T100 años

Calado



Ilustración 47. T500 Calado

Velocidad



Ilustración 48. T500 Velocidad

A continuación se muestran los cruzamiento que se producen en cada uno de los arroyos afectados.

Arroyo Afectado	Coordenada X	Coordenada Y
Cruzamiento 1. Arroyo de la Retamosa	409.808,69	4.464.304,25
Cruzamiento 2. Arroyo Innominado 2	411.034,14	4.463.578,45
Cruzamiento 3. Arroyo Doña Mariana	411.078,35	4.463.585,15
Cruzamiento 4. Arroyo del Manzanal	412.691,54	4.462.636,68
Cruzamiento 5. Arroyo de Alamillos	413.056,44	4.462.071,46
Cruzamiento 6. Arroyo Innominado 6	413.931,22	4.461.804,69

Tabla 27. Puntos de Cruzamientos

8. CONCLUSIONES ESTUDIO INUNDABILIDAD

Para concluir el presente estudio se analizarán los resultados obtenidos en la fase de cálculo.

8.1. Conclusiones obtenidas

Para concluir el estudio se analizarán los resultados obtenidos en la fase de cálculo.

Como hemos visto y para el presente estudio de inundabilidad podemos determinar lo siguiente:

De acuerdo a las simulaciones realizadas, observamos que los trazados de la línea de evacuación de las diferentes plantas de estudio se ven afectadas por las avenidas producidas en los diferentes periodos de estudio (T = 10, 50 y 100 años).

Sim embargo, las arquetas de la línea subterránea de evacuación se encuentran fuera de la zona de servidumbre, franja de 5 metros a partir del límite de la zona de Dominio Público Hidráulico (DPH) en los cursos fluviales de estudio.

9. DATOS DE CÁLCULOS CUENCAS DE ESTUDIO

9.1. Datos generales de las cuencas

Cuenca 1

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.20 km ²
Longitud =	0.745 km
Pendiente =	0.0395 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	622.60 m
Cota baja =	593.19 m
Longitud =	744.70 m
Pendiente =	0.0395 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 1	622.596	593.187	29.409	0.204	0.745	0.039	3.95

Cuenca 2

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	5.71 km ²
Longitud =	4.159 km
Pendiente =	0.0157 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	658.38 m
Cota baja =	593.06 m
Longitud =	4158.65 m
Pendiente =	0.0157 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 2	658.382	593.057	65.325	5.706	4.159	0.016	1.57

Cuenca 3

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.29 km ²
Longitud =	0.686 km
Pendiente =	0.0324 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	617.03 m
Cota baja =	594.78 m
Longitud =	685.97 m
Pendiente =	0.0324 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 3	617.025	594.784	22.241	0.288	0.686	0.032	3.24

Cuenca 4

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	9.04 km ²
Longitud =	3.259 km
Pendiente =	0.0176 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	653.36 m
Cota baja =	595.95 m
Longitud =	3258.56 m
Pendiente =	0.0176 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 4	653.359	595.947	57.412	9.044	3.259	0.018	1.76

Cuenca 5

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.36 km ²
Longitud =	0.726 km
Pendiente =	0.0302 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	617.11 m
Cota baja =	595.17 m
Longitud =	725.67 m
Pendiente =	0.0302 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 5	617.109	595.166	21.943	0.364	0.726	0.030	3.02

Cuenca 6

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.14 km ²
Longitud =	0.326 km
Pendiente =	0.0292 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	633.89 m
Cota baja =	624.39 m
Longitud =	325.69 m
Pendiente =	0.0292 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 6	633.889	624.390	9.499	0.144	0.326	0.029	2.92

Cuenca 7

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.13 km ²
Longitud =	0.369 km
Pendiente =	0.0394 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	645.80 m
Cota baja =	631.27 m
Longitud =	368.99 m
Pendiente =	0.0394 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 7	645.796	631.268	14.528	0.125	0.369	0.039	3.94

Cuenca 8

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.18 km ²
Longitud =	0.415 km
Pendiente =	0.0391 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	654.36 m
638.16	634.32 m
414.87	952.70 m
0.0391	0.0223 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 9	654.364	638.159	16.205	0.180	0.415	0.039	3.91

Cuenca 9

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.61 km ²
Longitud =	0.953 km
Pendiente =	0.0223 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	655.52 m
Cota baja =	634.32 m
Longitud =	952.70 m
Pendiente =	0.0223 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 9	655.515	634.315	21.200	0.609	0.953	0.022	2.23

Cuenca 10

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.28 km ²
Longitud =	0.356 km
Pendiente =	0.0365 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	657.11 m
Cota baja =	644.14 m
Longitud =	355.98 m
Pendiente =	0.0365 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 10	657.112	644.135	12.977	0.279	0.356	0.036	3.65

9.2. Tiempo de concentración

Cuenca 1

L _c (Km)	J _c (m/m)	t _c (horas)
0.686	0.0324	0.432

Cuenca 2

L _c (Km)	J _c (m/m)	t _c (horas)
4.159	0.0157	1.951

Cuenca 3

L _c (Km)	J _c (m/m)	t _c (horas)
0.745	0.0395	0.443

Cuenca 4

L _c (Km)	J _c (m/m)	t _c (horas)
3.259	0.0176	1.586

Cuenca 5

L _c (Km)	J _c (m/m)	t _c (horas)
0.726	0.0302	0.457

Cuenca 6

L_c (Km)	J_c (m/m)	t_c (horas)
0.326	0.0292	0.250

Cuenca 7

L_c (Km)	J_c (m/m)	t_c (horas)
0.369	0.0394	0.260

Cuenca 8

L_c (Km)	J_c (m/m)	t_c (horas)
0.415	0.0391	0.285

Cuenca 9

L_c (Km)	J_c (m/m)	t_c (horas)
0.953	0.0223	0.596

Cuenca 10

L_c (Km)	J_c (m/m)	t_c (horas)
0.356	0.0365	0.257

9.3. Cálculo precipitaciones máximas diarias

Cuenca 1 a 10

$P^* =$	40	mm/h
$C_v =$	0.34	

Periodo de retorno Años	Precipitación media (mm)	C _v	K _t	P _t = K _t * P*
2	40.000	0.340	0.924	36.960
5	40.000	0.340	1.213	48.520
10	40.000	0.340	1.423	56.920
25	40.000	0.340	1.717	68.680
50	40.000	0.340	1.930	77.200
100	40.000	0.340	2.174	86.960
200	40.000	0.340	2.434	97.360
500	40.000	0.340	2.785	111.400

9.4. Distribución probabilidades pluviométricas

Cuenca 1 a 10

T Años	Precip. diaria Máxima (mm)
2	36.960
5	48.520
10	56.920
25	68.680
50	77.200
100	86.960
200	97.360
500	111.400

9.5. Tabla de regresión I-D-T

Cuenca 1 a 10

T 10 Años

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.3717	7.2724	0.8636	6.2804	52.8878
2	1080	2.8776	6.9847	1.0570	7.3826	48.7863
3	720	3.7947	6.5793	1.3336	8.7741	43.2865
4	480	4.8382	6.1738	1.5765	9.7332	38.1156
5	360	5.7869	5.8861	1.7556	10.3336	34.6462
6	300	6.4889	5.7038	1.8701	10.6666	32.5331
7	240	7.3996	5.4806	2.0014	10.9691	30.0374
8	180	8.7277	5.1930	2.1665	11.2506	26.9668
9	120	11.0994	4.7875	2.4069	11.5230	22.9201
10	60	17.0760	4.0943	2.8377	11.6184	16.7637
10	4980	70.4606	58.1555	17.8689	98.5315	346.9435
Ln (d) =	5.3715	d =	215.1875	n =	-0.6164	

T 50 Años

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.2167	7.2724	1.1683	8.4967	52.8878
2	1080	3.9029	6.9847	1.3617	9.5112	48.7863
3	720	5.1467	6.5793	1.6383	10.7791	43.2865
4	480	6.5620	6.1738	1.8813	11.6147	38.1156
5	360	7.8487	5.8861	2.0603	12.1274	34.6462
6	300	8.8008	5.7038	2.1748	12.4048	32.5331
7	240	10.0360	5.4806	2.3062	12.6393	30.0374
8	180	11.8373	5.1930	2.4713	12.8331	26.9668
9	120	15.0540	4.7875	2.7116	12.9820	22.9201
10	60	23.1600	4.0943	3.1424	12.8662	16.7637
10	4980	95.5650	58.1555	20.9164	116.2546	346.9435
Ln (d) =	5.6763	d =	291.8565	n =	-0.6164	

T 100 Años

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.6233	7.2724	1.2874	9.3624	52.8878
2	1080	4.3963	6.9847	1.4808	10.3427	48.7863
3	720	5.7973	6.5793	1.7574	11.5624	43.2865
4	480	7.3916	6.1738	2.0003	12.3497	38.1156
5	360	8.8409	5.8861	2.1794	12.8281	34.6462
6	300	9.9134	5.7038	2.2939	13.0839	32.5331
7	240	11.3048	5.4806	2.4252	13.2918	30.0374
8	180	13.3339	5.1930	2.5903	13.4514	26.9668
9	120	16.9572	4.7875	2.8307	13.5519	22.9201
10	60	26.0880	4.0943	3.2615	13.3536	16.7637
10	4980	107.6468	58.1555	22.1069	123.1779	346.9435
Ln (d) =	5.7953	d =	328.7545	n =	-0.6164	

9.6. Coeficiente de regresión

Cuenca 1 a 10

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	139.72821237820	-0.61638608809
5	183.43108399865	-0.61638608809
10	215.18749590279	-0.61638608809
25	259.64647256858	-0.61638608809
50	291.85654749992	-0.61638608809
100	328.75447371235	-0.61638608809
200	368.07193606985	-0.61638608809
500	421.15051025247	-0.61638608809
Promedio =	275.97834154785	-0.61638608809

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	139.7282	0.6931	4.9397	3.4239	0.4805
2	5	183.4311	1.6094	5.2118	8.3881	2.5903
3	10	215.1875	2.3026	5.3715	12.3684	5.3019
4	25	259.6465	3.2189	5.5593	17.8948	10.3612
5	50	291.8565	3.9120	5.6763	22.2057	15.3039
6	100	328.7545	4.6052	5.7953	26.6884	21.2076
7	200	368.0719	5.2983	5.9083	31.3039	28.0722
8	500	421.1505	6.2146	6.0430	37.5548	38.6214
8	892	2207.8267	27.8542	44.5052	159.8280	121.9388
Ln (K) =	4.8836	K =	132.1034	m =	0.1952	

Termino constante de regresión (K) = 132.1034
Coef. de regresión (m) = 0.195178

9.7. Factor Fa

Cuenca 1

(I_1/I_d)	t = t _c (horas)	F _a
10	0.443	15.7644

Cuenca 2

(I_1/I_d)	t = t _c (horas)	F _a
10	1.951	6.6868

Cuenca 3

(I_1/I_d)	t = t _c (horas)	F _a
10	0.432	15.9768

Cuenca 4

(I_1/I_d)	$t = t_c$ (horas)	F_a
10	1.586	7.5972

Cuenca 5

(I_1/I_d)	$t = t_c$ (horas)	F_a
10	0.457	15.5035

Cuenca 6

(I_1/I_d)	$t = t_c$ (horas)	F_a
10	0.250	21.2345

Cuenca 7

(I_1/I_d)	$t = t_c$ (horas)	F_a
10	0.260	20.8302

Cuenca 8

(I_1/I_d)	$t = t_c$ (horas)	F_a
10	0.285	19.8876

Cuenca 9

(I_1/I_d)	$t = t_c$ (horas)	F_a
10	0.596	13.4154

Cuenca 10

(I_1/I_d)	$t = t_c$ (horas)	F_a
10	0.257	20.9645

9.8. Factor de intensidad

Cuenca 1

T	F_a	F_b	F_{int}
2	15.7644	13.23489	15.76444186
5	15.7644	13.23489	15.76444186
10	15.7644	13.23489	15.76444186
25	15.7644	13.23489	15.76444186
50	15.7644	13.23489	15.76444186
100	15.7644	13.23489	15.76444186
200	15.7644	13.23489	15.76444186
500	15.7644	13.23489	15.76444186

Cuenca 2

T	F_a	F_b	F_{int}
2	6.6868	5.30773	6.686800823
5	6.6868	5.30773	6.686800823
10	6.6868	5.30773	6.686800823
25	6.6868	5.30773	6.686800823
50	6.6868	5.30773	6.686800823
100	6.6868	5.30773	6.686800823
200	6.6868	5.30773	6.686800823
500	6.6868	5.30773	6.686800823

Cuenca 3

T	F _a	F _b	F _{int}
2	15.9768	13.44010	15.97680622
5	15.9768	13.44010	15.97680622
10	15.9768	13.44010	15.97680622
25	15.9768	13.44010	15.97680622
50	15.9768	13.44010	15.97680622
100	15.9768	13.44010	15.97680622
200	15.9768	13.44010	15.97680622
500	15.9768	13.44010	15.97680622

Cuenca 4

T	F _a	F _b	F _{int}
2	7.5972	6.03071	7.597170124
5	7.5972	6.03071	7.597170124
10	7.5972	6.03071	7.597170124
25	7.5972	6.03071	7.597170124
50	7.5972	6.03071	7.597170124
100	7.5972	6.03071	7.597170124
200	7.5972	6.03071	7.597170124
500	7.5972	6.03071	7.597170124

Cuenca 5

T	F _a	F _b	F _{int}
2	15.5035	12.98400	15.50349168
5	15.5035	12.98400	15.50349168
10	15.5035	12.98400	15.50349168
25	15.5035	12.98400	15.50349168
50	15.5035	12.98400	15.50349168
100	15.5035	12.98400	15.50349168
200	15.5035	12.98400	15.50349168
500	15.5035	12.98400	15.50349168

