

PROYECTO ACTUALIZADO PFV POCAFARINA

ESTUDIO JUSTIFICATIVO DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

Antoni Estelrich Sempere

Ingeniero Ambiental

Ingeniero de Organización Industrial

Contenido

1.	Objetivos.....	3
2.	Justificación	3
3.	El concepto de paisaje y entorno	3
4.	Metodología	4
5.	Características del proyecto	5
5.1	Situación	5
5.2	Descripción general	7
5.3	Elementos visuales de un parque fotovoltaico.....	8
	Paneles fotovoltaicos.....	8
	Inversores de corriente	10
	Cableado.....	11
	Edificaciones	11
6.	Ámbito de estudio	12
7.	Entorno	14
7.1	Unidad de paisaje	14
7.2	Características del paisaje.....	15
7.3	Puntos de observación	17
8.	Resultados y discusiones	18
8.1	Zonas de incidencia muy alta.....	21
8.2	Zonas de incidencia alta.....	22
8.3	Zonas de incidencia media.....	23
8.4	Zonas de incidencia baja.....	24
9.	Identificación de puntos críticos.....	25
10.	Impacto visual	29
11.	Medidas correctoras	31
12.	Comparativa	34
13.	Conclusiones.....	37
14.	Anexo I Galería fotográfica, estado actual del terreno	38

1. Objetivos

El objeto del siguiente estudio es la identificación y valoración del entorno afectado por la instalación de un Parque Fotovoltaico determinando así su impacto visual y paisajístico evaluando posteriormente las medidas requeridas para mitigar las discrepancias halladas.

El estudio de impacto visual es uno de los elementos fundamentales a la hora de realizar la toma de decisiones ante un proyecto de estas características, ya que se trata de uno de los principales condicionantes junto a la disponibilidad de conexión, características del terreno y condicionantes legislativos y ambientales.

En primer lugar, se debe analizar el proyecto desarrollado y su entorno para conseguir un punto inicial desde donde partir la observación de los efectos causados por el parque, posteriormente se deberán analizar las cuencas visuales generándolas mediante software informático, con ello se consigue tener la base de la valoración que deberá realizarse posteriormente junto con trabajo de campo. El objetivo es conseguir llegar a determinar cuáles son las zonas de incidencia y los puntos críticos a tener en cuenta.

Tras esto se deberán diseñar los elementos de apantallamiento con el objetivo de reducir y mitigar el impacto causado por la instalación fotovoltaica, analizarlos y compararlos para comprobar la efectividad de estos.

Llegando a cumplir todos estos puntos concretos de manera escalonada se llega a la consecución de la valoración del impacto causado para poder evaluar si este se puede compensar o es demasiado grande para poder realizar la construcción en el terreno propuesto.

2. Justificación

El Decreto Legislativo del 1/2020, del 28 de agosto por el cual se aprueba el texto refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Islas Baleares en su artículo 21, indica que, además del contenido mínimo estipulado en la Ley 21/2013 del 9 de diciembre de evaluación ambiental, se incluirá un anexo de incidencia paisajística y visual que identifique el paisaje afectado por la realización del proyecto, los efectos de su desarrollo y en caso de que fuera necesario, las medidas correctoras, protectoras o compensatorias.

Por otro lado, en el Plan de Ordenación Detallada del municipio de Palma, aprobado inicialmente, se especifica en su norma 6.1.2 la necesidad de un estudio justificativo de integración paisajística en las solicitudes de implantación de nuevas actividades, construcción de edificaciones o reforma de las existentes en suelo rústico en el cual se recojan las medidas de integración paisajística y ambiental que se tienen que llevar a cabo en la parcela objeto.

Queda demostrada pues, la necesidad del siguiente estudio para poder observar y evaluar tanto los posibles daños al medio visual, como realizar una toma de decisiones ante la posible implantación del parque fotovoltaico en el terreno designado.

3. El concepto de paisaje y entorno

El concepto de paisaje tiene diversos usos y acepciones dependiendo de la disciplina en la que se observe. Todas estas coinciden en que es necesaria la presencia de un observador y un objeto

o serie de objetos que son observados mediante la percepción sensorial y subjetiva del observador.

En el ámbito geográfico, el paisaje es el área de superficie terrestre que nace como resultante de la interacción entre diversos factores de carácter biótico, abiótico y antrópico.

Los factores abióticos son aquellos componentes tanto físicos como químicos sin vida dentro del medio ambiente, entre los más considerables se pueden encontrar el agua, el aire, el sustrato, las estructuras rocosas...

Los factores bióticos son aquellos que tienen vida, es decir, la flora y la fauna, árboles, plantas, mamíferos, peces...

Finalmente, los factores antrópicos, los más significativos ya que son aquellas acciones producidas por el impacto directo o indirecto de la sociedad humana, estos son los que más modifican el paisaje natural, ya que se han encargado de modificarlo al gusto o necesidades propias para uso personal o comunitario. Encontramos casa, plantaciones, modificaciones del terreno, maquinas, vehículos...

Junto al concepto de paisaje es fundamental entender el de entorno, este explicado de manera fácil es aquello que nos rodea, dentro del mundo ambiental se define como no solo el área visual si no sensorial. Es por ello que dentro de este ámbito existe una gran preocupación por proteger y cuidar dicho entorno para conseguir que el ser humano cuente con una buena calidad de vida, ya que el entorno influye directamente en el bienestar personal, físico y sensorial.

4. Metodología

Para proceder al análisis del entorno visual del parque fotovoltaico se requiere analizar las características del entorno, los focos visuales significativos y las características del proyecto para proceder finalmente a la evaluación general tanto cualitativa como cuantitativa para así analizar la viabilidad del parque.

Se va a prestar especial atención en los elementos más susceptibles de causar una modificación del entorno visual, en el caso de un PFV se trata de las líneas de evacuación, los edificios auxiliares como el centro de mando y medida, los transformadores, las subestaciones y los paneles fotovoltaicos que son el elemento más numeroso y visible.

En primer lugar, se describen las características técnicas básicas del proyecto como son ubicación, elementos a instalar, extensión... Se va a poner especial atención en los elementos más susceptibles de causar un impacto visual, ya que se necesita tener claros ciertos conceptos para posteriormente poder desarrollar el análisis.

Una vez realizada la descripción general, se procede a detallar la unidad del paisaje en la que va a estar ubicado el proyecto con el fin de identificar el entorno, su armonía, sus características para así detectar los elementos instalados que van a ser más susceptibles de causar una incidencia sobre este medio.

Seguidamente se va a delimitar el ámbito de estudio del proyecto, ya que el medio visual al ser tan extenso se va a tener que acotar según rangos, estos se conocen como cuencas visuales que son la superficie total de territorio que es visible desde uno o varios puntos del terreno. La

importancia del análisis radica en la buena colocación de estos puntos, ya que tienen que estar situados en zonas significativas como carreteras, miradores, viviendas, parques, puntos elevados o usando la ubicación de los propios paneles como lugar de referencia. Este análisis de Cuencas Visuales se realiza mediante herramientas de Sistemas de información geográfica (SIG) y fotografía in situ.

Finalmente se evalúa la incidencia paisajística del proyecto mediante valoraciones tanto cualitativas como cuantitativas y con ello se puede desarrollar un informe de la visibilidad, viabilidad y necesidades de actuación para reducir o mitigar dicho impacto generado sobre el entorno.

5. Características del proyecto

5.1 Situación

El proyecto se desea situar en la zona correspondiente al Polígono 9 Parcela 252 en la llamada finca de Son Gual en el término municipal de Palma, Mallorca. Se trata de una parcela de carácter agrario sin edificaciones con una extensión total de 113.660 metros cuadrados, según datos catastrales.

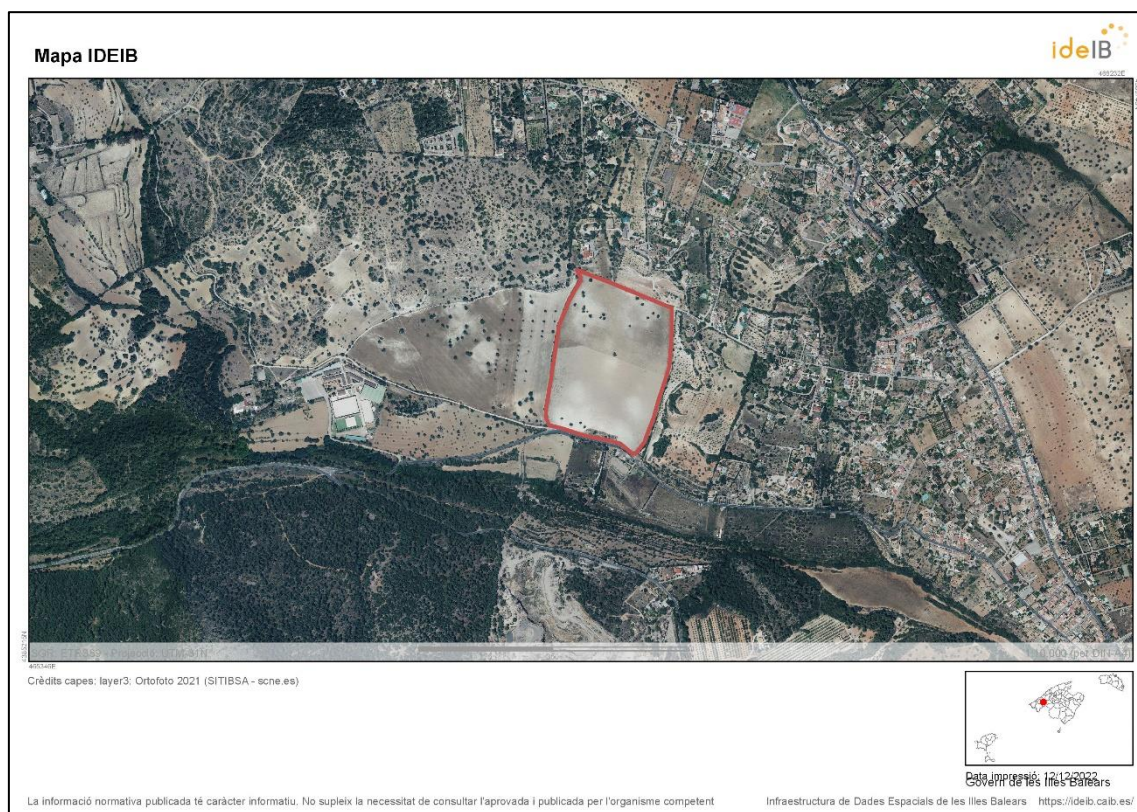


FIGURA 1 SITUACIÓN DE LA PARCELA Y ÁREA DE DESARROLLO DEL PROYECTO

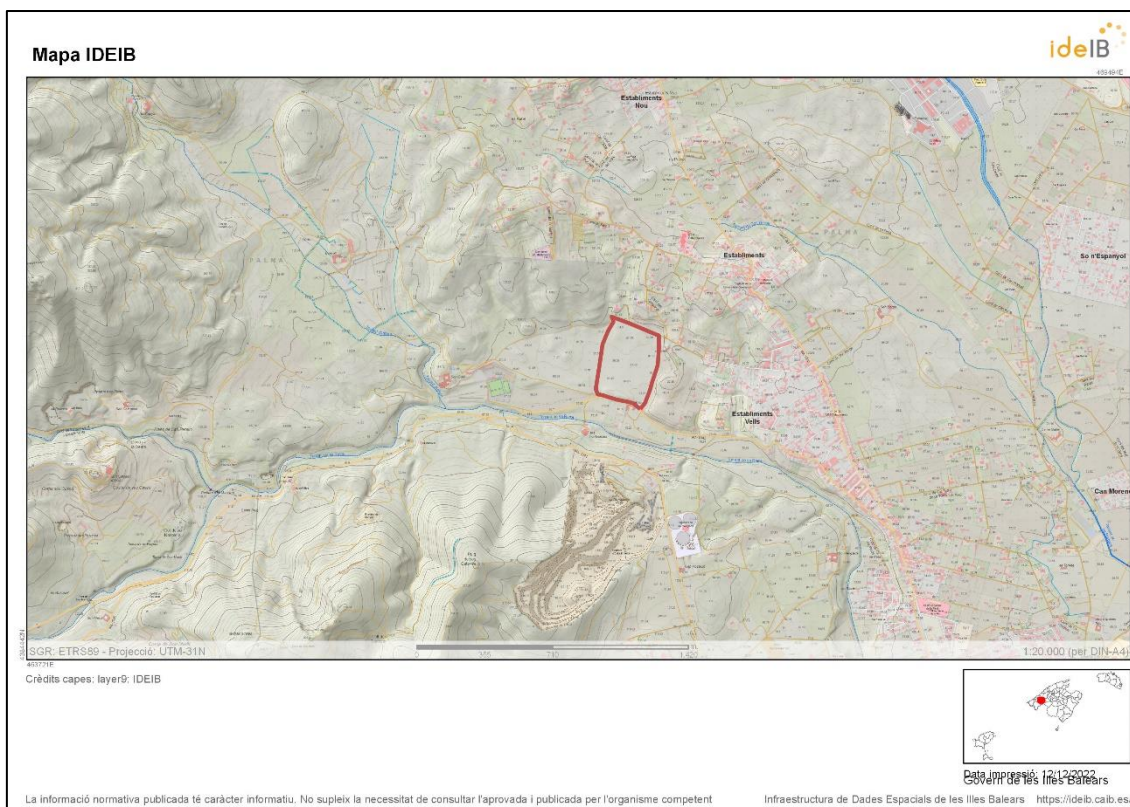


FIGURA 2 SITUACIÓN DEL ÁREA PROYECTADA EN CARTOGRAFÍA BTIB

Según el PDSEIB (modificado por el Decreto 33/2015 de 15 de mayo), el proyecto se sitúa en una zona con aptitud alta para la ubicación de instalaciones fotovoltaicas.

