

INFORME

**ESTUDIO DE BIODIVERSIDAD DE AVES Y OTRAS
ESPECIES DE FAUNA EN CUATRO INSTALACIONES
SOLARES FOTOVOLTAICAS**

Primavera de 2022



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- METODOLOGÍA.....	6
2.1.- AVIFAUNA.....	6
2.2.- OTRAS ESPECIES. MAMÍFEROS.....	10
3.- ALCANCE DEL ESTUDIO.....	11
4.- DESARROLLO	13
5.- RESULTADOS.....	15
5.1.- Aves:	15
5.2.- Fototrampeo. Mamíferos. Especies detectadas	24
6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	25
7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
8.- ANEXO	31
- Informe Plantas Fotovoltaicas La Magascona/Trujillo III (Cáceres)	
- Informe Planta Fotovoltaica El Quintillo, Puertollano (Ciudad Real)	
- Informe Planta Fotovoltaica Mula (Murcia)	
- Informe Planta Fotovoltaica Flotas de los Álamos, Totana (Murcia)	



Consultoría ambiental



Equipo de EMAT s.l.

Santiago Martín Barajas
Miguel Ángel Hernández Soria
Diego Hernández Pérez
Alfredo Ortega Sirvent
Jesús Porras Mateos

Septiembre de 2022

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe recoge los resultados obtenidos en el año 2022 del estudio que la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) ha encargado a EMAT s.l. y que tiene por objeto valorar la biodiversidad presente en diferentes instalaciones solares fotovoltaicas utilizando como bioindicador principal la avifauna.

Un estudio similar se realizó en 2021 en tres instalaciones fotovoltaicas. Ahora se incorpora una cuarta, y tras la experiencia del año anterior se han perfilado las metodologías de toma de datos y de análisis de los mismos, pudiéndose además ajustar mejor el trabajo de campo a la época de reproducción de la avifauna.

Las plantas solares fotovoltaicas sobre suelo ocupan cada vez superficies más extensas, modificando las condiciones naturales y de uso del territorio. Estos cambios dan lugar a su vez a repercusiones sobre la biodiversidad y, en particular sobre los vertebrados.

Durante la fase de construcción de una planta fotovoltaica la intensidad de las labores constructivas y de la presencia de personal y maquinaria generan una alteración sustancial, aunque temporal, de las condiciones de habitabilidad de los emplazamientos.

Pero una vez superada esta fase se recuperan unas condiciones de tranquilidad y habitabilidad que facilitarán la instalación de una comunidad faunística adaptada a las nuevas condiciones.

Por razones obvias, las grandes plantas fotovoltaicas se sitúan en terrenos despejados que suelen corresponderse con terrenos de cultivo o de pastos, y más raramente son espacios con superficies de matorral o con arbolado disperso tipo dehesa. En ellos los usos agrícolas, ganaderos y cinegéticos suelen ser los dominantes.

Una vez se procede a la construcción de la planta, las áreas que ocupan las instalaciones se transforman en su mayor parte en herbazales sombreados parcialmente por los paneles y cuyo crecimiento se gestiona cada vez más con ganado ovino y/o con medios mecánicos. Dentro del perímetro de la planta se respetan espacios que tengan algún tipo de valor medioambiental (manchas de monte, charcas, hábitats de singular interés, etc.) y dependiendo del diseño de la planta queda un espacio sin ocupar por las instalaciones.

En cuanto a los usos, la actividad queda supeditada a la primordial, esto es la explotación y mantenimiento de las instalaciones, quedando restringidas la agricultura,

la caza y la ganadería que no sea la de ovino para el control de la vegetación. Además, las instalaciones se vallan por motivos de seguridad, usualmente con mallas de tipo cinegético.

Por último, y en función de las condiciones establecidas por las autoridades ambientales en la autorización de la planta o por la propia iniciativa de la empresa titular, se suelen poner en práctica medidas que contribuyen a la conservación o recuperación de la fauna, tales como instalación de nidos y refugios, recuperación de hábitats, eliminación de puntos negros, entre otras muchas.

Todos estos cambios descritos a grandes rasgos suponen una modificación de los hábitats al que la comunidad faunística responde adaptándose a las nuevas condiciones. Llegados a este punto resulta de especial interés cómo se traducen esos cambios en la biodiversidad, y si las plantas fotovoltaicas son o no lugares adecuados para favorecerla.

Para ello se ha llevado a cabo un estudio que pretende, por un lado, valorar la comunidad faunística presente en las plantas fotovoltaicas, determinando su composición y riqueza. Y, por otro, ponerla en relación con la comunidad que había en el lugar antes de la instalación de la planta y de este modo evaluar también los cambios producidos y el sentido de los mismos.

En este segundo estudio, a través de la UNEF se han ofrecido a colaborar las empresas titulares de 4 instalaciones fotovoltaicas con distinta antigüedad y ubicación, donde se han desarrollado los trabajos de campo y toma de datos en los meses de abril a primeros de junio de 2022. Esto determina el alcance de los resultados y conclusiones que se exponen a continuación y que, por lo tanto deben considerarse como una segunda aportación a la cuestión planteada.

2.- METODOLOGÍA

2.1.- AVIFAUNA

La avifauna es un grupo bioindicador especialmente cualificado para evaluar la biodiversidad de una zona. Ello es debido a dos factores. Por un lado, es un grupo muy diverso y representativo porque coloniza todo tipo de hábitats y porque se presenta a todos los niveles de la cadena trófica. Por otro lado, las aves son abundantes y relativamente fáciles de detectar e identificar a través de la mera observación, sin precisar métodos que resulten invasivos para las especies o los hábitats. Son, por tanto, un grupo idóneo para testar la salud y la diversidad de ecosistemas y hábitats.

Para las aves se ha enfocado el estudio con el objeto de caracterizar la comunidad presente en las instalaciones fotovoltaicas y de compararla con la que pudiera estar presente en ese emplazamiento previamente a su implantación. Para este segundo fin se ha seleccionado en un entorno cercano a la instalación solar un espacio de similares características y dimensiones, llamado “zona testigo”, donde se ha realizado la misma caracterización de la avifauna que en la planta fotovoltaica.

Para caracterizar las comunidades de aves que son propias de los espacios abiertos donde se implantan las instalaciones fotovoltaicas las metodologías más apropiadas son aquellas que permiten determinar las especies presentes y su número, esto es la riqueza, y las que permiten cuantificar las poblaciones o, al menos, su densidad relativa a través de índices kilométricos de abundancia (Tellería, 1984).

Estos métodos permiten además comparaciones en el tiempo y entre distintos espacios.

Considerando las diferencias de comportamiento o detectabilidad de las distintas especies de aves que era esperable encontrar, para este estudio se han utilizado las siguientes metodologías:

- Transectos, que consiste en establecer un recorrido representativo del territorio a prospectar para ser realizado lentamente a pie y durante el cual se registran todos los datos de los especímenes que se puedan identificar, bien visualmente o bien por sus cantos o reclamos. En el transecto se tiene en cuenta la distancia al observador para establecer una franja dentro de la que se puede determinar un índice kilométrico de abundancia (IKA) para cada especie o conjunto de especies.

En este estudio los transectos se han diseñado de 1 kilómetro de recorrido para ser completados en un tiempo aproximado de una hora. Uno de los transectos se ha establecido en el interior de la planta fotovoltaica y otro en la zona testigo.

Los transectos se han repetido 3 veces en un día, llevándolos a cabo a primera hora de la mañana (al poco de amanecer), a media mañana, y a última hora de la tarde (antes de que la falta de luz impidiera una adecuada identificación de las especies observadas).

Se han realizado uno en la planta y otro en la zona testigo, en condiciones de meteorología y visibilidad análogas y en días consecutivos o cercanos si los realiza un solo observador o simultáneamente en el mismo día con dos observadores.

Para establecer los IKA se han considerado sólo las observaciones habidas en una banda de 50 metros respecto de la línea de recorrido, 25 a cada lado de la ruta.

- Puntos de observación y escucha de aves (POEA), que consiste en seleccionar puntos concretos del terreno donde la persona que realiza el estudio permanece durante un tiempo determinado para tomar nota de todas las observaciones que realice, sean visuales o auditivas.

En este estudio los POEA se han ubicado en lugares representativos y dominantes en donde se permanecía al menos 30 minutos. Se han localizado 2 POEA dentro de la planta y otros 2 en la zona testigo. Desarrollándose en sendas tandas de 2 POEA por zona. Se realizaron tras el transecto matinal y tras el vespertino, en este caso, ya en horario nocturno.

Complementariamente a las tomas de datos en los transectos y POEA, en los intervalos de tiempo entre ellas se han realizado recorridos a pie y en coche para completar el listado de especies que se pudieran observar.

De cada una de las observaciones se fue tomando nota de los siguientes datos:

- Fecha y hora
- Especie observada.
- Número de ejemplares observados.
- Ubicación de la observación / detección sobre plano.
- Distancia del observador a los ejemplares observados.

- Edad y sexo de los ejemplares observados.
- Comportamiento de los ejemplares observados: alimenticio, territorial, reproductor, etc.
- Tipo de hábitat en el que se produjo la observación.

PARÁMETROS E ÍNDICES

Al objeto de objetivar y comparar los resultados del estudio se han considerado los siguientes parámetros e índices al uso en este tipo de estudios.

- Índices kilométricos de abundancia (IKA), riqueza de especies y densidad

Mediante los índices kilométricos de abundancia (IKA) es posible obtener una medida del número y abundancia relativa de especies detectadas a lo largo de un recorrido predeterminado. Para ello se aplica la siguiente expresión:

$$IKA = \frac{N}{km}$$

Donde N es el número de individuos detectados en un recorrido concreto de una determinada especie o especies.

El cálculo del IKA se ha realizado exclusivamente para los individuos detectados dentro de la banda principal del transecto (25 metros a cada lado de la línea de progresión).

A partir de los datos colectados en los transectos, se ha calculado un índice de riqueza que permite ver de una manera muy sencilla y rápida hasta qué punto es más o menos extensa la comunidad de aves estudiada (número de especies detectadas por kilómetro de recorrido). Este cálculo también se ha realizado para las estaciones de observación.

Utilizando también los datos obtenidos dentro de la banda principal del transecto, se ha procedido a obtener un cálculo de densidad por hectárea de las especies presentes, teniendo en cuenta que al definirse transectos de 1 kilómetro con una banda principal de censo de 50 metros (25 a cada lado de la línea de progresión), en realidad se obtiene una imagen de las especies presentes dentro de un territorio que corresponde aproximadamente a 5 hectáreas. Con esta premisa, los IKA obtenidos para las diferentes especies se han dividido por 5, extrayéndose así la densidad relativa de aves por hectárea existente en el dominio del transecto.

También se ha considerado la riqueza de especies, esto es, el número de especies totales avistadas.

- Índices de diversidad y similitud

Para completar y afinar en el conocimiento de la comunidad ornítica, la información obtenida en los transectos y estaciones de observación se ha procesado para realizar un cálculo de la diversidad y similitud de la comunidad de aves presente, tanto dentro de la planta FV como en el área testigo, gracias a lo cual se han obtenido valores numéricos comparables entre sí y comparables con los que resulten de los trabajos que puedan en futuras temporadas o en otras plantas fotovoltaicas.

A la hora de abordar este aspecto existen varios métodos cuantitativos que miden la diversidad específica, si bien nos hemos decantado por ser más apropiado al caso en estudio por el **índice de diversidad de Margalef**, que se corresponde con la siguiente expresión:

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:

I = Diversidad específica.

S = Número de especies detectadas (riqueza).

N = Número total de individuos de todas las especies detectadas.

Con este índice, si los valores obtenidos para I son menores que 2, se considera que la diversidad presente es baja; si el valor de I se sitúa entre 2 y 5 estamos ante una diversidad media y, finalmente, si el valor alcanzado por I es mayor que 5 se trata de una diversidad alta.

Para comprobar hasta qué punto son parecidas las comunidades de aves existentes en el interior de la planta fotovoltaica y en el área testigo, se ha aplicado un índice de similitud. Como en el caso anterior, existen multitud de expresiones matemáticas que miden el grado de similitud entre dos comunidades, pero, en este caso, se ha aplicado el **índice de similitud de Sorensen** ya que concede mayor importancia a las especies compartidas por las comunidades comparadas, lo que se ajusta mejor a la hipótesis de partida del trabajo (esto es, que las comunidades existentes en el área testigo y en el interior de la planta son, en origen, muy similares).

El índice de Sorensen se corresponde con la siguiente expresión:

$$S = \frac{(2c)}{a + b + 2c}$$

Donde:

c = Número de especies compartidas por las localidades comparadas (a y b).

a = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad a.

b = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad b.

Los valores que se obtienen con este método se sitúan entre 0 y 1, de manera que cuanto más próximo está el resultado a la unidad, mayor similitud existe entre las comunidades comparadas. No obstante, es más habitual expresar la similitud en porcentaje, por lo que el resultado obtenido hay que transformarlo de forma muy sencilla. Así, por ejemplo, si obtenemos un valor de 0,768 para el índice de Sorensen significa que ambas comunidades son similares en un 77%.

2.2.- OTRAS ESPECIES. MAMÍFEROS

Para completar el estudio se han tomado datos de otras especies no aves observadas o rastreadas durante la realización de los transectos, los POEA y los recorridos complementarios. Se ha prestado especial atención a mamíferos y para ellos además se han instalado 2 cámaras de fototrampeo en el interior de las plantas fotovoltaicas.

Los mamíferos, muy activos durante las horas nocturnas, son difíciles de observar por el día y sin este método, debido a la ausencia de luz, también por la noche. De manera que la instalación de cámaras de fototrampeo, activadas por movimiento y dotadas de sensores infrarrojos, resulta óptima para la determinación de las diferentes especies de mamíferos presentes en un entorno determinado.

En cada planta fotovoltaica se instalaron dos cámaras de fototrampeo, debidamente cebadas con atrayentes (comida para gatos en forma de paté y sardinas en aceite), y durante un periodo de 3 o 4 semanas tras la primera visita de campo.

Los temporizadores de disparo de las cámaras se mantuvieron en continuo durante las 24 horas del día. Los ciclos de disparo se dispusieron de tal modo que, con intervalos de 30 segundos, las cámaras fueran capaces de hacer tres fotografías y un video.

Las cámaras se instalaron en dos puntos suficientemente distanciados para lograr una adecuada caracterización de la comunidad de mamíferos presentes en el conjunto de toda la planta fotovoltaica y en lugares que, previamente prospectados, fueron considerados óptimos para garantizar el éxito de los registros fotográficos y las filmaciones.

Una vez recogidas las cámaras, se procedió al visionado de las fotografías y filmaciones de video. Se realizó una clasificación de los fotogramas y vídeos exitosos y se nombraron las capturas conforme al siguiente formato de nomenclatura:

XXXXXXXX_FVXXXXXX_Especie_nº foto/video de la jornada_cámara X

Con estos registros se ha configurado un archivo clasificado por especies.

3.- ALCANCE DEL ESTUDIO

El estudio se ha realizado bajo las mismas premisas y metodología en las siguientes instalaciones, de las cuales dos de ellas, al ser colindantes, La Magascona y Trujillo III, de similares características en cuanto emplazamiento y titular, se han considerado como un único punto de muestreo.

Dos de las instalaciones en las que se ha trabajado (Mula y Totana en Murcia) son de reciente puesta en marcha, mientras que las restantes llevan más de 10 años operativas.

Nombre de la planta	Titular	Año en servicio	Localización	Superficie(ha)/MW	Tipo de instalación
Magascona / Trujillo III	Vela Energy	2007 2010	Trujillo (Cáceres)	100 ha / 20 MW 34 ha / 10 MW	Seguidor 1 eje Fijo
El Quintillo	Renovalia Energy Group	2008	Puertollano (Ciudad Real)	97,25 ha / 47,6 MW	Fijo
Mula	Vela Energy	2019	Mula (Murcia)	1.088 ha / 450 MW	Fijo
Flotas de los Álamos	Enel Green Power	2020	Totana (Murcia)	153 ha / 100 MW	Seguidor 1 eje

Tabla nº 1. Plantas fotovoltaicas participantes en el estudio.

Las zonas testigo evaluadas han sido 4, todas ellas cercanas a las respectivas instalaciones y con unas características análogas a las que presentaba la zona de implantación de las plantas.

