

PARQUE FOTOVOLTAICO SA COVETA

ESTUDIO DE INCIDENCIA VISUAL Y PAISAJÍSTICA

Equipo Redactor

Antoni Estelrich Sempere

Graduado en Ingeniería Ambiental

Graduado en Ingeniería de Organización Industrial

Técnicos Consultores

c/Fray Juniper Serra 3, 07570, Artà, Mallorca

971 835 498

www.tecnicosconsultores

Contenido

Equipo Redactor	1
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	7
5.3.1 Paneles fotovoltaicos y estructuras de soporte	8
5.3.2 Inversores de corriente.....	10
5.3.3 Cableado.....	11
5.3.4 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	19
8.1 Zonas de incidencia muy alta	23
8.2 Zonas de incidencia alta	25
8.3 Zonas de incidencia media	27
8.4 Zonas de incidencia baja	29
9. Identificación de puntos críticos	iError! Marcador no definido.
10. Cuenca visual e intervisibilidad	iError! Marcador no definido.
11. Impacto visual	iError! Marcador no definido.
12. Medidas correctoras	31
13. Comparativa	33
14. Conclusiones.....	36
15. 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.

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 una parcela de 24.000 metros cuadrados de manera aproximada, situada en el Término Municipal de Sant Llorenç des Cardassar. Esta corresponde al polígono 3, parcela 915. La parcela se halla en las inmediaciones de la población de Sant Llorenç, concretamente al sur de esta a unos 300 metros de núcleo urbano. Se trata de un recinto catalogado como suelo rústico según el Plan Territorial de Mallorca en una zona de transición entre ámbito urbano y rústico. Tiene una superficie total de 24.383 metros cuadrados según datos catastrales, los cuales no se ocuparán en su totalidad, hay presencia de una edificación de carácter agrario de 81 metros cuadrados la cual se va a mantener, restaurar y aprovechar para diversos usos.



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

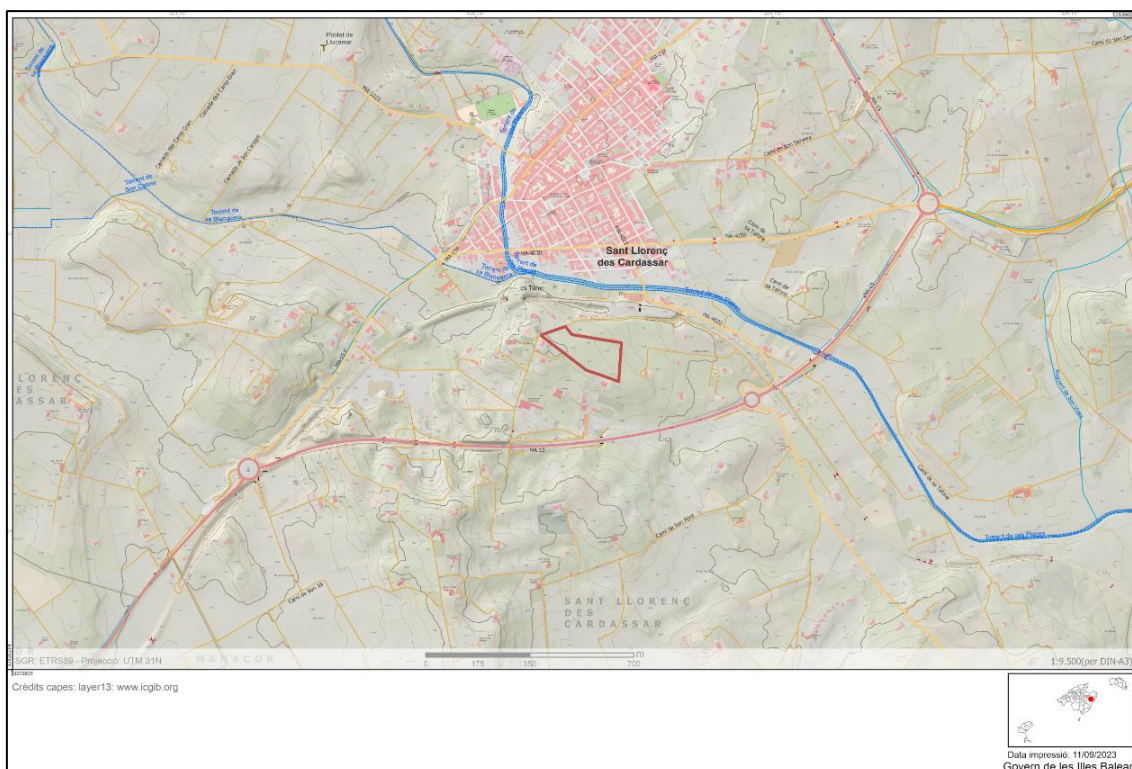


FIGURA 2 SITUACIÓN DEL ÁREA PROYECTADA EN CARTOGRAFÍA BTIB

Según el PDSEIB (modificado por el Decreto 33/2015 de 15 de mayo), la parcela se sitúa en una zona catalogada como alta y baja para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos. Para asegurar una implantación positiva, se aprovechará al máximo en medida de los posible las zonas de aptitud altas disponibles.



FIGURA 3 ZONAS DE APTITUD FOTOVOLTAICA DE LA PARCELA

5.2 Descripción general

El proyecto inicial contempla la instalación de 3.648 paneles fotovoltaicos de 540 W dispuestos en un total de 152 mesas orientadas hacia el sur con un grado de inclinación de 20°, ocupando una superficie poligonal total de 0,863 ha. Las filas de placas se espacian a 3,5 metros unas de otras, dejando un margen lateral de 0,3 metros. A todo ello, se le añaden 7 inversores SUNGROW 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 de media tensión.

Esta configuración permite obtener una potencia pico de 1.969.920 W continua que se transformaría a través de los inversores en corriente alterna con una potencia nominal de 1.750.000 W.

Los paneles fotovoltaicos, se orientan 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 40° y los 20° generalmente, en el caso de este parque fotovoltaico, las placas van a tener un ángulo de incidencia de 20° ya que se encuentran a una latitud media.

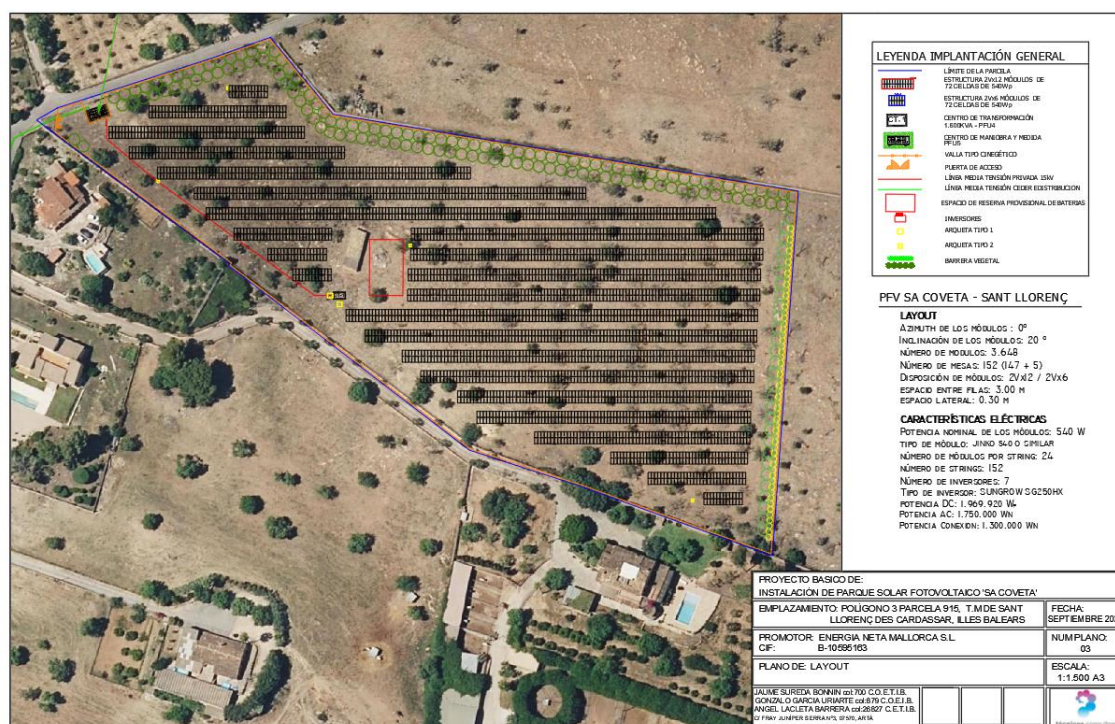


FIGURA 4 PLANO DEL PFV

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

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.