Cuenca 6

T	F _a	F _b	F _{int}
2	21.2345	18.81754	21.23453193
5	21.2345	18.81754	21.23453193
10	21.2345	18.81754	21.23453193
25	21.2345	18.81754	21.23453193
50	21.2345	18.81754	21.23453193
100	21.2345	18.81754	21.23453193
200	21.2345	18.81754	21.23453193
500	21.2345	18.81754	21.23453193

Cuenca 7

T	F _a	F _b	F _{int}
2	20.8302	18.38364	20.83024083
5	20.8302	18.38364	20.83024083
10	20.8302	18.38364	20.83024083
25	20.8302	18.38364	20.83024083
50	20.8302	18.38364	20.83024083
100	20.8302	18.38364	20.83024083
200	20.8302	18.38364	20.83024083
500	20.8302	18.38364	20.83024083

Cuenca 8

T	F _a	F _b	F _{int}
2	19.8876	17.38526	19.88762912
5	19.8876	17.38526	19.88762912
10	19.8876	17.38526	19.88762912
25	19.8876	17.38526	19.88762912
50	19.8876	17.38526	19.88762912
100	19.8876	17.38526	19.88762912
200	19.8876	17.38526	19.88762912
500	19.8876	17.38526	19.88762912

Cuenca 9

T	F _a	F _b	F _{int}
2	13.4154	11.02634	13.41536415
5	13.4154	11.02634	13.41536415
10	13.4154	11.02634	13.41536415
25	13.4154	11.02634	13.41536415
50	13.4154	11.02634	13.41536415
100	13.4154	11.02634	13.41536415
200	13.4154	11.02634	13.41536415
500	13.4154	11.02634	13.41536415

Cuenca 10

T	F _a	F _b	F _{int}
2	20.9645	18.52740	20.9645445
5	20.9645	18.52740	20.9645445
10	20.9645	18.52740	20.9645445
25	20.9645	18.52740	20.9645445
50	20.9645	18.52740	20.9645445
100	20.9645	18.52740	20.9645445
200	20.9645	18.52740	20.9645445
500	20.9645	18.52740	20.9645445

9.9. Intensidad media de precipitación corregida

Cuenca 1

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	15.7644	24.2772
5	2.0217	15.7644	31.8704
10	2.3717	15.7644	37.3880
25	2.8617	15.7644	45.1126
50	3.2167	15.7644	50.7090
100	3.6233	15.7644	57.1198
200	4.0567	15.7644	63.9511
500	4.6417	15.7644	73.1733

Cuenca 2

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.4623	6.6868	9.7784
5	1.9197	6.6868	12.8368
10	2.2521	6.6868	15.0592
25	2.7174	6.6868	18.1705
50	3.0545	6.6868	20.4247
100	3.4406	6.6868	23.0068
200	3.8521	6.6868	25.7584
500	4.4076	6.6868	29.4729

Cuenca 3

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	15.9768	24.6043
5	2.0217	15.9768	32.2998
10	2.3717	15.9768	37.8917
25	2.8617	15.9768	45.7203
50	3.2167	15.9768	51.3921
100	3.6233	15.9768	57.8893
200	4.0567	15.9768	64.8126
500	4.6417	15.9768	74.1590

Cuenca 4

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.4418	7.5972	10.9537
5	1.8928	7.5972	14.3797
10	2.2205	7.5972	16.8692
25	2.6792	7.5972	20.3544
50	3.0116	7.5972	22.8795
100	3.3923	7.5972	25.7720
200	3.7980	7.5972	28.8542
500	4.3457	7.5972	33.0152

Cuenca 5

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	15.5035	23.8754
5	2.0217	15.5035	31.3429
10	2.3717	15.5035	36.7691
25	2.8617	15.5035	44.3658
50	3.2167	15.5035	49.8696
100	3.6233	15.5035	56.1743
200	4.0567	15.5035	62.8925
500	4.6417	15.5035	71.9620

Cuenca 6

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	21.2345	32.7012
5	2.0217	21.2345	42.9291
10	2.3717	21.2345	50.3612
25	2.8617	21.2345	60.7662
50	3.2167	21.2345	68.3044
100	3.6233	21.2345	76.9398
200	4.0567	21.2345	86.1414
500	4.6417	21.2345	98.5636

Cuenca 7

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	20.8302	32.0786
5	2.0217	20.8302	42.1118
10	2.3717	20.8302	49.4024
25	2.8617	20.8302	59.6092
50	3.2167	20.8302	67.0039
100	3.6233	20.8302	75.4749
200	4.0567	20.8302	84.5013
500	4.6417	20.8302	96.6870

Cuenca 8

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	19.8876	30.6269
5	2.0217	19.8876	40.2062
10	2.3717	19.8876	47.1668
25	2.8617	19.8876	56.9118
50	3.2167	19.8876	63.9719
100	3.6233	19.8876	72.0595
200	4.0567	19.8876	80.6775
500	4.6417	19.8876	92.3117

Cuenca 9

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	13.4154	20.6597
5	2.0217	13.4154	27.1214
10	2.3717	13.4154	31.8168
25	2.8617	13.4154	38.3903
50	3.2167	13.4154	43.1528
100	3.6233	13.4154	48.6083
200	4.0567	13.4154	54.4217
500	4.6417	13.4154	62.2696

Cuenca 10

T	I _d (mm)	F _{int}	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	20.9645	32.2854
5	2.0217	20.9645	42.3833
10	2.3717	20.9645	49.7209
25	2.8617	20.9645	59.9935
50	3.2167	20.9645	67.4360
100	3.6233	20.9645	75.9615
200	4.0567	20.9645	85.0462
500	4.6417	20.9645	97.3104

9.10. Po cuenca de estudio

Cuenca 1

Umbral de escorrentia (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 * Sup.$	Ponderación P_0^i
22	0.203989	4.487758	
Σ	0.203989	4.487758	22.00

Cuenca 2

Umbral de escorrentia (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 * Sup.$	Ponderación P_0^i
1	0.004836	0.004836	
14	0.048296	0.676144	
17	0.695886	11.830062	
21	2.141302	44.967342	
22	2.815757	61.946654	
Σ	5.706077	119.425038	20.93

Cuenca 3

Umbral de escorrentia (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 * Sup.$	Ponderación P_0^i
22	0.004836	0.106392	
Σ	0.004836	0.106392	22.00

Cuenca 4

Umbral de escorrentia (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 * Sup.$	Ponderación P_0^i
14	0.292215	4.09101	
17	1.164892	19.803164	
21	0.78092	16.39932	
22	6.795246	149.495412	
25	0.010942	0.27355	
Σ	9.044215	190.062456	21.01

Cuenca 5

Umbral de escorrentía (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 * Sup.$	Ponderación P_0^i
17	0.217446	3.696582	
22	0.146905	3.23191	
Σ	0.364351	6.928492	19.02

Cuenca 6

Umbral de escorrentía (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 * Sup.$	Ponderación P_0^i
17	0.061476	1.045092	
22	0.082817	1.821974	
Σ	0.144293	2.867066	19.87

Cuenca 7

Umbral de escorrentía (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 * Sup.$	Ponderación P_0^i
17	0.125152	2.127584	
Σ	0.125152	2.127584	17.00

Cuenca 8

Umbral de escorrentía (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 * Sup.$	Ponderación P_0^i
17	0.037076	0.630292	
22	0.142655	3.13841	
Σ	0.179731	3.768702	20.97

Cuenca 9

Umbral de escorrentia (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 \cdot \text{Sup.}$	Ponderación P_0^i
21	0.052843	1.109703	
22	0.556348	12.239656	
Σ	0.609191	13.349359	

Cuenca 10

Umbral de escorrentia (P_0^i)	Superficie (km^2)	$P_0 \cdot \text{Sup.}$	Ponderación P_0^i
14	0.000032	0.000448	
21	0.054788	1.150548	
22	0.22387	4.92514	
Σ	0.27869	6.076136	21.80

9.11. Umbral de escorrentía

Cuenca 1

T	Umbral de escorrentia corregido (P_0^i)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	22.00	1	22
5	22.00	1	22
10	22.00	1	22
25	22.00	1	22
50	22.00	1	22
100	22.00	1	22
200	22.00	1	22
500	22.00	1	22

Cuenca 2

T	Umbral de escorrentia corregido (P^i_0)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	20.93	1	20.92944732
5	20.93	1	20.92944732
10	20.93	1	20.92944732
25	20.93	1	20.92944732
50	20.93	1	20.92944732
100	20.93	1	20.92944732
200	20.93	1	20.92944732
500	20.93	1	20.92944732

Cuenca 3

T	Umbral de escorrentia corregido (P^i_0)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	22.00	1	22
5	22.00	1	22
10	22.00	1	22
25	22.00	1	22
50	22.00	1	22
100	22.00	1	22
200	22.00	1	22
500	22.00	1	22

Cuenca 4

T	Umbral de escorrentia corregido (P_i^0)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	21.01	1	21.01480958
5	21.01	1	21.01480958
10	21.01	1	21.01480958
25	21.01	1	21.01480958
50	21.01	1	21.01480958
100	21.01	1	21.01480958
200	21.01	1	21.01480958
500	21.01	1	21.01480958

Cuenca 5

T	Umbral de escorrentia corregido (P_i^0)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	19.02	1	19.01598184
5	19.02	1	19.01598184
10	19.02	1	19.01598184
25	19.02	1	19.01598184
50	19.02	1	19.01598184
100	19.02	1	19.01598184
200	19.02	1	19.01598184
500	19.02	1	19.01598184

Cuenca 6

T	Umbral de escorrentia corregido (P_i^0)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	19.87	1	19.86975113
5	19.87	1	19.86975113
10	19.87	1	19.86975113
25	19.87	1	19.86975113
50	19.87	1	19.86975113
100	19.87	1	19.86975113
200	19.87	1	19.86975113
500	19.87	1	19.86975113

Cuenca 7

T	Umbral de escorrentia corregido (P_i^0)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	17.00	1	17
5	17.00	1	17
10	17.00	1	17
25	17.00	1	17
50	17.00	1	17
100	17.00	1	17
200	17.00	1	17
500	17.00	1	17

Cuenca 8

T	Umbral de escorrentia corregido (P^i_0)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	20.97	1	20.9685697
5	20.97	1	20.9685697
10	20.97	1	20.9685697
25	20.97	1	20.9685697
50	20.97	1	20.9685697
100	20.97	1	20.9685697
200	20.97	1	20.9685697
500	20.97	1	20.9685697

Cuenca 9

T	Umbral de escorrentia corregido (P^i_0)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P_0)
2	21.91	1	21.91325709
5	21.91	1	21.91325709
10	21.91	1	21.91325709
25	21.91	1	21.91325709
50	21.91	1	21.91325709
100	21.91	1	21.91325709
200	21.91	1	21.91325709
500	21.91	1	21.91325709

Cuenca 10

T	Umbral de escorrentia corregido (P ⁱ ₀)	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia (P ₀)
2	21.80	1	21.80249022
5	21.80	1	21.80249022
10	21.80	1	21.80249022
25	21.80	1	21.80249022
50	21.80	1	21.80249022
100	21.80	1	21.80249022
200	21.80	1	21.80249022
500	21.80	1	21.80249022

9.12. Coeficiente de escorrentía

Cuenca 1

T	Umbral de escorrentía (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentía (C)
2	22	36.96	0.104379584
5	22	48.52	0.174236309
10	22	56.92	0.219994066
25	22	68.68	0.277926743
50	22	77.2	0.315959071
100	22	86.96	0.355946911
200	22	97.36	0.394817235
500	22	111.4	0.441947879

Cuenca 2

T	Umbral de escorrentía (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentía (C)
2	20.92944732	35.09638408	0.103940109
5	20.92944732	46.07349989	0.173725496
10	20.92944732	54.04995081	0.219443895
25	20.92944732	65.21698211	0.27733542
50	20.92944732	73.30738234	0.315346173
100	20.92944732	82.57525866	0.355316132
200	20.92944732	92.45086457	0.394173936
500	20.92944732	105.7829326	0.44129605

Cuenca 3

T	Umbral de escorrentia (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentia (C)
2	22	36.96	0.104379584
5	22	48.52	0.174236309
10	22	56.92	0.219994066
25	22	68.68	0.277926743
50	22	77.2	0.315959071
100	22	86.96	0.355946911
200	22	97.36	0.394817235
500	22	111.4	0.441947879

Cuenca 4

T	Umbral de escorrentia (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentia (C)
2	21.01480958	34.60350192	0.099646123
5	21.01480958	45.42645869	0.168729327
10	21.01480958	53.29089094	0.214059006
25	21.01480958	64.3010961	0.271542431
50	21.01480958	72.27787739	0.309338082
100	21.01480958	81.41559867	0.349128593
200	21.01480958	91.1525148	0.387859318
500	21.01480958	104.2973516	0.434892255

Cuenca 5

T	Umbral de escorrentia (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentia (C)
2	19.01598184	36.96	0.140491001
5	19.01598184	48.52	0.215874968
10	19.01598184	56.92	0.264599434
25	19.01598184	68.68	0.325532441
50	19.01598184	77.2	0.365067777
100	19.01598184	86.96	0.406230105
200	19.01598184	97.36	0.445836913
500	19.01598184	111.4	0.493314437

Cuenca 6

T	Umbral de escorrentia (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentia (C)
2	19.86975113	36.96	0.129291342
5	19.86975113	48.52	0.203031798
10	19.86975113	56.92	0.250892232
25	19.86975113	68.68	0.310974095
50	19.86975113	77.2	0.350099092
100	19.86975113	86.96	0.390957766
200	19.86975113	97.36	0.430395858
500	19.86975113	111.4	0.477837547