Nombre de la planta	Zona testigo	Características zona testigo	Usos actuales zona testigo
Magascona / Trujillo III	Dehesa La Cumbre	Llanuras con pastizales naturales con vaguadas, arroyos y frecuentes charcas de escasa entidad.	Ganadería de vacuno y ovino y caza menor
El Quintillo	Finca La Romera	Rañas con cultivos de cereal y dehesa rodeadas de monte mediterráneo. Algunas charcas de uso agroganadero y cinegético.	Agrícola y cinegético de menor y mayor
Mula	Paraje El Charquico	Cerros y barrancos con mosaico de cultivos de secano y regadío con zonas de monte bajo ralo. Balsas de riego.	Agrícola de secano y regadío y caza menor
Flotas de los Álamos	Lomo de las Cabrerías	Llanura parcelada de cultivos de secano y regadío con charcas.	Agrícola de secano y regadío, ganadería y caza menor

Tabla nº 2. Zonas testigo seleccionadas para el estudio.



Figura nº 1. Localización de las plantas fotovoltaicas estudiadas.

4.- DESARROLLO

Se resumen a continuación las fechas y condiciones de realización de la toma de datos en campo

Nombre de la planta	Fechas transectos y POEA	Meteorología
Magascona / Trujillo III	20 de abril	Soleado, bajas temperaturas, buena visibilidad, viento muy fuerte.
	20 y 21 de mayo	Soleado, altas temperaturas, buena visibilidad, viento suave
El Quintillo	29 de abril	Soleado, buena visibilidad, viento suave.
	2 y 3 de junio	Soleado, altas temperaturas, buena visibilidad, viento suave
Mula	24 y 25 de abril	Soleado, buena visibilidad, viento suave.
	22 y 23 de mayo	Soleado, altas temperaturas, buena visibilidad, viento moderado
Flotas de los Álamos	25 y 26 de abril	Soleado, buena visibilidad, viento suave.
	23 y 24 de mayo	Soleado, altas temperaturas, buena visibilidad, viento moderado

Tabla nº 3. Fechas de realización y meteorología durante el estudio.

Las cámaras de fototrampeo se instalaron en la primera de las vistas y se retiraron en la segunda.

Mejoras aplicadas en las plantas y limitantes para la presencia de fauna.

Aparte de las cuestiones anteriores, otro aspecto a considerar es la presencia o no de mejoras o de limitantes que pudieran afectar a las condiciones de los hábitats y a la presencia o ausencia de especies en las zonas estudiadas. En el cuadro siguiente se resumen las que se han considerado más significativas.

Nombre de la planta	Control de la vegetación herbácea	Mejoras para la bdv introducidas	Limitantes
Magascona / Trujillo III	Ganado ovino y siega mecánica	Cajas anidaderas sobre postes ocupadas con éxito por distintas especies de aves	Temperaturas extremas, de frío y fuerte viento en abril a altas temperaturas en mayo
El Quintillo	Ganado ovino y puntualmente siega mecánica	No	Temperaturas anormalmente altas en la segunda visita
Mula	Ganado ovino, siega mecánica y herbicidas según necesidades	Plantaciones recientes no desarrolladas todavía.	Temperaturas anormalmente altas en la segunda visita
Flotas de los Álamos	Ganado ovino y siega mecánica	Cajas anidaderas sobre postes ocupadas con éxito por distintas especies de aves. Creación de un corredor ecológico para esteparias. Plantaciones recientes no desarrolladas todavía. Bebederos para aves de reciente instalación.	Temperaturas anormalmente altas en la segunda visita

Tabla nº 4. Actuaciones de mejora y factores limitantes de la biodiversidad en las plantas fotovoltaicas participantes en el estudio.

En las fechas en las que se realizó el estudio el control de la vegetación con ganado ovino estaba en plena actividad, llevándose a cabo el mismo por recintos, pasándose el rebaño de uno a otro según se iba consumiendo el pasto.

5.- RESULTADOS

El desarrollo del estudio en cada una de las instalaciones y sus resultados ha sido objeto de informes individuales que se adjuntan como anexo final. A continuación se resumen y valoran aquí los resultados obtenidos.

5.1.- Aves:

Índice de riqueza (número de especies detectadas)

Se han calculado los índices de riqueza en base al número de especies de aves detectadas a lo largo del desarrollo de los trabajos (riqueza total), en base a las detectadas sólo en los transectos o bien sólo en los puntos de observación y escucha; recogiendo los resultados en la siguiente tabla.

Emplazamiento	Riqueza Fv TOTAL	Riqueza Z.Testigo TOTAL	Riqueza Fv Transecto	Riqueza Z.Testigo Transecto	Riqueza POA Fv	Riqueza POA ZT
Quintillo	42	39	33	33	29	28
Mula	34	34	27	30	29	22
Magascona/Trujillo III	36	40	35	33	20	26
Flotas de los Álamos	37	29	31	24	24	18

Tabla nº 5. Índices de riqueza en 2022 (número especies) de aves en plantas fotovoltaicas (FV) y zonas testigo (ZT).

La riqueza de especies obtenida resulta diferente, aunque dentro de unos rangos de magnitud similares, según emplazamientos y zonas testigo.

En las plantas fotovoltaicas se han detectado en la primavera de 2022 entre 42 y 34 especies de aves, que, dado el periodo en el que se ha realizado el estudio, estaban en la fase central de la época de reproducción.

La instalación con más especies detectadas ha resultado ser la de El Quintillo (Puertollano) seguida de las de Flotas de los Álamos y Magascona/Trujillo III. La que ha presentado menos riqueza ha sido la de Mula en la provincia de Murcia.

La presencia de hábitats más propicios para la avifauna dentro de la planta o en su entorno inmediato y la mayor antigüedad de las instalaciones parecen ser los factores

que han influido en la observación de una mayor diversidad en El Quintillo y Magascona/Trujillo III. Por su parte, en Flotas de los Álamos, la aplicación de medidas de mejora del hábitat ha influido decisivamente en una mayor presencia de especies y en una mayor diferencia con las encontradas en la zona testigo.

En cuanto a la comparativa con las zonas testigo, se han dado distintas situaciones. Una clara mayor riqueza total en Flotas de los Álamos y algo mayor en la planta de El Quintillo respecto de la zona testigo. Diferencias que son menores si sólo se consideran las especies detectadas en los transectos. Igualdad en la riqueza encontrada tanto dentro como fuera de la planta de Mula. Y una mayor riqueza encontrada en la zona testigo respecto de la encontrada en La Magascona/Trujillo III. Para explicar las diferencias se pueden apuntar algunas hipótesis.

En El Quintillo, una instalación ya consolidada rodeada de monte y con una charca en buen estado de conservación en su interior, hay una mayor diversidad de hábitats, lo que unido a la mayor tranquilidad en la planta y a la disponibilidad de alimento que ofrecen las zonas pastoreadas (en forma de semillas e insectos) han podido influir en una mayor presencia de aves que en el exterior, donde dominan los cultivos.

En Flotas de los Álamos se está haciendo un notorio esfuerzo en medidas de mejora medioambiental, entre ellas destacan la creación de un corredor ecológico para esteparias (condición impuesta en la DIA), la colocación de cajas nido y una incipiente actuación en reforestación y bebederos. Se ha convertido la planta en un lugar muy atractivo para las especies de la zona.

En La Magascona/Trujillo III la riqueza es significativa tanto dentro como fuera de la planta, pero si la riqueza ha sido algo mayor fuera es probablemente por disponer de balsas de agua que atraen acuáticas y por la presencia de algunas aves esteparias como la avutarda y el sisón que no se han encontrado dentro.

En Mula no se han encontrado diferencias en el número de especies pero sí en la composición de la comunidad ornítica asociadas a las diferencias de hábitat (más diverso y con puntos de agua en el exterior). Así se han visto más especies esteparias dentro de la planta, pero compensadas en el exterior por especies de zonas antropizadas, riparias y de cultivos leñosos.

Los resultados muestran que las plantas fotovoltaicas responden a las características de los hábitats y a las medidas de gestión y mejora ambiental que se haga en ellas. Pueden llegar a albergar una diversidad significativa de especies incluso mayor de la que estaba presente en la zona antes de la implantación y que, en todo caso, incluso cuando no hay un gran número de especies, albergan una comunidad de interés comparable a la que pueda haber en su exterior.

Factores como la ubicación de la planta, los hábitats disponibles dentro y en colindancia con ella, la antigüedad de la instalación, las mejoras ambientales, la época del año, la meteorología y el número de muestreos realizados han influido en los resultados.

Comparación con los resultados de 2021

En 2021 se realizó un estudio análogo al efectuado en este 2022, aunque la fecha de realización fue algo más tardía ya que se llevó a cabo entre junio y julio, y se revisaron 3 zonas no 4. Los resultados de riqueza (ver tablas 5 y 6) indican que este año 2022 se han localizado en general más especies, probablemente porque la época de censo resultó más propicia y también porque se tenía un mayor conocimiento de las zonas. Pero a rasgos generales y comparando los resultados entre plantas y zonas testigo el sentido de los resultados es muy similar al comparar instalaciones entre sí y con las respectivas zonas testigo.

Con la incorporación de la planta de Flotas de los Álamos al estudio se ha podido visualizar mejor el impacto positivo que pueden tener las medidas de mejora ambiental en la avifauna.

Emplazamiento	Riqueza Fv TOTAL	Riqueza Z.Testigo TOTAL	Riqueza Fv Transecto	Riqueza Z.Testigo Transecto	Riqueza POA Fv	Riqueza POA ZT
Quintillo	36	26	25	20	20	17
Mula	25	25	18	19	15	14
Magascona/ Trujillo III (cuatro T y cuatro POA)	35	39	18	30	15	19
Magascona / Trujillo III (dos T: T1 vsT3 y dos POA 1 y 4 vs 1 y2)	26	32	13	23	10	17

Tabla nº 6. Índices de riqueza en 2021 (número de especies detectadas) de aves en plantas fotovoltaicas y zonas testigo.

NOTA, en La Magascona/Trujillo III se presentan dos valores, uno considerando 4 transectos y 4 POA por zona, y otro con 2 transectos y 2 POA por zona, de esta segunda forma se han obtenido los valores en el resto de zonas.

Diversidad específica. Índice de Margalef

Para profundizar algo más en el análisis de la diversidad encontrada se ha calculado el índice de Margalef, que pondera la riqueza de especies con la abundancia de las mismas.

El resultado obtenido en las plantas y sus respectivas zonas testigo ha sido el siguiente para el conjunto de los muestreos (abril y mayo 2022):

EMPLAZAMIENTO	EN LA PLANTA FV	EN ZONA TESTIGO
QUINTILLO	5,51	4,92
MULA	5,11	4,45
MAGASCONA/TRUJILLO III	4,97	5,15
FLOTAS DE LOS ÁLAMOS	5,06	3,97

Tabla nº 7. Índices de diversidad específica de Margalef en plantas fotovoltaicas y zonas testigo (primavera de 2022).

Como se puede observar la diversidad específica se mantiene en unos rangos similares dentro y fuera de las plantas fotovoltaicas, aunque son algo superiores dentro de estas.

Salvo en el área testigo de Flotas de los Álamos, en el resto de casos ronda el valor 5, que marca el límite entre áreas de diversidad media y alta. En las plantas fotovoltaicas se supera este valor en Quintillo, Mula y Flotas de los Álamos, y se roza en Magascona/Trujillo III, lo que indica una buena presencia de avifauna en términos de diversidad específica.

Similitud. Índice de Sorensen

Se ha comparado también el grado de similitud de la comunidad de aves dentro y fuera de la planta obteniéndose un rango de resultados entre el 64 % y el 73 %. Es decir, dentro y fuera de las plantas se comparte una mayoría de especies, pero también hay diferencias en un rango entorno al tercio de especies encontradas.

Las plantas fotovoltaicas suelen coincidir con las áreas testigo en la presencia mayoritaria de especies de carácter estepario ligadas a los espacios de uso agro-ganadero, y difieren en las ligadas a determinados hábitats que pueden estar representados o no dentro y fuera de la planta o ser inmediatamente colindantes a las zonas estudiadas.

Así en la planta de El Quintillo, la presencia de una charca natural y de entrantes de monte de mediterráneo en buen estado de conservación induce una variabilidad

mayor de especies. En Mula y Magascona III es el exterior de la planta el que resulta algo más diverso, al presentar charcas y algunos elementos forestales y de leñosas. En Flotas de los Álamos las diferencias se deben sobre todo a las especies que atraen las mejoras ambientales introducidas.

EMPLAZAMIENTO	GRADO DE SIMILITUD
QUINTILLO	64 %
MULA	69 %
MAGASCONA/TRUJILLO III	66 %
FLOTAS DE LOS ÁLAMOS	73 %

Tabla nº 8. Índice de grado de similitud de Sorensen entre plantas fotovoltaicas y sus zonas testigo respectivas (primavera de 2022).

IKA y abundancia relativa

El índice kilométrico de abundancia refleja la densidad relativa de ejemplares de aves encontrada durante la realización de los transectos. Se han obtenido los IKA totales y el promedio considerando los distintos recorridos realizados dentro y fuera de la planta. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Emplazamiento	Mes	Promedio IKA Fv	Promedio IKA ZT
Quintillo	ABRIL	33,7	38,3
	MAYO	55	173,3
Mula	ABRIL	30	175,3
	MAYO	22,7	30,7
Magascona/Trujillo III	ABRIL	104	37
	MAYO	90	57
Flotas de los Álamos	ABRIL	60,3	62,3
	MAYO	89,5	34,5

Tabla nº 9. Índices kilométricos de abundancia (IKA promedio) obtenidos en el estudio de primavera de 2022.

Como se puede observar los IKA presentan gran variabilidad influida, sobre todo en los casos de índice más alto por determinadas especies que se presentaron de forma masiva en ciertos puntos y circunstancias. Así ha ocurrido por ejemplo con la presencia de vencejos alimentándose en Flotas de los Álamos o en el área testigo de Mula, o de gorriones agrupados en el área testigo de Quintillo. En Magascona/Trujillo III eran los estorninos negros los más abundantes.

El IKA ha resultado ser superior este año dentro de las instalaciones de La Magascona/Trujillo III y Flotas de los Álamos y menor en Mula y El Quintillo. Comparando dentro y fuera de la planta, ha habido más abundancia relativa de aves

en las plantas de Magascona/Trujillo III y Flotas de los Álamos respecto del exterior, y al revés en Mula y El Quintillo.

Comparando con los resultados de 2021 (ver Tabla nº 10) se observa que los IKA son muy variables de un año para otro y según las instalaciones y zonas testigo, por lo que su análisis no ofrece conclusiones claras, más allá de que no parece que sea la variabilidad de hábitats dentro y fuera de la planta el elemento más significativo para explicar sus variaciones. Hay otros factores que deben influir más en los IKA encontrados, por ejemplo, la situación concreta de los hábitats en el momento de censo o la presencia y fenología de las especies más gregarias.

Emplazamiento	Promedio IKA Fv	Promedio IKA ZT
Magascona/Trujillo III (cuatro T y cuatro POA)	60	119,83
Quintillo	86	127/80,33
Mula	99,96	56

Tabla nº 10. Índices kilométricos de abundancia (IKA promedio) obtenidos en el estudio de 2021.

Especies de singular interés observadas dentro y fuera de las instalaciones.

De las observaciones de aves obtenidas durante la realización del estudio se han destacado las que se han considerado de especial interés, bien sea por tratarse de especies con grados de protección o amenaza especiales, bien por pertenecer a grupos de especies indicadoras de hábitats de especial valor o bien por concitar interés social o científico.

Con los registros se ha elaborado el listado de especies (Tabla nº 11) que permite también comparar las especies singulares detectadas dentro y fuera de las plantas.

La tabla muestra que los espacios ocupados por las plantas fotovoltaicas acogen diversos taxones de interés asociados a los hábitats esteparios y agrarios de pastizal, varios de ellos con grados de protección y amenaza. Asimismo es lugar común de avistamiento de una gran variedad de aves rapaces.

Entre las aves esteparias protegidas que se han registrado en las plantas solares fotovoltaicas destacan por encontrarse recogidas en el Listado Español de Especies en Régimen de Protección Especial (LESRPE), el alcaraván y la carraca europea. De ambas hay evidencias de presencia y de nidificación dentro del recinto de plantas solares, en el caso de la carraca asociada a la instalación de cajas anidaderas. También se ha observado la ganga ortega en el corredor ecológico de Flotas de los Álamos.