5.3.1 Paneles fotovoltaicos y estructuras de soporte

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 por lo 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.

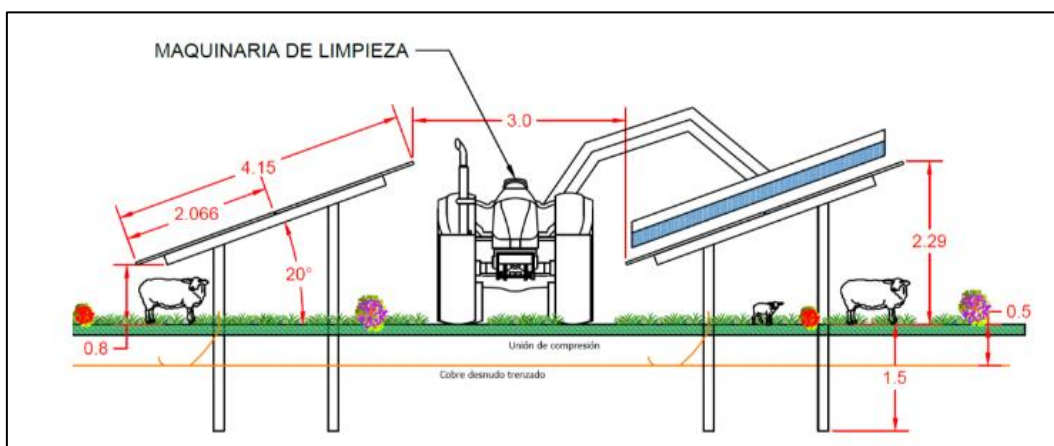


FIGURA 8 ESQUEMA APROXIMADO DE INSTALACIÓN

5.3.2 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

5.3.3 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.

5.3.4 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 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 tradicionales.
- El aspecto visual de los materiales y acabados de las fachadas será de la gama de la piedra, del marés o de los ocre tierra. Se prohíben los acabados con elementos constructivos vistos tales como el ladrillo, el bloque de hormigón o similares.
- La cubierta debe ser inclinada con teja árabe.
- 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.

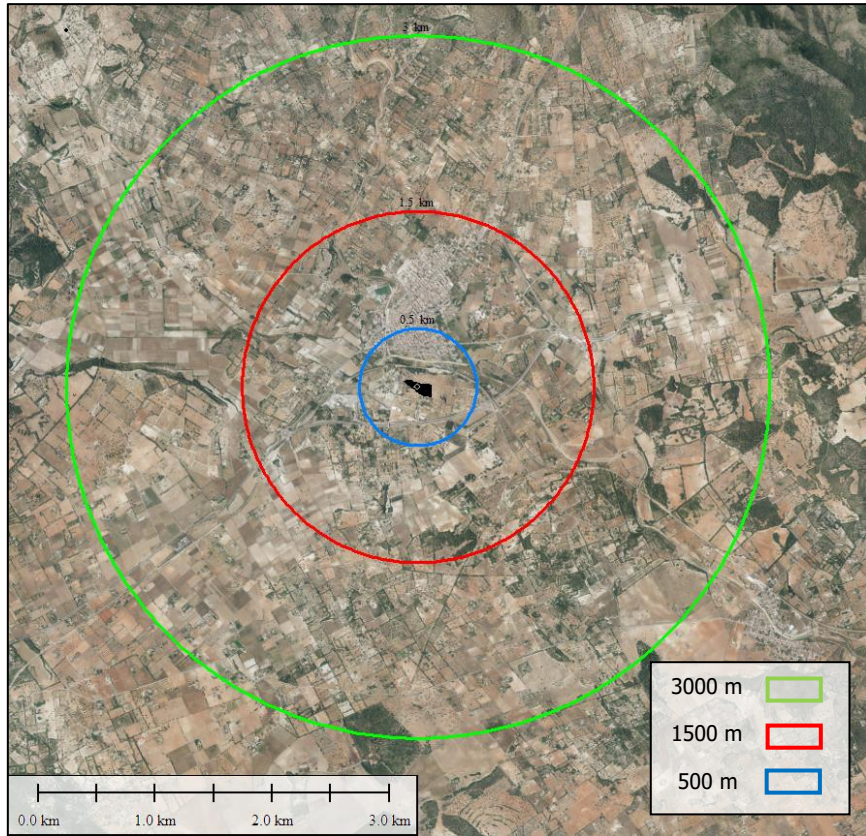


FIGURA 11 ÁMBITO DE ESTUDIO DEL PROYECTO

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) en su tercera modificación del 11 de mayo de 2023.

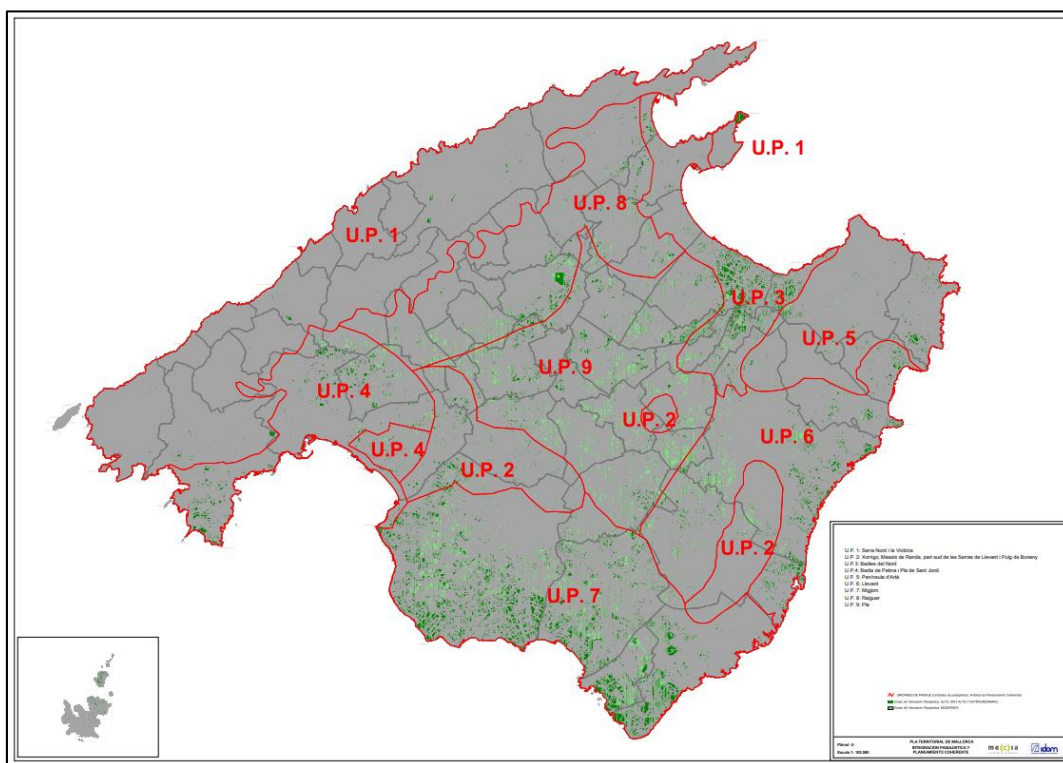


FIGURA 12 UNIDADES PAISAJÍSTICAS PTIM

El proyecto en cuestión se encuentra integrado en el límite de la unidad paisajística U.P.6 Llevant, esta unidad paisajística se sitúa al este de la isla y colinda con las U.P. 3, 5, 9, 2, 7 y limita con el mar Mediterráneo. Una unidad paisajística se entiende como el área geográfica definida por un tipo de paisaje concreto, característico y definido.

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 catalogada la U.P. 6 Llevant como una de las que requiere menor protección a nivel de paisaje debido a sus características.