Cuenca 7

T	Umbral de escorrentia (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentia (C)
2	17	36.96	0.170303196
5	17	48.52	0.249752167
10	17	56.92	0.300535766
25	17	68.68	0.363399728
50	17	77.2	0.403796243
100	17	86.96	0.445519829
200	17	97.36	0.485336554
500	17	111.4	0.532627993

Cuenca 8

T	Umbral de escorrentia (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentia (C)
2	20.9685697	36.96	0.115940322
5	20.9685697	48.52	0.187638488
10	20.9685697	56.92	0.234403278
25	20.9685697	68.68	0.293377869
50	20.9685697	77.2	0.331948793
100	20.9685697	86.96	0.37237519
200	20.9685697	97.36	0.411543126
500	20.9685697	111.4	0.458859445

Cuenca 9

T	Umbral de escorrentia (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentia (C)
2	21.91325709	36.96	0.10531829
5	21.91325709	48.52	0.175327064
10	21.91325709	56.92	0.221168623
25	21.91325709	68.68	0.279188819
50	21.91325709	77.2	0.317266958
100	21.91325709	86.96	0.35729269
200	21.91325709	97.36	0.396189456
500	21.91325709	111.4	0.443337953

Cuenca 10

T	Umbral de escorrentia (P ₀)	P _d *K _a	Coef. Escorrentia (C)
2	21.80249022	36.96	0.10652566
5	21.80249022	48.52	0.176729344
10	21.80249022	56.92	0.22267816
25	21.80249022	68.68	0.280810161
50	21.80249022	77.2	0.318946678
100	21.80249022	86.96	0.359020549
200	21.80249022	97.36	0.397950726
500	21.80249022	111.4	0.445121453

9.13. Coeficiente K_t

Cuenca 1

t_c	K_t
0.443	1.0252

Cuenca 2

t_c	K_t
1.951	1.1414

Cuenca 3

t_c	K_t
0.432	1.0244

Cuenca 4

t_c	K_t
1.586	1.1128

Cuenca 5

t_c	K_t
0.457	1.0261

Cuenca 6

t_c	K_t
0.250	1.0125

Cuenca 7

t_c	K_t
0.260	1.0131

Cuenca 8

t_c	K_t
0.285	1.0146

Cuenca 9

t_c	K_t
0.596	1.0360

Cuenca 10

t_c	K_t
0.257	1.0129

9.14. Caudales de estudio

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m ³ /s)
Cuenca 1. Arroyo innominado 1	T 10 años	0,4778
	T 50 años	0,9307
	T 100 años	1,1811
Cuenca 2. Arroyo de la Retamosa	T 10 años	5,9787
	T 50 años	11,6525
	T 100 años	14,7894
Cuenca 3. Arroyo innominado 2	T 10 años	0,6826
	T 50 años	1,3297
	T 100 años	1,6874
Cuenca 4. Arroyo de Doña Mariana	T 10 años	10,0950
	T 50 años	19,7861
	T 100 años	25,1544
Cuenca 5. Arroyo innominado 3	T 10 años	1,0104
	T 50 años	1,8907
	T 100 años	2,3699
Cuenca 6. Arroyo innominado 4	T 10 años	0,5128
	T 50 años	0,9705
	T 100 años	1,2207
Cuenca 7. Arroyo innominado 5	T 10 años	0,5229
	T 50 años	0,9529
	T 100 años	1,1843

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m ³ /s)
Cuenca 8. Arroyo del Manzanal	T 10 años	0,5601
	T 50 años	1,0757
	T 100 años	1,3592
Cuenca 9. Arroyo de Alamillos	T 10 años	1,2337
	T 50 años	2,4003
	T 100 años	3,0448
Cuenca 10. Arroyo innominado 6	T 10 años	0,8682
	T 50 años	1,6865
	T 100 años	2,1384

10. PARTICULARIDADES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

10.1. Metodología programa Iber

Iber es un modelo numérico de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no permanente, y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial.

La creación del programa la promueve el Centro de Estudios Hidrológicos del CEDEX en colaboración con:

- Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de La Coruña (UDC).
- Grupo FLUMEN de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
- Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, vinculado a la Universidad Politécnica de Cataluña.

El rango de aplicación de Iber abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos, y el flujo de marea en estuarios. El modelo Iber consta actualmente de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico (en el cual se centra el contenido del curso), un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos. Todos los módulos trabajan sobre una malla no estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares y/o cuadriláteros.

La interfaz de Iber está basada en un GID, para obtener mayor información podéis visitar la web www.gidhome.com, el cual funciona mediante un Pre-proceso donde se introducirá o creará una geometría la cual se discretizará en triángulos o cuadriláteros formando una malla, tras la introducción de unos datos hidrodinámicos el software realiza los cálculos ofreciendo unos resultados que se podrán visualizar y exportar desde el Post-proceso. En la figura siguiente se puede observar el funcionamiento de un GID:

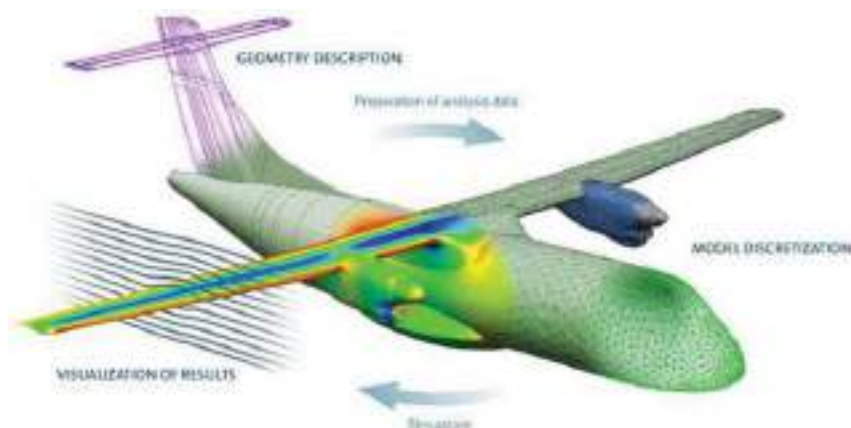


Ilustración 49. Funcionamiento Gld

Rango de aplicación de Iber:

1. Hidrodinámica fluvial
2. Rotura de presas
3. Evaluación zonas inundables
4. Transporte de sedimentos
5. Flujo de marea en estuarios

10.2. Módulos de cálculo de Iber

1. Módulo Hidrodinámico

El módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad bidimensionales: ecuaciones de St.Venant 2D, las cuales asumen las hipótesis de distribución de presión hidrostática y distribución uniforme de velocidad en profundidad.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q_x^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q_x q_y}{h} \right) = -gh \frac{\partial z_b}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left(v_t h \frac{\partial U_x}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v_t h \frac{\partial U_x}{\partial y} \right)$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q_x q_y}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q_y^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right) = -gh \frac{\partial z_b}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left(v_t h \frac{\partial U_y}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v_t h \frac{\partial U_y}{\partial y} \right)$$

El módulo hidrodinámico considera los siguientes procesos:

1. Flujo no estacionario en régimen rápido y en régimen lento
2. Formación de resaltos hidráulicos no estacionarios

3. Fricción de fondo según formulación de Manning
4. Frentes de inundación no estacionarios
5. Tensiones turbulentas calculadas según diversos modelos de turbulencia
6. Variación temporal de la cota del fondo debido a transporte de sedimentos
7. Condiciones de contorno abierto tipo: hidrograma, nivel de marea, vertido crítico, vertedero, curva de gasto
8. Condiciones de contorno tipo pared: deslizamiento libre, fricción de pared según ley logarítmica
9. Condiciones de contorno internas: puentes, vertederos, compuertas, alcantarilla
10. Formación de brecha en presas para estudios de rotura de presas
11. Infiltración según las formulaciones de: Green-Ampt, Horton, Lineal
12. Rozamiento superficial por viento según formulación de Van Dorn
13. Salida de resultados de Riesgo según RDPH
14. Utilidades para el cálculo de la zona de flujo preferente según RDPH

2. Módulo de Turbulencia

Iber incorpora de diversos modelos de turbulencia tipo Boussinesq para el cálculo de las tensiones tangenciales turbulentas, los cuales se resuelven en el módulo de turbulencia.

Se incluyen en el programa Iber los siguientes modelos de turbulencia tipo Boussinesq para aguas someras:

1. Viscosidad turbulenta constante
2. Modelo parabólico
3. Modelo de longitud de mezcla
4. Modelo $k-\epsilon$ de Rastogi y Rodi

3. Módulo de Transporte de Sedimentos

El módulo de transporte de sedimentos resuelve las ecuaciones de transporte por carga de fondo y por carga en suspensión mediante la ecuación de Exner.

El módulo de transporte de sedimentos por carga de fondo incluye las siguientes formulaciones:

1. Umbral de movimiento de Shields
2. Formulaciones para caudal sólido de fondo
3. Wong-Parker (corrección de la fórmula de Meyer Peter-Mulle)
4. van Rijn

5. Ecuación definida por el usuario
6. Corrección por pendiente de fondo en inicio del arrastre (tensión crítica en talud)
7. Corrección por pendiente de fondo en transporte sólido (magnitud y dirección)
8. Separación de tensiones de Einstein por formas de fondo y grano
9. Condiciones de contorno tipo sedimentograma (caudal sólido de fondo variable en tiempo)
10. Condición de cota de fondo no erosionable (puntos fijos)

Las principales características del módulo de transporte de sedimentos por carga en suspensión son:

11. Incorporación de transporte por difusión turbulenta
12. Término de deposición / resuspensión
13. Cálculo de la concentración de sedimento en suspensión según formulaciones de:
 - a) van Rijn
 - b) Smith
 - c) García
14. Cálculo de la velocidad de sedimentación de las partículas según formulación de van Rijn

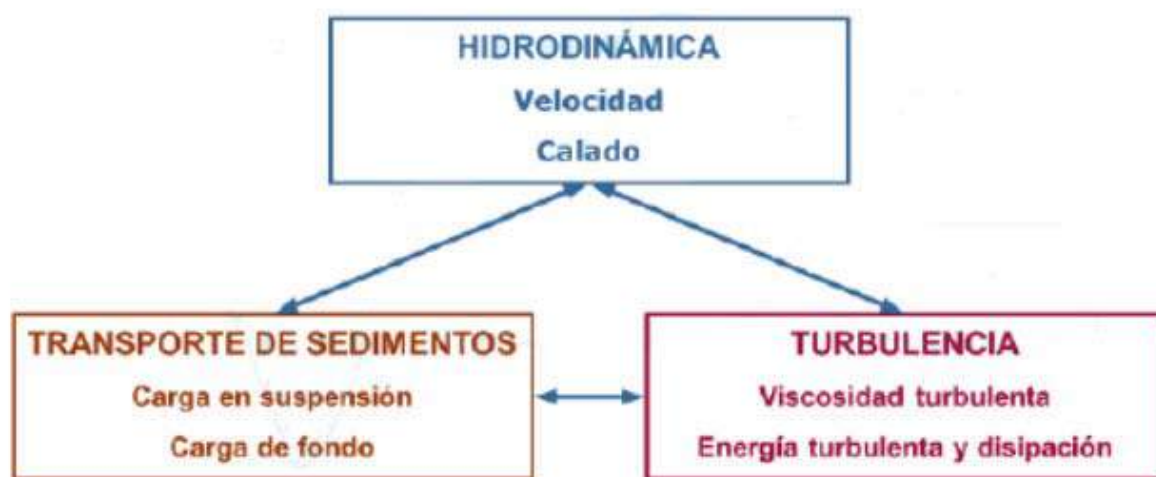


Ilustración 50. Módulos de Funcionamiento Iber

10.3. Estructura del programa

En el programa Iber se distinguen 3 procesos fundamentales a la hora de realizar una simulación:

- **Preproceso:** En este módulo se definen principalmente la geometría y datos que se necesitan a la hora de hacer los cálculos. Introducida la geometría, se incluirán datos de simulación y condiciones de contorno e iniciales. Además, se aplicará rugosidad y se procederá a mallar las superficies para que el programa de cálculo se encargue de resolver las ecuaciones en la malla.

- **Proceso:** Cálculo de la simulación.

- **Postproceso:** En este módulo se obtendrán resultados de la simulación tales como mapas de calados, de velocidades..., gráficas, perfiles longitudinales y transversales, hidrogramas, vídeos...