Otras especies esteparias y de medios agrarios presentes en algunas de las plantas fotovoltaicas son el cernícalo primilla, el cernícalo común, la lechuza y el mochuelo común, la primera catalogada como vulnerable y las restantes incluidas en el LESRPE. Se han observado también chotacabras cuellirrojos (incluida en el LESRPE), y otras especies de interés, aunque no protegidas, como la tórtola europea, la codorniz o la perdiz roja.

De otro lado sobre y en las plantas se observan habitualmente aves rapaces, algunas de las cuales se avistan con frecuencia, incluso en ocasiones entran a la instalación a alimentarse o posarse. Así se ha observado por ejemplo con el águila calzada, el águila culebrera, el águila ratonera, el milano real, el milano negro, el buitre leonado, el buitre negro e incluso el halcón peregrino. Fuera de las plantas fotovoltaicas también suelen poder verse ese tipo de especies de interés, aunque a veces en menores densidades o en actitudes distintas, más precavidas.

En aquellas zonas testigo que disponen de espacios esteparios amplios y en buen estado, se han observado algunos taxones que no se han encontrado dentro de las plantas fotovoltaicas. Es el caso de las avutardas (LESRPE) y sisones (vulnerable) en las áreas de estudio de las plantas de Trujillo.

Emplazamiento	Fotovoltaica	Zona testigo
Quintillo	Alcaraván Chotacabras cuellirrojo Mochuelo Tórtola común Perdiz roja Cernícalo común Aguilucho lagunero Culebrera europea Águila calzada Buitre leonado Buitre negro	Alcaraván Chotacabras cuellirrojo Cernícalo primilla Elanio azul Ganga ortega Perdiz roja Codorniz Cernícalo común Buitre leonado
Magascona/ Trujillo III	Carraca Alcaraván Cernícalo Primilla Mochuelo común Águila perdicera Águila calzada Culebrera europea Milano real Milano negro Cigüeña negra Espátula Alimoche Buitre negro Buitre leonado	Avutarda Sisón Alcaraván Cernícalo primilla Carraca Mochuelo Ganga ortega Aguilucho lagunero Aguilucho cenizo Espátula Milano real Buitre negro Buitre leonado
Mula	Alcaraván Carraca Mochuelo Chotacabras cuellirrojo Perdiz roja Chova piquirroja Codorniz Águila ratonera Águila calzada Águila culebrera Cernícalo vulgar Terrera común	Alcaraván Tórtola común Mochuelo Chotacabras cuellirrojo Chova piquirroja Codorniz Cernícalo vulgar Terrera común
Flotas de los Álamos	Ganga ortega Alcaraván Carraca Lechuza común Mochuelo Tórtola común Perdiz roja Codorniz Cernícalo común Águila calzada Halcón peregrino Morito	Ganga ortega Alcaraván Chotacabras cuellirrojo Mochuelo Tórtola común Perdiz roja Codorniz Cernícalo común Alcotán

Tabla nº 11. Especies de singular interés observadas en las plantas fotovoltaicas y en las zonas testigo en 2021 y 2022.

Comportamientos observados (reproductor, alimentación, descanso)

Los comportamientos de las aves observados durante la realización del estudio son en su mayor parte de tipo alimenticio y reproductor. Las plantas solares son un espacio amplio y relativamente tranquilo donde es posible encontrar insectos y semillas, y también roedores, conejos, reptiles y otras aves susceptibles de convertirse en presa.

Una parte importante de estos comportamientos alimenticios se han observado en las lindes de los caminos y en terrenos donde aparecen plantas adventicias o donde puede haber restos de matorral, o incluso de arbolado disperso, así como en las lindes del vallado. Ello da una idea de la importancia que pueden llegar a tener los espacios libres y los ecotonos que puedan conservarse o desarrollarse dentro y en el perímetro de la planta, así como la del manejo que se realice de la vegetación dentro de la instalación.

También se han observado comportamientos reproductores en algunas especies, que han aprovechado herbazales, cajas anidaderas y las propias instalaciones para ubicar sus nidos. Es el caso del alcaraván, la carraca y de los gorriones comunes y morunos.

Una parte de los comportamientos alimenticios encontrados, dada la época del año en la que se realizó el estudio, deben considerarse asociados también al proceso reproductivo, ya que lo obtenido en la planta servía para cebar en los nidos o a los pollos ya volantones.

Otro porcentaje importante de observaciones lo fue de aves en paso, trasladándose en vuelo por encima de la planta. Este es el caso habitual de las grandes rapaces (buitres y águilas), así como de zancudas como las cigüeñas y moritos (avistados en Flota de los Álamos). Observándose el caso también de que algunas de ellas, por ejemplo el buitre leonado, o el águila culebrera, han empleado los postes de alguna línea eléctrica de evacuación como posaderos.

En otras épocas diferentes a la de realización de este estudio sería bastante probable que se observe la presencia de dormideros de aves en paso o en invernada que empleen el interior de las instalaciones.

Las plantas fotovoltaicas aportan por tanto un hábitat propicio para distintas fases y comportamientos del ciclo vital de las aves, funcionalidad que, además, se podría potenciar con éxito introduciendo mejoras como, entre otras, la instalación de cajas anidaderas, bebederos o charcas.

5.2.- Fototrampeo. Mamíferos. Especies detectadas

Como en 2021 la instalación de cámaras de fototrampeo ha arrojado unos resultados pobres, aunque esperanzadores, en relación a la aptitud de las plantas fotovoltaicas para alojar mamíferos terrestres.

Las cámaras sólo han estado colocadas un promedio de un mes y distintos sucesos han condicionado la presencia de las especies objetivo para esta actuación. Así, por ejemplo, la presencia de perros o la vandalización de una cámara (el año pasado hubo un hurto) han sido factores negativos para la detectabilidad y presencia de mamíferos terrestres salvajes.

No obstante se ha observado la presencia casi generalizada de especies como la liebre ibérica, el conejo o el zorro. Pero además se han obtenido imágenes de tejón, un carnívoro bastante esquivo, y algunas de jabalí y de ciervo.

En la tabla nº 12 se incluyen las especies fotografiadas en 2021 y 2022, lista en la que además de mamíferos aparecen algunas aves e incluso un reptil, el lagarto ocelado.

Emplazamiento	Especies
Magascona/Trujillo III	Liebre ibérica, ratón de campo, zorro, perros Cuervo, Grajilla, Milano negro, Buitre leonado, Buitre negro, Cigüeña blanca, Abubilla Lagarto ocelado
Quintillo	Liebre, zorro, jabalí, ciervo Perdiz roja
Mula	Tejón, zorro, conejo y jabalí Alcaudón real, Paloma torcaz, Urraca común, Lagarto ocelado
Flotas de los Álamos	Conejo Grajilla

Tabla nº 12. Especies detectadas en el fototrampeo en las plantas fotovoltaicas del estudio (2021 y 2022).

Un estudio de fototrampeo mantenido a lo largo del año daría sin duda mayores resultados de presencia de otras especies de carnívoros. Máxime si se adoptaran algunas medidas para facilitar su presencia y la transitabilidad hacia las plantas.

6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Desarrollo del estudio

- A propuesta de UNEF y con la colaboración de las empresas propietarias se han estudiado cuatro instalaciones de plantas solares fotovoltaicas para valorar la biodiversidad presente en las mismas utilizando como bioindicador principal las aves.
- Las plantas estudiadas han sido, La Magascona/Trujillo III (en Trujillo, Cáceres) y Mula (en Mula, Murcia), cuyo titular es Vela Energy; El Quintillo (en Puertollano, Ciudad Real) perteneciente a Renovalia Energy Group; y Flotas de los Álamos (en Totana, Murcia), cuyo titular es ENEL Green Power España S.L.
- Las plantas fotovoltaicas son de notable tamaño, ocupando una superficie desde casi 100 hectáreas hasta 450. Por antigüedad se diferencian en dos grupos, la de puesta en marcha reciente (2019/2020), que son las de Mula y Flotas de los Álamos, y las 2 restantes, anteriores a 2010.
- Dos de ellas presentan paneles fijos (El Quintillo y Mula). Flotas de los Álamos los dispone sobre seguidores de un eje. Y en Trujillo, La Magascona dispone de paneles en un eje, y Trujillo III los dispone fijos, si bien ambas plantas se han tratado como una misma unidad en este estudio por ser colindantes.
- Para disponer de una referencia comparativa de la presencia de especies se han seleccionado unas zonas testigo cercanas y de características similares a la que tendría la de implantación de cada planta.
- El estudio se ha llevado a cabo entre abril y la primera semana de junio de 2022, coincidiendo con la fase central del periodo reproductor de las aves. En mayo y junio hubo un episodio de elevadas temperaturas que condicionó el desarrollo del trabajo.
- Para caracterizar la presencia de aves se han tenido en cuenta cuatro parámetros e índices, la riqueza, esto es el número de especies detectadas, el índice kilométrico de abundancia, una medida de densidad relativa del número de ejemplares por kilómetro dentro de una banda de 50 metros, la diversidad específica del índice de Margalef y el índice de Sorensen para el grado de similitud.
- Para obtener los datos precisos para calcular estos parámetros se establecieron transectos de un kilómetro de longitud y puntos de observación y escucha, que se llevaron a cabo tanto dentro de la planta como en la zona testigo. Asimismo, para completar la información, se realizaron otras observaciones a lo largo del día.

- De cara al análisis de resultados se ha tenido en cuenta la incidencia de la puesta en práctica de medidas de gestión de la vegetación y de mejora para las especies, así como los factores limitantes que se pudieran dar.
- Complementariamente al estudio de la comunidad de aves se han hecho rastreos de otras especies no aves y se han instalado dos cámaras de fototrampeo que por periodo de un mes estaban colocadas con la intención de registrar mamíferos y otras especies terrestres.

Resultados obtenidos

- La riqueza de especies encontrada en las plantas fotovoltaicas ha alcanzado valores notables dentro de un rango entre 42 para el Quintillo, 37 para Flotas de los Álamos, 36 en La Magascona/Trujillo III y 34 en Mula.
- Las plantas con mayor riqueza son las más consolidadas por ser de más antigua instalación y la que ha llevado a cabo mayor número de actuaciones de mejora ambiental, Flotas de los Álamos.
- En comparación con las zonas testigo en este estudio y época del año El Quintillo y Flotas de los Álamos han mostrado una riqueza mayor, Mula igual y La Magascona/Trujillo III ligeramente inferior.
- A nivel de riqueza y considerando la superficie que ocupan y los tipos de hábitats presentes en las plantas fotovoltaicas, los datos de riqueza son comparables a los estimados como promedio en cuadrículas de 10x10 km en esas zonas según lo publicado en el Atlas de la Aves Reproductoras de España (*Carrascal, L.M. y Lobo, J. en: Martí, R y Del Moral, J.C. 2003*). En este texto la riqueza de especies reproductoras en dichas cuadrículas (mucho más extensas y con mayor diversidad de hábitats) se estimó en 48 especies en la zona de Murcia, y entre 60 y 71 en áreas de Trujillo y Puertollano.
- El índice de Margalef también ofrece un ligero mejor resultado dentro de las plantas, donde el valor suele estar por encima de 5, situándose en el límite entre las zonas con diversidad específica media y alta.

La similitud de las comunidad ornítica dentro y fuera de la planta es alta (índice de Sorensen), entre el 64 y 73 %, pero hay un tercio de especies en promedio que diferencia unas zonas de otras.

- Los índices kilométricos de abundancia calculados en las plantas fotovoltaicas ofrecen unos resultados diversos muy influidos por la presencia de especies oportunistas y gregarias que alcanzan alto número de ejemplares en determinadas circunstancias.
- En cuanto a especies de interés singular por encontrarse protegidas o ser representantes de hábitats amenazados, las plantas fotovoltaicas se revelan como lugar de acogida de especies esteparias, como el alcaraván, la carraca, cernícalo

común, el mochuelo, el cernícalo primilla, el chotacabras cuellirrojo, e incluso, en su entorno inmediato, la ganga ortega, entre otras. Habiendo encontrado signos de reproducción de las tres primeras. También se ha observado una notable presencia, normalmente, en vuelo, pero también en posada o alimentándose de aves rapaces (buitres, águilas, milanos, aguiluchos, águilas, etc.).

- Las dos plantas con mayor presencia de especies singulares son de nuevo las más consolidadas por ser de más antigua instalación y las situadas en ambientes naturales más ricos y diversos. Pero no le va demasiado a la zaga la de Flotas de los Álamos, gracias a las medidas de mejora de la biodiversidad

- En comparación con las zonas testigo, las especies de interés localizadas son muy similares. Si bien la disponibilidad de mejores hábitats esteparios, ha conllevado que, por ejemplo, en el exterior de La Magascona/Trujillo III se hayan encontrado más especies relevantes, como la avutarda o, en 2021, el sisón.

- El fototrampeo, debido al escaso periodo de permanencia de las cámaras y a otros factores, no ha ofrecido muchos resultados, sin embargo, se ha observado que dentro de los recintos es posible la presencia abundante de especies presa, como la liebre y el conejo; de ungulados, como el jabalí; o de carnívoros, como el zorro y el tejón.

- Los resultados del estudio se deben de interpretar en el contexto de su realización por las características y ubicación de las plantas, las fechas de las salidas de campo, la meteorología y la intensidad y periodicidad de los muestreos. Es por ello que, de ampliarse a distintas épocas del año, o si se diversificaran las instalaciones analizadas, los resultados en cuanto a diversidad encontrada en las plantas serían más significativos.

Aptitud de las instalaciones solares fotovoltaicas como refugio de fauna

- A la vista de los resultados del presente estudio resulta indudable que una vez puesta en marcha una instalación fotovoltaica su espacio resulta apto para la presencia de un buen número de especies de aves, de invertebrados y de otros vertebrados. Además, pueden albergar especies de interés facilitando un espacio seguro incluso para su reproducción. Pueden contribuir por tanto a la protección y conservación de especies, incluidas las protegidas.

- La aptitud como refugio de fauna de las plantas fotovoltaicas se sustenta en la presencia de un hábitat dominante que se puede considerar seminatural, de tipo estepario, con formaciones de plantas adventicias o de pastizal, que suelen controlarse con medios de bajo impacto (ganado ovino o mecánicos). A ello se pueden añadir, según las instalaciones, espacios libres con matorral o arbolado disperso, así como

tramos de lindes vegetadas, sobre todo en el vallado, y pequeños humedales, como charcas y arroyos.

- A las condiciones de los hábitats se añade como revulsivo para la presencia de especies la tranquilidad y ausencia de otros impactos derivadas de excluir, de las actividades agrarias intensivas, de las cinegéticas o de otras actividades recreativas el interior de los recintos.

- Se ha observado que algunas medidas de mejora ambiental pueden tener un rápido y positivo impacto en la biodiversidad, especialmente si se introduce variedad en los hábitats y en la vegetación, si se dejan espacios libres de placas o se crean corredores ecológicos y si se instalan puntualmente cajas-nido o bebederos y charcas donde no las hubiera.

- Dadas las características de las plantas fotovoltaicas hay especies que no encuentran aquí su hábitat idóneo, y eso se ha puesto de manifiesto en la comparación con alguna de las zonas testigo. Pero por lo general, si se ha escogido bien el emplazamiento, evitando afectar a los espacios de más valor y especies más sensibles, y se hace un adecuado mantenimiento, en las plantas fotovoltaicas se podrá establecer a medio plazo una biodiversidad de fauna incluso superior a la preexistente.

Propuestas de mejora destinadas a la biodiversidad

- El estudio ha puesto de manifiesto como algunas sencillas mejoras, como la disposición de cajas anidaderas, puede generar un efecto muy favorable en las aves protegidas (caso, por ejemplo, de la carraca o el cernícalo común). Resultando obvio que en el amplio espacio de una instalación se pueden acometer medidas de mejora medioambiental que, sin afectar a la producción eléctrica, potencien cualidades que faciliten una mayor acogida de fauna y de biodiversidad en general.

- También se ha puesto de manifiesto como el espacio de la planta puede ser una fuente muy notable de recursos tróficos para las aves, como semillas e insectos, que se ven favorecidos por un control lo más tardío posible de la vegetación herbácea y por la correcta aplicación de medios mecánicos o del uso del ganado.

- A la vista del estudio, dentro de las mejoras destinadas a la biodiversidad que se pueden poner en práctica, se consideran de especial relevancia las siguientes:

- La protección y potenciación de los hábitats singulares y espacios de importancia para la fauna de los que ya disponga el terreno.
- El correcto manejo del control de la vegetación.
- La potenciación de los espacios libres dentro de la instalación y la creación de corredores ecológicos.