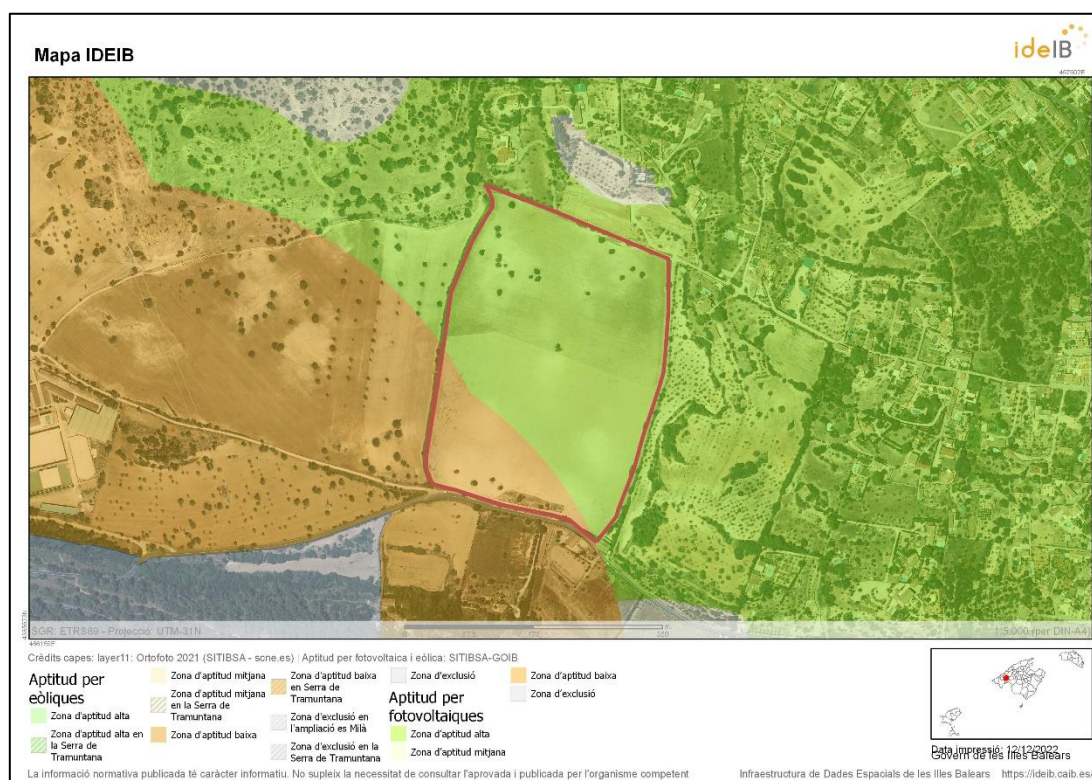


FIGURA 3 ZONAS DE APTITUD FOTOVOLTAICA DE LA PARCELA

5.2 Descripción general

El proyecto inicial contempla la instalación de 7.540 paneles fotovoltaicos de 540 W dispuestos en un total de 290 mesas orientadas hacia el sur con un grado de inclinación de 20º, ocupando una superficie poligonal total de 3,41 ha. Las filas de placas se espacian a 3,5 metros unas de otras, dejando un margen lateral de 0,1 metros. A todo ello, se le añaden 12 inversores SUNGROW-SG250HX de 250 kW de potencia que conectan entre sí para posteriormente ir al centro de transformación (CT), conectar con el centro de maniobra y medida (CMM) para finalmente acoplarse con el tendido eléctrico.

Esta configuración permite obtener una potencia pico de 4.071.600 kW continua que se transformaría a través de los inversores en corriente alterna con una potencia nominal de 3.000.000 kW.

Los paneles fotovoltaicos, se sitúan orientados hacia el sur, esto es debido a que estos son más productivos cuanto más perpendiculares son los rayos de sol, así se garantiza una producción energética maximizada. El ángulo de inclinación depende de la latitud en la que se encuentre el PFV, cuanto más al norte, se necesitará un ángulo mayor, cuanto más al sur, un ángulo menor, es por ello por lo que en España el ángulo de los paneles oscila entre los 40º y los 20º generalmente, en el caso de este parque fotovoltaico, las placas van a tener un ángulo de incidencia de 20º ya que se encuentran a una latitud media.



FIGURA 4 PLANO DEL PFV

5.3 Elementos visuales de un parque fotovoltaico

Un parque fotovoltaico es una instalación energética de carácter extensivo compuesto principalmente por paneles que se encargan de transformar la radiación solar en energía útil, estas instalaciones pueden tener extensiones y capacidades variables, desde dos o tres hectáreas hasta superficies de 5000 hectáreas como es el caso de la planta de Gonghe en Qinghai (China).

En relación con las energías limpias y renovables, la fotovoltaica en España es una de las más usadas y con mayor proyección ya que, debido a la posición privilegiada del país, la gran cantidad de horas de sol anuales rentabilizan muy bien este tipo de inversiones. En contrapartida, al necesitarse de grandes extensiones, la principal afección sobre el medio ambiente es la visibilidad y su impacto sobre el entorno.

Las plantas fotovoltaicas tienen una vida media de entre 25 y 30 años, este periodo de funcionamiento, supone un tiempo inferior al resto de infraestructuras de producción energética, como puedan ser centrales nucleares, plantas de ciclo combinado o centrales de generación con gas, aun así, tienen una importante ventaja, ya que una vez se ha terminado la vida útil de la instalación, la retirada de los paneles y estructuras instaladas es muy sencilla recuperando el terreno a su estado original de manera casi inmediata.

Los PFV requieren una baja complejidad de construcción ya que, generalmente hablando, todas estas instalaciones incorporan los mismos elementos constructivos en la gran mayoría de ocasiones prefabricados:

- Paneles fotovoltaicos y estructuras de soporte
- Centros de transformación
- Inversores de corriente continua a alterna
- Centro de control y medida
- Cableado
- Espacio de reserva para almacenamiento de baterías

Dentro de estos elementos, los más críticos a la hora de su impacto son los paneles fotovoltaicos, los centros de transformación, los centros de control y medida y el cableado con sus respectivas torres.

Paneles fotovoltaicos

Son los elementos fundamentales de estas instalaciones, su principal función es convertir la radiación solar en energía. Las placas son de color negro, gris o azul oscuro, aun así, la tonalidad de estas puede cambiar dependiendo de la luminosidad, las condiciones atmosféricas o el ángulo de visión, hay que tener en cuenta que no producen reflejos, ya que su principal función es captar la radiación solar, perdiendo eficiencia en caso contrario.



FIGURA 5 CAMBIO DE COLOR DE LOS PANELES SEGÚN EL ÁNGULO DE VISIÓN Y CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Los paneles fotovoltaicos van montados sobre estructuras metálicas que sirven como soporte, generalmente estas van hincadas o pretaladradas al suelo, pero en ocasiones, deben ir apoyadas sobre contrapesos dada la imposibilidad del terreno para realizar el perforado o hincado. La orientación de estas estructuras en España va a ser hacia el sur con un ángulo de inclinación que oscila entre los 20 y los 40 grados para maximizar la incidencia solar.



FIGURA 6 EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE HINCADA

En Mallorca, al estar a una latitud media dentro del país, los paneles irán inclinados en torno a los 30 grados dependiendo generalmente de la configuración usada, es por ello que los paneles no estarán dispuestos de forma extremadamente vertical quedando elevados unos 2,5 metros, aproximadamente, hecho que reduce su visibilidad desde zonas no elevadas. Según el PDSEIB la

altura máxima de alcanzable por este tipo de estructuras con los paneles fotovoltaicos instalados es de 4 metros.



FIGURA 7 ESTRUCTURA APOYADA SOBRE BASES HORMIGONADAS

Estas estructuras metálicas suelen estar elevadas en su parte más baja para favorecer la compatibilidad con el aprovechamiento ganadero, ya que permite el paso de los animales, así como crea refugios para el sol o la lluvia.

Para poder realizar tareas de limpieza y reparación, se deja un espaciado entre placas, este aparte de favorecer las tareas anteriormente nombradas, evita que las placas se hagan sombra entre sí.

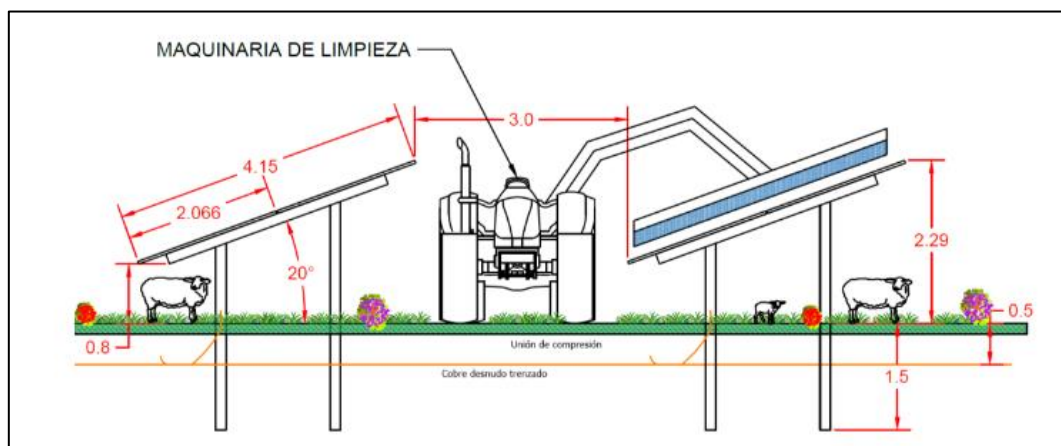


FIGURA 8 ESQUEMA APROXIMADO DE INSTALACIÓN

Inversores de corriente

Un inversor es un componente que se encarga de convertir la corriente continua producida por los paneles fotovoltaicos a corriente alterna para poder ser transportada y usada. Estos componentes no suponen un impacto visual significativo ya que, aunque sean numerosos, van

instalados en las propias estructuras de sujeción, quedando integrados en ellas evitando así la construcción de pequeñas casetas para albergarlos.



FIGURA 9 INVERSOR DE CORRIENTE

Cableado

El cableado se encarga de transportar la corriente entre los diferentes elementos del parque para finalmente conectar con la red eléctrica. Al ir enterrado en zanjas, no va a suponer ningún tipo de impacto visual.

Edificaciones

Las edificaciones construidas sirven para albergar los centros de transformación y los centros de mando y medida, a veces estos se pueden encontrar en un mismo edificio o en varios separados., La norma 22 del Plan Territorial de Mallorca, dice:

- La superficie total ocupada por las edificaciones e instalaciones en metros cuadrados de lecho no puede ser mayor a un 3%.
- La altura máxima de las construcciones debe ser menor a 8 metros.
- La carpintería exterior debe ser de madera o de aluminio con aspecto de madera de una tipología y color idénticos a las construcciones cercanas de la zona.
- El acabado exterior debe ser de piedra caliza, arenisca o piedra color ocre tierra, se prohíben los acabados con elementos constructivos vistos como ladrillo, bloque de hormigón o similares.
- La cubierta debe ser inclinada con teja árabe a un agua.
- No se pueden generar aguas residuales.

Por tanto, al quedar integradas en el entorno, ya que deben tener el aspecto de construcción tradicional siguiendo la normativa citada, este tipo de edificaciones no va a suponer un impacto considerable.

En la siguiente imagen se muestra una caseta de aperos tradicional mallorquina, ejemplo a seguir a la hora de realizar las edificaciones para poder albergar elementos del parque fotovoltaico.



FIGURA 10 EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

6. Ámbito de estudio

Para analizar los componentes del entorno y el paisaje, se va a establecer una zona de estudio representativa a la capacidad de observación del ser humano, el ojo sufre una considerable pérdida de calidad visual a partir de los 3000 metros. La capacidad visual humana es infinita, pudiendo ver objetos a miles de años luz (estrellas) aunque la capacidad de distinción de objetos y detalles viene definida por una serie de zonas aproximadas:

- Visión intraocular (0-500m): Se trata de la visión más cercana, donde se va a tener una nitidez y capacidad de distinción de elementos absoluta.
- Visión ocular (500-1500m): Se distinguen claramente los elementos, pero se empieza a perder detalle con la lejanía.
- Visión extraocular (1500-3000m): El ojo humano, pierde calidad de visión empezando a no distinguir detalles de elementos.
- Visión extraocular lejana (3000-5000m): La capacidad de distinción de objetos decae casi en su totalidad, siendo solo los grandes elementos naturales o arquitectónicos visibles sin ser capaces de distinguir detalles.

Se decide tomar como valor de referencia 3000 metros, coincidiendo con la visión extraocular, de esta manera se consigue una mayor representatividad del análisis.

En la siguiente imagen puede observarse el área de estudio alrededor de la parcela a instalar el parque fotovoltaico, esta se ha realizado mediante circunferencias concéntricas sobre un punto central.