Córdoba, marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

20. ANEJO IX. RELACION DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

1. Relación de bienes y derechos afectados PSF Labrador

Parcela Proyecto	Datos de la parcela					Zanja				Dispositivos necesarios (Arquetas)			PHD	Usos/catastro
	Término Municipal	Paraje	Pol. Cat.	Parc. Cat.	Ref. Catastral	Longitud (m)	Ocupación Subsuelo (m2)	Servidumbre de Paso (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.*	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Fosos ataque/salida	
1	Navalcarnero	Retamosa	033	00103	28096A03300103	95,41	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
2	Navalcarnero	Carril de Polainas	033	09013	28096A03309013	88,13	52,88	137,22	55,87	5	2,73	-	-	Vía de comunicación de dominio público
3	Navalcarnero	Polainas	033	00051	28096A03300051	-	-	0,06	15,74	-	-	-	-	Agrario
4	Navalcarnero	Retamosa	033	00101	28096A03300101	313,37	188,02	824,64	529,52	10	5,45	-	-	Agrario
5	Navalcarnero	Retamosa	033	00100	28096A03300100	22,48	13,49	53,98	34,59	1	0,55	-	-	Agrario
6	Navalcarnero	Retamosa	033	00046	28096A03300046	245,51	147,31	589,20	367,40	13	7,09	-	309,38	Agrario
7	Navalcarnero	Retamosa	033	00279	28096A03300279	104,85	50,22	200,89	125,56	4	2,18	-	50,62	Agrario
8	Navalcarnero	Arroyo de la Retamosa	033	09002	28096A03309002	7,64	2,42	9,66	6,10	1	0,55	-	360,00	Hidrografía natural
9	Navalcarnero	Retamosa	033	00044	28096A03300044	32,15	5,14	20,88	14,70	2	1,09	-	-	Agrario
10	Navalcarnero	Retamosa	033	00043	28096A03300043	247,13	148,28	593,05	370,35	6	3,27	-	-	Agrario
11	Navalcarnero	Retamosa	033	00041	28096A03300041	22,01	13,23	113,71	89,05	2	0,17	-	-	Agrario
12	Navalcarnero	Camino	033	09005	28096A03309005	367,55	220,53	639,71	278,69	22	11,74	-	-	Vía de comunicación de dominio público
13	Navalcarnero	Retamosa	033	00040	28096A03300040	-	-	181,53	213,93	2	0,08	-	-	Agrario
14	Navalcarnero	Retamosa	033	00149	28096A03300149	228,66	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
Total						1.774,91	841,51	3.364,53	2.101,49	68	34,89	-	720,00	-

Ud*: Hay 64 arquetas en total, pero algunas se encuentran repartidas en más de una parcela

1. **Relación de bienes y derechos afectados LSMT Labrador**

Parcela Proyecto	Datos de la parcela					Zanja				Dispositivos necesarios (Arquetas)			Dispositivos necesarios (CS/CPM)			PHD	Usos/catastro
	Término Municipal	Paraje	Pol. Cat.	Parc. Cat.	Ref. Catastral	Longitud (ml)	Ocupación Subsuelo (m2)	Servidumbre de Paso (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.*	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Fosos Ataque/Salida	
1	Navalcarnero	Retamosa	033	00149	28096A03300149	199,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
2	Navalcarnero	Vereda de Santa Bárbara	033	09001	28096A03309001	3,93	2,36	9,38	5,87	1	0,27	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
3	Navalcarnero	Camino del Chorrero	035	09004	28096A03509004	607,68	362,36	904,08	456,08	31	16,71	-	-	-	-	39,70	Vía de comunicación de dominio público
4	Navalcarnero	Tochuelo	035	00032	28096A03500032	-	-	114,53	93,92	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
5	Navalcarnero	Tochuelo	035	00085	28096A03500085	-	-	104,98	87,66	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
6	Navalcarnero	Tochuelo	035	00087	28096A03500087	-	0,36	146,61	118,77	1	0,07	-	-	-	-	-	Agrario
7	Navalcarnero	Tochuelo	035	00040	28096A03500040	-	0,29	181,87	150,73	1	0,12	-	-	-	-	-	Agrario
8	Navalcarnero	Tochuelo	035	00095	28096A03500095	178,06	94,02	376,09	234,39	3	1,64	-	-	-	-	280,55	Agrario
9	Navalcarnero	Tochuelo	035	00042	28096A03500042	-	-	-	0,46	-	-	-	-	-	-	39,75	Agrario
10	Navalcarnero	Tochuelo	035	00011	28096A03500011	42,29	2,07	8,29	5,19	3	1,11	-	-	-	-	682,79	Agrario
11	Navalcarnero	Arroyo de Doña Mariana	035	09002	28096A03509002	11,97	6,95	27,62	17,07	1	0,52	-	-	-	-	8,99	Hidrografía natural
12	Navalcarnero	Camino de Retamosa	001	09001	28096A00109001	7,29	4,38	17,69	11,24	-	-	-	-	-	-	2,76	Vía de comunicación de dominio público
13	Navalcarnero	Tochuelo	001	00024	28096A00100024	128,64	61,90	247,05	154,77	4	2,18	-	-	-	-	345,51	Agrario
14	Navalcarnero	Tochuelo	001	00144	28096A00100144	37,63	22,58	91,07	57,88	2	1,09	-	-	-	-	11,73	Agrario
15	Navalcarnero	Tochuelo	001	00189	28096A00100189	62,05	37,23	149,06	93,94	4	2,18	-	-	-	-	-	Agrario
16	Navalcarnero	Tochuelo	001	00145	28096A00100145	46,96	28,17	112,55	69,55	4	2,18	-	-	-	-	-	Agrario
17	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00177	28096A00100177	133,20	79,92	319,68	199,82	5	2,73	-	-	-	-	-	Agrario
18	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00179	28096A00100179	172,17	103,30	415,60	269,96	9	4,91	-	-	-	-	-	Agrario
19	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00183	28096A00100183	205,30	123,18	575,82	419,93	14	7,63	-	-	-	-	-	Agrario
20	Navalcarnero	Vereda del Pocillo del Gobierno	001	09005	28096A00109005	548,96	329,38	1.096,29	424,11	22	11,99	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
21	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00169	28096A00100169	-	-	106,14	219,98	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
22	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00130	28096A00100130	-	-	30,11	58,23	-	-	-	-	-	-	-	Agrario

Parcela Proyecto	Datos de la parcela					Zanja				Dispositivos necesarios (Arquetas)			Dispositivos necesarios (CS/CPM)			PHD	Usos/catastro
	Término Municipal	Paraje	Pol. Cat.	Parc. Cat.	Ref. Catastral	Longitud (ml)	Ocupación Subsuelo (m2)	Servidumbre de Paso (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.*	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Fosos Ataque/Salida	
23	Navalcarnero	Carril de las Carretas	001	09002	28096A00109002	556,74	334,04	1.335,66	826,18	25	13,10	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
24	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00127	28096A00100127	-	-	-	1,01	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
25	Navalcarnero	Camino de la Gonzala	001	00125	28096A00100125	-	-	-	4,82	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
26	Navalcarnero	Camino de la Gonzala	037	09003	28096A03709003	1.023,69	556,15	1.503,23	700,16	51	27,51	-	-	-	-	336,53	Vía de comunicación de dominio público
27	Navalcarnero	Perdigueras	037	00227	28096A03700227	-	0,01	107,81	89,20	2	0,06	-	-	-	-	-	Agrario
28	Navalcarnero	Perdigueras	037	00288	28096A03700288	-	-	120,07	110,74	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
29	Navalcarnero	Perdigueras	037	00287	28096A03700287	-	-	7,84	8,16	-	-	-	-	-	-	162,49	Agrario
30	Navalcarnero	Perdigueras	037	00085	28096A03700085	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	242,56	Agrario
31	Navalcarnero	Perdigueras	037	00286	28096A03700286	-	-	25,97	21,12	2	0,03	-	-	-	-	287,06	Agrario
32	Navalcarnero	Arroyo	037	09021	28096A03709021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,82	Hidrografía natural
33	Navalcarnero	Perdigueras	037	00087	28096A03700087	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	186,63	Agrario
34	Navalcarnero	Perdigueras	037	00284	28096A03700284	-	-	70,91	64,10	3	0,02	-	-	-	-	165,77	Agrario
35	Navalcarnero	Perdigueras	037	00283	28096A03700283	-	-	48,13	47,08	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
36	Navalcarnero	Perdigueras	037	00282	28096A03700282	-	0,82	100,00	89,74	1	0,17	-	-	-	-	-	Agrario
37	Navalcarnero	Perdigueras	037	00281	28096A03700281	-	0,90	207,17	200,60	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
38	Navalcarnero	Perdigueras	037	00274	28096A03700274	-	-	6,56	16,40	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
39	Navalcarnero	Alamillos	037	00273	28096A03700273	-	-	21,99	30,91	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
40	Navalcarnero	Alamillos	037	00272	28096A03700272	-	-	11,78	11,88	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
41	Navalcarnero	Perdigueras	037	00310	28096A03700310	-	-	0,05	0,66	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
42	Navalcarnero	Antiguo Ferrocarril Madrid Alm.	037	09005	28096A03709005	14,18	8,51	34,03	21,23	1	0,55	-	-	-	-	-	Vía Férrea
43	Navalcarnero	Alamillos	037	00271	28096A03700271	-	-	3,78	15,03	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
44	Navalcarnero	Camino de la Gonzala	037	09018	28096A03709018	503,13	272,72	845,82	358,70	21	11,43	-	-	-	-	197,62	Vía de comunicación de dominio público
45	Navalcarnero	Alamillos	037	00099	28096A03700099	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	132,57	Agrario

Parcela Proyecto	Datos de la parcela					Zanja				Dispositivos necesarios (Arquetas)			Dispositivos necesarios (CS/CPM)			PHD	Usos/catastro
	Término Municipal	Paraje	Pol. Cat.	Parc. Cat.	Ref. Catastral	Longitud (ml)	Ocupación Subsuelo (m2)	Servidumbre de Paso (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.*	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Fosos Ataque/Salida	
46	Navalcarnero	Arroyo	037	09007	28096A03709007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,07	Hidrografía natural
47	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00268	28096A03700268	-	-	37,99	29,76	1	0,01	-	-	-	-	132,40	Agrario
48	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00267	28096A03700267	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	Agrario
49	Navalcarnero	Alamillos	037	00100	28096A03700100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,40	Agrario
50	Navalcarnero	Arroyo	037	09014	28096A03709014	-	-	2,89	4,88	-	-	-	-	-	-	0,63	Hidrografía natural
51	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00266	28096A03700266	-	-	33,00	70,66	-	-	-	-	-	-	114,21	Agrario
52	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00261	28096A03700261	-	-	79,27	90,26	1	0,01	-	-	-	-	-	Agrario
53	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00260	28096A03700260	-	-	20,45	27,32	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
54	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	20260	28096A03720260	-	-	3,03	5,58	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
55	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	10260	28096A03710260	-	-	51,82	60,51	1	0,01	-	-	-	-	-	Agrario
56	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00259	28096A03700259	-	-	12,83	19,24	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
57	Navalcarnero	-	-	-	3416401VK1631S	48,54	29,13	116,48	72,71	2	1,09	-	-	-	-	-	Agrario
58	Navalcarnero	-	-	-	3618401VK1631S	152,51	91,51	366,03	228,79	2	1,09	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
59	Navalcarnero	-	-	-	3618402VK1631S	162,56	97,54	390,15	243,84	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
60	Navalcarnero	-	-	-	3618403VK1631S	48,28	28,97	115,86	72,42	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
61	Navalcarnero	-	-	-	3618404VK1631S	35,91	21,55	86,19	53,86	1	0,55	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
62	Navalcarnero	-	-	-	SIN RC 1	55,61	31,81	126,38	78,11	2	0,64	-	-	-	-	63,61	Vía de comunicación de dominio público/ Hidrografía natural
63	Navalcarnero	-	-	-	4018309VK1641S	6,59	3,95	15,81	9,88	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
64	Navalcarnero	-	-	-	4018308VK1641S	29,47	17,68	70,74	44,21	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
65	Navalcarnero	-	-	-	4018307VK1641S	100,32	60,19	240,77	150,48	1	0,55	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
66	Navalcarnero	-	-	-	4018306VK1641S	82,68	49,61	198,43	124,02	1	0,55	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
67	Navalcarnero	-	-	-	4018302VK1641S	47,92	28,75	115,01	71,88	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
68	Navalcarnero	-	-	-	4018301VK1641S	61,56	22,14	89,40	56,73	3	1,54	-	-	-	-	345,03	Suelo sin edificar

Parcela Proyecto	Datos de la parcela					Zanja				Dispositivos necesarios (Arquetas)			Dispositivos necesarios (CS/CPM)			PHD	Usos/catastro
	Término Municipal	Paraje	Pol. Cat.	Parc. Cat.	Ref. Catastral	Longitud (ml)	Ocupación Subsuelo (m2)	Servidumbre de Paso (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.*	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Fosos Ataque/Salida	
69	Navalcarnero	-	-	-	4119401VK1641N	61,60	24,12	96,47	60,29	-	-	-	-	-	-	311,35	Suelo sin edificar
70	Navalcarnero	-	-	-	4119402VK1641N	82,98	49,79	199,15	123,76	1	0,55	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
71	Navalcarnero	-	-	-	4119403VK1641N	87,39	38,03	152,11	95,05	2	1,09	-	-	-	-	310,80	Suelo sin edificar
72	Navalcarnero	-	-	-	4119407VK1641N	-	-	-	0,72	-	-	-	-	-	-	49,20	Suelo sin edificar
73	Navalcarnero	-	-	-	4119409VK1641N	3,79	2,27	9,10	5,69	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
74	Navalcarnero	-	-	-	4720625VK1642S	114,92	54,55	214,41	132,88	4	2,18	-	-	-	-	360,00	Suelo sin edificar
75	Navalcarnero	-	-	-	SIN RC 2	36,44	21,86	87,45	54,65	-	-	-	-	-	-	-	Espacio libre
76	Navalcarnero	-	-	-	45229Z9VK1642S	140,16	84,10	336,38	206,11	3	2,13	-	1	33,90	106,4884205	-	Deportivo
77	Navalcarnero	-	-	-	4522905VK1642S	21,82	13,09	52,37	36,86	1	1,04	-	-	-	8,14	-	Suelo sin edificar
78	Navalcarnero	-	-	-	4522902VK1642S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,10392245	-	Cultural
Total						5.864,27	3.202,24	12.805,27	7.998,42	237	121,18	0,00	1	33,90	174,74	4.988,64	-

Ud*: Hay 221 arquetas en total, pero algunas se encuentran repartidas en más de una parcela.

21. ANEJO X. ESTUDIO DE REFLEJOS



PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PSF LABRADOR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN" DE 5MW

T.M. Navalcarnero | Madrid

- > DOCUMENTO
Estudio de deslumbramiento por reflejos
- > LUGAR Y FECHA
Madrid, marzo de 2024
- > PETICIONARIO



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. OBJETO.....	2
1.2. DESTELLO Y DESLUMBRAMIENTO	2
2. DATOS DE PROYECTO	4
2.1. CONFIGURACIÓN DE LA ZONA DE PROYECTO.....	4
2.2. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN	5
2.3. CONFIGURACIÓN DE LOS RECEPTORES	8
3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	9
3.1. RESULTADOS PARA LOS RECEPTORES DE CARRETERAS.....	9
3.2. CONCLUSIONES.....	10
3.3. SUPUESTOS DE CÁLCULO.....	10
4. FECHA Y FIRMA	12
5. ANEXO I. SALIDAS DEL SOFTWARE DE CÁLCULO	13

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

El presente informe tiene por objeto analizar y exponer la posible afección que la ejecución de la PSF Labrador situada en el término municipal de Navalcarnero y compuesta por módulos fotovoltaicos bifaciales, que formarán un campo solar de una potencia pico de 6,291 MWp (potencia instalada del conjunto limitada a 5,00 MW) pueda tener sobre las vías de comunicación más cercanas, correspondientes con las carreteras M-507 y M-523.