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

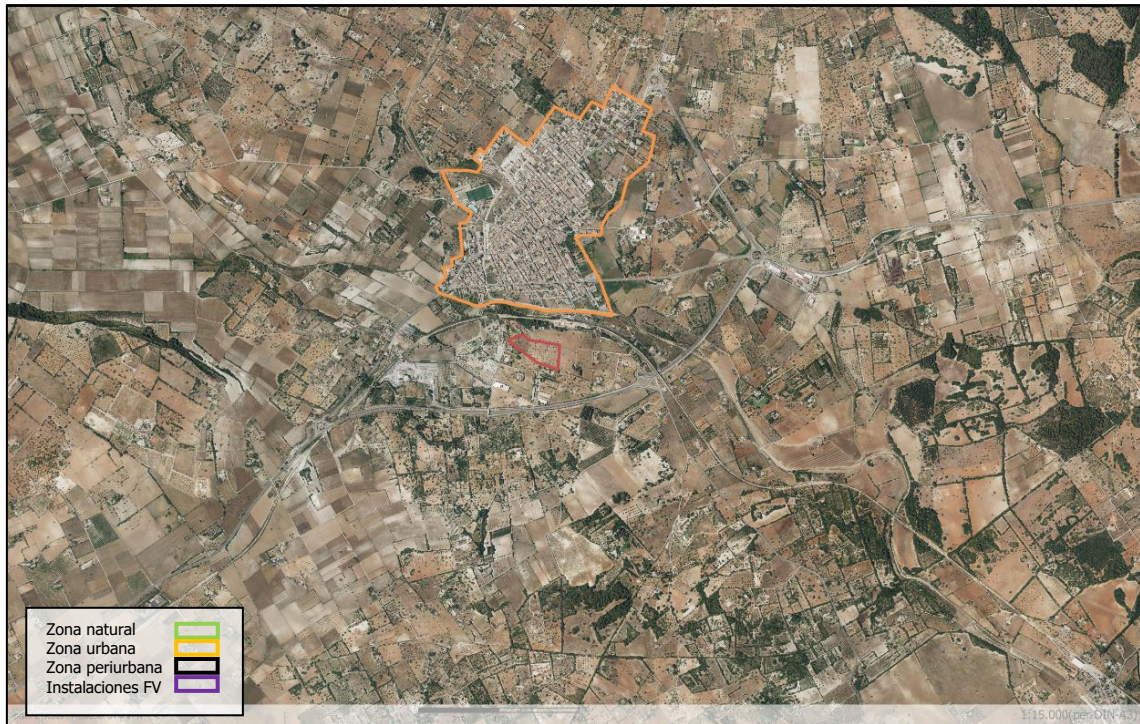


FIGURA 13 ZONAS CARACTERÍSTICAS DEL PAISAJE Y EL ENTORNO

La parcela donde se pretende instalar el sistema generador fotovoltaico se emplaza en un espacio paisajístico periurbano muy cercano a núcleo poblacional de tipo rural lo que indica que el entorno se encuentra parcialmente antropizado encontrándose un paisaje medianamente modificado con gran cantidad de elementos de cultivo típicos de áreas periurbanas rurales.

En el entorno colindante se encuentra condicionado por estar encajonado entre el vial asfaltado Ma-15 al sur y la vía verda al norte. En la zona predominan los espacios rurales desbrozados o en los que antiguamente se producían cultivos con viviendas aisladas en suelo rústico y varias infraestructuras de carácter industrial con escasez de espacios totalmente naturales.

Por tanto, el paisaje se considerará de una calidad media debido principalmente a la cercanía a núcleo urbano, la baja presencia de zonas naturales y el estado del entorno.

En el mapa anterior, se ha procedido a diferenciar las zonas periurbanas, las zonas periurbanas de mayor presencia y paisaje natural, la ubicación fotovoltaica y las zonas urbanas.

Los elementos principales del paisaje de la zona de estudio y más en concreto la zona de implantación de los elementos fotovoltaicos son las parcelas rurales desbrozadas de la vegetación originaria en las que antiguamente se establecían cultivos tanto herbáceos como de frutales que progresivamente han ido desapareciendo hasta encontrarse las parcelas en su estado actual.

Destaca el conjunto urbano de Sant Llorenç des Cardassar, situado al norte de la parcela como principal foco de carácter urbano del entorno, destaca por las edificaciones tradicionales de baja altura comprendidas por planta baja y planta primera.

El núcleo urbano no tiene polígono industrial, pero se encuentran diversas infraestructuras e instalaciones de carácter industrial, principalmente dedicadas a la construcción o a la manipulación de materiales conectadas con la red de caminos, carreteras o viales principales de la población.

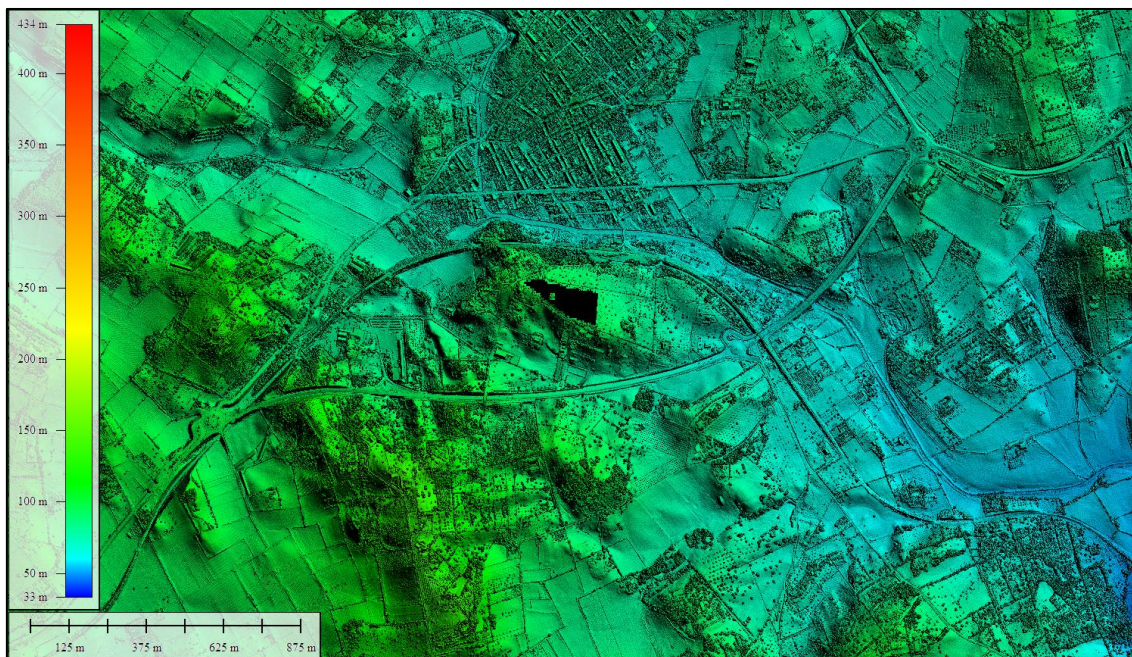


FIGURA 14 MAPA TOPOGRÁFICO

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

Se observa como el área de estudio se trata de una zona muy irregular con alturas variables comprendidas entre los 130 metros de altura máxima y los 50 metros de altura mínima sobre el nivel del mar.

El entorno irregular genera cuencas de carácter natural y vaguadas por donde discurren los distintos torrentes de la zona los cuales recogen agua de las áreas con mayor altura situadas al noroeste de la parcela y desembocan en el mar encontrándose este en el sureste, debido a esto las pendientes y orientaciones del entorno verterán hacia el sureste.

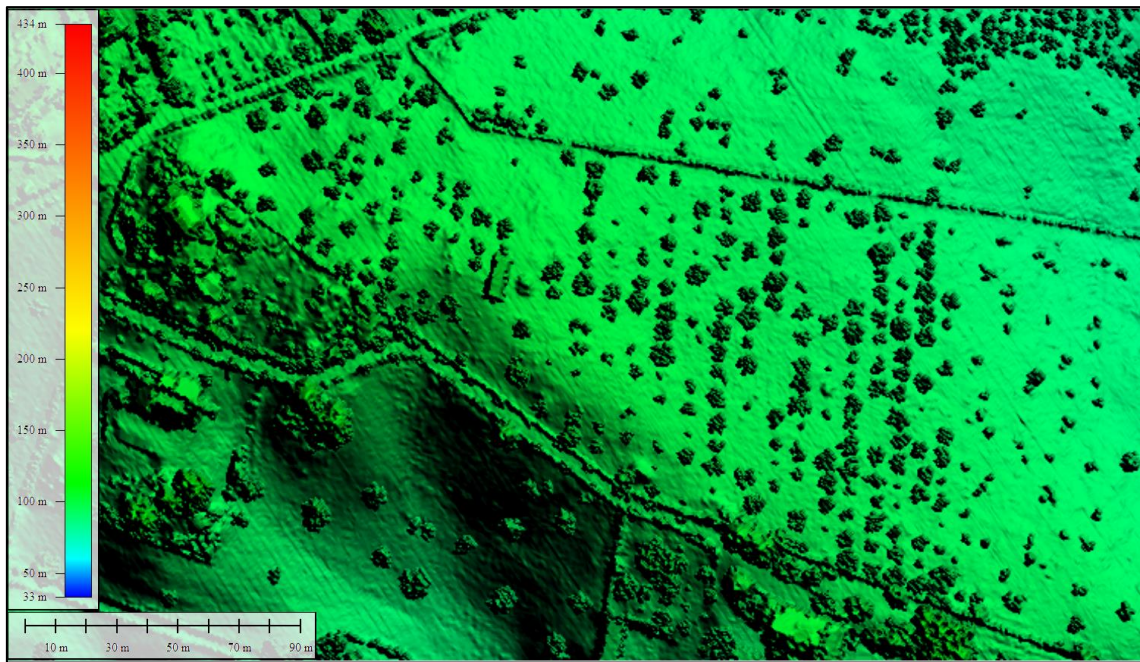


FIGURA 15 MAPA TOPOGRÁFICO DE LA PARCELA DE IMPLANTACIÓN

El perfil topográfico de la parcela de estudio deja ver diversos elementos que a simple vista son imperceptibles mediante la ortofotografía como es el caso de las pendientes de la parcela, las elevaciones e irregularidades del terreno o la altura de los elementos que se encuentran en el interior.