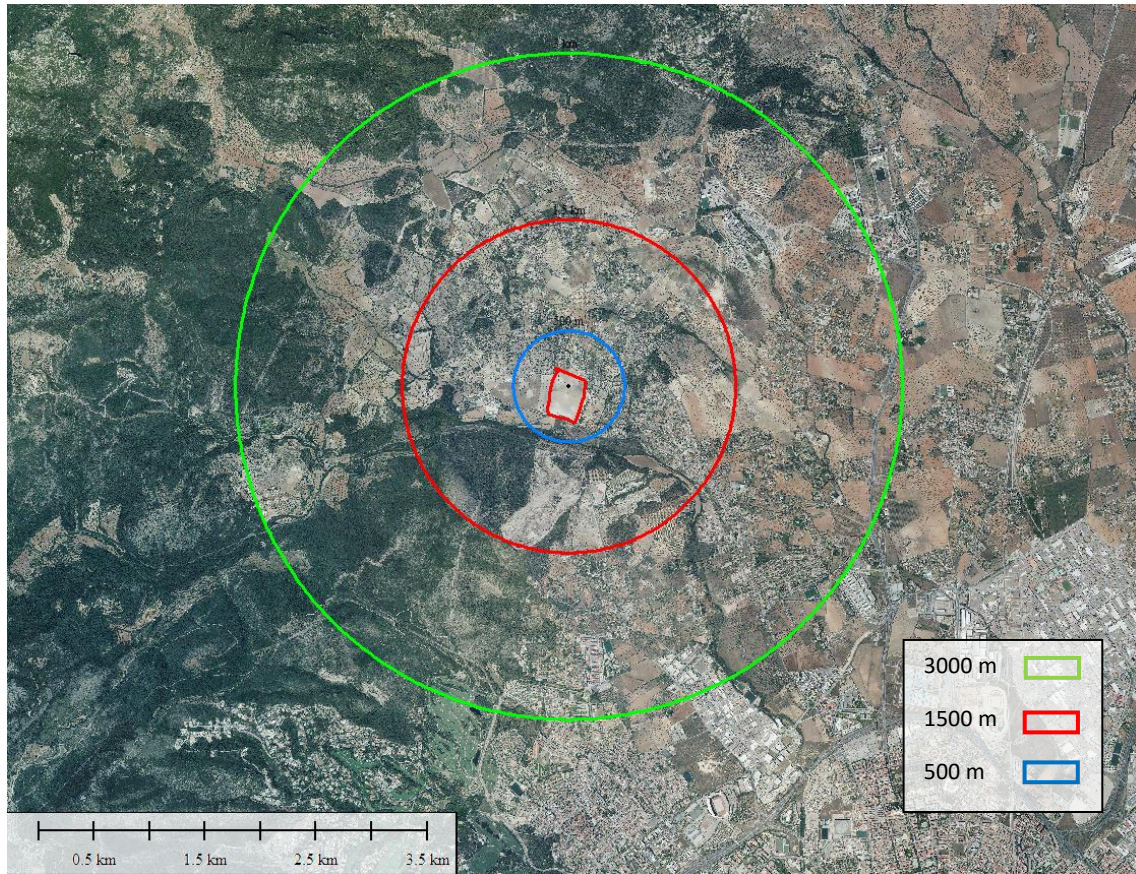


FIGURA 11 ÁMBITO DE ESTUDIO DEL PROYECTO

7. Entorno

7.1 Unidad de paisaje

El paisaje de Mallorca, legislativamente hablando, está definido por nueve unidades paisajísticas recogidas en el Plan Territorial Insular de Mallorca (PTIM) del 13/12/2004. Este plan está en proceso de modificación, aprobada el 29 de diciembre de 2021.

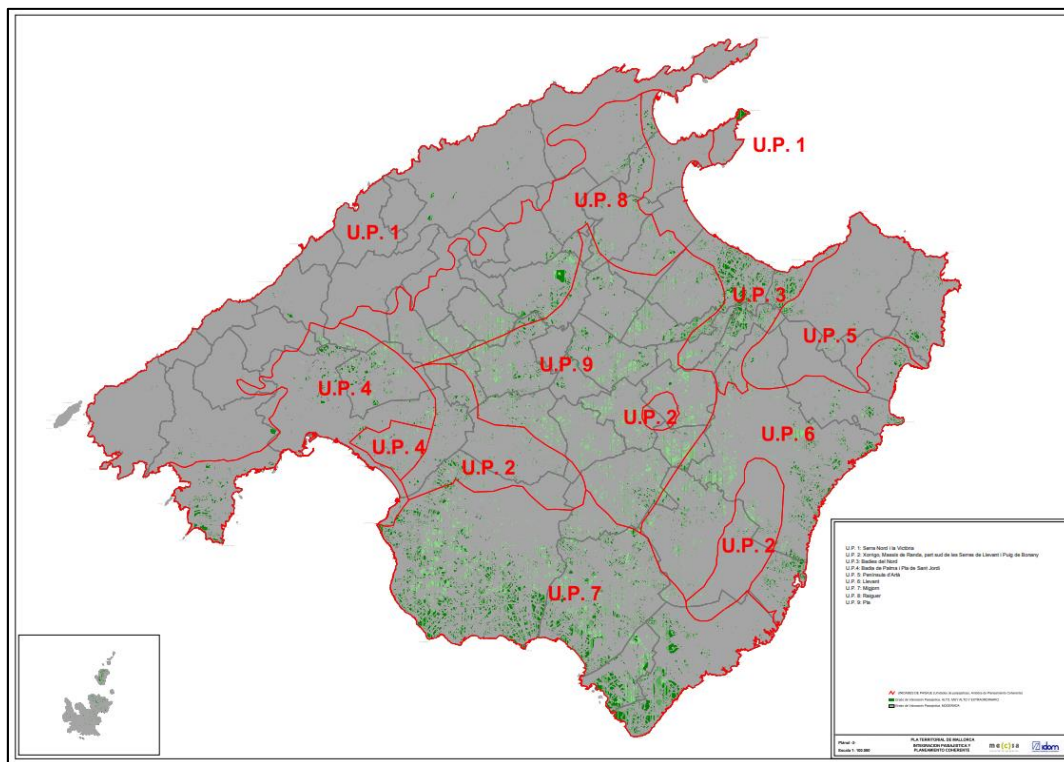


FIGURA 12 UNIDADES PAISAJÍSTICAS PTIM

El proyecto en cuestión se encuentra integrado en la unidad paisajística U.P.4 Badia de Palma i Pla de Sant Jordi. Una unidad paisajística se entiende como el área geográfica definida por un tipo de paisaje concreto, característico y definido.

La Badia de Palma y el Pla de Sant Jordi, se sitúan en la zona sud oeste de la isla, colindante a la sierra de Tramuntana, al noroeste y a Xorrigo al este. Se caracteriza por ser una zona relativamente llana con pendientes relativamente suaves hacia el mar, las zonas de Xorrigo son mucho más irregulares con presencia de relieves intercalados de poca altura. Se trata del área de la isla con mayor presencia de edificaciones y población, siendo escasas las zonas naturales.

Dentro de las U.P. en la isla de Mallorca se encuentran de dos tipos, de mayor protección U.P. 1,2,5 y las de menor protección paisajística U.P. 3,4,6,7,8,9, estando la asociada la Badia de Palma dentro de las que requieren una menor protección a nivel de paisaje.

Estos criterios de protección se establecen en relación a los parámetros para la implantación de nuevas viviendas en suelo rústico, medidas para la protección de determinados elementos característicos del paisaje tanto natural como culturales (paredes de piedra en seco, “cases de roter”, “marjades”, hornos de cal...), la preservación de la estructura natural del terreno delante

posibles movimientos de tierras o bien la creación de separaciones y pasos de fauna para facilitar el movimiento de esta.

7.2 Características del paisaje

Dentro del perímetro del ámbito de estudio, se pueden encontrar varias zonas diferenciadas por la actividad antrópica.

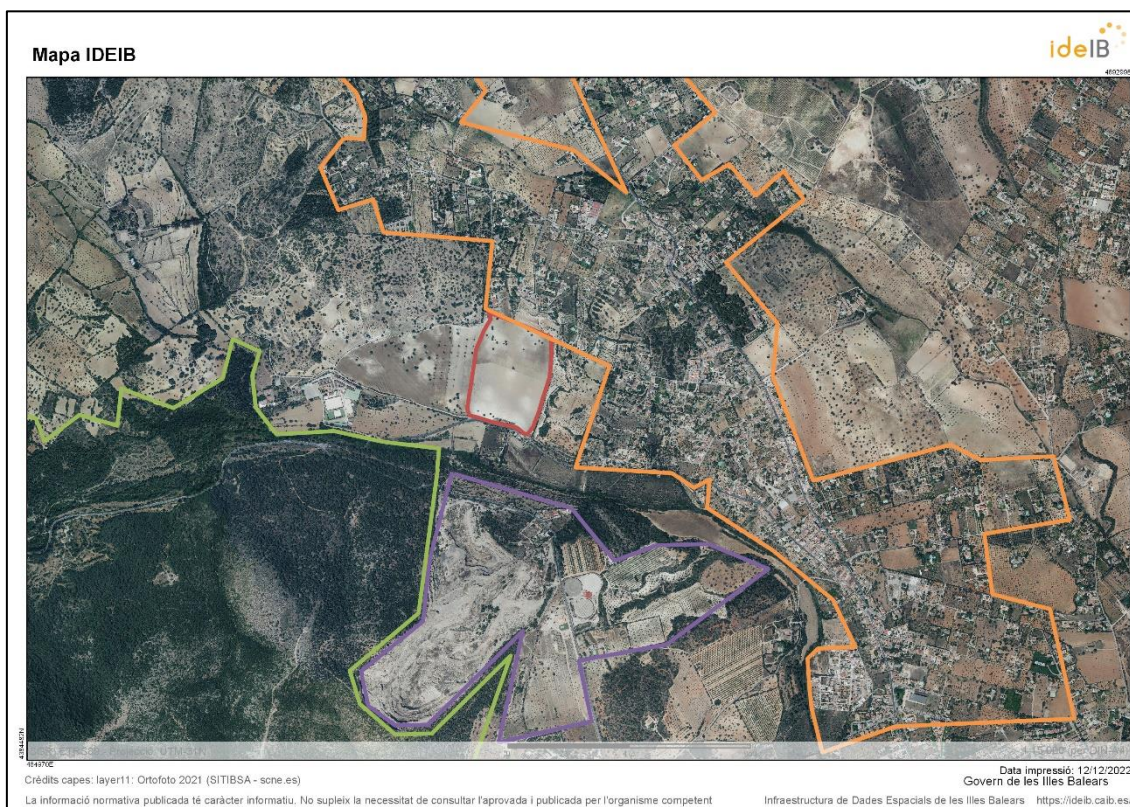


FIGURA 13 ZONAS CARACTERÍSTICAS DEL PAISAJE Y EL ENTORNO

Se pueden distinguir varias zonas paisajísticas diferenciadas, por un lado, los espacios muy modificados, los levemente modificados y los espacios naturales los cuales deben su nombre a escasa o nula intervención humana.

En naranja se pueden encontrar los núcleos poblacionales de Establiments, estos son espacios fuertemente modificados y contruidos que preservan de manera muy residual el aspecto original y natural. En este caso, al ser núcleos poblacionales rurales, la conservación del entorno y el impacto visual generado debido a la modificación antrópica son menores que en núcleos poblacionales de carácter totalmente urbanos.

En verde se encuentran las zonas totalmente naturales, estas se tratan de zonas boscosas preservadas en las cuales no se encuentran construcciones ni modificaciones de la topografía o de las especies presentes. Se consideran zonas poco susceptibles al impacto del PFV dado que hay pocos observadores potenciales en ellas, aunque, por otro lado, la modificación de estas supondría un grave impacto al paisaje de la zona.

Finalmente, en violeta se encuentra una zona muy modificada dado que se trata de una cantera a cielo abierto de extracción de roca y áridos, junto a esta se encuentran unos depósitos de tamaño considerable de la empresa municipal de aguas. La conocida como cantera de sa Garrigueta Rassa cesó su actividad extractiva allá por 2004, esta sigue estando en desuso, por ende, no se sigue modificando el paisaje, aun así, las actuaciones realizadas sobre la zona provocan un gran desgaste de la calidad paisajística de la zona dado que al ser a cielo abierto, la montaña se ha cortado totalmente.

El parque fotovoltaico Pocafarina, tiene visión directa a la cantera por lo que la calidad paisajística y visual del entorno con el paso del tiempo ha disminuido. No se esperan a corto plazo actuaciones de restauración o conservación de la zona por lo que el impacto visual generado por esta instalación seguirá siendo notorio.

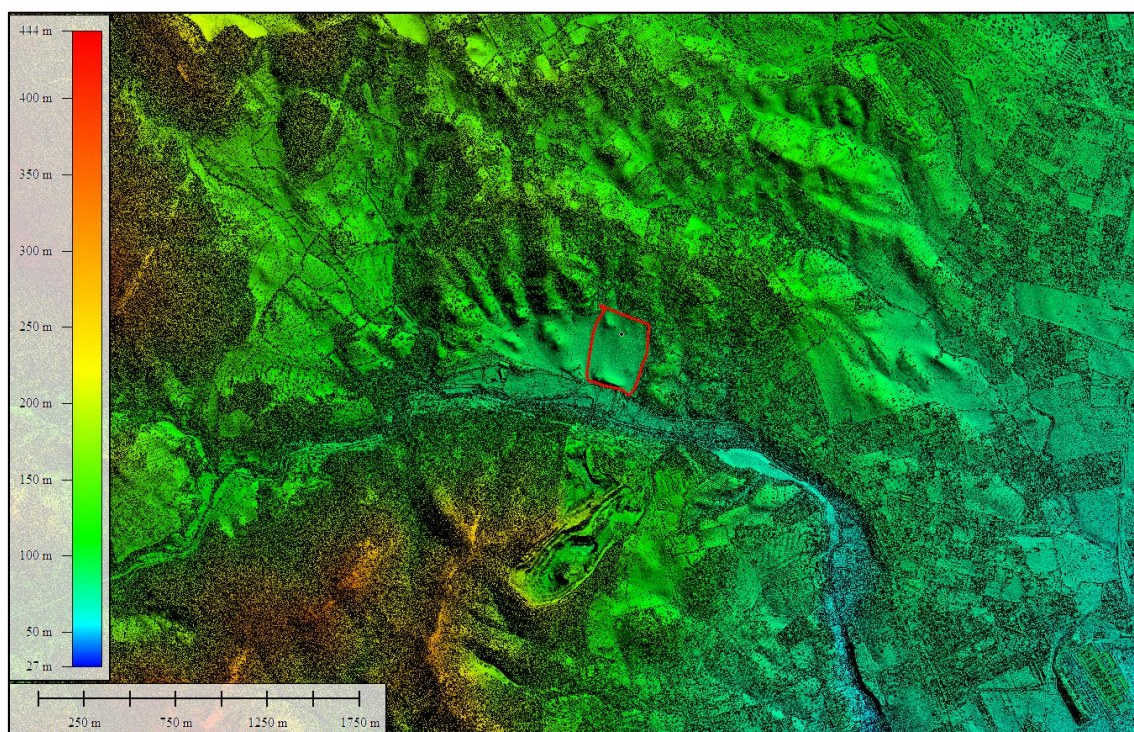


FIGURA 14 MAPA TOPOGRÁFICO

Mediante obtención de datos LIDAR, se ha podido realizar un perfil topográfico de la zona de estudio, con este se puede observar las elevaciones y pendientes del lugar, de esta manera se pueden intuir como van a afectar las cuencas visuales.