Se presenta por tanto por medio del presente informe, el correspondiente estudio de deslumbramiento donde se calcula la irradiancia retiniana y el ángulo subtendido (tamaño / distancia) de la citada fuente de deslumbramiento, instalación del campo fotovoltaico, para predecir posibles riesgos oculares sobre los usuarios del citado aeropuerto y vía de comunicación, analizando desde la producción de la imagen posterior temporal hasta la quemadura retiniana.

1.2. DESTELLO Y DESLUMBRAMIENTO

El destello generalmente se define como un destello momentáneo de luz brillante, a menudo causado por un reflejo de una fuente en movimiento. Un ejemplo típico de destello es un reflejo solar momentáneo de un automóvil en movimiento. El deslumbramiento se define como una fuente continua de luz brillante.

El deslumbramiento generalmente se asocia con objetos estacionarios que, debido al lento movimiento relativo del sol, reflejan la luz solar durante más tiempo. La diferencia entre destello y deslumbramiento es la duración.

El impacto ocular del resplandor solar se cuantifica en tres categorías y se visualiza en el diagrama de peligro de deslumbramiento:

- Verde: bajo potencial de causar imagen posterior (flash blindness)
- Amarillo: potencial para causar una imagen posterior temporal.
- Rojo: potencial para causar quemaduras retinianas (permanent eye damage)

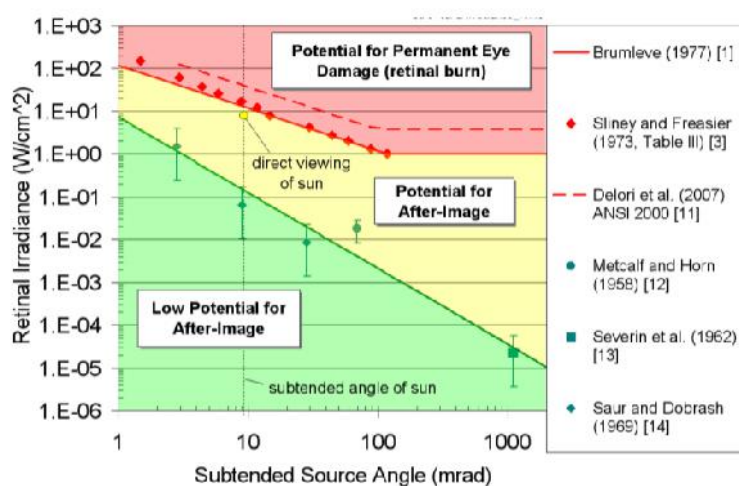


Figura 1.2.1. Gráfico de peligro de deslumbramiento que ilustra el impacto ocular en función de la irradiancia retiniana y ángulo fuente subtendido.

El gráfico que se cita muestra el impacto ocular en función del ángulo de origen subtendido del deslumbramiento y la irradiancia retiniana. Cada minuto de deslumbramiento se muestra en la tabla como un pequeño círculo en su zona de peligro respectiva. Por conveniencia, se proporciona un punto de referencia que ilustra el peligro de ver el sol sin filtrar, es decir, mirar al sol. Cada parcela incluye deslumbramiento previsto para un conjunto de placas solares y un receptor.

Planta Solar Fotovoltaica "PSF Labrador y su infraestructura de evacuación"
T.M. Navalcarnero | Madrid

2. DATOS DE PROYECTO

2.1. CONFIGURACIÓN DE LA ZONA DE PROYECTO

Desplazamiento de zona horaria

El desplazamiento numérico +/- desde UTC / GMT de la ubicación de la zona de estudio sería o.

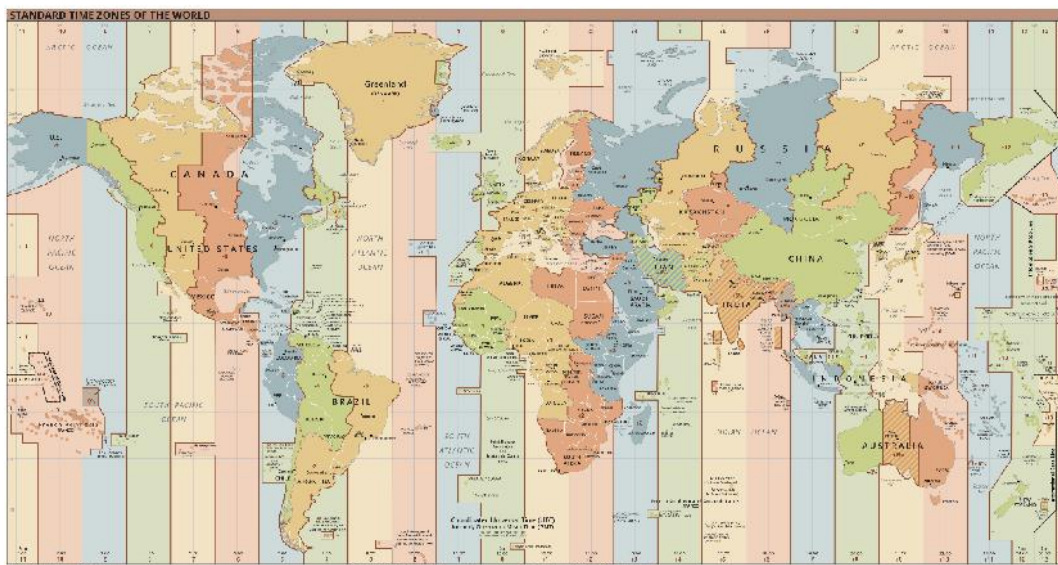


Figura 2.1.1 UTC time offsets.

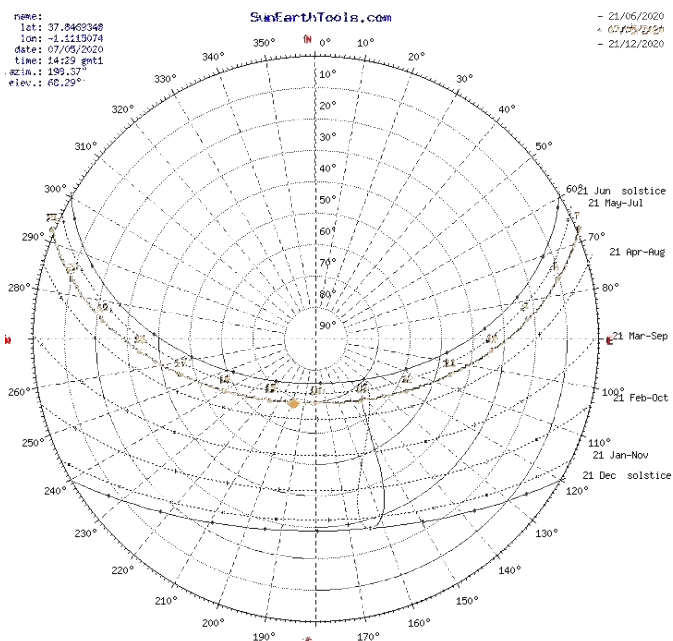


Figura 2.1.2. Esquema de incidencia solar según horas.

Intervalo de tiempo (min)

Como paso de tiempo, o intervalo de muestreo, para el análisis anual de peligro de deslumbramiento se ha usado en este caso un intervalo de tiempo de **1 minuto**.

Ángulo del sol (mrad)

El ángulo subtendido promedio del sol visto desde la Tierra es de 9.3 mrad o 0,5°.

IND pico (W/m²)

La irradiancia normal directa (IND) máxima en la ubicación dada al mediodía solar, es la cantidad de radiación solar recibida en un haz colimado en una superficie normal al sol durante un período de 60 minutos. En un día claro y soleado al mediodía solar, un IND pico típico es de 1,000 W/m². En la zona de proyecto este IND varía y el máximo considerado es de **1,000 W/m²**.

Coefficiente de transmisión ocular

Coefficiente que explica la radiación que se absorbe en el ojo antes de llegar a la retina, el valor típico es de **0,5** (Ho, 2011; Sliney, 1973).

Diámetro de la pupila (m)

Define el diámetro de la pupila del observador que recibe el resplandor previsto. El tamaño afecta la cantidad de luz que ingresa al ojo y llega a la retina. Los valores típicos oscilan entre 0,002 m para ojos ajustados a la luz del día y 0,008 m para visión nocturna (Ho, 2011; Sliney, 1973), para este estudio se han considerado **0,002 m**.

Distancia focal del ojo (m)

Distancia entre el punto nodal (donde los rayos se cruzan en el ojo) y la retina. Este valor se usa para determinar el tamaño de imagen proyectada en la retina para un ángulo subtendido dado de la fuente de deslumbramiento. La longitud focal típica de un ojo es de **0,017 m** (Ho, 2011; Sliney, 1973), la considerada en este estudio.

2.2. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Componentes de la poligonal fotovoltaica

El sistema fotovoltaico analizado se representa por dos poligonales (FV array 1 y 2) sobre la que se ha realizado la simulación. Estas poligonales poseen diferentes elevaciones sobre el nivel del mar y los paneles se han considerado de silicio monocristalino de vidrio doble bifacial, en concreto, del modelo JKM545M-72HL4 de 545 Wp de Jinko Solar o similar. Los módulos fotovoltaicos se

instalarán sobre estructuras móviles, denominadas seguidores, que giran sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur. Para el análisis se ha empleado una altura de cálculo de 2.3 metros en base a la altura de la estructura del módulo.



Figura 2.2.1 Estructura a instalar.

El software empleado no representa rigurosamente la geometría detallada de la instalación solar, así los módulos, la altura variable de la matriz fotovoltaica y las estructuras de soporte pueden afectar a los resultados reales de deslumbramiento. La matriz fotovoltaica se simula como una poligonal llena de paneles infinitesimalmente pequeños que reflejan la luz solar en la trayectoria de la inclinación y la orientación.

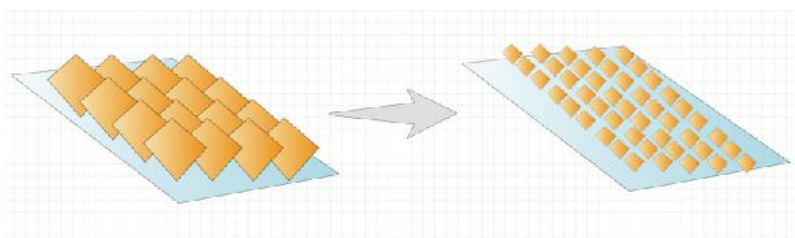


Figura 2.2.2 Los paneles fotovoltaicos se aproximan a una geometría simplificada y no se considera el sombreado.

Parámetros de matriz fotovoltaica

La instalación fotovoltaica se compone de módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo JKM545M-72HL4 de 545 Wp de Jinko Solar o similar. Para la simulación es importante tener en cuenta los diferentes tipos de material de los que están hechos los módulos fotovoltaicos, ya que, dependiendo del tipo de material empleado, varía su comportamiento en cuanto al deslumbramiento.

Planta Solar Fotovoltaica "PSF Labrador y su infraestructura de evacuación"
T.M. Navalcarnero | Madrid

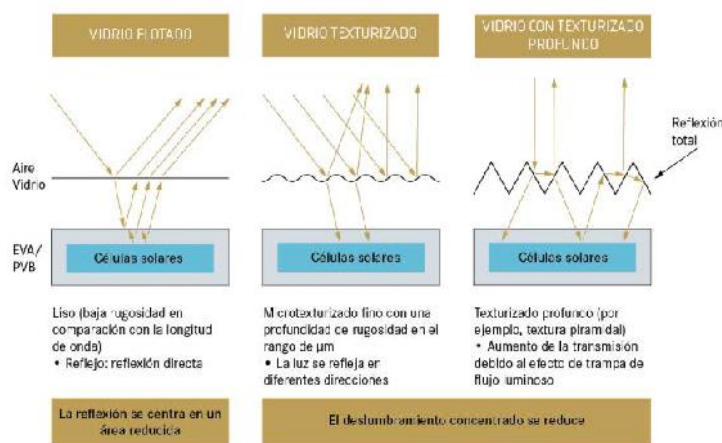


Figura 2.2.2. Diferentes vidrios posibles a emplear en los módulos y su comportamiento en cuanto al deslumbramiento. Fuente: KRANNICH SOLAR BLOG

Se ha considerado que la reflectividad varía con el ángulo de incidencia, por lo tanto, la reflectividad de los módulos en cada paso de tiempo se ha calculado en función del material de la superficie del módulo y el ángulo de incidencia entre la posición normal del panel y la posición solar. En cuanto a la reflexividad, se ha considerado que esta varía con la posición del sol.