- La recuperación con técnicas de restauración ecológica de hábitats naturales en función de la vocación del terreno,
 - La mejora de la permeabilidad para el paso de la fauna
 - La disposición de elementos o intervenciones que favorezcan a especies o grupos de especies de singular interés (cajas anidaderas, majanos, refugios de insectos y de quirópteros, etc.).
- Resulta determinante para la mayor eficacia y credibilidad de las medidas de mejora de la biodiversidad que se pretendan implantar en una instalación fotovoltaica que desde la fase de localización y diseño de proyecto se tenga en cuenta este objetivo medioambiental, partiendo de la base de evitar emplazamientos en los que se pueda producir una importante afección, ya que la reparación de los impactos en la fauna y sus hábitats no son sólo de incierta eficacia, sino que suelen ser costosos y generar problemas de gestión.

Seguimiento y validación de resultados

- A todo lo anterior hay que añadir la importancia que tiene una monitorización estandarizada, constante y comprometida con el objetivo de proteger y mejorar la biodiversidad. A través de ella no sólo se podrán validar los resultados a nivel técnico y científico, sino que se podrá trasladar a la sociedad una imagen real de confianza de la labor de las empresas en favor de la biodiversidad.

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carrascal, L.M. y Lobo, J. (2003). Respuestas a viejas preguntas con nuevos datos: estudio de los patrones de distribución de la avifauna española y su aplicación en conservación. En: Martí, R y Del Moral, J.C. 2003. Atlas de las aves nidificantes de España. Sociedad Española de Ornitología. Madrid: 651-668.

Tellería, J.L. (ed.) (1986) Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Ed. Raíces. Madrid.



8.- ANEXO

INFORMES DE CADA UNA DE LAS INSTALACIONES CON ANEXOS CARTOGRÁFICOS Y FOTOGRÁFICOS.

- Informe Planta Fotovoltaica La Magascona/Trujillo III
- Informe Planta Fotovoltaica El Quintillo
- Informe Planta Fotovoltaica Mula
- Informe Planta Fotovoltaica Flotas de los Álamos

ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD DE LAS PLANTAS FOTOVOLTAICAS LA MAGASCONA Y TRUJILLO III EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE TRUJILLO (CÁCERES)



Abril – mayo de 2022

Empresa promotora: Vela Energy



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ALCANCE DEL ESTUDIO	3
3.	ÁREA DE ESTUDIO	3
3.1.	Instalaciones fotovoltaicas.....	3
3.2.	Área testigo	4
4.	FECHAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS. CONDICIONANTES METEOROLÓGICOS	4
5.	METODOLOGÍA.....	5
5.1.	Transectos para la detección de especies de aves y determinación de índices kilométricos de abundancia (IKA). Estaciones de escucha y observación	5
5.2.	Cámaras de fototrampeo	9
5.3.	Materiales	10
6.	RESULTADOS	10
6.1.	Especies detectadas en los transectos	10
6.2.	Especies detectadas desde los puntos de observación	14
6.3.	Índices kilométricos de abundancia	20
6.4.	Riqueza de especies	21
6.5.	Densidad de aves dentro de la banda principal de los transectos.....	22
6.6.	Diversidad específica.....	22
6.7.	Índice de similitud	23
6.8.	Especies relevantes detectadas en el interior de la planta FV.....	23
6.9.	Resultados obtenidos a partir de las cámaras de fototrampeo.....	24
7.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	24

ANEXOS

- I. LISTADO DE ESPECIES
- II. CARTOGRAFÍA
- III. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se encuadra en el marco del estudio que la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) ha encargado a EMAT, S.L. y que tiene por objeto valorar la biodiversidad presente en las instalaciones solares fotovoltaicas utilizando como bioindicador principal la avifauna.

La primera fase de este estudio se realizó entre los meses de junio y julio de 2021, mientras que los trabajos de campo de la segunda fase se han realizado durante la primavera de 2022 (abril y mayo), en las cuatro instalaciones fotovoltaicas que se han ofrecido a colaborar.

2. ALCANCE DEL ESTUDIO

Entre las instalaciones antes referidas se encuentran las plantas fotovoltaicas de La Magascona y Trujillo III, en el término municipal de Trujillo (Cáceres), cuyo titular es Vela Energy, empresa que ha dado todo tipo de facilidades para que se pudieran desarrollar los trabajos de toma de datos.

Ambas plantas son colindantes y, a los efectos de este estudio, se considerarán como una misma unidad.

El presente informe analiza los resultados obtenidos (atendiendo a diferentes parámetros asociados a la biodiversidad observable) en dos ubicaciones distintas: el interior de las plantas fotovoltaicas y un área próxima con características análogas a las que presentaba la zona de implantación de la planta antes de su construcción.

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1. INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Las instalaciones fotovoltaicas estudiadas se ubican al suroeste de la localidad de Trujillo en un área caracterizada por el predominio de grandes pastizales destinados a la ganadería en extensivo, con la presencia de algunas parcelas de cultivo de secano.

Cuentan con las siguientes características:

- Planta fotovoltaica La Magascona. Instalación FV de 100 hectáreas de extensión con una potencia instalada de 20 MW, que entró en funcionamiento el año 2007. Paneles solares del tipo seguidor de un eje.
- Planta fotovoltaica Trujillo III. Instalación FV de 34 hectáreas de extensión con una potencia instalada de 10 MW, que entró en funcionamiento el año 2010. Paneles sobre estructura fija.

Ambas plantas cuentan con una serie de infraestructuras accesorias, como una LAT de evacuación de 132 kV de unos 4,6 kilómetros en aéreo y subestación eléctrica principal transformadora 132/30 kV de tipo intemperie para alta tensión. El cerramiento perimetral es de tipo cinético, con postes metálicos galvanizados y malla electrosoldada de 2 metros de altura.

La zona de implantación presenta una morfología con pendientes suaves, que se hacen más pronunciadas en el entorno de las vaguadas de los ríos y arroyos estacionales. Se trata de un área fuertemente desarbolada a excepción del entorno más cercano a Trujillo donde la presencia de un extenso berrocal permite la presencia de vegetación arbórea y arbustiva, constituida fundamentalmente por encinar y sus correspondientes matorrales de sustitución. En el cercano río Magasca aparecen restos de vegetación riparia y existe un cierto número de especies que no están presentes en el resto del área muestreada. La generalidad del territorio se corresponde con un paisaje de tipo pseudoestepario donde predominan los pastizales abiertos y las parcelas destinadas a cultivo de cereal. Los pastizales secos que caracterizan la zona se dedican mayoritariamente al pastoreo de ganado ovino y vacuno en extensivo. En aquellas zonas donde las características del terreno y la carga ganadera lo permiten aparecen especies arbustivas (*Retama sphaerocarpa*, *Cytisus multiflorus*, *Lavandula stoechas*...) o arbóreas, en general de poco porte, como *Pyrus bourgaeana* o *Quercus rotundifolia*.

En el interior de las plantas se han puesto en práctica algunas medidas para mejorar la gestión de la vegetación y de la biodiversidad. Así, la vegetación herbácea se maneja mediante el pastoreo de ganado ovino y medios mecánicos cuando es necesario; por otra parte, se han instalado nidales de madera en 18 postes que han sido muy bien aceptados por diferentes especies como carraca, cernícalo vulgar y grajilla.

3.2. ÁREA TESTIGO

Como área testigo se seleccionó una zona del entorno de la dehesa boyal de la localidad de La Cumbre (Cáceres). La selección de este emplazamiento vino determinada por la necesidad de encontrar un territorio con unas características climáticas, biogeográficas, fitosociológicas, faunísticas, geomorfológicas, paisajísticas, hidrológicas y de usos del suelo similares a las que existían en las parcelas sobre las que se realizó la instalación de las plantas fotovoltaicas.

Los usos que caracterizan el área testigo son básicamente el ganadero en extensivo y la agricultura de secano, aunque existe un aprovechamiento secundario como zona cinegética de caza menor.

4. FECHAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS. CONDICIONANTES METEOROLÓGICOS

Para el desarrollo del estudio se establecieron contactos previos con el personal técnico de Vela Energy y la gerencia de la planta fotovoltaica con el fin de concertar las fechas de las visitas al interior de las plantas. A su vez esto condicionó las visitas al área testigo, que se realizaron en el mismo día o en días contiguos.

Las fechas seleccionadas para las visitas fueron los días 20 de abril de 2022 y 20 y 21 de mayo de 2022.

Durante estas jornadas se dieron una serie de condicionantes meteorológicos adversos aunque de carácter contrapuesto, ya que el 20 de abril las temperaturas fueron anormalmente bajas y con un viento muy fuerte y constante que dificultó los trabajos. Por el contrario, en mayo se

experimentaron unas temperaturas extremadamente altas para la época del año, lo que por su parte condicionó también la actividad de las especies objetivo.

5. METODOLOGÍA

5.1. TRANSECTOS PARA LA DETECCIÓN DE ESPECIES DE AVES Y DETERMINACIÓN DE ÍNDICES KILOMÉTRICOS DE ABUNDANCIA (IKA). ESTACIONES DE ESCUCHA Y OBSERVACIÓN

5.1.1. Diseño del estudio

En el planteamiento del trabajo se han tenido en consideración diferentes metodologías comúnmente utilizadas en el estudio de comunidades orníticas, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo (ver, por ejemplo, Tellería, J.L. 1986. *Métodos de censo de vertebrados terrestres*). También se han seguido los criterios de evaluación de la *Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las instalaciones solares sobre especies de avifauna esteparia* del MITERD.

Los parámetros que se han considerado a la hora de realizar la caracterización de la biodiversidad de aves presente en ambas zonas, así como para su comparativa posterior, han sido los siguientes:

- Presencia y riqueza de especies (número de especies identificadas).
- Caracterización de las especies encontradas y el uso del hábitat.
- Densidad de especies, según índices de abundancia (IKA) en transectos realizados a pie y número de contactos tanto visuales como acústicos obtenidos durante los periodos de observación en las estaciones de escucha y observación en puntos fijos previamente determinados.
- Realización de índices de diversidad específica.
- Realización de índices de similitud.

5.1.1.1. Transectos

Para la toma de datos se diseñaron transectos de 1 kilómetro de longitud tanto en el interior de las instalaciones fotovoltaicas como en el área testigo. A efectos de calcular posteriormente los índices kilométricos de abundancia se estableció una banda de 25 metros de ancho a cada lado del eje principal de la trayectoria del transecto (es decir, una banda de observación de 50 metros en total). Se registraron todos los contactos existentes dentro de la banda de observación pero también aquellos que se produjeron fuera de dicha banda, lo que servirá para completar la determinación de la presencia y riqueza de especies.

Se realizó un transecto en el interior del área ocupada por placas fotovoltaicas y un transecto en el área testigo, cuya ubicación puede observarse en el anexo cartográfico. Las coordenadas de inicio y fin de los transectos aparecen en la siguiente tabla.

Itinerario interior instalaciones FV				Itinerario área testigo			
Punto inicio		Punto fin		Punto inicio		Punto fin	
Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
247957	4369709	247219	4369327	245013	4365318	245252	4365778

Tabla 1. Coordenadas de los transectos realizados

El tiempo para la realización de los recorridos a pie de los transectos se estableció en una hora. Para comprobar las posibles variaciones a lo largo de la jornada, se procedió a repetir en tres momentos diferentes del día el transecto establecido.

Los horarios de realización de los mismos aparecen reflejados en la siguiente tabla.

Mes	Fecha	Transecto	Interior instalaciones FV		Mes	Fecha	Transecto	Área testigo	
			Hora comienzo	Hora fin				Hora comienzo	Hora fin
Abril	20/04/2022	T1	8:05	9:05	Abril	20/04/2022	T1	9:00	10:00
		T2	12:40	13:40			T2	12:00	13:00
		T3	19:30	20:30			T3	17:45	18:45
Mayo	20/05/2022	T1	8:05	9:05	Mayo	21/05/2022	T1	8:30	9:30
		T2	13:05	14:05			T2	11:50	12:45
		T3	19:55	20:55			T3	19:30	20:30

Tabla 2. Fechas y horarios de realización de los transectos

Durante la realización de los transectos se fueron registrando los siguientes datos para los contactos realizados:

- Fecha y hora.
- Especie observada.
- Número de ejemplares detectados.
- Ubicación de la observación.
- Distancia del observador al ejemplar/ejemplares observados.
- Edad y sexo (cuando fue posible).
- Comportamiento observado (alimentación, defensa del territorio, reproductor...).
- Tipo de hábitat en el que se produjo la observación.
- Registro de los contactos que quedaron fuera de la banda de observación de 25 metros.

5.1.1.2. Puntos de observación / escucha

Para complementar la información obtenida mediante los transectos a pie se establecieron puntos de observación y escucha en las proximidades de cada uno de los itinerarios. La selección de estos puntos se hizo previamente mediante un recorrido de reconocimiento tanto del interior de la planta como del área testigo atendiendo a diferentes factores como:

- Representatividad de los hábitats principales de los diferentes emplazamientos.
- Ubicación que permitiese disponer de un amplio campo visual en torno al punto.
- Facilidad de acceso.

La ubicación de los puntos de observación aparece reflejada en el anexo cartográfico; las coordenadas quedan reflejadas en la siguiente tabla.

Interior instalaciones FV				Área testigo			
Puntos de observación				Puntos de observación			
P.O. 1		P.O. 2		P.O. 1		P.O. 2	
Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
247950	4369635	247950	4396303	245266	4365465	245282	4365478

Tabla 3. Coordenadas de los puntos de observación

Durante los días de visita, tanto al interior de las planas FV como al área testigo, se realizaron en diferentes momentos del día estaciones de observación, coincidiendo básicamente con los momentos de finalización de los transectos. Las estaciones se prolongaron cada una por espacio de media hora y se efectuaron desde dos puntos diferentes. A lo largo de las mismas, como ya se explicó en el caso de los transectos, se tomaron una serie de datos, como especie observada, comportamiento, hábitat, etc.

Los horarios de realización de los puntos de observación aparecen reflejados en la siguiente tabla.

Mes	Fecha	Interior instalaciones FV				Mes	Fecha	Área testigo			
		P.O.1		P.O.2				P.O.1		P.O.2	
		Hora comienzo	Hora fin	Hora comienzo	Hora fin			Hora comienzo	Hora fin	Hora comienzo	Hora fin
Abril	20/04/2022	11:30	12:00	12:10	12:40	Abril	20/04/2022	10:20	10:50	11:00	11:30
								13:15	13:45	13:50	14:20
		20:30	21:00	21:05	21:35			19:00	19:30	19:35	20:05
Mayo	20/05/2022	11:30	12:00	12:10	12:40	Mayo	21/05/2022	10:00	10:30	10:45	11:15
								13:00	13:30	13:35	14:05
		21:00	21:30	21:40	21:10			20:35	21:05	21:10	21:40

Tabla 4. Fechas y horarios de realización de los puntos de observación

5.1.1.3. Índices kilométricos de abundancia, riqueza de especies y densidad

Mediante los índices kilométricos de abundancia (IKA) es posible obtener una medida del número y abundancia relativa de especies detectadas a lo largo de un recorrido predeterminado. Para ello se aplica la siguiente expresión:

$$IKA = \frac{N}{km}$$

Donde N es el número de individuos detectados en un recorrido concreto de una determinada especie o especies.

La extracción de IKA se ha realizado exclusivamente para los individuos detectados dentro de la banda principal del transecto (25 metros a cada lado de la línea de progresión).

A partir de los datos colectados en los transectos, se ha calculado un índice de riqueza que permite ver de una manera muy sencilla y rápida hasta qué punto es más o menos extensa la comunidad de aves estudiada (número de especies detectadas por kilómetro de recorrido). Este cálculo también se ha realizado para las estaciones de observación.

Utilizando también los datos obtenidos dentro de la banda principal del transecto, se ha procedido a obtener un cálculo de densidad por hectárea de las especies presentes, teniendo en cuenta que al definirse transectos de 1 kilómetro con una banda principal de censo de 50 metros (25 a cada lado de la línea de progresión), en realidad se obtiene una imagen de las

especies presentes dentro de un territorio que corresponde aproximadamente a 5 hectáreas. Con esta premisa, los IKA obtenidos para las diferentes especies se han dividido por 5, extrayéndose así la densidad relativa de aves por hectárea existente en el dominio del transecto.