La parcela se encuentra en la ladera de la vaguada creada por el Torrent de Sa Riera, la altura máxima del solar es de 94,8 metros en su vertiente noreste mientras que su altura mínima alcanza los 81,9 metros en su lado sudoeste donde. Cabe destacar que no se usará toda la parcela y que la zona de implantación quedará reducida a una zona más plana con una altura mínima en su vertiente sur de 86,5 m sobre el nivel del mar, aprovechando así la zona con menor desnivel.

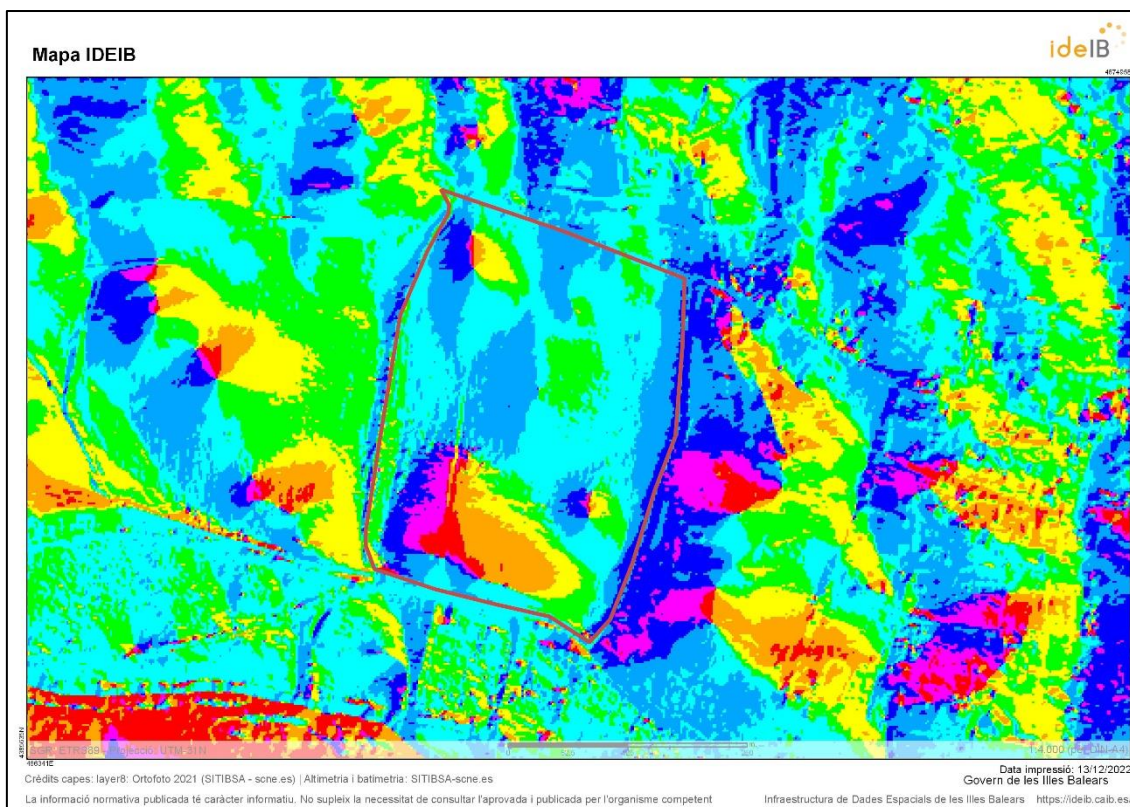


FIGURA 15 MODELO DIGITAL DE ORIENTACIONES

En cuanto al modelo digital de pendientes se puede observar como la parcela casi en su totalidad está orientada hacia el sud, sudoeste excepto la parte sur que tiene un pequeño montículo, esta zona no va a estar implementada y se va a excluir del PFV.

7.3 Puntos de observación

Se han situado 16 puntos de observación colocados en las zonas donde van a hincarse las estructuras de los paneles fotovoltaicos, esta gran variedad nos permite obtener un mapa de cuencas visuales muy preciso y representativo.

Como parámetros fundamentales, se han marcado una altura de los puntos sobre el terreno de 2,5 metros, ya que es el máximo aproximado que alcanzan las placas solares una vez instaladas. Por otro lado, se ha definido la altura de visión a 1,5 metros, es decir, la altura media de los ojos de un observador potencial, con esto se consigue ver las zonas desde donde una persona va a ver los paneles situados en la parcela.

Finalmente, la refracción atmosférica, el índice que determina la nitidez de la vista según el estado del tiempo y el aire que rodea al observador, se ha definido con un valor estandarizado de 0,13. Con estos valores, la simulación obtenida va a permitir realizar un mapa de cuencas visuales en un día despejado con buena visibilidad desde el punto de vista de un observador de altura media el cual va a poder ver la parte superior de los paneles fotovoltaicos instalados. Se podría haber planteado la colocación del punto de visión sobre las placas a una altura menor, pero se ha decidido realizar de este modo ya que siempre es mejor exponer a unos condicionantes más negativos antes que a unos favorables.

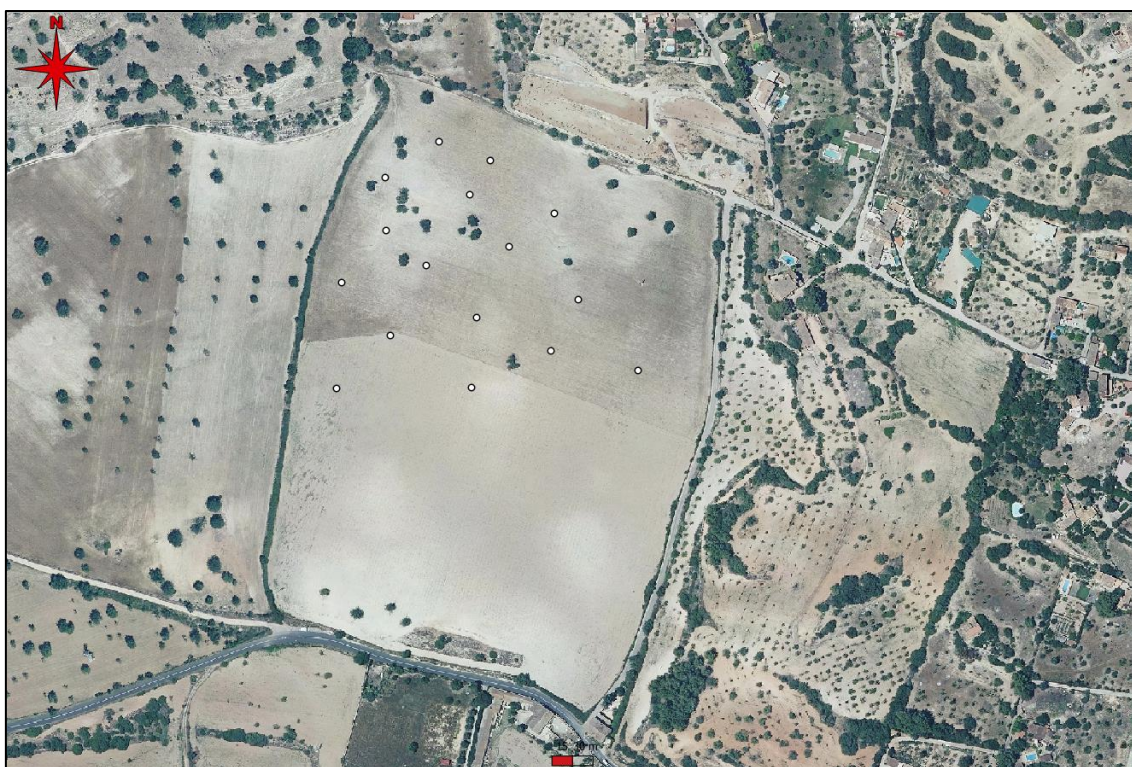


FIGURA 16 MAPA DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN

8. Resultados y discusiones

Tras la realización de los cálculos necesarios con las herramientas SIG, se obtiene el siguiente mapa de cuencas visuales:

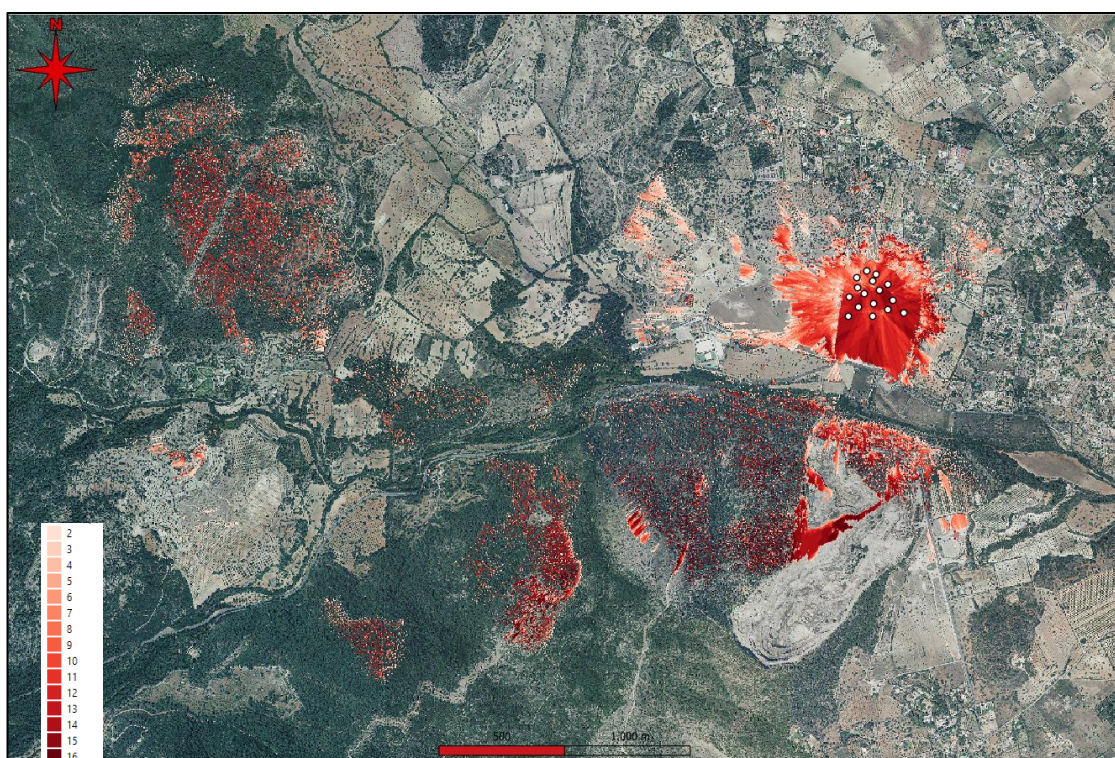


FIGURA 17 MAPA DE CUENCAS VISUALES

Se puede observar en un gradiente tonal de rojo oscuro a rojo claro las zonas visibles desde los distintos puntos, cuanto más blanquecino es el color, desde menos puntos se pueden ver esas zonas, siendo el rojo más oscuro las zonas críticas debido a su mayor impacto visual, ya que desde ella es desde donde más puntos se pueden observar.

Se han decidido eliminar del análisis por su baja representatividad, las zonas de visión de un solo punto, ya que el impacto visual no es considerable dada la poca superficie de paneles observable.

Para poder analizar de manera más precisa, se ha decidido agrupar el resultado en zonas de incidencia baja (2-5), media (6-9), alta (10-13) y muy alta (14-16). Una vez realizado el ajuste, se puede observar con mayor detenimiento las zonas con un impacto más crítico.