El error de pendiente (mrad) especifica la cantidad de dispersión que se produce desde el módulo fotovoltaico. Las superficies tipo espejo que producen reflejos especulares tendrán un error de pendiente más cercano a cero, mientras que las superficies rugosas que producen reflejos más dispersos (difusos) tienen errores de pendiente más altos. Según el resplandor observado de diferentes módulos fotovoltaicos, un error de pendiente de en torno a 10 mrad (que produce una dispersión total del haz reflejado de 7°) parece ser un valor razonable. A continuación, se muestra los distintos tipos de materiales de módulo a emplear en la simulación y su relación con el error de pendiente (mrad):

Tipo de cubierta fotovoltaica	Error de pendiente RMS promedio (mrad)	Extensión promedio del haz (mrad)	Desviación estándar del error de pendiente	Desviación estándar del error del haz
Vidrio liso sin revestimiento antirreflectante	6.55	87,9	4.43	53.3
Vidrio liso con revestimiento antirreflectante.	8.43	110	2.58	30,9
Vidrio texturizado claro sin revestimiento antirreflectante	9.70	126	2.78	33.3
Vidrio texturizado claro con revestimiento antirreflectante.	9.16	119	3.17	38.0
Profundamente texturizado	82,6	1000	N / A	N / A

Tabla 2.2.1 Relación de los tipos de materiales del módulo con distintos parámetros a estudiar.

Planta Solar Fotovoltaica "PSF Labrador y su infraestructura de evacuación"
T.M. Navalcarnero | Madrid

Para este análisis, se ha considerado **vidrio texturizado con revestimiento antirreflectante, con un valor de error de pendiente de 9,16 mrad.**

2.3. CONFIGURACIÓN DE LOS RECEPTORES

Receptor de ruta

Como receptor se ha considerado la ruta bidireccional que conforman el eje de la carretera M-523, al norte de la instalación y la carretera M-507, al sur. Para ello se ha procedido a introducir en el modelo la traza del eje de estudio. El ángulo de visión considerado ha sido de 50.0 grados a cada lado del eje, es decir 100° en total y una altura de visión de 2,5 m para considerar así la altura de los vehículos pesados.

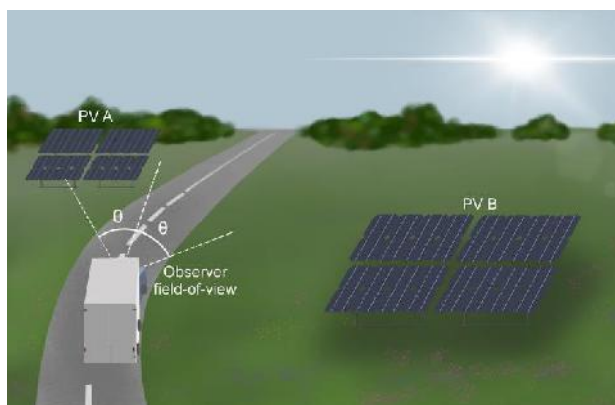


Figura 2.3.1.a Campo de visión del receptor de ruta, definido por el ángulo de visión (θ) a izquierda y derecha ($2 \times 50^\circ$).

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1. RESULTADOS PARA LOS RECEPTORES DE CARRETERAS

Realizados los cálculos en las poligonales estudiadas de la FV y analizando los receptores bidireccionales de ruta de las carreteras consideradas, **NO se esperan deslumbramientos de resplandor "verde" con bajo potencial para causar una imagen secundaria temporal y tampoco se espera deslumbramiento de resplandor "amarillo" con el potencial de causar una imagen secundaria temporal.** Los resultados globales son los siguientes:

Poligonal	Deslumbramiento en verde (min)	Deslumbramiento en amarillo (min)
PV array 1	0	0
PV array 2	0	0

Tabla 3.1.1 Resumen del análisis de deslumbramiento para la FV.

Carretera	Deslumbramiento en verde (min)	Deslumbramiento en amarillo (min)
M-507	0	0
M-523	0	0

Tabla 3.1.2 Resumen del análisis de deslumbramiento para la FV para cada una de las carreteras de estudio.

En el Anejo I, en caso de haber deslumbramientos, se representan las salidas gráficas que representan estos resultados anteriores y aportan más información, estas gráficas son las siguientes:

- **Gráfico de ocurrencia anual de deslumbramiento o "Annual Glare Occurrence Plot":** muestra las épocas aproximadas del año y las horas del día en las que se espera deslumbramiento para el receptor especificado. El eje x indica las épocas del año, mientras que el eje y indica las horas del día. Los sucesos están codificados por colores según el impacto ocular previsto.
- **Gráfico de duración del deslumbramiento diario o "Daily Glare Duration Plot":** El gráfico suma los minutos de deslumbramiento esperados diariamente para proporcionar una aproximación del número total de minutos de deslumbramiento que serán evidentes cada día, anualmente.
- **Gráfico de peligro de deslumbramiento o "Glare Hazard Plot":** presenta el impacto ocular esperado de cada minuto de deslumbramiento previsto. El eje x representa el ángulo fuente subtendido, es decir, el ángulo subtendido por el punto de deslumbramiento visible. El eje y representa la irradiancia retiniana que impacta al observador.

- **Gráfico de ubicación y tiempo de deslumbramiento o "Plot of Path location and Time of Glare"**: muestra un gráfico de ubicación versus tiempo de deslumbramiento, visualiza las distancias aproximadas a lo largo del camino de aproximación de 2 millas desde donde el deslumbramiento será evidente, en relación con la época del año.
- **Gráfico de mapa de calor de punto de deslumbramiento de huella fotovoltaica o "PV Footprint Glare-Spot Heatmap Plot"**: muestra las ubicaciones agregadas aproximadas dentro de la huella fotovoltaica dibujada en las que se espera que aparezcan los puntos de deslumbramiento, desde el punto de vista del receptor, anualmente. Las áreas poligonales trazadas están codificadas por colores según el riesgo de deslumbramiento esperado.
- **Gráfico de posiciones de trayectoria que reciben deslumbramiento o "Plot of Path Positions Receiving Glare"**: Este gráfico visualiza las ubicaciones aproximadas a lo largo del receptor de trayectoria donde el deslumbramiento será evidente. En otras palabras, esta imagen resalta las porciones estimadas afectadas del receptor de ruta.
- **Gráficos de luminancia máxima o "Peak Luminance Charts"**: Los gráficos de luminancia extraen y muestran la luminancia máxima por día para el conjunto y/o receptor fotovoltaico determinado.

3.2. CONCLUSIONES.

Los cálculos realizados para los receptores de la ruta, con los datos disponibles y los resultados que ofrece el software de cálculo de deslumbramiento indican que **la Planta Solar Fotovoltaica "PSF Labrador" tiene nulo impacto en la seguridad vial dado que no se ha obtenido ningún deslumbramiento sobre las carreteras estudiadas más cercanas al proyecto (M-507 y M-523) por lo que no es necesario adoptar medidas preventivas.**

3.3. SUPUESTOS DE CÁLCULO.

Los supuestos de cálculo para cada una de las modelizaciones han sido los siguientes:

- Dado que la matriz fotovoltaica abarca una gran superficie, la precisión de algunos cálculos puede verse reducida si los receptores están cerca de la matriz. Estos cálculos utilizan el centroide de la poligonal de la planta solar, en lugar de la ubicación del punto de deslumbramiento, debido a las limitaciones del método de análisis.
- Los tiempos asociados con el deslumbramiento se indican en hora estándar. Para el horario de verano se debe agregar una hora.

Planta Solar Fotovoltaica "PSF Labrador y su infraestructura de evacuación"

T.M. Navalcarnero | Madrid

- Los análisis de deslumbramiento no tienen en cuenta las obstrucciones físicas entre reflectores y receptores. Esto incluye edificios, cobertura arbórea y obstrucciones geográficas.
- La geometría detallada del sistema no se simula rigurosamente tal y como se ha expresado anteriormente.
- La determinación del peligro de deslumbramiento se basa en varias aproximaciones, incluidas las características del ojo del observador, el ángulo de visión y el tiempo de respuesta típico del parpadeo. Los valores y resultados reales pueden variar.
- Varios cálculos utilizan el centroide de la poligonal de la planta solar, en lugar de la ubicación real del punto de deslumbramiento, debido a las limitaciones del algoritmo. Esto puede afectar a los resultados en el caso de grandes instalaciones fotovoltaicas.
- Los límites de la zona de peligro que se muestran en el diagrama de Peligro de deslumbramiento son una aproximación y una ayuda visual. Los resultados reales del impacto ocular abarcan un espectro continuo, no discreto.
- Las ubicaciones de deslumbramiento que se muestran en las parcelas de receptores son aproximadas.
- Los gráficos vectoriales de deslumbramiento son representaciones simplificadas de datos de análisis. Las emanaciones de deslumbramiento reales y los resultados pueden diferir.


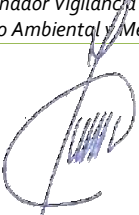

Planta Solar Fotovoltaica "PSF Labrador y su infraestructura de evacuación"
T.M. Navalcarnero | Madrid

4. FECHA Y FIRMA

FIRMADO EN MARZO 2024



REDACCIÓN

REDACTADO	REVISADO	APROBADO
Luis Alfonso Monteagudo Martínez <i>Ingeniero de Montes Colegiado Nº 6.725</i>	Juan Manuel Roldán Arroyo <i>Coordinador Vigilancia Ambiental, Impacto Ambiental y Medio Natural</i>	Luis Alfonso Monteagudo Martínez <i>Responsable de Calidad y M.A.</i>
		

Nº REV.	FECHA	CONTENIDO REVISIÓN
00	19-03-2024	Estudio de deslumbramiento por reflejos



IDEAS MEDIOAMBIENTALES, SL. está inscrita en el REA y sus técnicos han cumplido en todo momento con la reglamentación vigente en materia de Prevención de Riesgos Laborales y señalizaciones de seguridad aplicables, llevando los EPIS necesarios de acuerdo al trabajo a realizar y respetando las indicaciones del coordinador de seguridad y salud de la obra, así como las prescripciones del plan de seguridad y salud en cuanto al trabajo a desempeñar dentro de la obra.

IDEAS MEDIOAMBIENTALES, SL. se encuentra certificada en calidad y gestión medioambiental según normas UNE ISO 9001/14001 por Applus. En virtud de lo establecido en la ley orgánica 15/1999 Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal, el promotor cuyos datos figuran en el presente documento consiente a IDEAS MEDIOAMBIENTALES, SL., el tratamiento de sus datos personales, así como la autorización a la comunicación con aquellas entidades respecto de las cuales IDEAS MEDIOAMBIENTALES SL tuviera concertado contrato de prestación y promoción de servicios. Los datos se incluirán en un fichero automatizado de IDEAS MEDIOAMBIENTALES, SL que dispone de las medidas de seguridad necesarias para su confidencialidad y que el promotor podrá ejercitar conforme a la ley sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición dirigiendo un escrito a IDEAS MEDIOAMBIENTALES SL C/ San Sebastián n 19 02005 Albacete.ref.datos.

Por todo lo anterior IDEAS MEDIOAMBIENTALES, SL., se compromete a guardar absoluta confidencialidad sobre la información que maneje relativa a los trabajos realizados. Para la impresión de este documento IDEAS MEDIOAMBIENTALES, SL ha utilizado papel procedente de MADERA JUSTA, con Certificación FSC y se ha adquirido como un producto desarrollado bajo COMERCIO JUSTO, a través de la asociación copade.org.



San Sebastián 19, 02005 Albacete – t 967 610710 – ideas@ideasmedioambientales.com

Planta Solar Fotovoltaica "PSF Labrador y su infraestructura de
evacuación"
T.M. Navalcarnero | Madrid

5. ANEXO I. SALIDAS DEL SOFTWARE DE CÁLCULO

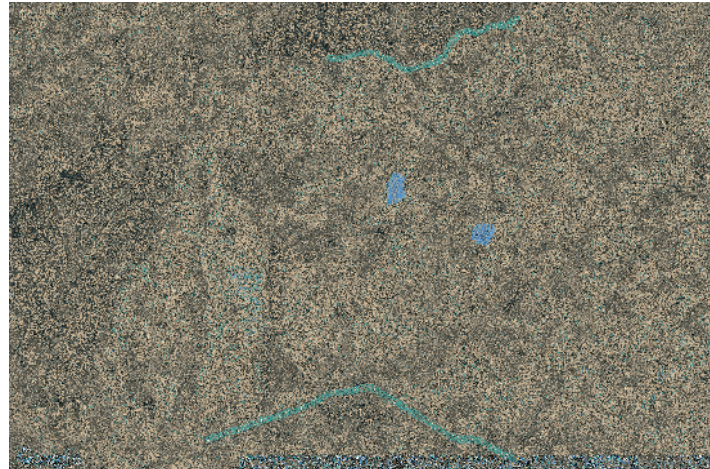
GLARE ANALYSIS

Project: **24B034 PSF Labrador**
 Site configuration: **24B034 PSF Labrador**

Client: ARBA

Created 07 Mar, 2024
 Updated 18 Mar, 2024
 Time-step 1 minute
 Timezone offset UTC0
 Minimum sun altitude 0.0 deg
 DNI peaks at 1,000.0 W/m²
 Category 1 MW to 5 MW
 Site ID 113880.19630

Ocular transmission coefficient 0.5
 Pupil diameter 0.002 m
 Eye focal length 0.017 m
 Sun subtended angle 9.3 mrad
 PV analysis methodology V2



Summary of Results No glare predicted

PV Array	Tilt	Orient	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare		Energy kWh
			min	hr	min	hr	
PV array 1	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	-
PV array 2	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	-

Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M-507	0	0.0	0	0.0
M-523	0	0.0	0	0.0