5.1.1.4. Índices de diversidad y similitud

Para completar y matizar la información obtenida en los transectos y estaciones de observación, se ha procedido a realizar un cálculo de la diversidad α de la comunidad de aves presente, tanto dentro de la planta FV como en el área testigo, gracias a lo cual se han obtenido valores numéricos comparables entre sí y comparables con los que resulten de los trabajos a realizar en futuras temporadas.

A la hora de abordar este aspecto existen varios métodos cuantitativos que miden la riqueza específica, si bien nos hemos decantado por el **índice de diversidad de Margalef**, que se corresponde con la siguiente expresión:

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:

I= Diversidad específica.

S= Número de especies detectadas.

N= Número total de individuos de todas las especies detectadas.

Con este índice, si los valores obtenidos para I son menores que 2, se considera que la diversidad presente es baja; si el valor de I se sitúa entre 2 y 5 estamos ante una diversidad media y, finalmente, si el valor alcanzado por I es mayor que 5 se trata de una diversidad alta.

Para comprobar hasta qué punto son parecidas las comunidades de aves existentes en el interior de la planta fotovoltaica y en el área testigo, se ha aplicado un índice de similitud. Como en el caso anterior, existen multitud de expresiones matemáticas que miden el grado de similitud entre dos comunidades pero, en este caso, se ha aplicado el **índice de similitud de Sorensen** ya que concede mayor importancia a las especies compartidas por las comunidades comparadas, lo que se ajusta mejor a la hipótesis de partida del trabajo (esto es, que las comunidades existentes en el área testigo y en el interior de la planta son, en origen, muy similares).

El índice de diversidad de Sorensen se corresponde con la siguiente expresión:

$$S = \frac{(2c)}{a + b + 2c}$$

Donde:

c= Número de especies compartidas por las localidades comparadas (a y b).

a= Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad a.

b= Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad b.

Los valores que se obtienen con este método se sitúan entre 0 y 1, de manera que cuanto más próximo está el resultado a la unidad, mayor similitud existe entre las comunidades comparadas. No obstante es más habitual expresar la similitud en porcentaje, por lo que el resultado obtenido hay que transformarlo de forma muy sencilla. Así, por ejemplo, si obtenemos un valor de 0,768 para el índice de Sorensen significa que ambas comunidades son similares en un 77%.

5.2. CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO

Con objeto de obtener información sobre la fauna nocturna que frecuenta las plantas fotovoltaicas (en particular mamíferos) se instalaron dos cámaras de fototrampeo dotadas de sensores infrarrojos y activadas por movimiento. Los temporizadores de las cámaras se mantuvieron operativos las 24 horas del día y los ciclos de disparo se dispusieron de tal modo que, con intervalos de 30 segundos, las cámaras fueran capaces de obtener series de tres fotografías y un vídeo.

Las cámaras se instalaron en dos puntos suficientemente distanciados entre sí como para lograr una adecuada cobertura de la comunidad de mamíferos presentes en el conjunto de la instalación fotovoltaica. Los lugares que se consideraron óptimos para la colocación de las cámaras se seleccionaron tras una prospección previa del terreno.

Las coordenadas de los puntos de instalación se consignan en la siguiente tabla.

Ubicación cámaras			
Cámara 1		Cámara 2	
Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
246939	4368651	246537	4368362
		247345	4369025

Tabla 5. Coordenadas de las ubicaciones de las cámaras para fototrampeo

La cámara 1 se situó en un poste de sustentación de uno de los paneles fotovoltaicos de la planta en un sector donde se detectó una presencia frecuente (excrementos, huellas...) de liebre, lo que se consideró que podría atraer a carnívoros terrestres.

La cámara 2 se instaló sobre el apoyo de un panel fotovoltaico en las inmediaciones de un cortafuegos perimetral cercano al vallado donde previamente se habían detectado pasos de entrada y salida y huellas de carnívoros. No obstante, debido a los problemas ocasionados por el rebaño de ovejas utilizado para el manejo de la vegetación en el interior de la planta, se decidió trasladar esta cámara a un nuevo emplazamiento. En este caso, la cámara se emplazó junto a un pequeño arroyo estacional que en principio podía constituir un corredor ambiental por el que transitasen algunas especies objetivo.

Para favorecer la presencia de carnívoros en las proximidades de las cámaras, se procedió a cebar la zona inmediata con comida para gatos.

Una vez recogidas las tarjeas de las cámaras, se procedió al visionado de las imágenes y grabaciones en vídeo, realizándose una clasificación de los fotogramas exitosos y se nombraron las capturas conforme a la siguiente nomenclatura:

XXXXXXXX_FVXXXXXX_Especie_nº foto/video de la jornada_cámara X

5.3. MATERIALES

- Vehículo todoterreno.
- Binoculares Swasorvski 8x30 y 8x40.
- Telescopios Kowa 25x60 y 30x60 y trípodes.
- Cámara de fotos Lumix y cámara de fotos Canon.
- Cartografía digital del Instituto Geográfico Nacional.
- Aplicación digital IGN del Instituto Geográfico Nacional.
- Brújula y GPS.
- Sistema de Información Geográfica (QGis, versión 2.18).
- Aplicaciones ofimáticas.
- Fichas de campo.
- Equipos de protección individual (chaleco reflectante, casco, botas de seguridad...).
- Cámaras de fototrampeo marca Victure modelo Trail camera HC300.
- Cebos atrayentes para las cámaras de fototrampeo.

6. RESULTADOS

6.1. ESPECIES DETECTADAS EN LOS TRANSECTOS

En las siguientes tablas se muestran los datos numéricos obtenidos en los diferentes transectos realizados tanto dentro de la planta fotovoltaica como en el área testigo. Se ofrecen los resultados extraídos para la banda principal de 25 metros a cada lado de la línea de progresión, así como los resultados obtenidos fuera de dicha banda, si bien estos últimos no se han considerado para el cálculo de IKA ni de densidades.

Fecha	Transecto	Dentro banda 25 metros		Fuera banda 25 metros	
		Especie	Nº ejemplares	Especie	Nº ejemplares
20/04/2022	T1	Cecropis daurica	2	Ciconia ciconia	2
		Ciconia ciconia	1	Lanius meridionalis	1
		Cisticola juncidis	1	Miliaria calandra	2
		Coracias garrulus	3	Milvus migrans	4
		Corvus corax	2	Oenanthe oenanthe	2
		Corvus monedula	15	Petronia petronia	2
		Falco tinnunculus	2		
		Galerida cristata	8		
		Gyps fulvus	4		
		Merops apiaster	6		
		Milvus migrans	2		
		Motacilla flava	4		
		Oenanthe oenanthe	2		
		Passer domesticus	12		
		Pica pica	4		
		Saxicola rubetra	1		
		Saxicola rubicola	4		
		Sturnus unicolor	36		
	T2	Cecropis daurica	1	Aegypius monachus	5
		Cisticola juncidis	2	Buteo buteo	1
		Coracias garrulus	1	Corvus corax	2
		Corvus corax	2	Galerida cristata	4
		Corvus monedula	8	Gyps fulvus	34
		Falco tinnunculus	2	Lanius meridionalis	1
		Galerida cristata	10	Milvus migrans	5
		Merops apiaster	15	Milvus milvus	1
		Milvus migrans	7	Neophron percnopterus	1
		Oenanthe oenanthe	2		
		Passer domesticus	5		
		Pica pica	3		
		Saxicola rubicola	4		
		Sturnus unicolor	11		
	T3	Cecropis daurica	2	Circaetus gallicus	2
		Ciconia ciconia	1	Coracias garrulus	1
		Cisticola juncidis	1	Corvus corax	2
		Coracias garrulus	4	Corvus monedula	6
		Corvus corax	2	Falco naumanni	4
		Corvus monedula	12	Merops apiaster	12
		Falco tinnunculus	2		
		Galerida cristata	10		
		Galerida theklae	4		
		Gyps fulvus	4		
		Merops apiaster	11		
		Milvus migrans	2		
		Motacilla flava	1		
		Oenanthe oenanthe	5		
		Passer domesticus	12		
		Pica pica	2		
		Saxicola rubetra	1		
		Saxicola rubicola	4		
		Sturnus unicolor	50		

Tabla 6. Especies detectadas en los transectos del mes de abril en el interior de la planta FV

Fecha	Transecto	Dentro banda 25 metros		Fuera banda 25 metros	
		Especie	Nº ejemplares	Especie	Nº ejemplares
20/04/2022	T1	Calandrella brachydactyla	4	Alopochen aegyptiaca	2
		Falco naumanni	2	Anas platyrhynchos	1
		Galerida cristata	7	Athene noctua	1
		Melanocorypha calandra	13	Ciconia ciconia	3
		Miliaria calandra	5	Falco naumanni	1
		Sturnus unicolor	2	Melanocorypha calandra	1
				Milvus migrans	1
				Sturnus unicolor	7
	T2	Calandrella brachydactyla	3	Ciconia ciconia	4
		Ciconia ciconia	1	Corvus corax	1
		Coracias garrulus	1	Egretta garzetta	1
		Falco naumanni	1	Falco naumanni	1
		Galerida cristata	21	Gyps fulvus	2
		Hirundo rustica	1	Himantopus himantopus	2
		Melanocorypha calandra	8	Melanocorypha calandra	3
		Miliaria calandra	5	Milvus migrans	2
		Sturnus unicolor	3	Otis tarda	1
				Sturnus unicolor	19
	T3	Calandrella brachydactyla	5	Aegypius monachus	1
		Galerida cristata	6	Anas platyrhynchos	1
		Melanocorypha calandra	13	Apus apus	3
		Miliaria calandra	4	Athene noctua	1
		Sturnus unicolor	5	Ciconia ciconia	4
				Corvus corax	2
				Falco naumanni	5
				Himantopus himantopus	2
				Hirundo rustica	1
				Melanocorypha calandra	3
				Milvus migrans	1
				Platalea leucorodia	6
				Sturnus unicolor	22

Tabla 7. Especies detectadas en los transectos del mes de abril en el área testigo

Fecha	Transecto	Dentro banda 25 metros		Fuera banda 25 metros	
		Especie	Nº ejemplares	Especie	Nº ejemplares
20/05/2022	T1	Aegypius monachus	2	Ardea cinerea	2
		Cecropis daurica	2	Burhinus oedicephalus	1
		Ciconia ciconia	2	Falco tinnunculus	1
		Cisticola juncidis	1	Merops apiaster	20
		Coracias garrulus	2	Pica pica	6
		Corvus monedula	17	Platalea leucorodia	1
		Falco naumanni	5	Upupa epops	2
		Falco tinnunculus	2		
		Galerida cristata	14		
		Galerida theklae	3		
		Merops apiaster	12		
		Milvus migrans	1		
		Passer domesticus	14		
		Pica pica	6		
		Saxicola rubicola	2		
		Sturnus unicolor	10		
	T2	Burhinus oedicephalus	1	Buteo buteo	1
		Cecropis daurica	1	Ciconia ciconia	15
		Ciconia ciconia	6	Gyps fulvus	38
		Cisticola juncidis	1	Hieraaetus pennatus	1
		Coracias garrulus	2	Melanocorypha calandra	2
		Corvus monedula	6	Milvus migrans	6
		Falco tinnunculus	2	Neophron percnopterus	2
		Galerida cristata	4		
		Passer domesticus	4		
		Pica pica	2		
		Sturnus unicolor	22		
	T3	Cecropis daurica	2	Coracias garrulus	1
		Ciconia ciconia	2	Falco naumanni	12
		Cisticola juncidis	3	Galerida cristata	2
		Coracias garrulus	3	Passer hispaniolensis	10
		Corvus monedula	14	Sturnus unicolor	40
		Falco tinnunculus	1		
		Galerida cristata	9		
		Merops apiaster	22		
		Passer domesticus	9		
		Passer hispaniolensis	16		
		Pica pica	4		
		Sturnus unicolor	38		

Tabla 8. Especies detectadas en los transectos del mes de mayo en el interior de la planta FV

Fecha	Transecto	Dentro banda 25 metros		Fuera banda 25 metros	
		Especie	Nº ejemplares	Especie	Nº ejemplares
21/05/2022	T1	Calandrella brachydactyla	33	Alopochen aegyptiaca	2
		Cisticola juncidis	1	Ardea cinerea	1
		Galerida cristata	8	Calandrella brachydactyla	3
		Melanocorypha calandra	18	Coracias garrulus	4
		Sturnus unicolor	1	Corvus corax	1
				Falco naumanni	4
				Gyps fulvus	1
				Hirundo rustica	35
				Melanocorypha calandra	6
				Miliaria calandra	1
				Milvus migrans	2
				Pterocles orientalis	7
				Saxicola rubicola	1
				Sturnus unicolor	18
	T2			Tachybaptus ruficollis	2
				Upupa epops	1
		Calandrella brachydactyla	17	Alopochen aegyptiaca	2
		Coracias garrulus	1	Ciconia ciconia	2
		Galerida cristata	7	Coracias garrulus	1
		Melanocorypha calandra	6	Corvus corax	3
				Falco naumanni	1
				Gyps fulvus	1
				Hirundo rustica	23
				Miliaria calandra	1
	T3			Milvus migrans	3
				Pterocles orientalis	2
				Sturnus unicolor	7
		Calandrella brachydactyla	24	Alopochen aegyptiaca	6
		Carduelis carduelis	3	Anas platyrhynchos	12
		Delichon urbicum	1	Ardea cinerea	1
		Galerida cristata	7	Ciconia ciconia	2
		Linaria cannabina	5	Columba livia/doméstica	12
		Melanocorypha calandra	18	Coracias garrulus	2
		Miliaria calandra	1	Corvus corax	2
		Passer domesticus	15	Falco naumanni	11
		Sturnus unicolor	4	Hirundo rustica	10
				Melanocorypha calandra	19
				Miliaria calandra	1
				Pica pica	1
				Pterocles orientalis	11
				Sturnus unicolor	41
				Tachybaptus ruficollis	2

Tabla 9. Especies detectadas en los transectos del mes de mayo en el área testigo

6.2. ESPECIES DETECTADAS DESDE LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN

Las especies detectadas (tanto visual como acústicamente) desde los puntos de observación quedan recogidas en las siguientes tablas.