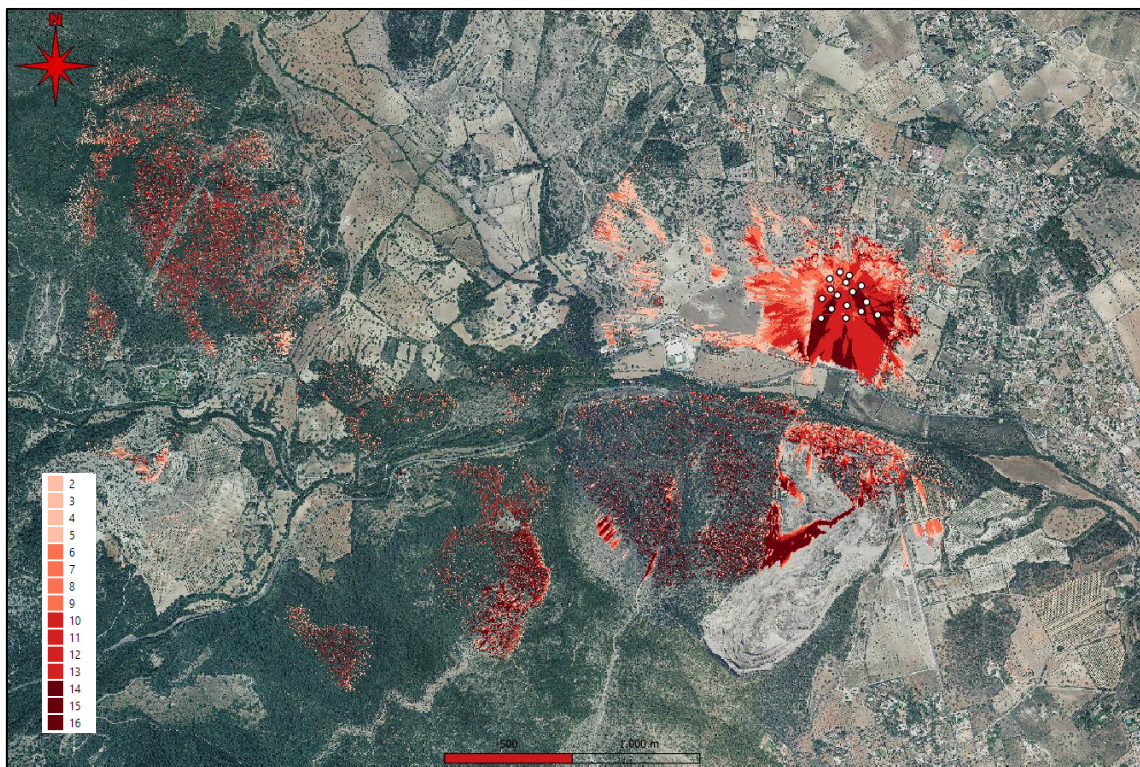


FIGURA 18 AJUSTE DEL MAPA DE INCIDENCIA

La zona donde predomina la visión intraocular (500m) va a ser donde mayor impacto visual se va a registrar debido a la cercanía, por tanto, toda zona marcada en el mapa va a suponer un impacto muy crítico sobre el paisaje, si nos alejamos dentro del rango de 500 a 1500 metros, el impacto va a disminuir aun así se debe considerar moderado, finalmente, en la zona lejana de 1500 metros a 3000 metros, al estar tan lejos el foco visual, el ojo humano va a ser poco capaz de distinguir elementos o formas por tanto el impacto generado va a ser considerado leve y compatible.

Es por ello que el análisis de zonas críticas donde el impacto va a ser mayor se va a centrar sobre todo prestando atención en los primeros 500 metros y posteriormente los siguientes 1000 metros, haciendo mención a las posibles zonas de paso importantes como carreteras, plazas o edificios monumentales situados a más de 1500 metros.

Analizando los resultados obtenidos de manera numérica se obtiene la siguiente tabla:

TABLA 1 ANÁLISIS NUMÉRICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Núm. puntos	Área (m2)	%	
0	79.061.470,857	98,7589	Valores no representativos (98,92%)
1	132.244,749	0,1652	
2	83.575,785	0,1044	Incidencia baja (0,336%)
3	68.621,718	0,0857	
4	61.260,678	0,0765	
5	55.702,025	0,0696	
6	53.360,921	0,0667	Incidencia media (0,2476%)
7	50.211,367	0,0627	
8	46.982,569	0,0587	
9	47.704,524	0,0596	
10	48.453,977	0,0605	Incidencia alta (0,2841%)
11	54.937,822	0,0686	
12	62.325,361	0,0779	
13	61.750,147	0,0771	
14	63.123,562	0,0789	Incidencia muy alta (0,207%)
15	59.022,317	0,0737	
16	44.266,738	0,0553	
Total	64.065.303	100	

Por tanto, se trata de un parque fotovoltaico con una incidencia paisajística baja, ya que únicamente se puede observar desde el 1,075% de la superficie colindante en un radio de 3 kilómetros.

Las zonas muy críticas suponen el 0,207% del total analizado, dato que confiere una visibilidad muy baja al conjunto del parque fotovoltaico y en consecuencia una disminución del impacto total, unas cifras comunes de impacto visual suponen entre un 10% y un 8% aproximadamente.

8.1 Zonas de incidencia muy alta

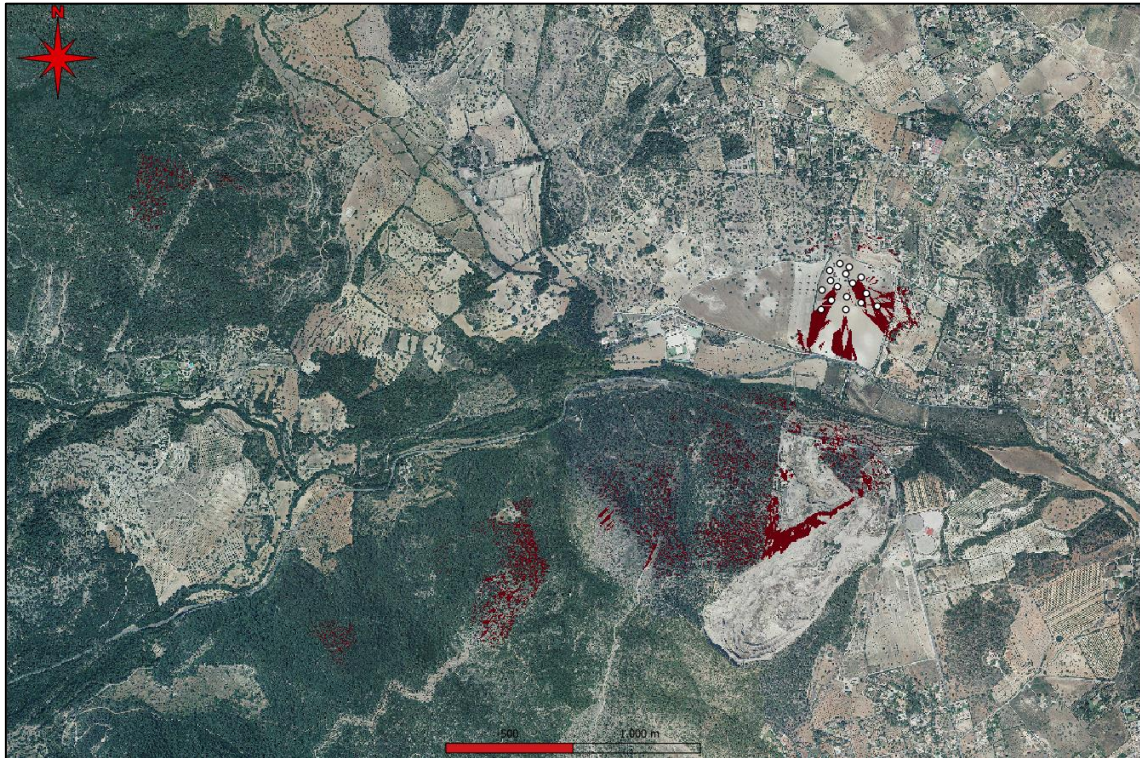


FIGURA 19 MAPA DE CUENCAS VISUALES DE INCIDENCIA MUY ALTA

Comprende las zonas en las que se puede observar la totalidad o casi la totalidad del futuro parque fotovoltaico, de 14 a 16 puntos de observación.

Las zonas marcadas en rojo oscuro van a considerarse críticas dado que desde ellas la visibilidad del parque es muy alta generando así un impacto muy significativo sobre el observador. Debido a las características de la parcela y su situación, las viviendas aledañas serán las más afectadas.

La gran mayoría de los espacios afectados corresponden a zonas boscosas cercanas a la cantera en desuso de Establiments, hecho que le confiera un bajo impacto visual dado que los observadores potenciales serán muy escasos.

Destacan también la afección a un tramo de la carretera Ma1041.

8.2 Zonas de incidencia alta

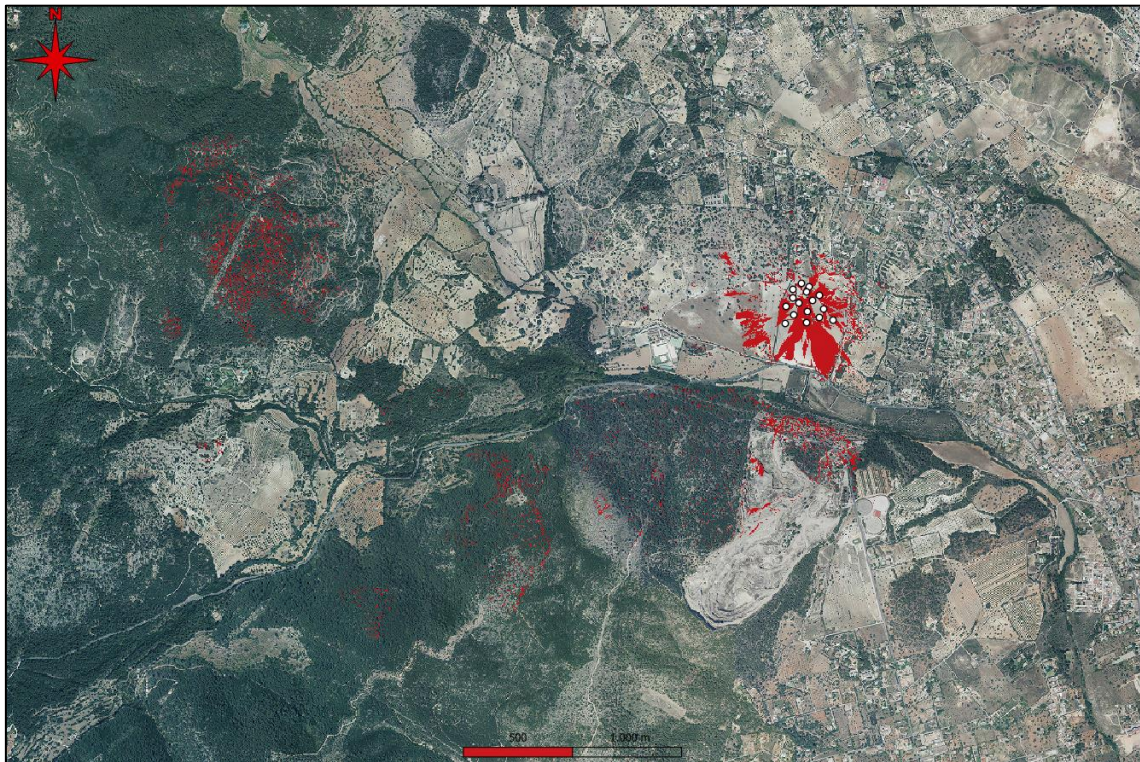


FIGURA 20 MAPA DE CUENCAS VISUALES DE INCIDENCIA ALTA

La zona de incidencia alta abarca desde terrenos colindantes con el parque fotovoltaico hasta lugares situados a 3000 metros, cabe indicar que una vez se sobrepasa la zona lejana de 1500 metros correspondiente con la visión extraocular, la percepción del ojo humano decae a niveles mínimos de detección de detalle.

De igual manera que en la zona de incidencia muy alta, la mayoría de las zonas afectadas se tratan de viviendas colindantes y zonas boscosas lejanas.

Pueden coincidir puntos o zonas de territorio con incidencia alta y muy alta dependiendo de la orientación o si hay elementos físicos y bióticos que dificulten la visual, por ello estas zonas siempre se van a evaluar con el peor escenario posible.

8.3 Zonas de incidencia media

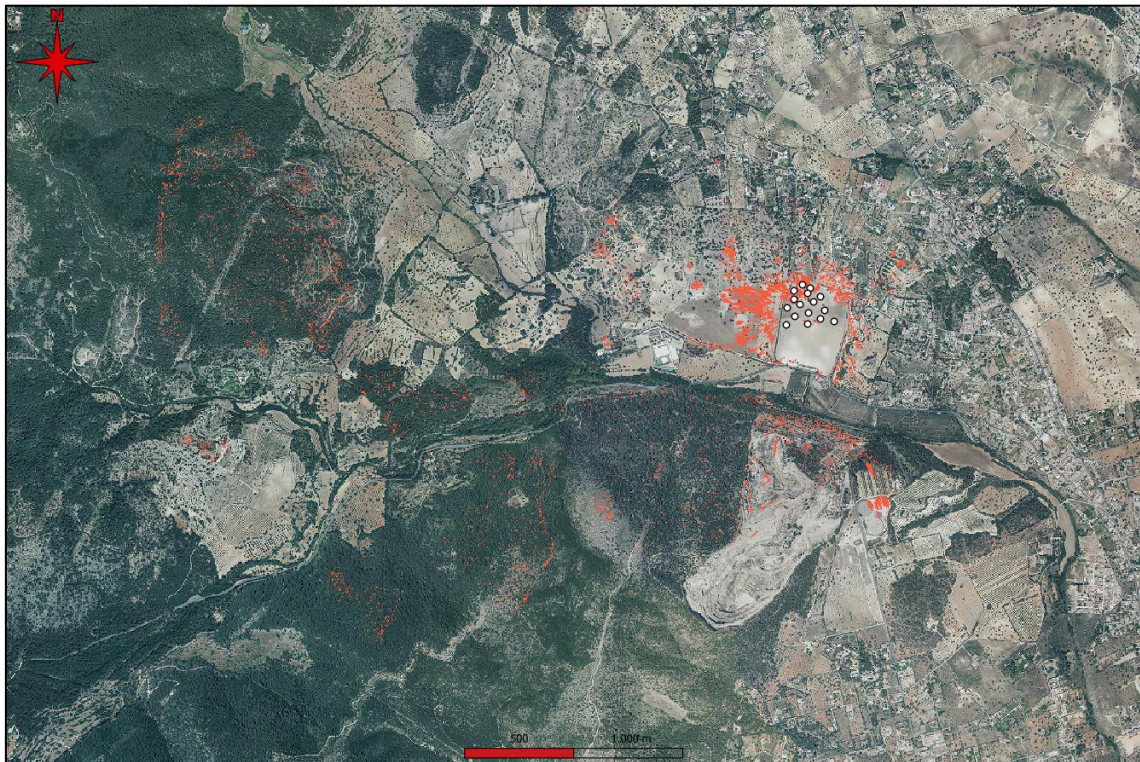


FIGURA 21 ZONAS DE INCIDENCIA MEDIA

De igual manera que en los dos casos anteriores, la criticidad del impacto visual en la zona de incidencia media dependerá de la distancia hasta el parque fotovoltaico, en este caso se pueden observar de 6 a 9 puntos desde las zonas marcadas en naranja.