Component Data

PV Arrays

Name: PV array 1
Axis tracking: Single-axis rotation
Backtracking: Shade-slope
Tracking axis orientation: 180.0°
Max tracking angle: 55.0°
Resting angle: 0.0°
Ground Coverage Ratio: 0.5
Rated power: -
Panel material: Light textured glass with AR coating
Reflectivity: Vary with sun
Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	40.329507	-4.067870	633.42	2.30	635.72
2	40.329744	-4.067441	632.82	2.30	635.12
3	40.329498	-4.067441	629.53	2.30	631.83
4	40.329613	-4.067119	629.49	2.30	631.79
5	40.329302	-4.066819	626.50	2.30	628.80
6	40.329188	-4.066647	626.03	2.30	628.33
7	40.328361	-4.066626	620.80	2.30	623.10
8	40.327977	-4.066776	617.35	2.30	619.65
9	40.327871	-4.066958	619.05	2.30	621.35
10	40.327576	-4.066947	623.00	2.30	625.30
11	40.327699	-4.066679	619.69	2.30	621.99
12	40.327560	-4.066690	621.04	2.30	623.34
13	40.327674	-4.066443	618.07	2.30	620.37
14	40.327306	-4.066443	620.79	2.30	623.09
15	40.326946	-4.067055	621.71	2.30	624.01
16	40.326693	-4.067559	621.18	2.30	623.48
17	40.326537	-4.068439	628.15	2.30	630.45
18	40.328157	-4.068450	629.23	2.30	631.53

Name: PV array 2
Axis tracking: Single-axis rotation
Backtracking: Shade-slope
Tracking axis orientation: 180.0°
Max tracking angle: 55.0°
Resting angle: 0.0°
Ground Coverage Ratio: 0.5
Rated power: -
Panel material: Light textured glass with AR coating
Reflectivity: Vary with sun
Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	40.323560	-4.056013	611.89	2.30	614.19
2	40.323544	-4.055391	614.42	2.30	616.72
3	40.323748	-4.055412	615.29	2.30	617.59
4	40.323756	-4.055219	616.21	2.30	618.51
5	40.324026	-4.055219	619.55	2.30	621.85
6	40.324002	-4.054726	624.11	2.30	626.41
7	40.323707	-4.054715	619.79	2.30	622.09
8	40.323707	-4.054221	623.10	2.30	625.40
9	40.323953	-4.054136	627.25	2.30	629.55
10	40.323920	-4.053921	628.56	2.30	630.86
11	40.323756	-4.053824	626.95	2.30	629.25
12	40.323683	-4.053567	629.07	2.30	631.37
13	40.323846	-4.053288	632.93	2.30	635.23
14	40.323536	-4.053299	631.34	2.30	633.64
15	40.322971	-4.053588	629.15	2.30	631.45
16	40.322415	-4.053857	630.43	2.30	632.73
17	40.322071	-4.054168	629.59	2.30	631.89
18	40.322202	-4.055402	623.90	2.30	626.20
19	40.322652	-4.055380	617.48	2.30	619.78
20	40.322669	-4.056067	617.31	2.30	619.61

Route Receptors

Name: M-507
 Path type: Two-way
 Observer view angle: 50.0°



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	40.300179	-4.095012	551.98	2.50	554.48
2	40.304008	-4.080120	561.47	2.50	563.97
3	40.305285	-4.077331	565.31	2.50	567.81
4	40.305481	-4.074541	567.31	2.50	569.81
5	40.305972	-4.072009	568.70	2.50	571.20
6	40.305972	-4.071108	568.12	2.50	570.62
7	40.305154	-4.069134	569.05	2.50	571.55
8	40.300572	-4.059607	581.43	2.50	583.93
9	40.300146	-4.058491	582.40	2.50	584.90
10	40.300146	-4.055873	584.43	2.50	586.93
11	40.299950	-4.055058	585.32	2.50	587.82
12	40.297953	-4.050251	597.35	2.50	599.85

Name: M-523
 Path type: Two-way
 Observer view angle: 50.0°



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	40.342652	-4.077426	632.09	2.50	634.59
2	40.342717	-4.076868	632.95	2.50	635.45
3	40.342562	-4.075452	633.07	2.50	635.57
4	40.342733	-4.074873	633.64	2.50	636.14
5	40.342987	-4.074100	632.99	2.50	635.49
6	40.343281	-4.071429	635.42	2.50	637.92
7	40.343249	-4.070817	638.06	2.50	640.56
8	40.343069	-4.070195	641.30	2.50	643.80
9	40.342324	-4.068071	649.18	2.50	651.68
10	40.341768	-4.067019	649.47	2.50	651.97
11	40.341433	-4.066247	649.37	2.50	651.87
12	40.341376	-4.065356	646.75	2.50	649.25
13	40.342365	-4.061247	644.25	2.50	646.75
14	40.342717	-4.060636	645.22	2.50	647.72
15	40.343085	-4.060239	646.55	2.50	649.05
16	40.343404	-4.060003	647.71	2.50	650.21
17	40.344197	-4.059563	650.57	2.50	653.07
18	40.344663	-4.059037	649.35	2.50	651.85
19	40.345407	-4.058190	648.36	2.50	650.86
20	40.345612	-4.057589	647.84	2.50	650.34
21	40.345685	-4.057127	648.45	2.50	650.95
22	40.345653	-4.056752	649.17	2.50	651.67
23	40.345489	-4.056183	648.24	2.50	650.74
24	40.345460	-4.055481	646.04	2.50	648.54
25	40.345745	-4.054810	645.84	2.50	648.34
26	40.346094	-4.054139	646.33	2.50	648.83
27	40.346270	-4.053485	647.88	2.50	650.38
28	40.346361	-4.051044	647.18	2.50	649.68
29	40.346701	-4.050368	645.97	2.50	648.47
30	40.347169	-4.049810	647.16	2.50	649.66

Glare Analysis Results

Summary of Results No glare predicted

PV Array	Tilt °	Orient °	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare		Energy kWh
			min	hr	min	hr	
PV array 1	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	-
PV array 2	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	-

Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M-507	0	0.0	0	0.0
M-523	0	0.0	0	0.0

PV: PV array 1 no glare found

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M-507	0	0.0	0	0.0
M-523	0	0.0	0	0.0

PV array 1 and Route: M-507

No glare found

PV array 1 and Route: M-523

No glare found

PV: PV array 2 no glare found

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M-507	0	0.0	0	0.0
M-523	0	0.0	0	0.0

PV array 2 and Route: M-507

No glare found

PV array 2 and Route: M-523

No glare found

Assumptions

"Green" glare is glare with low potential to cause an after-image (flash blindness) when observed prior to a typical blink response time.

"Yellow" glare is glare with potential to cause an after-image (flash blindness) when observed prior to a typical blink response time.

Times associated with glare are denoted in Standard time. For Daylight Savings, add one hour.

The algorithm does not rigorously represent the detailed geometry of a system; detailed features such as gaps between modules, variable height of the PV array, and support structures may impact actual glare results. However, we have validated our models against several systems, including a PV array causing glare to the air-traffic control tower at Manchester-Boston Regional Airport and several sites in Albuquerque, and the tool accurately predicted the occurrence and intensity of glare at different times and days of the year.

Several V1 calculations utilize the PV array centroid, rather than the actual glare spot location, due to algorithm limitations. This may affect results for large PV footprints. Additional analyses of array sub-sections can provide additional information on expected glare. This primarily affects V1 analyses of path receptors.

Random number computations are utilized by various steps of the annual hazard analysis algorithm. Predicted minutes of glare can vary between runs as a result. This limitation primarily affects analyses of Observation Point receptors, including ATCTs. Note that the SGHAT/ ForgeSolar methodology has always relied on an analytical, qualitative approach to accurately determine the overall hazard (i.e. green vs. yellow) of expected glare on an annual basis.

The analysis does not automatically consider obstacles (either man-made or natural) between the observation points and the prescribed solar installation that may obstruct observed glare, such as trees, hills, buildings, etc.

The subtended source angle (glare spot size) is constrained by the PV array footprint size. Partitioning large arrays into smaller sections will reduce the maximum potential subtended angle, potentially impacting results if actual glare spots are larger than the sub-array size. Additional analyses of the combined area of adjacent sub-arrays can provide more information on potential glare hazards. (See previous point on related limitations.)

The variable direct normal irradiance (DNI) feature (if selected) scales the user-prescribed peak DNI using a typical clear-day irradiance profile. This profile has a lower DNI in the mornings and evenings and a maximum at solar noon. The scaling uses a clear-day irradiance profile based on a normalized time relative to sunrise, solar noon, and sunset, which are prescribed by a sun-position algorithm and the latitude and longitude obtained from Google maps. The actual DNI on any given day can be affected by cloud cover, atmospheric attenuation, and other environmental factors.

The ocular hazard predicted by the tool depends on a number of environmental, optical, and human factors, which can be uncertain. We provide input fields and typical ranges of values for these factors so that the user can vary these parameters to see if they have an impact on the results. The speed of SGHAT allows expedited sensitivity and parametric analyses.

The system output calculation is a DNI-based approximation that assumes clear, sunny skies year-round. It should not be used in place of more rigorous modeling methods.

Hazard zone boundaries shown in the Glare Hazard plot are an approximation and visual aid based on aggregated research data. Actual ocular impact outcomes encompass a continuous, not discrete, spectrum.

Glare locations displayed on receptor plots are approximate. Actual glare-spot locations may differ.

Default glare analysis parameters and observer eye characteristics (for reference only):

- Analysis time interval: 1 minute
- Ocular transmission coefficient: 0.5
- Pupil diameter: 0.002 meters
- Eye focal length: 0.017 meters
- Sun subtended angle: 9.3 milliradians

GLARE ANALYSIS

Project: **24B034 PSF Labrador**
 Site configuration: **24B034 PSF Labrador**

Client: ARBA

Created 07 Mar, 2024
 Updated 18 Mar, 2024
 Time-step 1 minute
 Timezone offset UTC0
 Minimum sun altitude 0.0 deg
 DNI peaks at 1,000.0 W/m²
 Category 1 MW to 5 MW
 Site ID 113880.19630

Ocular transmission coefficient 0.5
 Pupil diameter 0.002 m
 Eye focal length 0.017 m
 Sun subtended angle 9.3 mrad
 PV analysis methodology V2



Summary of Results No glare predicted

PV Array	Tilt	Orient	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare		Energy kWh
			min	hr	min	hr	
PV array 1	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	-
PV array 2	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	-

Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M-507	0	0.0	0	0.0
M-523	0	0.0	0	0.0

Component Data

PV Arrays

Name: PV array 1
Axis tracking: Single-axis rotation
Backtracking: Shade-slope
Tracking axis orientation: 180.0°
Max tracking angle: 55.0°
Resting angle: 0.0°
Ground Coverage Ratio: 0.5
Rated power: -
Panel material: Light textured glass with AR coating
Reflectivity: Vary with sun
Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	40.329507	-4.067870	633.42	2.30	635.72
2	40.329744	-4.067441	632.82	2.30	635.12
3	40.329498	-4.067441	629.53	2.30	631.83
4	40.329613	-4.067119	629.49	2.30	631.79
5	40.329302	-4.066819	626.50	2.30	628.80
6	40.329188	-4.066647	626.03	2.30	628.33
7	40.328361	-4.066626	620.80	2.30	623.10
8	40.327977	-4.066776	617.35	2.30	619.65
9	40.327871	-4.066958	619.05	2.30	621.35
10	40.327576	-4.066947	623.00	2.30	625.30
11	40.327699	-4.066679	619.69	2.30	621.99
12	40.327560	-4.066690	621.04	2.30	623.34
13	40.327674	-4.066443	618.07	2.30	620.37
14	40.327306	-4.066443	620.79	2.30	623.09
15	40.326946	-4.067055	621.71	2.30	624.01
16	40.326693	-4.067559	621.18	2.30	623.48
17	40.326537	-4.068439	628.15	2.30	630.45
18	40.328157	-4.068450	629.23	2.30	631.53

Name: PV array 2
Axis tracking: Single-axis rotation
Backtracking: Shade-slope
Tracking axis orientation: 180.0°
Max tracking angle: 55.0°
Resting angle: 0.0°
Ground Coverage Ratio: 0.5
Rated power: -
Panel material: Light textured glass with AR coating
Reflectivity: Vary with sun
Slope error: correlate with material



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	40.323560	-4.056013	611.89	2.30	614.19
2	40.323544	-4.055391	614.42	2.30	616.72
3	40.323748	-4.055412	615.29	2.30	617.59
4	40.323756	-4.055219	616.21	2.30	618.51
5	40.324026	-4.055219	619.55	2.30	621.85
6	40.324002	-4.054726	624.11	2.30	626.41
7	40.323707	-4.054715	619.79	2.30	622.09
8	40.323707	-4.054221	623.10	2.30	625.40
9	40.323953	-4.054136	627.25	2.30	629.55
10	40.323920	-4.053921	628.56	2.30	630.86
11	40.323756	-4.053824	626.95	2.30	629.25
12	40.323683	-4.053567	629.07	2.30	631.37
13	40.323846	-4.053288	632.93	2.30	635.23
14	40.323536	-4.053299	631.34	2.30	633.64
15	40.322971	-4.053588	629.15	2.30	631.45
16	40.322415	-4.053857	630.43	2.30	632.73
17	40.322071	-4.054168	629.59	2.30	631.89
18	40.322202	-4.055402	623.90	2.30	626.20
19	40.322652	-4.055380	617.48	2.30	619.78
20	40.322669	-4.056067	617.31	2.30	619.61

Route Receptors

Name: M-507
 Path type: Two-way
 Observer view angle: 50.0°



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	40.300179	-4.095012	551.98	2.50	554.48
2	40.304008	-4.080120	561.47	2.50	563.97
3	40.305285	-4.077331	565.31	2.50	567.81
4	40.305481	-4.074541	567.31	2.50	569.81
5	40.305972	-4.072009	568.70	2.50	571.20
6	40.305972	-4.071108	568.12	2.50	570.62
7	40.305154	-4.069134	569.05	2.50	571.55
8	40.300572	-4.059607	581.43	2.50	583.93
9	40.300146	-4.058491	582.40	2.50	584.90
10	40.300146	-4.055873	584.43	2.50	586.93
11	40.299950	-4.055058	585.32	2.50	587.82
12	40.297953	-4.050251	597.35	2.50	599.85