P.O. 1 - Interior planta FV				
Día	Hora comienzo	Hora final	Especies detectadas	Nº ejemplares
20/04/2022	11:30	12:00	Ciconia ciconia	4
			Coracias garrulus	2
			Corvus monedula	6
			Falco tinnunculus	1
			Galerida cristata	2
			Hieraaetus pennatus	1
			Milvus migrans	2
	20:30	21:00	Athene noctua	1
			Corvus corax	1
			Corvus monedula	20
			Falco naumanni	3
			Falco tinnunculus	1
			Galerida cristata	4
			Milvus migrans	6
			Passer domesticus	12
			Pica pica	6

Tabla 10. Especies detectadas en el P.O.1 dentro de la planta FV en el mes de abril

P.O. 2 - Interior planta FV				
Día	Hora comienzo	Hora final	Especies detectadas	Nº ejemplares
20/04/2022	12:10	12:40	Ciconia ciconia	4
			Corvus monedula	4
			Galerida cristata	4
			Passer domesticus	2
	21:05	21:35	Burhinus oedipnemos	2
			Ciconia ciconia	4
			Cisticola juncidis	2
			Sturnus unicolor	25

Tabla 11. Especies detectadas en el P.O.2 dentro de la planta FV en el mes de abril

P.O. 1 - Área testigo				
Día	Hora comienzo	Hora final	Especies detectadas	Nº ejemplares
20/04/2022	10:20	10:50	Apus apus	2
			Ciconia ciconia	19
			Circus pygargus	1
			Galerida cristata	6
			Gyps fulvus	2
			Melanocorypha calandra	4
			Miliaria calandra	3
			Milvus migrans	3
			Sturnus unicolor	38
	13:15	13:45	Calandrella brachydactyla	2
			Ciconia ciconia	4
			Corvus corax	2
			Falco naumanni	1
			Galerida cristata	5
			Gyps fulvus	3
			Hirundo rustica	2
			Melanocorypha calandra	1
			Miliaria calandra	2
			Milvus migrans	2
			Sturnus unicolor	17
	19:00	19:30	Ciconia ciconia	22
			Coracias garrulus	1
			Corvus corax	9
			Falco naumanni	3
			Falco tinnunculus	1
			Galerida cristata	7
			Gyps fulvus	1
			Melanocorypha calandra	6
			Miliaria calandra	2
			Milvus migrans	10
			Milvus milvus	2
			Pica pica	2
			Sturnus unicolor	159

Tabla 12. Especies detectadas en el P.O.1 en el área testigo en el mes de abril

P.O. 2 - Área testigo				
Día	Hora comienzo	Hora final	Especies detectadas	Nº ejemplares
20/04/2022	11:00	11:30	Ciconia ciconia	3
			Columba livia/doméstica	1
			Corvus corax	1
			Falco tinnunculus	2
			Galerida cristata	5
			Milvus migrans	1
			Sturnus unicolor	13
	13:50	14:20	Aegypius monachus	1
			Ciconia ciconia	1
			Columba livia/doméstica	3
			Falco tinnunculus	2
			Galerida cristata	4
			Gyps fulvus	1
			Milvus migrans	1
			Sturnus unicolor	3
	19:35	20:05	Anas platyrhynchos	2
			Bubulcus ibis	3
			Ciconia ciconia	14
			Circaetus gallicus	1
			Columba livia/doméstica	2
			Corvus corax	7
			Falco naumanni	1
			Falco tinnunculus	1
			Galerida cristata	7
			Hirundo rustica	1
			Melanocorypha calandra	2
			Milvus migrans	6
			Sturnus unicolor	30

Tabla 13. Especies detectadas en el P.O.2 en el área testigo en el mes de abril

P.O. 1- Interior planta FV				
Día	Hora comienzo	Hora final	Especies detectadas	Nº ejemplares
20/05/2022	11:30	12:00	Aegypius monachus	2
			Coracias garrulus	2
			Corvus monedula	4
			Galerida cristata	3
			Gyps fulvus	26
			Milvus migrans	3
			Passer domesticus	3
			Pica pica	2
			Saxicola rubicola	1
			Sturnus unicolor	6
	21:00	21:30	Athene noctua	1
			Coracias garrulus	2
			Falco naumanni	16
			Falco tinnunculus	2
			Passer domesticus	12
			Pica pica	4
			Sturnus unicolor	25

Tabla 14. Especies detectadas en el P.O.1 en el interior de la planta FV en el mes de mayo

P.O. 2- Interior planta FV				
Día	Hora comienzo	Hora final	Especies detectadas	Nº ejemplares
20/05/2022	12:10	12:40	Ciconia ciconia	1
			Corvus corax	2
			Gyps fulvus	4
			Merops apiaster	8
	21:40	22:10	Burhinus oedipnemos	2
			Ciconia ciconia	16
			Corvus monedula	18
			Galerida theklae	2
			Sturnus unicolor	18

Tabla 15. Especies detectadas en el P.O.2 en el interior de la planta FV en el mes de mayo

P.O. 1 - Área testigo				
Día	Hora comienzo	Hora final	Especies detectadas	Nº ejemplares
21/05/2022	10:00	10:30	Ciconia ciconia	4
			Circus pygargus	1
			Coracias garrulus	1
			Corvus corax	3
			Falco naumanni	5
			Falco tinnunculus	1
			Galerida cristata	8
			Gyps fulvus	1
			Melanocorypha calandra	9
			Merops apiaster	3
			Miliaria calandra	3
			Milvus migrans	5
			Passer domesticus	5
			Sturnus unicolor	31
			Upupa epops	1
	13:00	13:30	Aegypius monachus	2
			Buteo buteo	1
			Calandrella brachydactyla	2
			Ciconia ciconia	3
			Corvus corax	6
			Falco naumanni	1
			Galerida cristata	6
			Gyps fulvus	9
			Melanocorypha calandra	3
			Miliaria calandra	1
			Milvus migrans	5
			Passer domesticus	1
			Sturnus unicolor	5
	20:35	21:05	Ciconia ciconia	3
			Columba livia/doméstica	5
			Corvus corax	8
			Falco naumanni	24
			Galerida cristata	7
			Melanocorypha calandra	14
			Merops apiaster	2
			Milvus migrans	13
			Sturnus unicolor	367

Tabla 16. Especies detectadas en el P.O.1 en el área testigo en el mes de mayo

P.O. 2 - Área testigo				
Día	Hora comienzo	Hora final	Especies detectadas	Nº ejemplares
21/05/2022	10:45	11:15	Ciconia ciconia	1
			Corvus corax	4
			Falco naumanni	2
			Falco tinnunculus	2
			Galerida cristata	1
			Gyps fulvus	1
			Hirundo rustica	3
			Melanocorypha calandra	3
			Merops apiaster	1
			Milvus migrans	4
			Passer domesticus	4
			Sturnus unicolor	7
	13:35	14:05	Buteo buteo	1
			Ciconia ciconia	1
			Corvus corax	2
			Falco naumanni	2
			Falco tinnunculus	1
			Galerida cristata	1
			Hirundo rustica	5
			Melanocorypha calandra	3
			Milvus migrans	3
			Passer domesticus	11
			Sturnus unicolor	3
	21:10	21:40	Anas platyrhynchos	1
			Columba livia/doméstica	4
			Coracias garrulus	1
			Corvus corax	135
			Falco naumanni	5
			Falco tinnunculus	1
			Galerida cristata	2
			Hirundo rustica	2
			Merops apiaster	1
			Milvus migrans	1
			Passer domesticus	7
			Sturnus unicolor	54

Tabla 17. Especies detectadas en el P.O.2 en el área testigo en el mes de mayo

6.3. ÍNDICES KILOMÉTRICOS DE ABUNDANCIA

Los IKA obtenidos en los distintos transectos, así como un valor promedio para cada una de las visitas efectuadas, aparecen en las siguientes tablas. Los datos se expresan en número de aves por transecto de 1 km.

INTERIOR PLANTA FV				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
20/04/2022	109	73	130	104
20/05/2022	95	51	123	90

Tabla 18. IKA obtenidos en los transectos efectuados en el interior de la planta FV

ÁREA TESTIGO				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
20/04/2022	33	44	33	37
21/05/2022	61	31	78	57

Tabla 19. IKA obtenidos en los transectos efectuados en el área testigo

6.4. RIQUEZA DE ESPECIES

La riqueza de especies (número de especies por kilómetro) aparecidas en los transectos se recogen en las siguientes tablas.

Fecha	Ubicación	INTERIOR PLANTA FV			
		T1	T2	T3	Conjunta
20/04/2022	Dentro de la banda de 25 m	18	14	19	19
	Fuera de la banda de 25 m	6	9	6	18
20/05/2022	Dentro de la banda de 25 m	16	11	12	18
	Fuera de la banda de 25 m	7	7	5	19

Tabla 20. Riqueza de especies por kilómetro en los transectos en el interior de la planta FV

Fecha	Ubicación	ÁREA TESTIGO			
		T1	T2	T3	Conjunta
20/04/2022	Dentro de la banda de 25 m	6	9	5	9
	Fuera de la banda de 25 m	8	10	13	17
21/05/2022	Dentro de la banda de 25 m	5	4	9	11
	Fuera de la banda de 25 m	16	11	15	20

Tabla 21. Riqueza de especies por kilómetro en los transectos en el área testigo

La riqueza de especies detectada desde los puntos de observación queda reflejada en la siguiente tabla.

Fecha	INTERIOR PLANTA FV		Fecha	ÁREA TESTIGO	
	P.O.1	P.O.2		P.O.1	P.O.2
20/04/2022	12	7	20/04/2022	17	15
20/05/2022	13	8	21/05/2022	19	16

Tabla 22. Riqueza de especies detectada desde los puntos de observación dentro de la planta FV y en el área testigo

En conjunto, la riqueza total registrada en transectos ha sido de 35 especies dentro de la planta FV y de 33 especies en el área testigo. Si se tiene en consideración la riqueza total aparecida entre los transectos y los puntos de observación, se alcanzan las 36 especies dentro de la planta FV y las 40 en el área testigo.

En el **anexo II** se pueden consultar todas las especies detectadas tanto en el interior de la planta FV como en el área testigo.

6.5. DENSIDAD DE AVES DENTRO DE LA BANDA PRINCIPAL DE LOS TRANSECTOS

Las densidades de aves extraídas de los datos de los diferentes transectos aparecen en las tablas siguientes. Los datos se expresan como número de aves por hectárea.

INTERIOR PLANTA FV				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
20/04/2022	21,8	14,6	26	20,8
20/05/2022	19	10,2	24,6	17,9

Tabla 23. Densidades obtenidas en el interior de la planta FV

ÁREA TESTIGO				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
20/04/2022	6,6	8,8	6,6	7,3
21/05/2022	12,2	6,3	15,6	11,4

Tabla 24. Densidades obtenidas en el área testigo

6.6. DIVERSIDAD ESPECÍFICA

Los datos de diversidad específica obtenidos mediante al índice de Margalef para cada uno de los sectores estudiados, incluyendo los datos obtenidos tanto en transectos como en puntos de observación, se muestran en la siguiente tabla.

FECHA	INTERIOR PLANTA FV	ÁREA TESTIGO
Abril	3,99	4,14
Mayo	3,58	4,19
Conjunto abril - mayo	4,97	5,15

Tabla 25. Índices de diversidad específica en el interior de la planta FV y en el área testigo para el conjunto de los datos obtenidos (transectos más puntos de observación)

Si consideramos solamente los datos registrados en los transectos, los valores de diversidad específica son los que figuran a continuación.

FECHA	INTERIOR PLANTA FV	ÁREA TESTIGO
Abril	4,49	3,72
Mayo	4,12	4,11
Conjunto abril - mayo	5,03	4,94

Tabla 26. Índices de diversidad específica en el interior de la planta FV y en el área testigo a partir de los datos obtenidos en los distintos transectos

6.7. ÍNDICE DE SIMILITUD

El grado de similitud existente entre las comunidades de aves presentes en las dos zonas estudiadas obtenido mediante el índice de similitud de Sorensen para el **periodo reproductor** (meses de abril y mayo) ha sido del **66%**.

6.8. ESPECIES RELEVANTES DETECTADAS EN EL INTERIOR DE LA PLANTA FV

De entre todas las especies detectadas en el interior de la planta FV, tanto a lo largo de los transectos como desde los puntos de observación, algunas se han considerado más relevantes, ya sea porque presentan una elevada categoría de amenaza, bien porque se trata de taxones propios de hábitats en retroceso, como serían en este caso los esteparios. Dichas especies aparecen reflejadas en la siguiente tabla.

Especie	Transectos		Puntos de observación
	Dentro de la banda	Fuera de la banda	
Aegypius monachus			
Athene noctua			
Burhinus oedipnemos			
Buteo buteo			
Circaetus gallicus			
Coracias garrulus			
Falco naumanni			
Falco tinnunculus			
Gyps fulvus			
Hieraaetus pennatus			
Milvus migrans			
Milvus milvus			
Neophron percnopterus			
Platalea leucorodia			

Tabla 27. Especies relevantes detectadas en el interior de la planta FV

6.9. RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO

La instalación de cámaras de fototrampeo en el interior de la planta FV ha permitido constatar la presencia de las especies que se indican a continuación.

Cámara 1

- *Vulpes vulpes*. Imágenes tanto diurnas como nocturnas en diferentes fechas del mes de abril.
- *Lepus granatensis*. Imágenes diurnas y nocturnas en diferentes fechas del mes de abril y mayo.
- *Corvus corax*. Imágenes obtenidas en diferentes fechas del mes de abril.
- *Upupa epops*. Captada en una sola ocasión en el mes de abril.
- *Sturnus unicolor*. Imágenes obtenidas en un solo día del mes de abril.
- *Ciconia ciconia*. Imágenes obtenidas en el mes de mayo.

Cámara 2

- *Lepus granatensis*. Imágenes diurnas obtenidas en varios días del mes de abril.
- *Milvus migrans*. Un buen número de imágenes obtenidas a lo largo de varios días del mes de abril, en las que se observa un individuo inmaduro anillado con anilla metálica.
- *Vulpes vulpes*. Imagen nocturna obtenida en el mes de mayo.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Antes de desarrollar la discusión de los datos obtenidos, es preciso realizar una serie de consideraciones respecto a las condiciones en las que se han realizado los trabajos de campo en las fechas previstas (como ya se apuntó en el apartado 4) y su influencia negativa sobre los datos colectados. Los días estipulados para la ejecución de los transectos y las estaciones de observación y escucha—acordados semanas antes con los gestores de la planta— no reunieron las mejores condiciones meteorológicas, aunque por motivos diferentes. Así, en abril se experimentaron unas temperaturas anormalmente bajas, con vientos fuertes y fríos y en mayo unas temperaturas extremadamente altas acompañadas de calima; en ambas ocasiones, las condiciones reinantes dificultaron los trabajos e impidieron la obtención de mejores resultados. En cualquier caso, las condiciones adversas afectaron por igual a la toma de datos tanto dentro como fuera de la planta y, por tanto, el objetivo pretendido —que no era otro que comparar las comunidades existentes en ambos emplazamientos—, no se ha visto comprometido.

Por otro lado, en lo que respecta al área testigo, también los trabajos de campo se vieron afectados por condicionantes externos, si bien en este caso no se trató solamente de factores meteorológicos adversos. Durante los trabajos realizados en 2021, se seleccionó un área testigo próxima a la localidad de La Cumbre por su cercanía a la zona de implantación de las plantas fotovoltaicas y por su contrastada riqueza en especies de carácter estepario. Se trata de un sector situado entre la carretera de Trujillo y la vía pecuaria que, en 2021, se caracterizó por la presencia de extensos pastos secos y áreas de rastrojera, muy frecuentadas por diversas especies. Sin embargo durante la presente temporada, la mayor parte de esos pastos y rastrojos

se han transformado en barbechos que, en algunos casos, fueron incluso roturados durante la ejecución de los trabajos de campo, con el consiguiente perjuicio para la avifauna y, obviamente, para la recolección de datos.

Dado que resultaba necesario mantener el área testigo seleccionada previamente para que los datos tuvieran coherencia, y ante la imposibilidad de iniciar la búsqueda de un nuevo sector del territorio con características afines a las que existieron en el área de implantación, se optó por ejecutar los trabajos en las localidades previamente estipuladas, asumiendo que los cambios experimentados por el hábitat del área testigo son algo consustancial a un ecosistema particularmente sometido a un intenso manejo por parte del hombre.

Teniendo en cuenta los factores antes comentados, no sorprende comprobar cómo algunos de los parámetros que se han empleado para medir la diversidad de especies (en particular los relacionados con los IKA), han resultado más favorables en el interior de las instalaciones fotovoltaicas que en la parcela testigo, circunstancia que fue radicalmente opuesta en los datos de 2021.

Si tomamos los IKA obtenidos dentro de las instalaciones, veremos que oscilan entre las 73 y las 130 aves por kilómetro en abril (con un promedio de 104) y entre 51 y 123 aves por kilómetro en mayo (promedio 90), mientras que en el área testigo los IKA de abril oscilaron entre 33 y 44 aves por kilómetro (37 como promedio) y entre 31 y 78 aves por kilómetro en mayo (promedio de 57) (**Tablas 18 y 19**). Como se observa, en todos los casos los valores exteriores resultaron muy inferiores a los obtenidos en el interior de las instalaciones fotovoltaicas, donde —a diferencia de lo sucedido en el área testigo— las condiciones ambientales se mantuvieron sin cambios significativos.

Otros parámetros obtenidos mediante el análisis de los datos subrayan las diferencias encontradas con el cálculo de los IKA. Así por ejemplo, la riqueza de especies encontrada en el interior de las plantas se mantuvo muy estable durante la primavera, con valores que oscilaron entre 18 y 19 especies (se han considerado las riquezas fuera y dentro de la banda de 25 metros a ambos lados de la línea de progresión del transecto), en tanto que en el área testigo las riquezas variaron entre 9 y 17 especies para el mes de abril y entre 11 y 20 durante mayo; como en el caso anterior se han tenido en cuenta tanto las riquezas obtenidas dentro y fuera de la banda. Según estos datos, solamente en un caso la riqueza en la zona exterior fue superior a la obtenida dentro de la planta fotovoltaica y coincidió con la registrada fuera de la banda en los transectos del mes de mayo (**Tablas 20 y 21**).

Por el contrario, si nos detenemos en los datos registrados mediante la observación desde puntos fijos, se aprecia que la riqueza de especies es en todos los casos mayor en el área testigo que en el interior de la planta fotovoltaica: entre 15 y 17 especies en abril para el área testigo frente a 7-12 especies en el interior de las instalaciones y entre 16 y 19 especies en mayo en el área testigo ante una horquilla de 8-13 en la planta fotovoltaica (**Tabla 22**). Esta aparente discrepancia respecto a los valores colectados en los IKA se fundamenta en el radio dentro del cual se obtienen observaciones con una y otra metodología, ya que desde los puntos de observación se pueden conseguir contactos a mucha mayor distancia (especialmente si se trata de taxones de gran tamaño) que en los transectos. Por esta razón, desde los puntos de observación fuera de la planta se soslayó el problema de la transformación del hábitat en el

entorno inmediato del transecto, compensando la pérdida de riqueza en el área próxima con observaciones más lejanas.