La incidencia media comprende una visibilidad parcial de las instalaciones generadoras por lo que, con medidas compensatorias, puede llegar a reducirse casi en su totalidad la visión del PFV desde zonas tanto cercanas como lejanas.

8.4 Zonas de incidencia baja

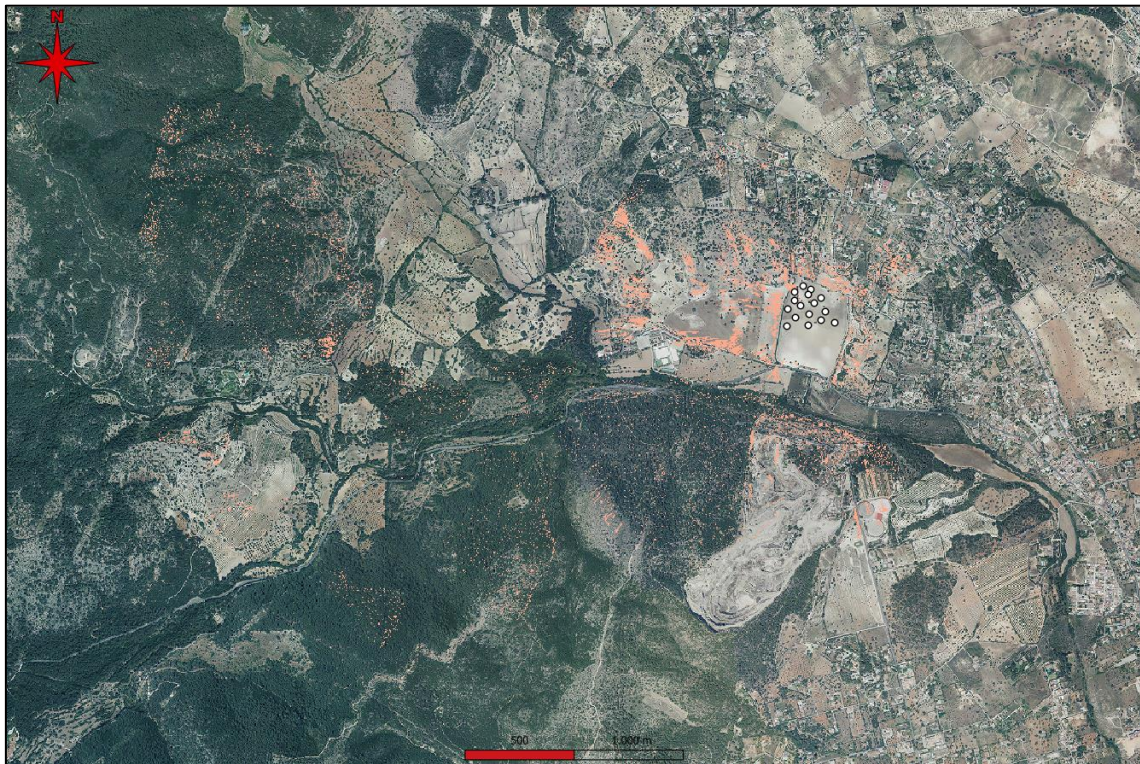


FIGURA 22 ZONAS DE INCIDENCIA BAJA

La zona de incidencia baja es la más extensa de todas, supone el 31,25% de las zonas con visibilidad representativa, aun siendo la más extensa, es la que menor impacto de todas supone, quedando relegada a ser visible únicamente desde 2 a 5 puntos lo que supone de media ser capaces de ver únicamente un 25% del PFV lo que reduce el impacto a muy bajo y en la mayoría de las ocasiones compatible.

En este caso, destaca la visibilidad desde diversas casas del pueblo de Establiments, lo que cabe anotar que el sombreado en rojo claro se sitúa sobre los tejados, por tanto, a efectos prácticos se puede deducir que la visibilidad va a ser nula desde casi la mayoría de las casas ya que están construidas de manera tradicional con teja árabe a una o dos aguas sin terraza superior.

9. Identificación de puntos críticos

Tras el análisis de las zonas de incidencia visual, se han detectado los diferentes puntos críticos, estos se sitúan sobre lugares con una fragilidad visual considerable como puedan ser viviendas, instalaciones hoteleras, carreteras, vías férreas, instalaciones polideportivas, cementerios, restaurantes...Se han marcado un total de 27 puntos distintos pudiéndose diferenciar estos en varias categorías:

TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS POR COLORES

Color	Punto
Azul	Caminos y carreteras
Blanco	Viviendas
Verde	Cementerio
Amarillo	Equipamientos deportivos
Rojo	Hoteles
Lila	Montes

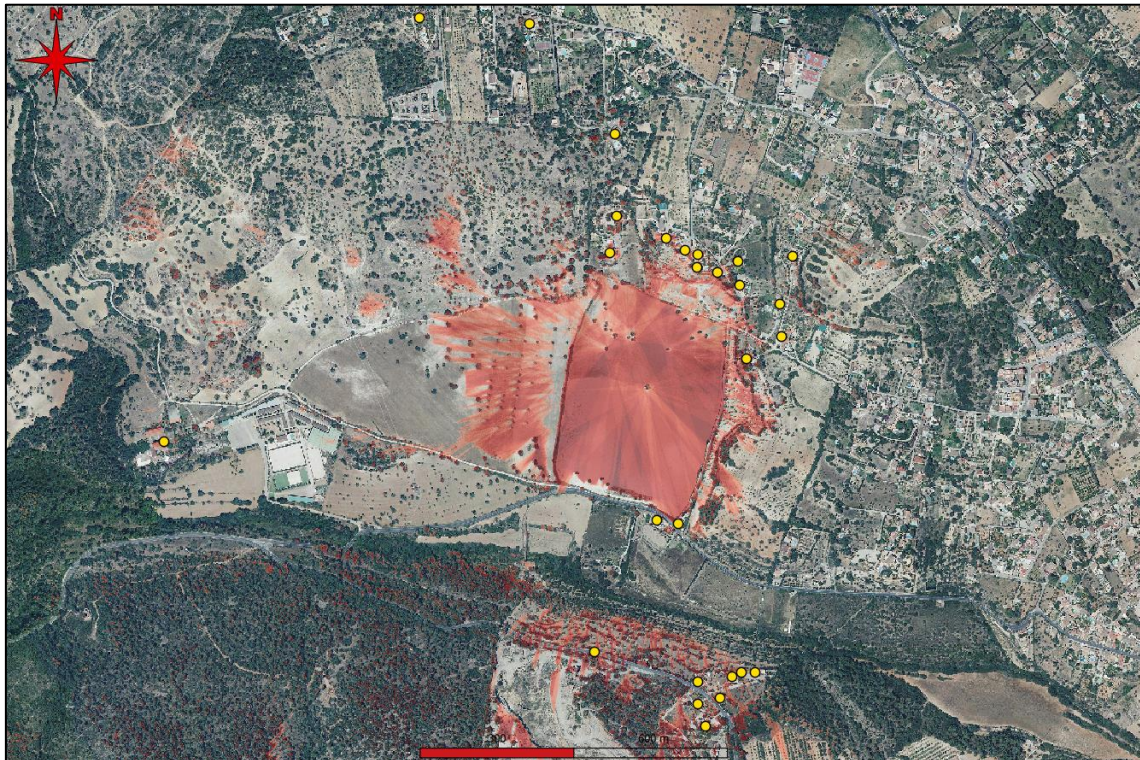


FIGURA 21 MAPA DE PUNTOS CRÍTICOS

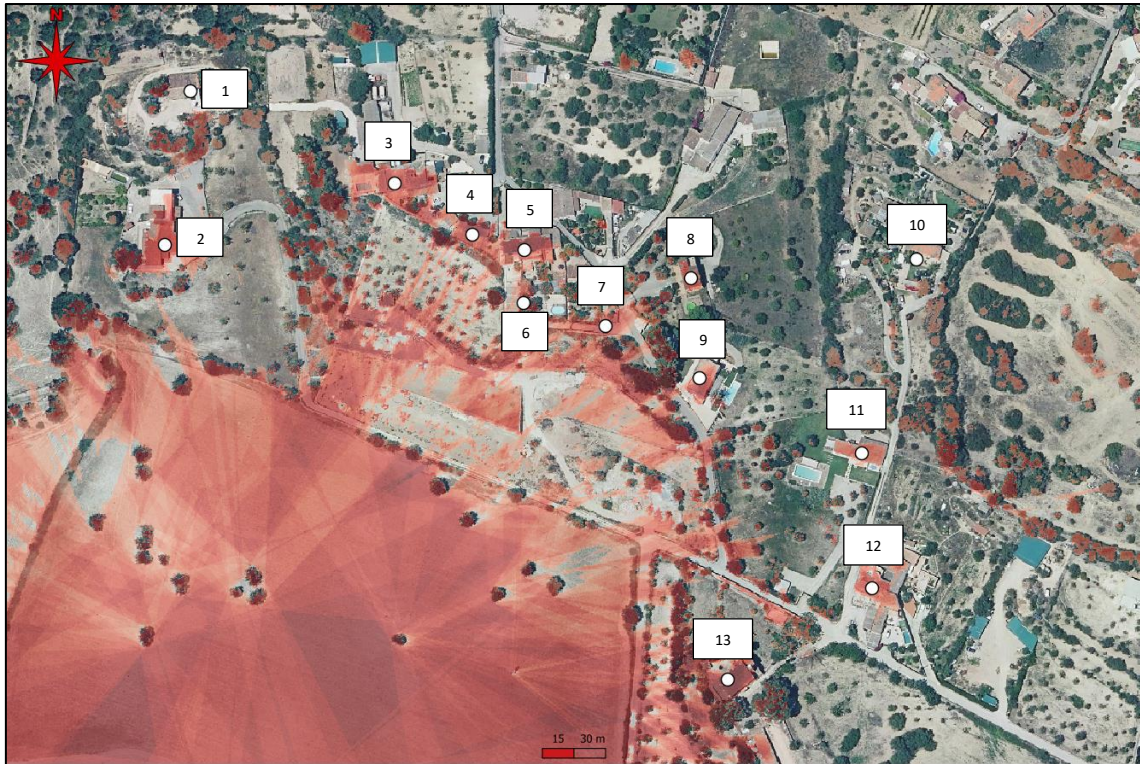


FIGURA 22 MAPA DE PUNTOS CRÍTICOS AMPLIADO 1

Número	Punto
1	Vivienda
2	Vivienda
3	Vivienda
4	Vivienda
5	Vivienda
6	Vivienda
7	Vivienda
8	Vivienda
9	Vivienda
10	Vivienda
11	Vivienda
12	Vivienda
13	Vivienda

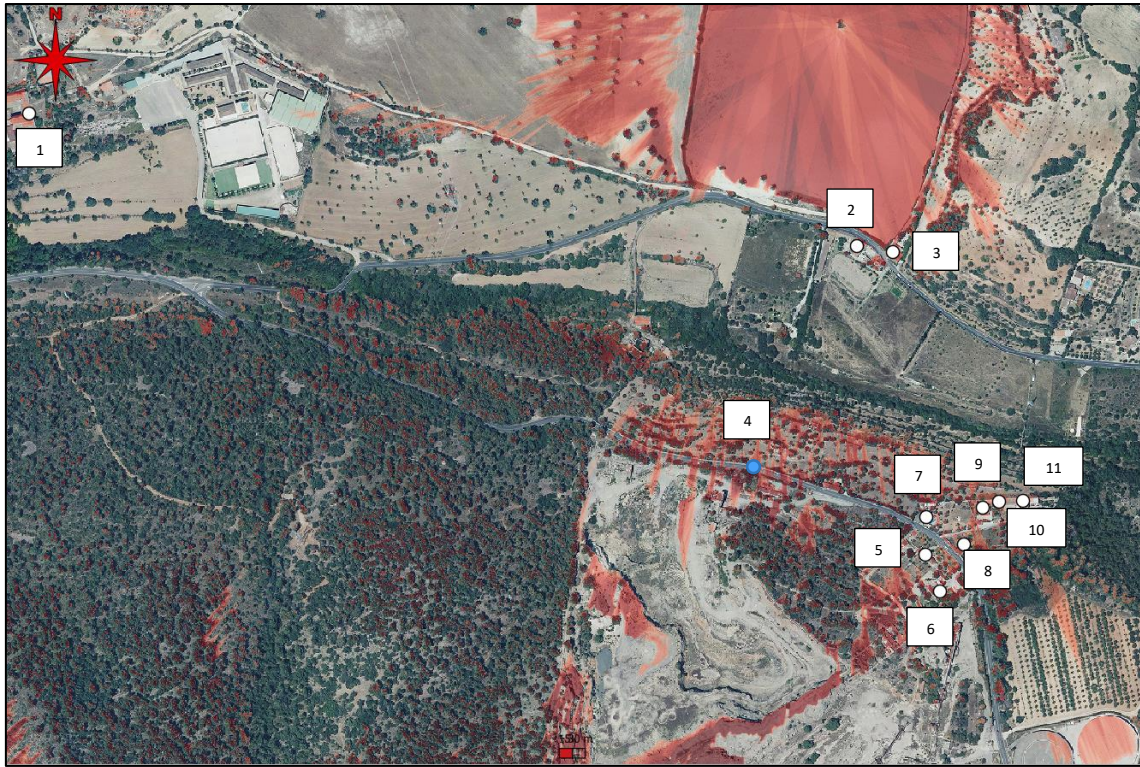


FIGURA 23 MAPA DE PUNTOS CRÍTICOS AMPLIADO 2

Número	Punto
1	Vivienda
2	Vivienda
3	Vivienda
4	Carretera Ma 1041
5	Vivienda
6	Vivienda
7	Vivienda
8	Vivienda
9	Vivienda
10	Vivienda
11	Vivienda