Name: M-523
 Path type: Two-way
 Observer view angle: 50.0°



Vertex	Latitude (°)	Longitude (°)	Ground elevation (m)	Height above ground (m)	Total elevation (m)
1	40.342652	-4.077426	632.09	2.50	634.59
2	40.342717	-4.076868	632.95	2.50	635.45
3	40.342562	-4.075452	633.07	2.50	635.57
4	40.342733	-4.074873	633.64	2.50	636.14
5	40.342987	-4.074100	632.99	2.50	635.49
6	40.343281	-4.071429	635.42	2.50	637.92
7	40.343249	-4.070817	638.06	2.50	640.56
8	40.343069	-4.070195	641.30	2.50	643.80
9	40.342324	-4.068071	649.18	2.50	651.68
10	40.341768	-4.067019	649.47	2.50	651.97
11	40.341433	-4.066247	649.37	2.50	651.87
12	40.341376	-4.065356	646.75	2.50	649.25
13	40.342365	-4.061247	644.25	2.50	646.75
14	40.342717	-4.060636	645.22	2.50	647.72
15	40.343085	-4.060239	646.55	2.50	649.05
16	40.343404	-4.060003	647.71	2.50	650.21
17	40.344197	-4.059563	650.57	2.50	653.07
18	40.344663	-4.059037	649.35	2.50	651.85
19	40.345407	-4.058190	648.36	2.50	650.86
20	40.345612	-4.057589	647.84	2.50	650.34
21	40.345685	-4.057127	648.45	2.50	650.95
22	40.345653	-4.056752	649.17	2.50	651.67
23	40.345489	-4.056183	648.24	2.50	650.74
24	40.345460	-4.055481	646.04	2.50	648.54
25	40.345745	-4.054810	645.84	2.50	648.34
26	40.346094	-4.054139	646.33	2.50	648.83
27	40.346270	-4.053485	647.88	2.50	650.38
28	40.346361	-4.051044	647.18	2.50	649.68
29	40.346701	-4.050368	645.97	2.50	648.47
30	40.347169	-4.049810	647.16	2.50	649.66

Glare Analysis Results

Summary of Results No glare predicted

PV Array	Tilt °	Orient °	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare		Energy kWh
			min	hr	min	hr	
PV array 1	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	-
PV array 2	SA tracking	SA tracking	0	0.0	0	0.0	-

Total glare received by each receptor; may include duplicate times of glare from multiple reflective surfaces.

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M-507	0	0.0	0	0.0
M-523	0	0.0	0	0.0

PV: PV array 1 no glare found

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M-507	0	0.0	0	0.0
M-523	0	0.0	0	0.0

PV array 1 and Route: M-507

No glare found

PV array 1 and Route: M-523

No glare found

PV: PV array 2 no glare found

Receptor results ordered by category of glare

Receptor	Annual Green Glare		Annual Yellow Glare	
	min	hr	min	hr
M-507	0	0.0	0	0.0
M-523	0	0.0	0	0.0

PV array 2 and Route: M-507

No glare found

PV array 2 and Route: M-523

No glare found

Assumptions

"Green" glare is glare with low potential to cause an after-image (flash blindness) when observed prior to a typical blink response time.

"Yellow" glare is glare with potential to cause an after-image (flash blindness) when observed prior to a typical blink response time.

Times associated with glare are denoted in Standard time. For Daylight Savings, add one hour.

The algorithm does not rigorously represent the detailed geometry of a system; detailed features such as gaps between modules, variable height of the PV array, and support structures may impact actual glare results. However, we have validated our models against several systems, including a PV array causing glare to the air-traffic control tower at Manchester-Boston Regional Airport and several sites in Albuquerque, and the tool accurately predicted the occurrence and intensity of glare at different times and days of the year.

Several V1 calculations utilize the PV array centroid, rather than the actual glare spot location, due to algorithm limitations. This may affect results for large PV footprints. Additional analyses of array sub-sections can provide additional information on expected glare. This primarily affects V1 analyses of path receptors.

Random number computations are utilized by various steps of the annual hazard analysis algorithm. Predicted minutes of glare can vary between runs as a result. This limitation primarily affects analyses of Observation Point receptors, including ATCTs. Note that the SGHAT/ ForgeSolar methodology has always relied on an analytical, qualitative approach to accurately determine the overall hazard (i.e. green vs. yellow) of expected glare on an annual basis.

The analysis does not automatically consider obstacles (either man-made or natural) between the observation points and the prescribed solar installation that may obstruct observed glare, such as trees, hills, buildings, etc.

The subtended source angle (glare spot size) is constrained by the PV array footprint size. Partitioning large arrays into smaller sections will reduce the maximum potential subtended angle, potentially impacting results if actual glare spots are larger than the sub-array size. Additional analyses of the combined area of adjacent sub-arrays can provide more information on potential glare hazards. (See previous point on related limitations.)

The variable direct normal irradiance (DNI) feature (if selected) scales the user-prescribed peak DNI using a typical clear-day irradiance profile. This profile has a lower DNI in the mornings and evenings and a maximum at solar noon. The scaling uses a clear-day irradiance profile based on a normalized time relative to sunrise, solar noon, and sunset, which are prescribed by a sun-position algorithm and the latitude and longitude obtained from Google maps. The actual DNI on any given day can be affected by cloud cover, atmospheric attenuation, and other environmental factors.

The ocular hazard predicted by the tool depends on a number of environmental, optical, and human factors, which can be uncertain. We provide input fields and typical ranges of values for these factors so that the user can vary these parameters to see if they have an impact on the results. The speed of SGHAT allows expedited sensitivity and parametric analyses.

The system output calculation is a DNI-based approximation that assumes clear, sunny skies year-round. It should not be used in place of more rigorous modeling methods.

Hazard zone boundaries shown in the Glare Hazard plot are an approximation and visual aid based on aggregated research data. Actual ocular impact outcomes encompass a continuous, not discrete, spectrum.

Glare locations displayed on receptor plots are approximate. Actual glare-spot locations may differ.

Default glare analysis parameters and observer eye characteristics (for reference only):

- Analysis time interval: 1 minute
- Ocular transmission coefficient: 0.5
- Pupil diameter: 0.002 meters
- Eye focal length: 0.017 meters
- Sun subtended angle: 9.3 milliradians

23. ANEJO XII. CERTIFICADO DE COMPATIBILIDAD URBANÍSTICA



AYUNTAMIENTO DE NAVALCARNERO

RAIMUNDO ESTEPA GOMEZ, ARQUITECTO MUNICIPAL DEL AYUNTAMIENTO DE NAVALCARNERO (MADRID), emite el siguiente

INFORME

En relación con la solicitud presentada por D. Sergio Perales Sánchez, en representación de PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L., de fecha 16/02/2024 y nº reg. 1835/2024, por la que solicita informe urbanístico sobre viabilidad de instalación de paneles fotovoltaicos en las parcelas 103 y 149 del polígono 33, referencia catastral: 28096A033001030000WM y 28096A033001490000WU, respectivamente, se informa lo siguiente:

Clasificación del suelo:

Parcela 103, polígono 33: Suelo No Urbanizable de Protección, categoría: agroambiental. Parte de la parcela está sujeta a afección infraestructuras, línea eléctrica AT-3 220 Kv-LEAT.

Parcela 149, polígono 33: Suelo No Urbanizable de Protección, categoría agroambiental.

El artículo 11.6.2 b) de la Normativa Urbanística del PGOU de Navalcarnero, aprobado definitivamente por el Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid en fecha 9 de julio de 2009 (B.O.C.M. Núm. 173 de 23/07/2009), establece las siguientes determinaciones para la clase y categoría del suelo señalado:

«Se incluyen en esta categoría terrenos ocupados por el cultivo, en general de secano, matorral y arbolado dispersos sobre suelos de baja calidad agronómica pero de importancia para la preservación tanto del ciclo hidrológico como del suelo como recurso, además de la diversidad vegetal y animal y el paisaje.

El objetivo de protección es el mantenimiento, potenciación, y recuperación de los recursos básicos.

Se consideran usos propios de este suelo el agrícola, el ganadero, forestal, cinegético y análogos. Se consideran compatibles con todos los asociados al medio rural y a las infraestructuras, los extractivos, así como las dotaciones y equipamientos no compatibles con el medio urbano.

• Calificaciones urbanísticas e informes:

En los terrenos incluidos en esta categoría de suelo sólo podrán producirse calificaciones urbanísticas o informes en las condiciones establecidas en la ley del suelo para la ejecución de obras, construcciones o instalaciones que respetando los objetivos de protección mencionados, tuviesen por finalidad alguno de los objetivos siguientes:

a) Construcciones e Instalaciones ligadas a usos propios que sirvan a unidades funcionales y productivas desarrolladas íntegramente sobre terrenos pertenecientes a esta categoría de suelo protegido e imprescindibles para el mantenimiento de la actividad (art. 29, apdo. a).

b) Instalaciones ligadas a la extracción o explotación de recursos minerales y establecimiento de beneficio regulados en la legislación minera, siempre que previa evaluación de impacto ambiental, se demostrase la viabilidad del correspondiente proyecto sobre dicho espacio (art. 29, apdo. c).

c) Actividades indispensables para el establecimiento, funcionamiento, conservación o mantenimiento de las redes infraestructurales básicas o servicios públicos, siempre que se demostrase la inexistencia de una ubicación o tratado alternativo que pudiese evitar esta clase de suelo sin comprometer otros espacios de mayor valor ambiental (art., 29, apdo. d).

d) Usos dotacionales o equipamientos colectivos e instalaciones no industriales, no compatibles con el suelo urbano, siempre que fuesen compatibles con el medio natural en que se enclavan (art., 29, apdo. d).. Con cargo exclusivo a la correspondiente actuación, resolverán las infraestructuras y servicios exteriores, así como la incidencia que supongan en la capacidad y funcionalidad de éstas.



• Condiciones particulares:

El uso de vivienda, vinculado a los usos propios y compatibles del suelo, sólo será autorizable cuando sea estrictamente imprescindible para el funcionamiento de la explotación, instalación o dotación.

Las instalaciones deberán asegurar la depuración biológica de las aguas residuales generadas, garantizando la ausencia de cualquier tipo de contaminación para los suelos y las aguas superficiales y subterráneas.

Las instalaciones ganaderas, en particular, se ajustarán a lo establecido para los espacios de interés forestal y paisajístico.

Los proyectos o actuaciones deberán garantizar la no afección a masas arboladas. Se prohíbe expresamente la sustitución del olivar por otros usos o actividades no relacionadas con la explotación de los recursos naturales, y su eliminación como cultivo agrícola salvo motivaciones fundamentadas en un mayor rendimiento agrícola de los terrenos.»

Por su parte, el art. 29, de la Ley 9/2001 del Suelo de la Comunidad de Madrid establece en su apartado 1:

«En el suelo no urbanizable de protección, excepcionalmente, a través del procedimiento de calificación previsto en la presente Ley, podrán autorizarse actuaciones específicas, siempre que estén previstas en la legislación sectorial y expresamente no prohibidas por el planeamiento regional territorial o el planeamiento urbanístico.»

Mientras que en su apartado 3 recoge:

«3. Previa comprobación de la calificación urbanística, los ayuntamientos podrán autorizar en los suelos rurales dedicados al uso agrícola, ganadero, forestal o cualquier otro vinculado a la utilización racional de los recursos naturales, por ser de interés público o social, por su contribución a la ordenación y el desarrollo rurales o porque hayan de emplazarse en el medio rural las siguientes construcciones e instalaciones con los usos y actividades correspondientes:

(...)

d) Las actividades que favorezcan el desarrollo rural sostenible, incluyendo las de comercialización de productos agropecuarios y los servicios complementarios de dichas actividades.

(...))»

A los efectos, el art. 50 de la citada Ley del suelo determina:

«1. Los planes especiales tienen cualquiera de las funciones enunciadas en este apartado:

a) Definir 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.

(...))»

Relacionado con lo anterior, el artículo 3.1.7, sección 2ª “Planes Especiales” de la Normativa urbanística del PGOU de Navalcarnero, establece: «1. En desarrollo de las determinaciones del Plan General podrán formularse y aprobarse Planes Especiales para cualquiera de las finalidades previstas en el artículo 50.1 de la Ley 9/2001.».

HASH DEL CERTIFICADO: 1E01DD2B66A3F075E6A14E710515DD21E56B1424
FECHA DE FIRMA: 11/04/2024
PUESTO DE TRABAJO: Sello de Organo
NOMBRE: Ayuntamiento de Navalcarnero
Firmado Digitalmente en el Ayuntamiento de Navalcarnero - Firma digital externa - https://sede.navalcarnero.es - Código Seguro de Verificación: 28600IDOC257C4C9DD3C525145B3



En cuanto a la utilidad pública e interés general, la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico establece en su art. 2.2: «El suministro de energía eléctrica constituye un servicio de interés económico general», y en su art. 5.4: «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».

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se considera urbanísticamente viable la instalación de planta fotovoltaica en las parcelas señaladas siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Que se demuestre la necesidad de implantación en el suelo señalado y la compatibilidad de la instalación con el medio natural en que se pretenden enclavar.
- Que exista congruencia con las determinaciones establecidas por el PGOU respecto al suelo no urbanizable de protección agroambiental.
- Se deberá justificar su interés público o general, y su contribución a la ordenación y el desarrollo rurales.

De acuerdo con la legislación vigente, previamente al otorgamiento de la licencia urbanística municipal, la implantación de la instalación propuesta requerirá la formulación de un Plan Especial de Infraestructuras, cuya tramitación requerirá los informes ambientales y sectoriales correspondientes. Todo ello sin perjuicio de las autorizaciones que, de acuerdo con su actividad, deban ser tramitadas por los interesados ante los organismos competentes.

Lo que se informa, salvo criterio mejor fundado y sin perjuicio de otros informes que fueran pertinentes, en Navalcarnero, a la fecha señalada al margen.

El Arquitecto Municipal