Los datos de densidad de aves por hectárea, al obtenerse exclusivamente con los contactos colectados dentro de la banda de 25 metros a cada lado del transecto, se han visto condicionados por las mismas circunstancias que los IKA. Así, en el área testigo —donde la transformación del hábitat fue muy intensa— las densidades oscilaron en abril entre 6,6 y 8,8 aves por hectárea (mediana de 7,3) y entre 6,3 y 15,6 en mayo (promedio de 11,4), mientras que en el interior de las plantas fotovoltaicas —en las que la estabilidad de las condiciones ambientales fue muy alta—, se obtuvieron densidades de entre 14,6 y 26 aves por hectárea (promedio de 20,8) en abril y de 10,2 y 24,6 (promedio de 17,9) en mayo (**Tablas 23 y 24**).

Por lo que respecta al índice de diversidad específica obtenido mediante la fórmula de Margalef para el conjunto de registros (transectos y puntos de observación), los datos vienen a confirmar que la diversidad es mayor fuera de la planta fotovoltaica que dentro, con valores para el conjunto de la estación reproductora de 5,15 en el área testigo y de 4,97 en el interior de las plantas fotovoltaicas (**Tabla 25**). Sin embargo si consideramos exclusivamente la información referida a los transectos (**Tabla 26**), se observa cómo los valores para el interior de la planta mejoran tanto para los meses individuales como si se considera el conjunto de la estación reproductora (donde se alcanza un valor de 5,03), mientras que disminuyen ligeramente en lo que se refiere al área testigo. Esto es debido a que, al considerar exclusivamente los contactos con las especies detectadas en los transectos, desaparece el efecto de los contactos a larga distancia, que tienden a incrementar la diversidad.

Probablemente si las condiciones en el entorno inmediato al transecto que discurre por el área testigo hubiesen sido las mismas que en 2021, los valores de los índices de diversidad hubieran sido —como ocurrió entonces— más favorables en el exterior de la planta que dentro. En todo caso, es interesante comprobar cómo los datos de diversidad se sitúan en todos los casos en valores medios y que solamente el promedio de la estación reproductora para el área testigo considerando tanto transectos como puntos de observación, así como el promedio para toda la estación reproductora en el interior de la planta considerando solamente los datos de los transectos, superan ligeramente lo que se entiende —según el índice aplicado— como una diversidad alta. Cuestión bien distinta sería calibrar el valor para la conservación de los taxones presentes, que pueden ser pocos (algo habitual en áreas esteparias), pero con un grado de rareza y amenaza muy alto.

La similitud que presentan ambas zonas según el índice de Sorensen alcanza el 66%, un porcentaje elevado si tenemos en cuenta la enorme transformación experimentada por el territorio una vez que se construyeron las plantas, lo que viene a indicar la existencia dentro de las instalaciones fotovoltaicas de un buen número de taxones compartidos con el exterior.

Dentro de la planta FV, la comunidad de aves presente está conformada en su mayor parte por taxones en general comunes y de amplia distribución asociados a hábitats abiertos, como pastizales, agrosistemas de secano y paisajes en mosaico, aunque en ocasiones se trata de aves ciertamente poco comunes y con poblaciones en retroceso (**ver tablas 6 a 17 y tabla 27**) que se han instalado dentro de la planta aprovechando el desarrollo de medidas para potenciar la diversidad o atraídas por condiciones de tranquilidad y seguridad, lo que confiere a estas

instalaciones un valor objetivo; este sería el caso del alcaraván (*Burhinus oedicnemus*) y la carraca europea (*Coracias garrulus*). El primero de ellos (considerado como “vulnerable” en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura) resulta relativamente frecuente dentro de la planta, donde encuentra condiciones apropiadas para su instalación; por lo que respecta a la carraca (catalogada como “vulnerable” en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura), se ha podido observar la presencia de varias parejas que utilizan nidales artificiales para su reproducción. Además de estas dos especies, se ha confirmado la nidificación en caja nido de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*).

Un cierto número de especies utiliza diferentes puntos de la planta como zona de campeo y alimentación; este el caso de algunas rapaces diurnas como el cernícalo primilla (*Falco naumanni*) (“sensible a la alteración del hábitat” en el Catálogo Regional), el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*) (“de interés especial en el Catálogo Regional), el águila culebrera (*Circaetus gallicus*) (“de interés especial en el Catálogo Regional), el ratonero (*Buteo buteo*) (“de interés especial en el Catálogo Regional), el milano negro (*Milvus migrans*) (“de interés especial en el Catálogo Regional) o el milano real (*Milvus milvus*) (calificado como “en peligro de extinción” en el Catálogo Regional). También las grandes rapaces carroñeras han sido vistas en el interior de la planta, aunque en la mayor parte de las ocasiones se trata de individuos que sobrevuelan las instalaciones durante sus desplazamientos habituales; no obstante, es habitual que aprovechen los cadáveres generados en el rebaño de ovejas que frecuenta la planta y que son depositados por los operarios de la instalación en lugares accesibles. Entre las especies carroñeras detectadas en la planta se encuentran el buitre negro (*Aegypius monachus*) (“sensible a la alteración del hábitat”), el alimoche (*Neophron percnopterus*) (“vulnerable”) y, sobre todo, el buitre leonado (*Gyps fulvus*) (“de interés especial”).

Las charcas existentes en el interior de la planta FV contribuyen a aumentar considerablemente la diversidad de las instalaciones atrayendo a un buen número de especies, entre las cuales cabe resaltar la presencia de espátula (*Platalea leucorodia*) (“vulnerable” en el Catálogo Regional).

En todo caso, habida cuenta del tiempo transcurrido desde la construcción de las plantas fotovoltaicas objeto del presente informe, es poco previsible que un gran número de nuevas especies se instale en el interior de las mismas, por lo que parece probable (aunque esta afirmación debería apoyarse con más datos de campo) que se haya alcanzado una cierta estabilidad en cuanto a la riqueza de especies que es capaz de albergar un territorio como el que nos ocupa con las actuales características.

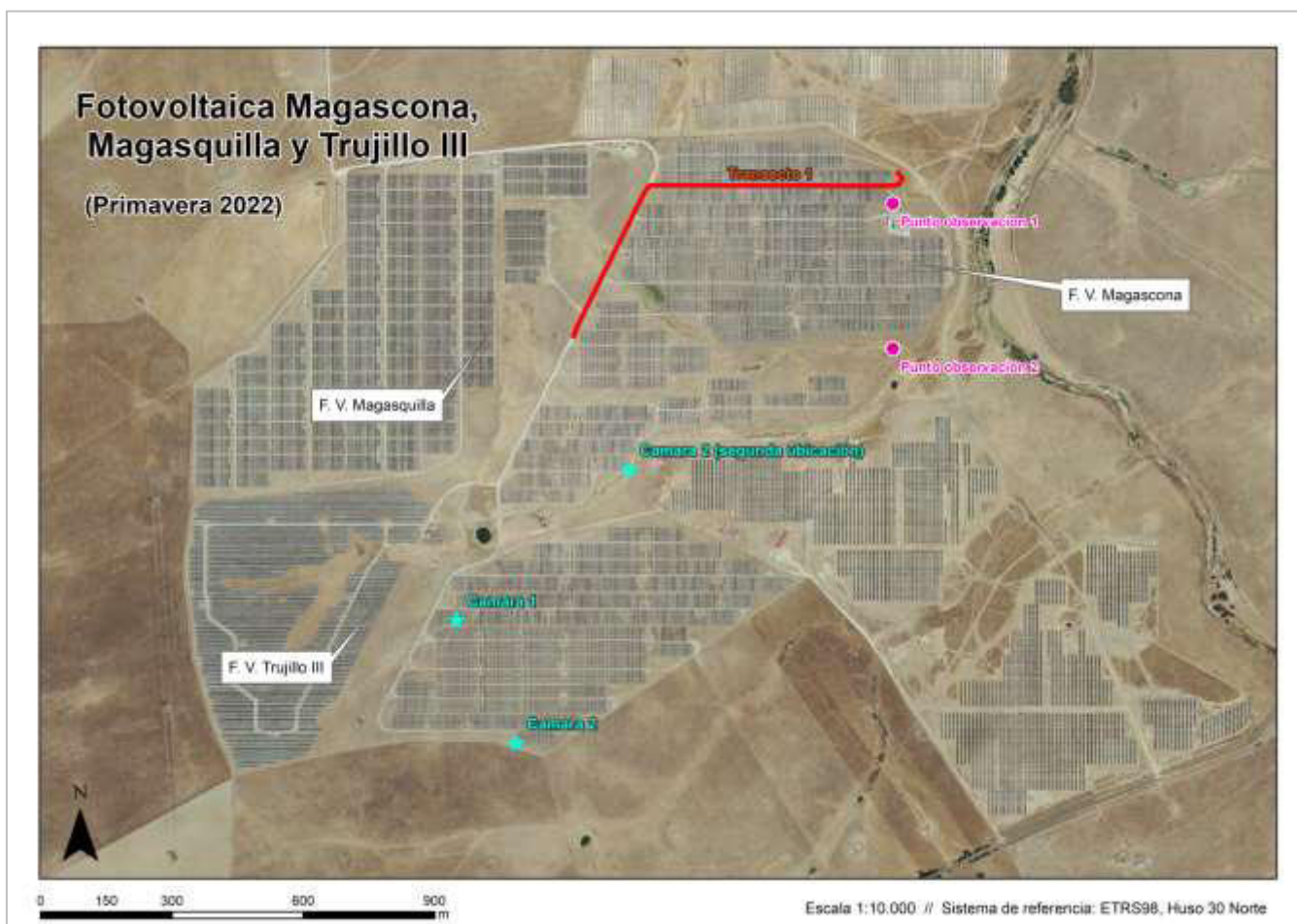
En el área testigo la comunidad ornítica está constituida fundamentalmente por especies ligadas a los grandes espacios abiertos, caracterizados por el predominio de agrosistemas de secano y pastizales, si bien con la presencia de algunos taxones propios de zonas húmedas gracias a la existencia de numerosas charcas ganaderas. Entre las especies presentes cabe mencionar la ganga ortega (*Pterocles orientalis*), la avutarda (*Otis tarda*), el cernícalo primilla (*Falco naumanni*), el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), la carraca (*Coracias garrulus*) y el mochuelo europeo (*Athene noctua*). Habituales también en el área —aunque durante la primavera no se han detectado— son el sisón (*Tetrax tetrax*) y el alcaraván (*Burhinus oedicnemus*). Todas estas especies, junto con algunas otras características de este tipo de hábitat (como es el caso de los

aláudidos) configuran una comunidad esteparia ciertamente variada y compleja, que se podría calificar como de un elevado valor ambiental.

ANEXO I. Listado de especies

Especie	Interior de la planta FV			Área testigo		
	Transectos		Puntos de observación	Transectos		Puntos de observación
	Dentro de la banda	Fuera de la banda		Dentro de la banda	Fuera de la banda	
Aegypius monachus						
Alopochen aegyptiaca						
Anas platyrhynchos						
Apus apus						
Ardea cinerea						
Athene noctua						
Bubulcus ibis						
Burhinus oediconemus						
Buteo buteo						
Calandrella brachydactyla						
Carduelis carduelis						
Cecropis daurica						
Ciconia ciconia						
Circus pygargus						
Cisticola juncidis						
Columba livia/doméstica						
Coracias garrulus						
Corvus corax						
Corvus monedula						
Delichon urbicum						
Egretta garzetta						
Falco naumanni						
Falco tinnunculus						
Galerida cristata						
Galerida theklae						
Gyps fulvus						
Hieraaetus pennatus						
Himantopus himantopus						
Hirundo rustica						
Linaria cannabina						
Lanius meridionalis						
Melanocorypha calandra						
Merops apiaster						
Miliaria calandra						
Milvus migrans						
Milvus milvus						
Motacilla flava						
Neophron percnopterus						
Oenanthe oenanthe						
Otis tarda						
Passer domesticus						
Passer hispaniolensis						
Petronia petronia						
Pica pica						
Platalea leucorodia						
Pterodroma orientalis						
Saxicola rubetra						
Saxicola rubicola						
Sturnus unicolor						
Tachybaptus ruficollis						
Upupa epops						

Anexo II. Cartografía



Mapa 1. Ubicación del transecto, los puntos de observación y las cámaras de fototrampeo en el interior de la planta FV



Mapa 2. Ubicación del transecto y los puntos de observación en el área testigo

Anexo III. Fotografías

Aspecto de un tramo del transecto que discurre por el interior de la planta FV



Aspecto de otro tramo del transecto que discurre por el interior de la planta FV



Vista desde el transecto que discurre por el interior de la planta FV



Panorámica desde el P.O.1 (1) en el interior de la planta FV



Panorámica desde el P.O.1 (2) en el interior de la planta FV



Panorámica desde el P.O.1 (3) en el interior de la planta FV



Panorámica desde el P.O.2 (1) en el interior de la planta FV



Panorámica desde el P.O.2 (2) en el interior de la planta FV



Panorámica desde el P.O.2 (3) en el interior de la planta FV



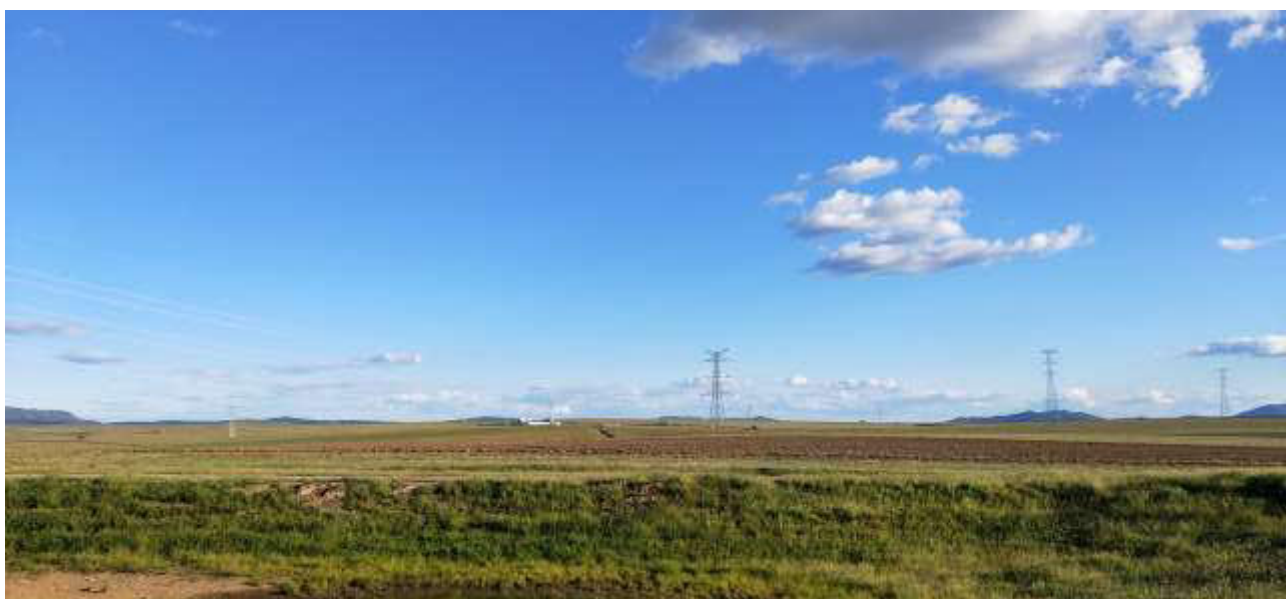
Aspecto de un tramo del transecto que discurre por el área testigo (abril 2022)



Vista desde el P.O.1 del área testigo (abril 2022)



Otra panorámica desde el P.O.1 del área testigo (abril 2022)



Vista desde el P.O.2 del área testigo (abril 2022)



Otra panorámica desde el P.O.2 del área testigo (abril 2022)



Aspecto de un tramo del transecto en el área testigo (mayo 2022)



Panorámica desde el P.O.1 del área testigo (mayo 2022)



Panorámica desde el P.O.2 del área testigo (mayo 2022)

Fototrampeo



Zorro



Liebre



Cuervos



Milano negro



Cigüeña blanca



Estornino negro

ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD EN PLANTAS FOTOVOLTAICAS PARA LA UNEF

PRIMAVERA 2022



PLANTA FOTOVOLTAICA DE “EL QUINTILLO” T.M. DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)

Empresa promotora: Renovalia



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN GENERAL	3
2. ALCANCE DEL ESTUDIO	3
3.1. INSTALACION FOTOVOLTAICA	5
3.2. ÁREA TESTIGO	6
4. FECHAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	8
5. METODOLOGÍA	9
5.1. TRANSECTOS PARA LA DETECCIÓN DE ESPECIES DE AVES Y DETERMINACIÓN DE ÍNDICES KILOMÉTRICOS DE ABUNDANCIA (IKA). PUNTOS DE ESCUCHA Y OBSERVACIÓN	9
5.1.1. Diseño del Estudio	9
5.1.1.1. Transectos	10
5.1.1.2. Puntos de observación y escucha	11
5.1.1.3. Índices kilométricos de abundancia, riqueza de especies y densidad	12
5.1.1.4. Índices de diversidad y similitud	13
5.2. CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO	14
5.3. MATERIALES	16
6. RESULTADOS	17
6.1. ESPECIES DETECTADAS EN LOS TRANSECTOS	17
6.2. ESPECIES DETECTADAS EN LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN Y ESCUCHA	21
6.3. ÍNDICE KILOMÉTRICO DE ABUNDANCIA (IKA)	24
6.4. RIQUEZA DE ESPECIES	25
6.5. DENSIDAD DE AVES DENTRO DE LA BANDA PRINCIPAL DE LOS TRANSECTOS	26
6.6. DIVERSIDAD ESPÉCIFICA	27
6.7. SIMILITUD	27
6.8. CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ORNÍTICAS	27
6.9. OTRAS ESPECIES DETECTADAS EN LA PLANTA FOTOVOLTAICA	28
6.9. ESPECIES SINGULARES Y CON MAYORES GRADOS DE PROTECCIÓN	28
6.10. RESULTADOS DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO	29
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	31
ANEXO I: CARTOGRAFÍA	34
ANEXO II: LISTADOS DE ESPECIES ENCONTRADAS.	36

ANEXO III: FOTOGRAFÍAS.....	37
-----------------------------	----

Trabajo de campo e informe:

Miguel Ángel Hernández Soria

Diego Hernández Pérez

EMAT s.l.