La orientación de la pendiente de la parcela es hacia noreste, teniendo las zonas mas elevadas situadas al oeste de la parcela, colindantes al camino y las mas baja al noreste con alturas mínimas de 92 metros. No se aprecian taludes o zonas con cotas muy diferenciadas de carácter abrupto.

7.3 Puntos de observación

Se han situado 21 puntos de observación de manera aleatoria colocados en las zonas donde van a hincarse las estructuras y van a ir situados 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 2,6 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 1,6 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

Para poder calcular con precisión el impacto visual de la instalación fotovoltaica, se ha procedido a modelar las estructuras y paneles en el modelo de terreno para realizar los cálculos mediante herramientas SIG con el mapa actualizado.

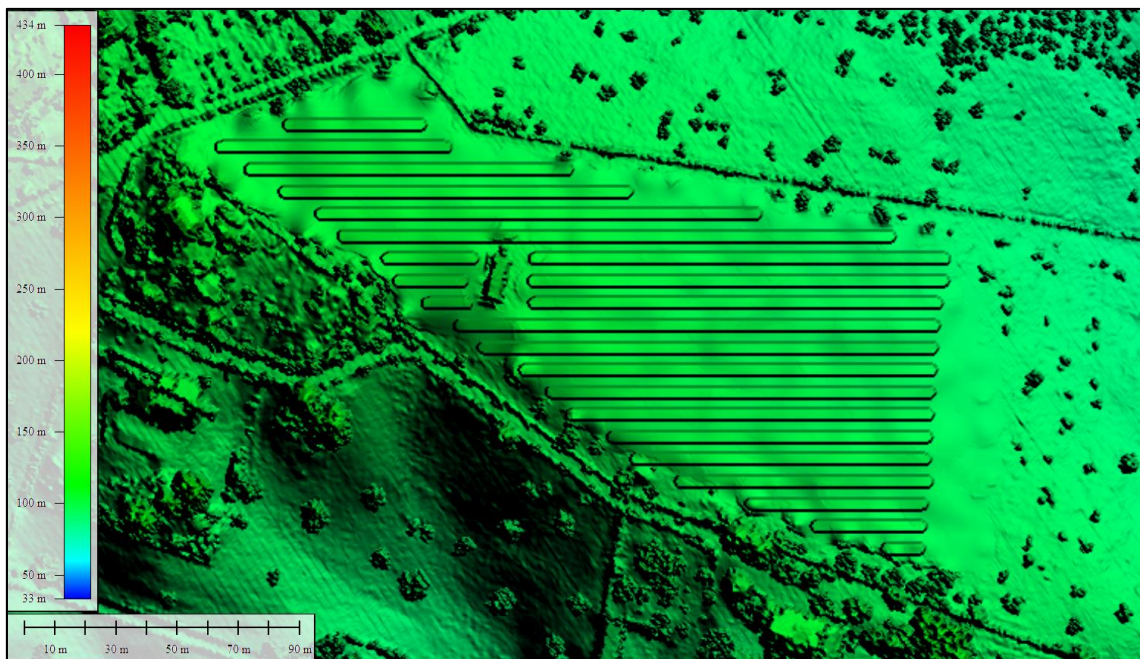


FIGURA 17 MAPA TOPOGRÁFICO MODIFICADO

8. Resultados y discusiones

Tras la realización de los cálculos necesarios con herramientas de SIG (Sistemas de Información Geográfica), GlobalMapper y QGis en el caso específico de este proyecto, se obtiene el mapa general de cuencas visuales sin apantallamiento desde los distintos puntos situados:

Se clasifica la incidencia visual mediante un gradiente tonal de rojo oscuro a rojo claro, 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 (2-6), media (7-11), alta (12-16) y muy alta (17-21). Una vez realizado el ajuste, se puede observar con mayor detenimiento las zonas con un impacto más crítico pudiendo de esta manera realizar una mejor interpolación de los resultados para hallar con mayor facilidad la incidencia visual sobre los puntos críticos que se procederán a analizar y a detectar.