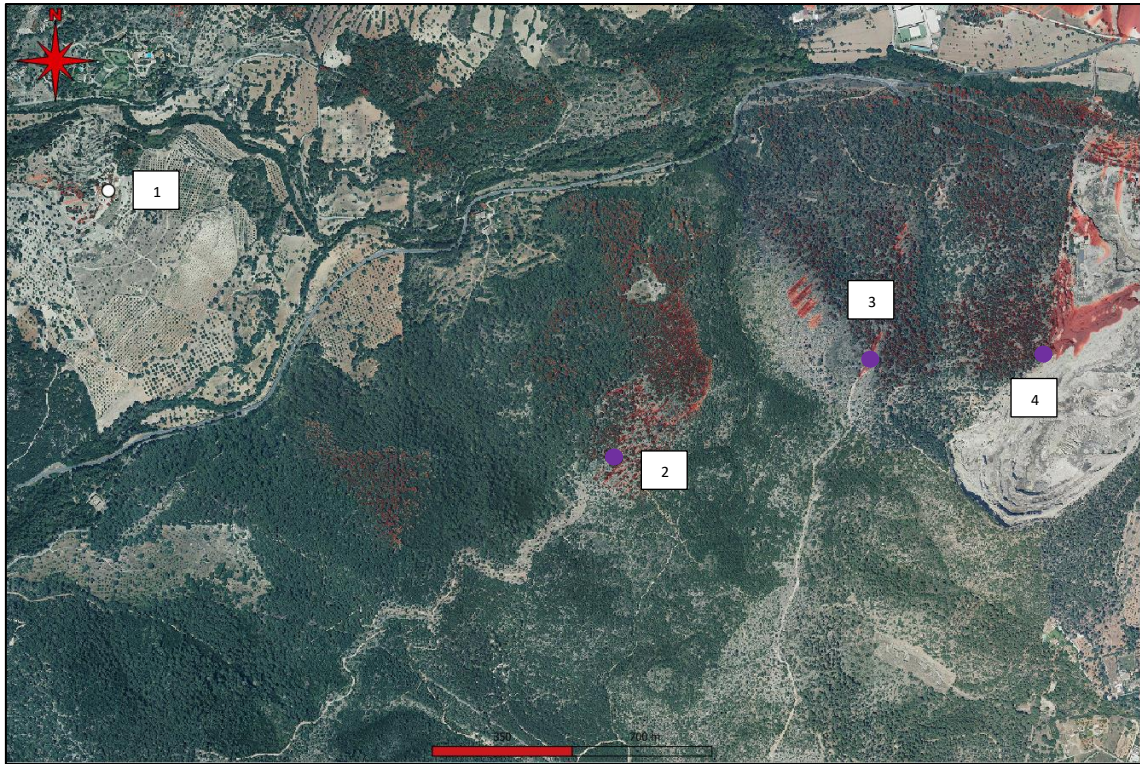


FIGURA 24 MAPA DE PUNTOS CRÍTICOS AMPLIADO 3

Número	Punto
1	Vivienda
2	Puig de Bunyolí (327m)
3	Puig de ses Gatoves (278m)
4	Cima de la cantera (267 m)

10. Impacto visual

Para determinar el impacto visual sobre los distintos puntos críticos se va a usar una matriz, en ella cada categoría se va a evaluar del 1 al 5 siendo el número mayor un impacto más crítico y el número menor un impacto nulo o casi imperceptible. Todos los puntos se van a evaluar de manera individual usando la cartografía visual, la evaluación in-situ y los datos que se tienen al respecto de paisaje y entorno asociado a cada punto. Para poder catalogar el impacto, se realizará una clasificación según la suma de los valores obtenidos siendo los resultados bajo (5-11), medio (12-18) y elevado (19-25).

Las categorías evaluadas engloban el total del entorno haciendo hincapié en el factor humano, que al final, es el que debe percibir el impacto ya que como se ha explicado, se trata de un compendio entre factores objetivos y subjetivos, estas son un total de cinco:

- **Visibilidad:** Se trata de la cantidad y calidad de instalación fotovoltaica que puede observarse desde dicho punto crítico.
- **Calidad del paisaje en el entorno:** Como indica el nombre es la calidad de paisaje que rodea al punto crítico determinado, dependiendo de la ubicación y elementos que rodean a este, tendrá una calidad superior o inferior.
- **Observadores potenciales:** Cantidad de personas que discurren por el punto de observación.
- **Distancia a la instalación**
- **Duración de la visión:** Tiempo que el observador está expuesto a la visión que genera el impacto.

Los resultados divididos en cuadrantes son los siguientes:

TABLA 3 VALORACIÓN DE IMPACTOS VISUALES DEL MAPA DE PUNTOS CRÍTICOS AMPLIADO 1

Mapa 1		Impacto					Total
		Visibilidad	Calidad del paisaje en el entorno	Observadores potenciales	Distancia a instalación	Duración de la visión	
N.º Referencia	1	4	3	3	5	4	19
	2	5	3	3	5	5	22
	3	5	3	3	5	5	21
	4	5	3	3	5	5	21
	5	5	3	3	5	5	21
	6	5	2	3	5	5	20
	7	5	3	3	5	5	21
	8	4	2	3	5	5	19
	9	5	3	3	5	5	21
	10	4	2	3	5	4	18
	11	4	3	3	5	5	20
	12	4	3	3	5	5	20
	13	5	3	3	5	5	21

TABLA 4 VALORACIÓN DE IMPACTOS VISUALES DEL MAPA DE PUNTOS CRÍTICOS AMPLIADO 2

Mapa 2		Impacto					Total
		Visibilidad	Calidad del paisaje en el entorno	Observadores potenciales	Distancia a instalación	Duración de la visión	
N.º Referencia	1	2	4	3	4	3	16
	2	4	2	3	5	5	19
	3	5	2	3	5	5	20
	4	4	2	5	5	2	18
	5	5	3	3	4	5	20
	6	4	2	3	4	5	18
	7	5	3	3	5	5	21
	8	5	2	3	4	5	19
	9	4	3	3	5	5	20
	10	3	2	3	5	4	17
	11	3	2	3	5	4	17

TABLA 5 VALORACIÓN DE IMPACTOS VISUALES DEL MAPA DE PUNTOS CRÍTICOS AMPLIADO 3

Mapa 3		Impacto					Total
		Visibilidad	Calidad del paisaje en el entorno	Observadores potenciales	Distancia a instalación	Duración de la visión	
N.º Referencia	1	2	4	3	1	3	13
	2	3	5	1	2	2	13
	3	3	5	1	3	2	14
	4	4	1	1	3	2	11

Tras obtener los resultados tabulados, se ha procedido a catalogar el impacto recibido por cada punto crítico. Para facilitar la interpretación de los resultados, se ha usado el mapa de puntos, quedando de la siguiente forma:

TABLA 6 CLASIFICACIÓN POR COLORES DE LOS PUNTOS CRÍTICOS

Color	Impacto
Verde	Bajo
Amarillo	Medio
Naranja	Elevado

11. Medidas correctoras

Como se ha podido comprobar, la construcción de un parque fotovoltaico supone realizar una actuación de grandes dimensiones, ya que una instalación energética de este tipo requiere de unas grandes superficies de terreno, en ellas se situará una gran cantidad de paneles solares de manera extensiva con una baja altura cercana a los 2,5 metros.

Ante tal magnitud de elementos ajenos al paisaje o al entorno natural, es casi imperativo realizar actuaciones correctoras o compensatorias de dicho impacto en caso de que se pudiera. Si las medidas no fueran eficaces, se debería descartar el proyecto debido al alto impacto visual que generaría.

Para paliar o reducir el impacto visual y paisajístico asociado al parque fotovoltaico de Pocafarina, se propone un sistema de apantallamiento vegetal, e integración paisajística en el entorno natural que rodea a la instalación.

Para ello se ha diseñado un sistema combinado el cual se integra el parque fotovoltaico con una plantación productiva de frutales de secano tales como algarrobos, presentes en la parcela u olivos. El marco de plantación es de 10x10 para asegurar un buen crecimiento de los pies arbóreos en secano, aumentar su productividad y poder realizar unos mantenimientos más efectivos.

Para poder dejar una zona libre de arbolado en la cual permitir el cultivo de forrajeras, o por cuestiones técnicas, se ha optado también por un sistema de apantallamiento de doble capa en la cual se integran a tresbolillo frutales de secano con matas para así generar una densa capa vegetal que apantalle las zonas críticas.

El paralelismo del apantallamiento y la instalación fotovoltaica con los viales se ha reducido al mínimo dotando así a la parcela y la instalación de una mayor visión panorámica del entorno en el cual a parte de observar el paisaje se podrá contemplar el esponjamiento arbóreo generado por los cultivos de frutales de secano dando al paisajismo una sensación de mayor amplitud.

Se ha optado por la integración del parque fotovoltaico en el entorno de la parcela, quedando esta dentro de una plantación de árboles frutales de secano tales como olivos o algarrobos en un marco de plantación de 10x10, permitiendo el paso de maquinaria para mantenimiento y riego, así como dotar de un mayor espacio para asegurar el buen crecimiento y productividad del pie arbóreo.

En cuanto a los apantallamientos vegetales, reducidos casi en su totalidad, la capa arbórea se encarga de reducir la visibilidad superior, pudiendo crecer esta hasta los 7-8 metros de alto dependiendo de la especie sembrada, por otro lado, la capa arbustiva se encarga de tapar los primeros 2 metros coincidentes con la parte baja de los árboles donde estos no suelen tener capa vegetal ya que se encuentra el tronco.

Se van a instalar matas (*pistacia lentiscus*) y algarrobos (*ceratonia siliqua*) de manera perimetral y se compatibilizarán con el mallado cinegético que cierra el parque fotovoltaico, de esta manera se situarán en la zona más exterior los árboles y matorrales y en la zona más interior el mallado, de esta manera se crea una doble barrera de seguridad, por un lado la vegetación que cuando crezca

impedirá el paso a la instalación fotovoltaica y por otro lado eliminará la vista al mallado y el propio cerramiento en si que dotará de seguridad a la instalación fotovoltaica.

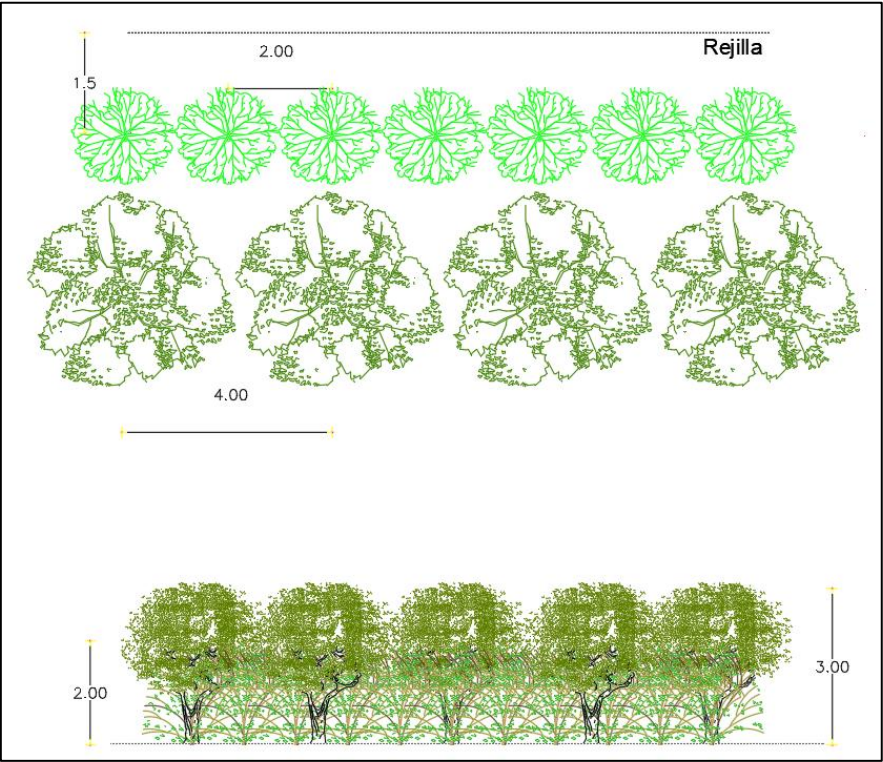
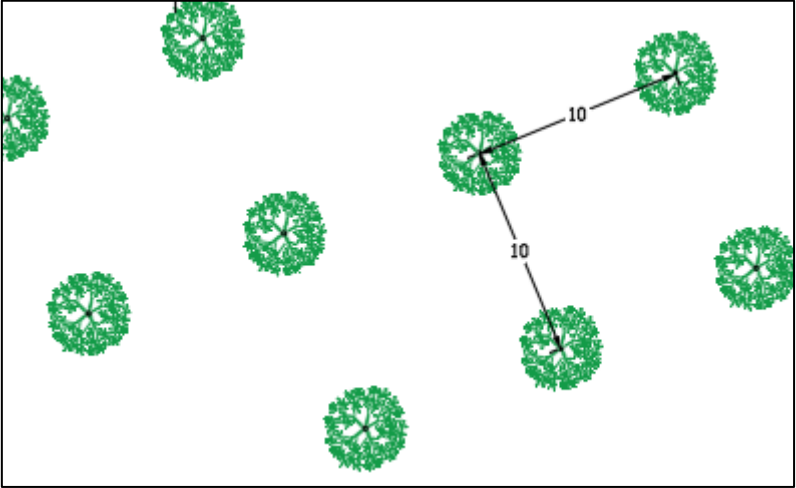
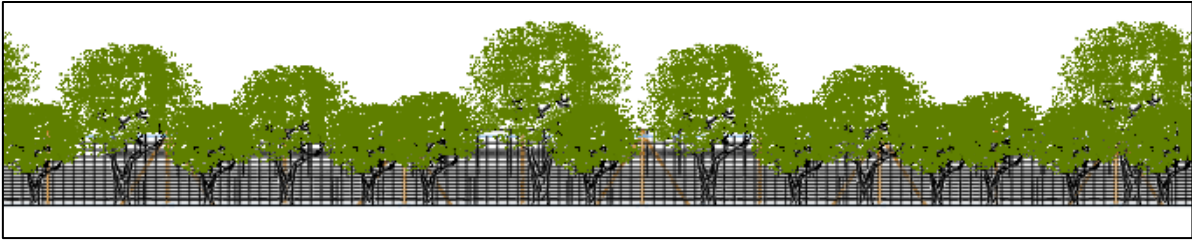


FIGURA 28 EJEMPLO DE INSTALACIÓN DEL CERRAMIENTO METÁLICO Y EL APANTALLAMIENTO VEGETAL



MARCO DE PLANTACIÓN ARBÓREA



PERFIL DE PLANTACIÓN ARBÓREA COMO INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

La instalación de los algarrobos y los lentiscos se realizará en la primera etapa de construcción para no interaccionar posteriormente con las tareas de hincado y panelado.