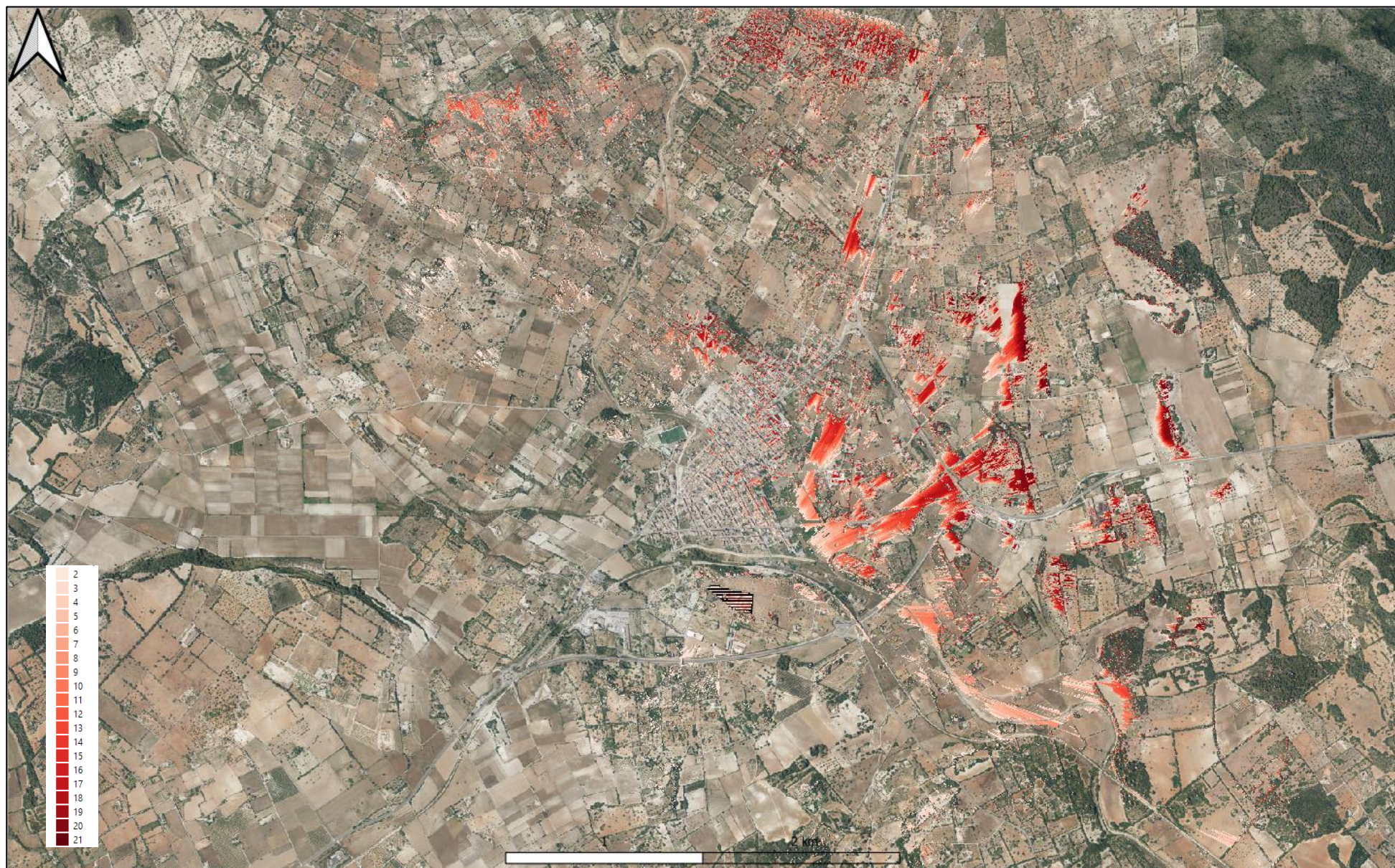


FIGURA 18 MAPA DE CUENCAS VISUALES

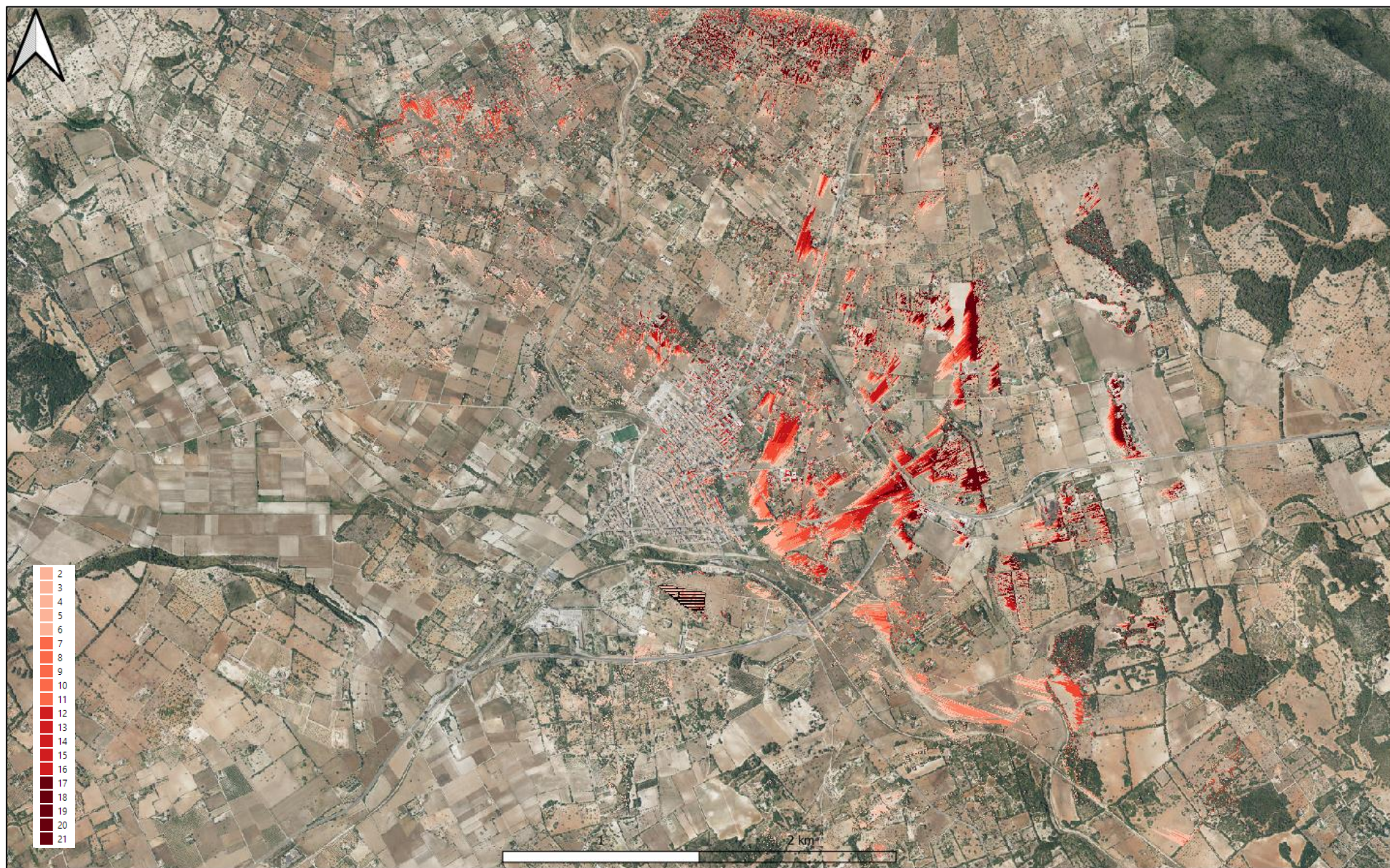


FIGURA 19 AJUSTE DEL MAPA DE INCIDENCIA

Tras realizar el ajuste del mapa de cuencas visuales sin apantallamiento se pueden deducir diversas características:

- Debido a la topografía del terreno y la situación geográfica de la parcela de estudio, la instalación fotovoltaica será principalmente visible desde la vertiente noreste del ámbito de estudio.
- Las zonas con mayor visibilidad no serán las colindantes a la parcela si no zonas más lejanas con un impacto visual menor debido a la perdida de calidad visual por distancia.
- Los puntos en los cuales se recibirá una mayor incidencia visual de la instalación fotovoltaica son aquellos situados en las terrazas o cubiertas de edificaciones.
- El impacto visual mayoritario se recibe sobre zonas rurales o de carácter periurbano.
- Para reducir el impacto visual, especialmente sobre las zonas cercanas y lejanas se deberá instalar un apantallamiento vegetal perimetral a la parcela, se deberá priorizar el trasplante de las especies en buen estado presentes debido a su ya buen porte.

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	62430936,75	97,445	Valores no representativos (97,906%)
1	295980,5	0,462	
2	178658	0,279	
3	129911,25	0,203	Incidencia baja (0,908%)
4	106360,25	0,166	
5	87280	0,136	
6	79685,50	0,124	
7	72005,00	0,112	
8	67573,75	0,105	Incidencia media (0,496%)
9	64707,25	0,101	
10	59294,50	0,093	
11	53851,50	0,084	
12	54191,25	0,085	
13	45318,5	0,071	Incidencia alta (0,349%)
14	44161,75	0,069	
15	38808,75	0,061	
16	41479,25	0,065	
17	39834	0,062	
18	49535,75	0,077	Incidencia muy alta (0,339%)
19	66375,5	0,104	
20	54943,75	0,086	
21	7123,75	0,011	
Total	64068016,5	100	

Los valores no representativos suponen el 97,906% del total, siendo este un porcentaje alto.

En cuanto a los valores representativos o visuales, suponen un 2,093%, siendo este un valor bajo dividiéndose en un 0,908% las zonas de incidencia baja, un 0,496%, las zonas de incidencia media, un 0,349% las zonas de incidencia alta y un 0,339% las zonas de incidencia muy alta.

8.1 Zonas de incidencia muy alta

Comprende las zonas en las que se puede observar la totalidad o casi la totalidad del futuro parque fotovoltaico, de 17 a 21 puntos de observación. Las zonas marcadas en rojo oscuro en el mapa van a considerarse críticas dado que desde ellas la visibilidad del parque es muy alta generando así un impacto muy significativo sobre el observador.

En el caso de la instalación fotovoltaica Sa Coveta, las zonas de incidencia muy alta se encuentran principalmente en espacios alejados de la instalación fotovoltaica comprendidos entre los 1200 y 3000 metros, siendo este un factor crucial dado que, aunque los espacios se consideren de incidencia muy alta, la lejanía al foco del impacto visual disminuye de manera considerable la criticidad del mismo.

Principalmente se tratan de espacios rurales de cultivo, o bien sin uso aparente, edificaciones diseminadas de tipo rústico y diversas edificaciones situadas en el interior del núcleo urbano de Sant Llorenç des Cardassar desde sus cubiertas o plantas superiores situadas en la parte más al norte del pueblo.

Es considerable el escaso impacto generado sobre las áreas colindantes que, generalmente suelen ser las más vulnerables a impactos de este carácter.

Las zonas de incidencia muy alta suponen el 16,24% del total calculado de zonas representativas y el 0,339% sobre el total siendo estas unas cifras que se pueden considerar significativas pero debido a la lejanía y a la escasez de observadores en las áreas afectadas puede suponer un impacto total medio o bajo.

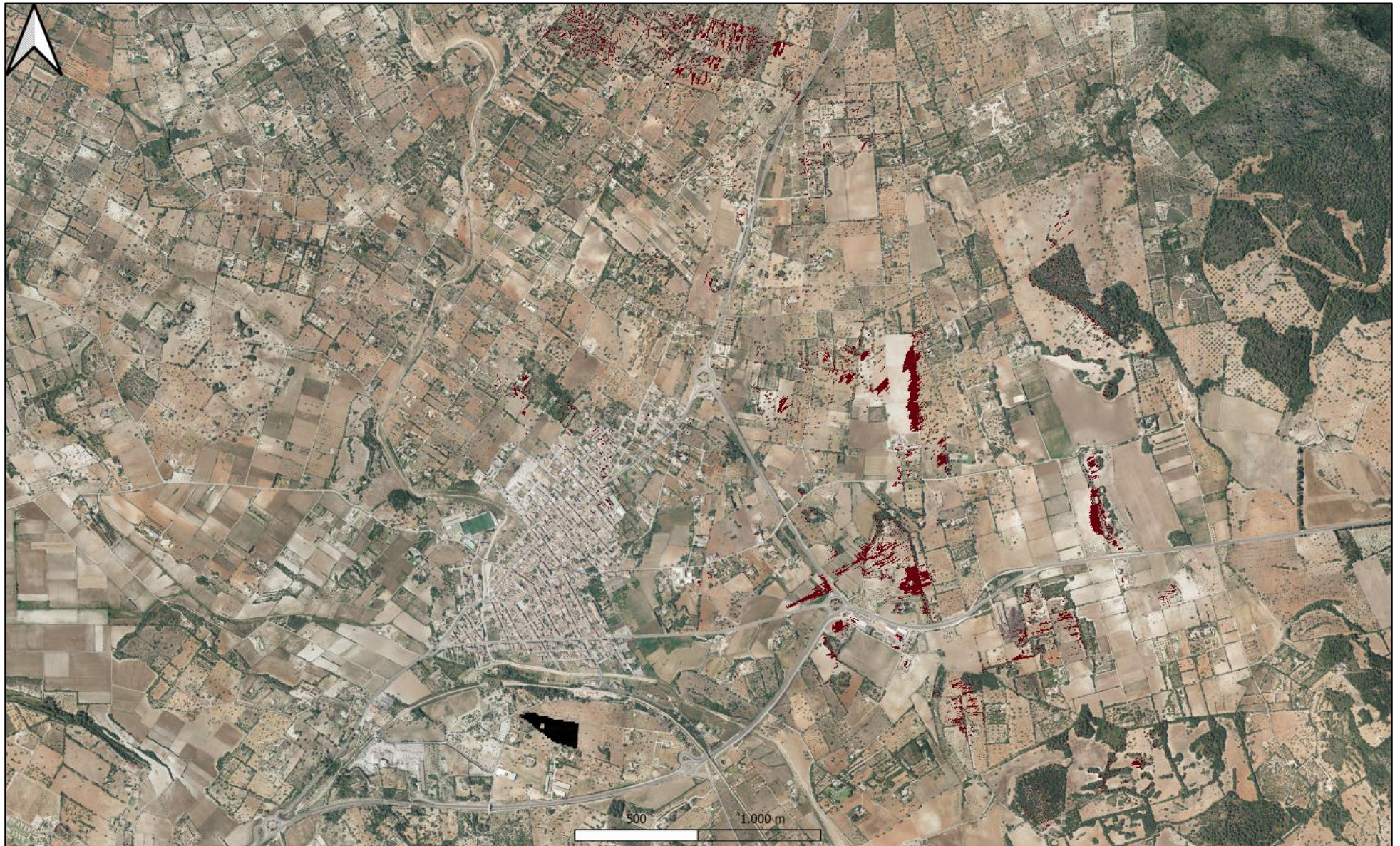


FIGURA 20 MAPA DE CUENCAS VISUALES DE INCIDENCIA MUY ALTA

8.2 Zonas de incidencia alta

Las zonas de incidencia alta comparten muchas de las zonas de incidencia con las zonas de incidencia alta, lo que indica el impacto acumulado sobre esa área puntual.

La zona de incidencia alta es más extensa que la anterior apareciendo zonas de visibilidad sobre las cercanías del área urbana de Sant Llorenç des Cardassar y sobre algunas edificaciones en sus plantas superiores, cubiertas o terrazas en azotea, especialmente presentes en la parte norte de la población.

No se detecta presencia de zonas de impacto alto en las cercanías o parcelas colindantes.

La zona de incidencia alta supone un 0,349% del total visual calculado y un 16,70% sobre el total de las zonas representativas visuales coincidiendo, como se ha indicado anteriormente, gran parte de ellas con las zonas de incidencia muy alta. Comprende las zonas de visibilidad entre 16 y 12 puntos.

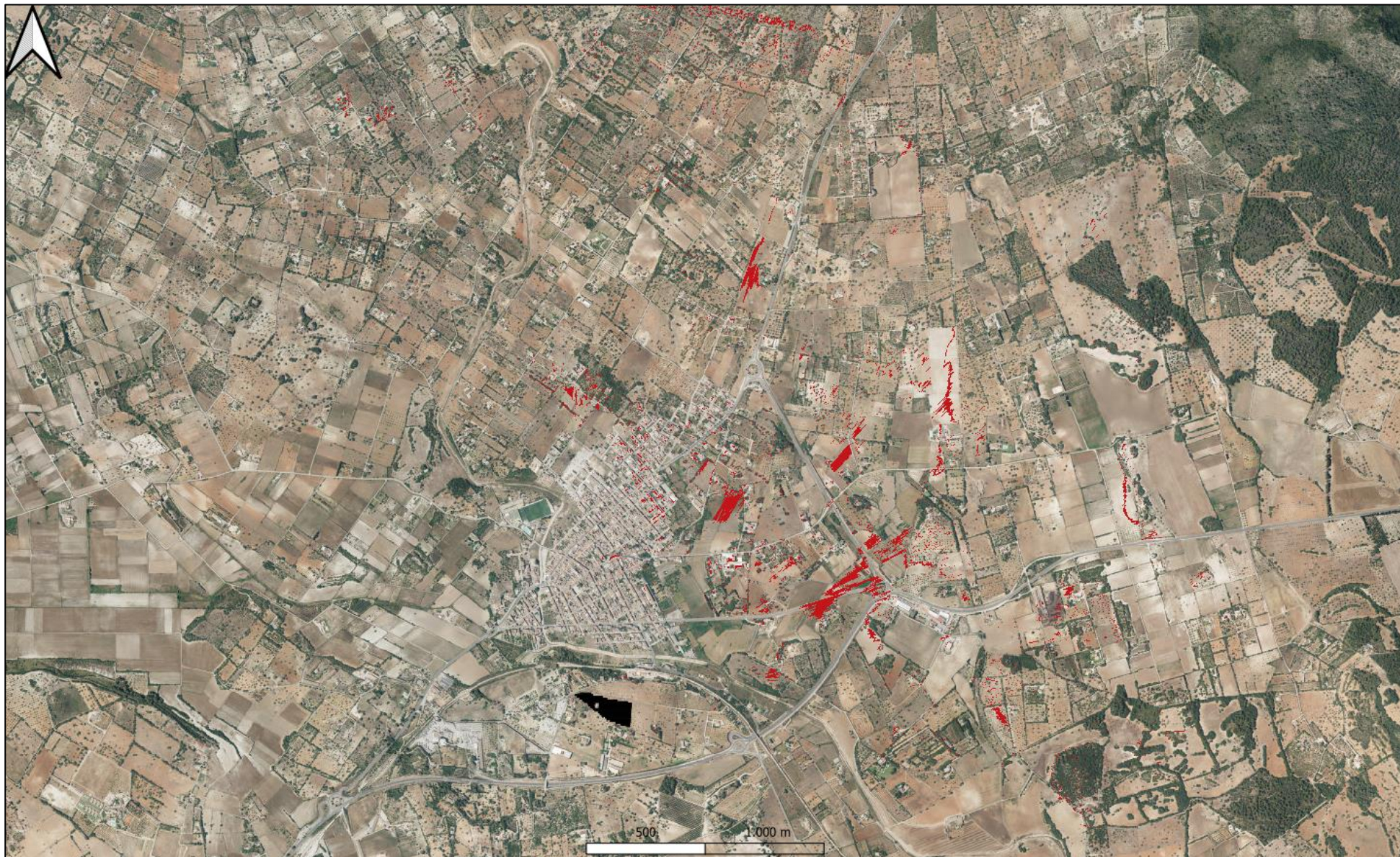


FIGURA 21 MAPA DE CUENCAS VISUALES DE INCIDENCIA ALTA

8.3 Zonas de incidencia media

Las zonas de incidencia media son más extensas que las anteriores, dado que se sigue una distribución decreciente de menor visibilidad en las zonas de incidencia baja a mayor visibilidad en las zonas de incidencia baja. Estas abarcan una superficie mayor englobando las zonas con una visual de entre 7 y 11 puntos de visión del parque fotovoltaico.