El tamaño de los árboles debe ser mínimo de 1 metro para que a los 3 años de haberse sembrado pueda llegar a los 3 metros sin ningún tipo de complicación, para ello se instalará un sistema de riego. Cabe destacar que el apantallamiento vegetal no es efectivo totalmente desde el primer día de instalación ya que las especies vegetales deben crecer, estas lo hacen de manera exponencial siendo los primeros años críticos, aunque sea un cultivo de secano se va a asegurar un riego constante para obtener un buen crecimiento para que el futuro apantallamiento sea eficaz.

Así pues, a medida que pase el tiempo y aumente la frondosidad de la capa vegetal, el apantallamiento será cada vez más eficaz cumpliendo con las expectativas de integración en el entorno.

El coste de un apantallamiento vegetal depende en gran medida de las especies que se elijan y el tipo de riegos a realizar ya que se pueden optar por varias estrategias, desde riegos manuales, pasando por riegos por sudoración, goteo o aspersión.

El marco de plantación va a ser lineal situando una mata cada dos metros y un algarrobo cada 4 metros separados 3 metros entre ellos, de esta forma se conseguirá en un futuro una capa homogénea sin dejar visión desde las zonas exteriores hacia los paneles fotovoltaicos en las zonas donde hay un apantallamiento de doble capa.

En las zonas de plantación de frutales de secano, el marco de plantación será de 10x10 siguiendo la estructura parcelaria.

El coste del sistema va a ser el siguiente:

TABLA 3 COSTE DE LA IMPLANTACIÓN DE LA BARRERA VEGETAL

Concepto	Unidades	Coste	Total
Algarrobos	251	10 €/u	2510€
Lentiscos	100	3€/u	300€
Mano de obra			2215€
Total			5025€

Adicionalmente a la barrera vegetal anteriormente citada, se procederá a instalar una plantación activa de árboles frutales de secano tales como olivos u algarrobos que, aparte de producir beneficios por la venta del producto, servirá como integración agraria al entorno quedando así la instalación fotovoltaica enmarcada dentro de zonas agrícolamente útiles compatibilizando así el sector primario del campo con la producción energética.

La plantación constará de 201 pies situados en un marco de plantación de 10x10 metros como se ha indicado anteriormente.



FIGURA 25 SIMULACIÓN DE LA BARRERA VEGETAL A INSTALAR

12. Comparativa

Para proceder a evaluar la eficacia de la barrera vegetal, se procederá a contrastar dos mapas de cuencas visuales:

- **Mapa de cuencas visuales del estado actual del terreno:** Este mapa es el que se ha usado anteriormente para demostrar la incidencia visual del parque fotovoltaico, no incluye ningún tipo de barrera vegetal y los puntos de visión están 2,5 metros sobre el nivel del suelo para observadores de 1,60 metros de altura.
- **Mapa de cuencas visuales con barreras vegetales instaladas:** Mediante la modificación de los datos LIDAR obtenidos, se ha podido realizar una simulación incluyendo la barrera vegetal, esta está elevada 2,5 metros sobre el nivel del suelo, es decir, una etapa de implantación joven, con ello se consigue observar en el peor estado posible a eficiencia de la barrera vegetal, ya que los pies de algarrobo pueden crecer hasta llegar a los 10 metros si son correctamente cuidados y regados.

Los parámetros siguen siendo los mismos que en el caso anterior, puntos de observación a 2,5 metros de altura y observadores de 1,60 metros.

En la siguiente figura se puede observar los resultados de ambos mapas de visión, en color rojo se observa el análisis de cuencas visuales con el estado actual del terreno mientras que, en azul, el mapa de cuencas visuales con las barreras vegetales levantadas.

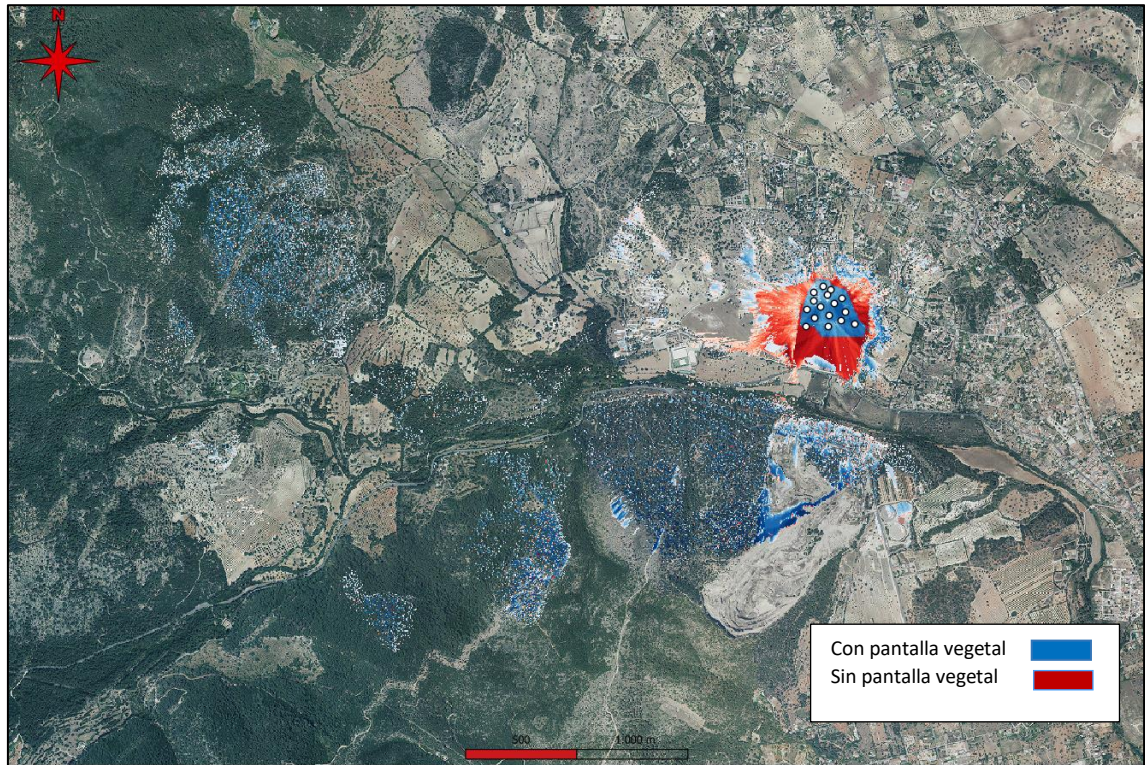


FIGURA 31 MAPA DE COMPARATIVA DE CUENCAS VISUALES

Las zonas marcadas en rojo son aquellas que son tapadas por la barrera vegetal, las azules, aquellas que siguen siendo visibles aun implantada la barrera vegetal, recordar que esta es joven, con una altura de 2,5 metros, no consigue cubrir la totalidad de los paneles, con el paso del tiempo este apantallamiento aumentará de manera considerable.

Como el crecimiento más allá de los 2 metros de la barrera vegetal es relativamente impredecible dado que los árboles pueden adoptar formas muy diversas, creciendo verticales o viéndose inclinados, se toma la decisión de evaluar la barrera vegetal en un estado de desarrollo, dado que, hasta alcanzar la altura máxima, pueden transcurrir más de 10 años. El impacto visual se reduce mayoritariamente en la zona más cercana al parque fotovoltaico debido a que el crecimiento de la barrera arbustiva es más rápido que el de la barrera arbórea, por ello tapaná de forma más inmediata la visual cercana.

Tras representar los datos mediante mapas visuales, se procede a analizar los resultados numéricos para proceder a determinar la eficiencia de las medidas tomadas a este nivel:

TABLA 4 COMPARATIVA NUMÉRICA DE LA BARRERA VEGETAL

Mapa visual sin barreras vegetales					Mapa visual con barreras vegetales			
Número de puntos	Área (m2)	%	Píxeles		Número de Puntos	Área (m²)	%	Píxeles
0	79.061.470,857	98,7589	316265615		0	79.299.940	99,0568044	317219550
1	132.244,749	0,1652	529012		1	157.357	0,1965613	629468
2	83.575,785	0,1044	334324		2	77.623	0,09696258	310513
3	68.621,718	0,0857	274504		3	62.436	0,07799118	249759
4	61.260,678	0,0765	245058		4	52.109	0,06509211	208451
5	55.702,025	0,0696	222822		5	44.823	0,0559905	179304
6	53.360,921	0,0667	213457		6	38.922	0,04861947	155699
7	50.211,367	0,0627	200858		7	39.572	0,04943073	158297
8	46.982,569	0,0587	187942		8	32.567	0,04068073	130276
9	47.704,524	0,0596	190830		9	34.004	0,04247533	136023
10	48.453,977	0,0605	193828		10	34.559	0,04316856	138243
11	54.937,822	0,0686	219765		11	34.826	0,04350237	139312
12	62.325,361	0,0779	249317		12	37.270	0,04655601	149091
13	61.750,147	0,0771	247016		13	28.818	0,03599831	115281
14	63.123,562	0,0789	252510		14	32.097	0,04009367	128396
15	59.022,317	0,0737	236104		15	25.223	0,0315073	100899
16	44.266,738	0,0553	177078		16	22.868	0,02856545	91478
Total	80.055.015	100	320240040			80.055.015	100	320240040

Analizando las tablas numéricas se observa que las zonas con visión de 0 y 1 puntos aumentan ya que al verse apantallado el PFV, las zonas con visibilidad se reducirán.

Disminuyen las zonas de muy alta, alta y media incidencia, en concreto en un 31%. Las zonas con incidencias bajas se ven aumentadas debido a que el apantallamiento dificulta la visión reduciendo así el número de puntos que son visibles desde la lejanía. Por tanto, queda demostrado que el apantallamiento vegetal es funcional incluso en su etapa joven y disminuye las zonas de visión críticas pasando estas a ser visión baja, leve o compatible.

Aun así, siguen quedando viviendas y zonas críticas las cuales podrán ver reducido su impacto, pero no eliminado, quedando este moderado o alto, es por esto que se deberá esperar a observar el crecimiento del apantallamiento y reforzarlo en las zonas críticas en caso de ser necesario.

13. Conclusiones

Se puede concluir que el impacto visual generado por el proyecto del Parque Fotovoltaico Pocafarina es bajo y compatible con el entorno dado que, tras aplicar las correspondientes medidas de apantallamiento visual, en una etapa joven, esta instalación será visible desde únicamente el 0,74% de los mas de 80 millones de metros cuadrados analizados con herramientas informáticas de SIG.

Es casi inevitable que una instalación de estas características tan extensivas quede oculta visualmente, por este motivo, aunque se hayan detectado 21 puntos con una criticidad elevada y 4 con una criticidad media, el impacto se considera compatible dado que la superficie total visible es muy reducida, así como los puntos detectados.

Se tomarán medidas para reducir el impacto visual de un entorno ya modificado con presencia de una cantera a cielo abierto que disminuye drásticamente la calidad del entorno de la zona a instalar el parque fotovoltaico, estas son las siguientes:

- Apantallamientos de doble capa: En determinadas zonas de la parcela por cuestiones técnicas o paisajísticas, donde no se puedan producir esponjamientos y apantallamientos con cultivos, se realizarán apantallamientos de doble capa consistentes en una primera capa arbórea para cubrir las cotas superiores y una segunda capa arbustiva para las cotas inferiores, de esta manera se apantallarán las zonas con mayor dificultad.
- Integración paisajística y esponjamiento: Se ha diseñado una plantación arbórea productiva compuesta por 201 ejemplares de frutales de secano presentes en el entorno y muy cultivados en la isla los cuales tendrán adicionalmente a la función de productividad, mejora agraria y aumento de la biodiversidad en la parcela. Una función de apantallamiento y esponjamiento de una manera más integral en el terreno. Se ha proyectado esta en las zonas más perimetrales de la parcela, colindantes a caminos, para permitir una mayor visión del entorno sin ser un muro vegetal, si no una integración con cultivos existentes en la zona.

A medida que pase el tiempo, las barreras vegetales instaladas aumentarán su eficacia generando una capa cada vez más espesa y dotando a las especies arbóreas y arbustivas de un mayor cuerpo con el cual se integrará de una manera más eficaz la instalación fotovoltaica en el entorno, permitiendo conservar los valores naturales, aumentando la biodiversidad debido al aumento de especies vegetales en la zona y a la compatibilidad de los mismos con hábitats naturales.

14. Anexo I Galería fotográfica, estado actual del terreno

A continuación, se presentan una serie de imágenes en las cuales se observa el estado actual del terreno analizado, pudiéndose ver las características definidas tanto en el Informe Ambiental como en el Análisis de Impacto Visual y paisajístico.