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.

De igual manera que en los casos anteriores, las zonas de impacto se concentran en las lejanías de la parcela de implementación a distancias superiores al kilómetro de distancia desde el punto generador del impacto. Este hecho genera que las medidas de apantallamiento que se proponen sean aún más eficaces debido a que la calidad visual del parque con la lejanía disminuye conforme la distancia y por ello el apantallamiento funciona de manera más eficaz.

Porcentualmente, cuanto menor es la incidencia, mayor suele ser el porcentaje de visión dado que se sigue una distribución no lineal descendiente. Así pues, las zonas de incidencia media suponen el 0,495% del total y un 23,67% de las áreas de incidencia.

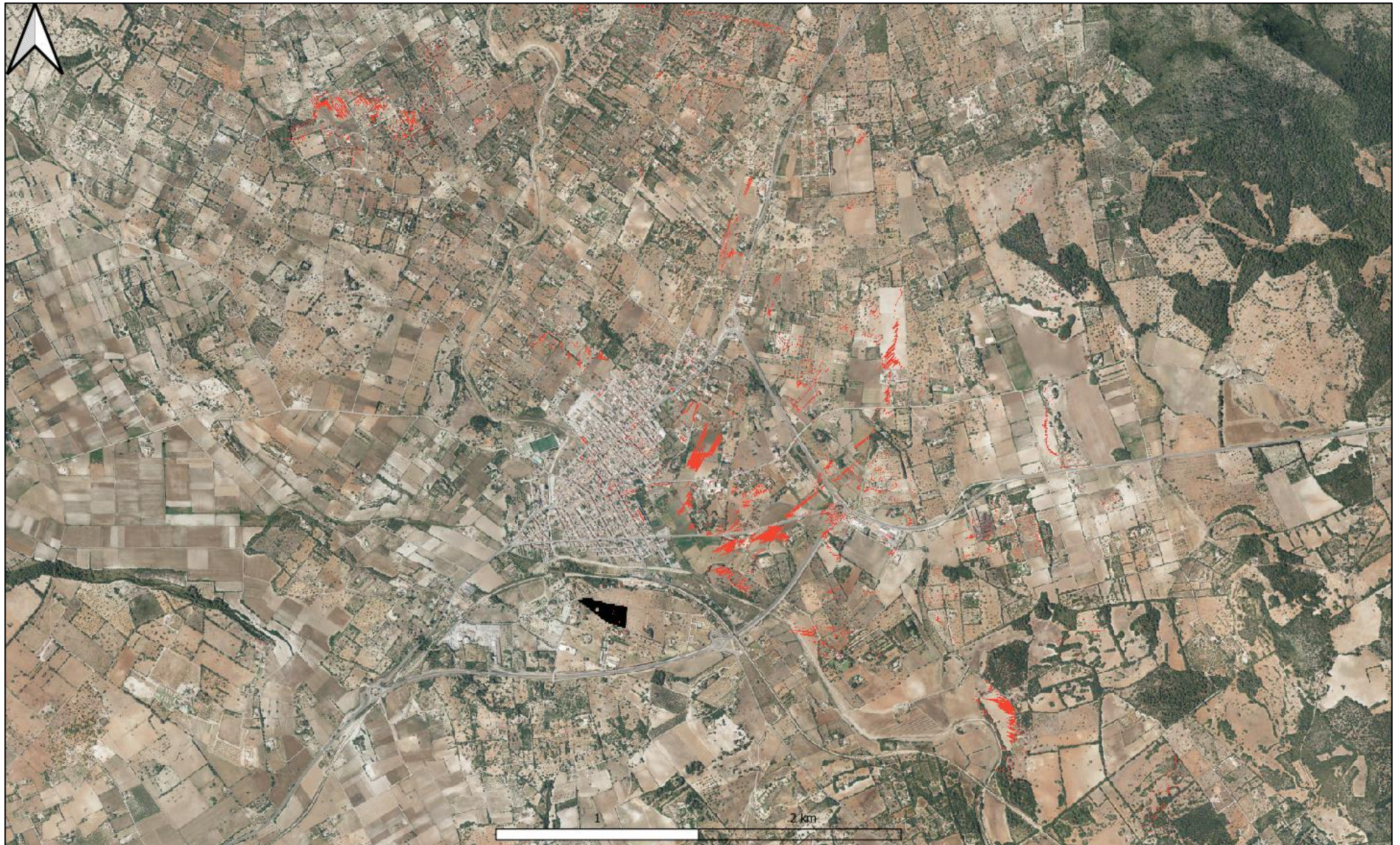


FIGURA 22 ZONAS DE INCIDENCIA MEDIA

8.4 Zonas de incidencia baja

La zona de incidencia baja se trata de la más extensa de todas las zonas representativas con un 0,908% del total y un 43,38% 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 6 puntos lo que supone de media ser capaces de ver como máximo un 25% del PFV lo que reduce el impacto visual a muy bajo y compatible aparentemente.

La zona de incidencia baja se encuentra distribuida de manera más homogénea por toda la vertiente norte de la parcela y esta incluye desde áreas colindantes hasta edificaciones situadas a 3000 metros desde los lindares del terreno de estudio.

La zona de incidencia baja es la que mayor número de edificaciones plurifamiliares afecta, pero debido a la lejanía de estas, que solo se podrán observar las instalaciones desde las cubiertas o plantas más elevadas y a la baja incidencia visual, el impacto causado será poco representativo y bajo.



FIGURA 23 ZONAS DE INCIDENCIA BAJA

9. 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 Sa Coveta, se propone un sistema de apantallamiento vegetal perimetral, consistente en una doble capa de vegetación, una arbustiva y una arbórea. Con esto se consigue reducir o eliminar la visibilidad de la instalación desde zonas cercanas y reducir la visibilidad desde zonas medias o lejanas.

La capa arbórea se encarga de reducir la visibilidad de cotas superiores dado que las copas de los árboles tienden a crecer en altura dejando la base del árbol libre de vegetación, 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 frutales de secano tales como olivos, algarrobos, acebuches... de manera perimetral a los lindes del terreno, 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 finca y por otro lado eliminará la vista al mallado y el propio cerramiento en sí que dotará de seguridad a la instalación fotovoltaica.

La instalación de las especies vegetales se realizará en la primera etapa de construcción para no interactuar 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 o bien se realizarán los riegos de manera periódica con cubas de agua. 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. Para más detalle, consultar el Proyecto Básico de la instalación fotovoltaica.

Se priorizará el trasplante de las especies en buen estado cualitativo en el interior de la parcela, permitiendo de esta manera conservar la vegetación presente en la parcela ya desarrollada y en un estado adulto. Estas se incorporarán a la barrera vegetal en las zonas más críticas.

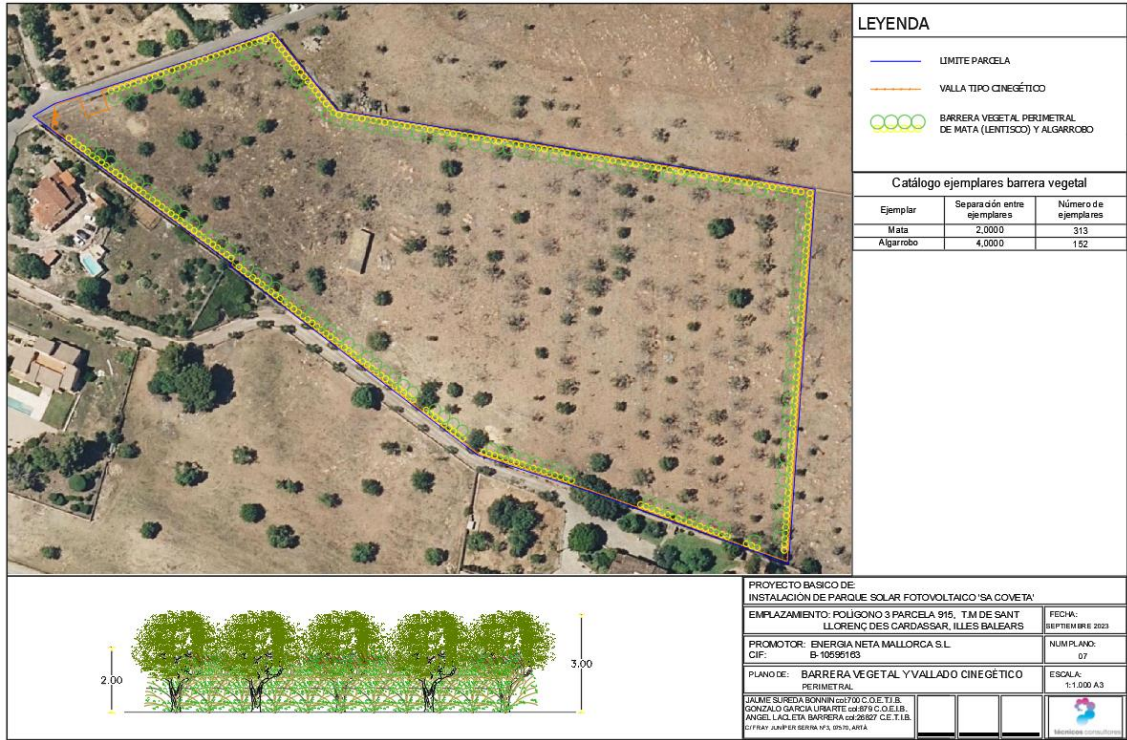


FIGURA 24 INSTALACIÓN A REALIZAR

El coste del sistema va a ser el siguiente:

TABLA 6 COSTE DE LA IMPLANTACIÓN DE LA BARRERA VEGETAL

Concepto	Unidades	Coste	Total
Frutales de secano	152	12 €/u	1.824€
Lentiscos	313	3€/u	939€
Mano de obra	465	10€/u	4.650€
Total			10.239€

10. 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 o en su defecto frutales de secano, 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 27 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 4 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.

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 7 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	62430936,75	97,445	190872220	0	62932466,5	98,228	251729866
1	295980,5	0,462	1183922	1	220537,5	0,344	882150
2	178658	0,279	714632	2	146851	0,229	587404
3	129911,25	0,203	519645	3	113630	0,177	454520
4	106360,25	0,166	425441	4	79912,75	0,125	319651
5	87280	0,136	349120	5	67207	0,105	268828
6	79685,50	0,124	318742	6	59993,5	0,094	239974
7	72005,00	0,112	288020	7	58691,5	0,092	234766
8	67573,75	0,105	270295	8	50842,25	0,079	203369
9	64707,25	0,101	258829	9	43086,25	0,067	172345
10	59294,50	0,093	237178	10	41540	0,065	166160
11	53851,50	0,084	215406	11	43987,5	0,069	175950
12	54191,25	0,085	216765	12	38105,75	0,059	152423
13	45318,5	0,071	181274	13	37816	0,059	151264
14	44161,75	0,069	176647	14	41258	0,064	165032
15	38808,75	0,061	155235	15	41422,75	0,065	165691
16	41479,25	0,065	165917	16	37228,25	0,058	148913
17	39834	0,062	159336	17	13292,5	0,021	53170
18	49535,75	0,077	198143	18	118	0,000	472
19	66375,5	0,104	265502	19	8,75	0,000	35
20	54943,75	0,086	219775	20	7,25	0,000	29
21	7123,75	0,011	28495	21	13,5	0,000	54
Total	64068016,5	100	197420539		64068016,5	100	256272066

Tras el análisis de los resultados obtenidos, se puede determinar que la visibilidad se reduce tras la instalación de los elementos de apantallamiento vegetal.

Así pues, las zonas de visibilidad nula o no representativa, es decir las áreas desde las que se pueden ver 0 o 1 punto del parque fotovoltaico aumentan, debido al efecto de pantalla vegetal que elimina la visual directa, pasando de un 97,45% a un 98,28% y por tanto zonas que anteriormente se situaban en zonas mas visibles se convierten en zonas de impacto no significativo.

En cuanto al impacto global de la instalación fotovoltaica, se considera compatible debido a que las zonas con mayor incidencia visual se encuentran a una distancia lo suficientemente lejana del foco del impacto que genera una reducción drástica de la calidad de la visión y por ende de la percepción de los elementos antrópicos instalados.

Tras las medidas de apantallamiento se reducirá la incidencia global quedando únicamente visible casi la totalidad del parque desde el 0,021% del total de los más de 64 millones de metros cuadrados analizados, esto supone una reducción muy considerable dado que se pasa del 0.339% del total al 0.021%, esto supone un acumulado visual del 16.24% al 1.46%, de esta manera quedan totalmente eliminados los focos visuales desde 18,19,20 y 21 puntos por lo que no van a existir puntos con máxima criticidad.

De igual manera se reducen las zonas de incidencia alta y media pasando de ser un 0.845% a un 0.677%, esto supone la reducción de incidencia desde 107413,25 metros cuadrados visibles

El principal factor de la baja incidencia de la visibilidad de la instalación fotovoltaica es la distancia y la orografía dado que las pendientes del terreno generan que desde las zonas cercanas la visibilidad sea baja mientras que las zonas de alta incidencia se concentran en zonas lejanas.

Por tanto, una vez finalizado el análisis de la efectividad del apantallamiento vegetal, se puede deducir que se reducen de manera considerable todas las zonas de impacto.

11. Conclusiones

Toda instalación fotovoltaica de carácter industrial o catalogada como tipo B, C o D tendrá un impacto visual presente sobre el entorno y el medio que rodea a la planta debido a la instalación de elementos de origen artificial que generan sobre el observador un estímulo.

Este estímulo con el paso del tiempo se va normalizando sobre los observadores potenciales habituales debido a que el ser humano acostumbra la visión a los elementos presentes en el entorno. Aun así, para los observadores no habituales el impacto seguirá siendo notorio, por tanto, el mayor impacto visual y de percepción se desarrollará durante los primeros meses a partir de la construcción de la instalación fotovoltaica de manera más significativa.

Es por ello que es fundamental elegir un emplazamiento adecuado, en zonas poco visibles, ya degradadas o bien apantalladas de manera natural para reducir en la mayor medida posible el efecto sobre el observador.

Ante estas condiciones, realizado el análisis mediante el sistema de cuencas visuales y visitas presenciales a la zona, se puede determinar que **el impacto visual generado por la instalación fotovoltaica Sa Coveta se considera compatible** siempre y cuando se realicen los sistemas de apantallamiento e integración correspondientes.

Las características principales del análisis asociado a la instalación por las cuales se considera compatible son las siguientes:

- La instalación fotovoltaica se pretende ubicar en un entorno de transición entre el núcleo rural de Sant Llorenç des Cardassar y el entorno urbano en una parcela no apta para cultivos de herbáceo debido a la gran cantidad de piedras y afloramientos rocosos en superficie que dificultan de sobremanera la realización de las tareas agrarias correspondientes.
- Actualmente la parcela se encuentra en desuso y sin mantenimiento aparente por lo que la presencia de la parcela es de desatención y mal estado aun así esta se envuelve en un entorno con una calidad paisajística media.
- En la parcela se encuentran numerosas especies arbóreas en un estado cualitativo bueno siendo estas de origen antrópico. Se aprovecharán estos pies arbóreos para trasplantarlos y ser usados como apantallamiento vegetal, mejorando la calidad del mismo con especies ya adultas. Las especies presentes en la parcela son en su gran mayoría algarrobos y almendros que se han cultivado en secano.
- Las zonas desde donde se podrá observar la instalación fotovoltaica van a suponer el 2.09% de la totalidad de los más de 64 millones de metros cuadrados analizados sin apantallar, lo que supone una cifra especialmente baja, una vez realizado el apantallamiento, la cifra se reducirá en un 68% hasta un 1.428%.
- Las zonas que recibirán un mayor impacto visual se sitúan a distancias lejanas de la instalación fotovoltaica comprendidas entre 1000 y 3000 metros desde el foco de impacto, reduciendo de manera considerable la calidad de la visión y en consecuencia el impacto asociado.
- Se han detectado 9 viviendas en las inmediaciones que son las que recibirán el impacto más elevado debido a la cercanía a las instalaciones fotovoltaicas.
- La criticidad del impacto visual es muy baja dado que las zonas con alta visibilidad de la instalación suponen únicamente el 0,021% del total no existiendo zonas donde la visibilidad de la instalación fotovoltaica sea total una vez realizado el apantallamiento correspondiente.
- Debido a la ubicación de la parcela en un entorno elevado, desde el núcleo urbano de Sant Llorenç des Cardassar, la instalación solo será visible desde cubiertas de edificaciones, no accesibles en su gran mayoría, edificaciones de diversas plantas o plantas superiores por lo que el tiempo de visión se reduce considerablemente.

12. Galería fotográfica, estado actual del terreno