Agosto de 2022

1. INTRODUCCIÓN GENERAL.

El presente informe se redacta en el marco del estudio que la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) ha encargado a EMAT S.L. y que tiene por objeto fundamental valorar la biodiversidad presente en instalaciones solares fotovoltaicas utilizando como bioindicador principal la avifauna.

Los trabajos de campo se han realizado entre los meses de abril y junio de 2022, abarcando el núcleo de la época de reproducción de este grupo de especies.

2. ALCANCE DEL ESTUDIO.

Entre las instalaciones estudiadas se encuentra la planta fotovoltaica de “El Quintillo” situada dentro del término municipal de Puertollano (Ciudad Real) y cuyo titular es Renovalia, empresa que ha proporcionado todo tipo de facilidades para el correcto desarrollo de los trabajos de toma de datos.

En este informe se describen y analizan los resultados del estudio para dicha instalación. Para ello se ha comparado, en relación con diferentes parámetros asociados a la avifauna observable, dos localizaciones distintas, la planta fotovoltaica “El Quintillo” y un emplazamiento cercano, pero no colindante cerca del paraje “Huertas de la Umbría” en un camino que discurre entre la finca “La Romera”, ubicado en el mismo término municipal y de características análogas a la que dispondría la zona de implantación de la planta antes de su construcción. Ello permite comparar una y otra zona y valorar la capacidad de acogida para la avifauna que presenta la instalación actualmente.

Ambos emplazamientos se encuadran en zonas de raña comprendidas entre la vertiente sur de la Sierra de Puertollano y el cauce del río Ojailén. Se trata de territorios llanos dedicados al cultivo de cereal de secano que ocupan el centro de la raña y se rodean de espacios adehesados con monte y matorral mediterráneos, mejor conservados en zonas de piedemonte o abarrancadas hacia el cauce del río Ojailén. Los usos característicos en la finca son el agrícola, ganadero y cinegético de caza mayor y menor.

Complementariamente se han realizado también muestreos mediante fototrampeo de la fauna, en los que el grupo objetivo principal son los mamíferos, y dentro de estos, los carnívoros.

En suma, el objetivo de este estudio es el de determinar el efecto que pueda tener en la biodiversidad la presencia de la planta fotovoltaica y las acciones de renaturalización dentro de esta en la fauna, comparándolo con la observable en el entorno circundante.

3. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se sitúa en las estribaciones septentrionales de Sierra Morena, a caballo entre esta comarca y la del Campo de Calatrava, en el centro sur de la provincia de Ciudad Real y también de la Península Ibérica. Es una zona de pie de sierra, con valles delimitados por agudas alienaciones montañosas de mediana entidad en los que afloran roquedos y cerros y los materiales sedimentarios suelen ser tipo raña.

El paisaje vegetal es variado, con zonas cultivadas de secano con cereal y olivos, dehesas y manchas de monte mediterráneo que se hacen más densas y continuas a medida que las pendientes son mayores. Existe algunos arroyos y ríos de poca entidad, pero que crean vaguadas y sotos, como es el caso del Ojailén y sus tributarios.

Existe un entorno industrializado a no mucha distancia ligado a Puertollano, su complejo petroquímico e industrias, y en las últimas décadas hay una creciente implantación, que continúa, de parques solares fotovoltaicos.

La altitud de los terrenos oscila entre los 650 m.s.n.m. y los 700 m.s.n.m. en el emplazamiento fotovoltaico y entre los 600 y 1.100 en el entorno.

3.1. INSTALACION FOTOVOLTAICA

La instalación estudiada es la planta fotovoltaica de “El Quintillo” ubicada en el término municipal de Puertollano (Ciudad Real) y cuya construcción data de 2006-2007.

La instalación fotovoltaica cuenta con una potencia nominal 47.6 MW y cuenta con 240.800 paneles solares fijos que se encuentran dispuestos de forma continua en una misma zona.

La superficie total de ocupación del emplazamiento es de una superficie bruta de 97 ha. Asimismo, cuenta con una línea de evacuación comprendida entre la parcela 3107 del polígono 16 de Puertollano y el entronque con la SET Elcogas.

Dispone de un vallado perimetral parcial de tipo cinegético, quedando abierto a zonas de monte en el frente sur y este de la instalación. Dentro del perímetro de la instalación hay un

manadero de agua que da lugar a una pequeña charca con vegetación palustre y riparia.

Está ubicada en zona de raña comprendida entre la vertiente sur de la Sierra de Puertollano y el cauce del río Ojailén. Se trata de terrenos en suave pendiente o llanos que en su día estaban dedicados al cultivo de cereal de secano y que se rodean de espacios adehesados con monte y matorral mediterráneos. La vegetación natural dominante está compuesta por un encinar – cornicabral bien conservado en los sectores norte, oeste y sur de las instalaciones. Los materiales que ocupan la raña son cantos y gravas embutidos en una matriz arcillosa, todo ellos de origen pleistocénico cuaternario. Las altitudes oscilan entre los 650 y 700 m.s.n.m.

Para el control del crecimiento de la vegetación herbácea natural en la planta se emplea el manejo de ganado ovino que es pastoreado rotando por sectores en el interior de las instalaciones.

En la linde sur del emplazamiento existe una torreta de caza que se emplea ocasionalmente para aguardos y esperas. Y en las zonas de monte aledañas se practican modalidades de caza mayor.

Aunque la instalación no se encuentra dentro de los límites de ninguna zona protegida, en un radio de 4 kilómetros se encuentran al suroeste el ZEC de las Lagunas del Campo de Calatrava, el Monumento Natural de la Laguna Volcánica de Alberquilla y el Parque Natural del Valle de Alcudia y Sierra Madrona.

Tabla 1. Áreas protegidas de la RN2000 y Espacios Naturales Protegidos en el ámbito cercano a la zona de implantación de la planta fotovoltaica Las Flotas de los Álamos

CÓDIGO	DENOMINACIÓN
ES4220005	ZEC - Lagunas Volcánicas del Campo de Calatrava
ES422003	Monumento Natural - Laguna Volcánica de Alberquilla
ES422039	Parque Natural - Valle de Alcudia y Sierra Madrona

3.2. ÁREA TESTIGO

Como área testigo con la que comparar la presencia de avifauna en la planta fotovoltaica se seleccionó una zona cercana, al oeste de esta, en el paraje de “Huertas de la Umbría” en la finca “La Romera”. La selección de este emplazamiento vino determinado por la necesidad de encontrar un territorio con unas características (climáticas, biogeográficas, fitosociológicas, faunísticas, geomorfológicas, paisajísticas, hidrológicas, de usos del suelo), extensión territorial y tipos de

hábitats similares a los que tendrían las parcelas sobre las que se instaló la planta fotovoltaica de “El Quintillo”.

Al igual que la instalación fotovoltaica, el área testigo se encuentra en una zona de raña comprendida entre la vertiente sur de la Sierra de Puertollano y el cauce del río Ojailén. De igual forma, se trata de territorios llanos o de suaves pendientes dedicados al cultivo de cereal de secano que ocupan ambos lados del transecto realizado. También existen diferentes manchas pequeñas de monte, principalmente de encinas además de una charca en la zona sur de la instalación.

4. FECHAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Para el desarrollo del estudio se establecieron contactos previos con el personal técnico de la instalación con el fin de concertar las fechas de las visitas al interior de la planta. Las visitas al área testigo se realizaron los mismos días buscando que las condiciones de ejecución del estudio fueran análogas tanto dentro como fuera de la planta.

Los trabajos se llevaron a cabo en los meses de abril y junio, durante el periodo reproductor de la mayoría de las especies de aves, en concreto los días:

- *29 de abril*
- *2 y 3 de junio*

En general las condiciones climatológicas fueron buenas, sin precipitaciones y excelente visibilidad. A partir de mediados de mayo hubo un notorio incremento de las temperaturas sobre lo habitual en esta época del año. Ello condicionó el estado de la vegetación y el comportamiento de las aves, por lo que en algún caso fue necesario adelantar el horario de los transectos del mediodía.

5. METODOLOGÍA

En el desarrollo del estudio se han puesto en práctica distintas metodologías al uso y comúnmente aceptadas para detectar el mayor número de especies y ejemplares de avifauna posible (ver, por ejemplo, Tellería J.L. 1986 “*Métodos de censo de vertebrados terrestres*”). También se han seguido los criterios de evaluación de la “*Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las instalaciones solares sobre especies de avifauna esteparia*” del MITERD.

A partir de ahí se han evaluado mediante parámetros estándar la biodiversidad comparando la superficie que ocupa la instalación con el área testigo.

En este caso el estudio se desarrolla en época de reproducción (abril/junio) por lo que será la comunidad ornítica nidificante la valorada.

5.1. TRANSECTOS PARA LA DETECCIÓN DE ESPECIES DE AVES Y DETERMINACIÓN DE ÍNDICES KILOMÉTRICOS DE ABUNDANCIA (IKA). PUNTOS DE ESCUCHA Y OBSERVACIÓN

5.1.1. Diseño del Estudio

Los parámetros que se han considerado a la hora de realizar la caracterización de la biodiversidad de aves presente en ambas zonas, así como para su comparativa posterior, han sido los siguientes:

- Presencia y riqueza de especies (número de especies identificadas).
- Caracterización de las especies encontradas y el uso del hábitat.
- Densidad de especies, según índices de abundancia (IKA) en transectos realizados a pie y número de contactos tanto visuales como acústicos obtenidos durante los periodos de observación en las estaciones de escucha y observación en puntos fijos previamente determinados.
- Realización de índices de diversidad específica.
- Realización de índices de similitud.

5.1.1.1. Transectos

Para la toma de datos se diseñaron transectos de 1 kilómetro de longitud para realizar a pie tanto en el interior de las instalaciones fotovoltaicas como en el área testigo. A efectos de calcular posteriormente los índices kilométricos de abundancia se estableció una banda de 25 metros de ancho a cada lado de la línea de progresión del transecto (es decir, una banda de observación de 50 metros en total). Se registraron todos los contactos existentes dentro de la banda de observación (banda principal), pero también aquellos que se produjeron fuera de la misma, con objeto de completar la determinación de la diversidad y riqueza de especies, diferenciando aquellas observaciones que se realizaban fuera de la banda principal pero dentro de la instalación de aquellas que se realizaban fuera de esta.

Se realizó un transecto en el interior del área ocupada por placas fotovoltaicas y un transecto en el área testigo, cuyas ubicaciones pueden observarse en el anexo cartográfico. Las coordenadas de inicio y fin de los transectos aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Coordenadas de los transectos realizados

Itinerario interior				Itinerario exterior			
Punto inicio		Punto fin		Punto inicio		Punto fin	
Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y
415214	4275804	415196	4274800	412549	4273643	411765	4274306

El tiempo para la realización de los recorridos a pie de los transectos se estableció en aproximadamente una hora. Para comprobar las posibles variaciones a lo largo de la jornada, se procedió a repetir en tres momentos diferentes del día en el periodo diurno (primera hora de la mañana, mediodía y última hora de la tarde) como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 3. Fechas y horarios de realización de los transectos

INTERIOR INSTALACIÓN FV				AREA TESTIGO			
Fecha	Transecto	Hora inicio	Hora fin	Fecha	Transecto	Hora inicio	Hora fin
29/04/2022	T1	9:00	10:25	29/04/2022	T1	9:10	10:35
	T2	13:00	14:00		T2	13:20	14:20
	T3	19:30	20:30		T3	19:45	20:45
03/06/2022	T1	8:10	9:10	03/06/2022	T1	8:20	9:20
	T2	11:00	12:00		T2	12:15	13:15
02/06/2022	T3	20:40	21:40	02/06/2022	T3	21:00	22:00

Durante la realización de los transectos se fueron registrando los siguientes datos para los

contactos realizados:

- Fecha y hora.
- Especie observada.
- Número de ejemplares detectados.
- Ubicación de la observación.
- Distancia del observador en base a un código numérico de cercanía a la banda principal (1- dentro, 2-fuera pero dentro de la instalación y 3-fuera de la instalación).
- Edad y sexo (cuando fue posible).
- Comportamiento observado (alimentación, defensa del territorio, reproductor...).

5.1.1.2. Puntos de observación y escucha

Para complementar la información obtenida mediante los transectos a pie se establecieron puntos de observación y escucha en las proximidades de cada uno de los itinerarios. La selección de estos puntos se hizo previamente mediante un recorrido de reconocimiento tanto del interior de la planta como del área testigo atendiendo a diferentes factores como:

- Representatividad de los hábitats principales de los diferentes emplazamientos.
- Ubicación que permitiese disponer de un amplio campo visual en torno al punto.
- Facilidad de acceso.

La ubicación de los puntos de observación aparece reflejada en el anexo cartográfico; las coordenadas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Coordenadas de los puntos de observación

INTERIOR DE LA INSTALACIÓN FV				ÁREA TESTIGO			
P.O. 1		P.O. 2		P.O. 1		P.O. 2	
Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y
415214	4275804	415150	4274465	412549	4273643	411765	4274306

Durante los días de visita, tanto al interior de las planas FV como al área testigo, se realizaron en diferentes momentos del día estaciones de observación, coincidiendo básicamente con los momentos de finalización de los transectos. Las estaciones se prolongaron cada una por espacio de media hora o una hora y se efectuaron desde dos puntos diferentes. A lo largo de las mismas (como ya se explicó en el caso de los transectos), se tomaron una serie de datos, como especie observada, comportamiento, hábitat, etc. Los horarios de realización de los puntos de observación aparecen reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 5. Fechas y horarios de realización de los puntos de observación

INTERIOR INSTALACIÓN FV					ÁREA TESTIGO				
Fecha	P.O. 1		P.O. 2		Fecha	P.O. 1		P.O. 2	
	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin		Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin
29/04/2022	10:25	11:00	14:00	15:00	29/04/2022	14:20	14:50	10:35	11:00
	20:30	21:00	-	-		-	-	20:30	21:00
02/06/2022	21:40	22:40	-	-	02/06/2022	-	-	22:00	22:30
03/06/2022	12:55	13:30	9:15	10:30	03/06/2022	13:15	13:45	9:25	10:15

5.1.1.3. Índices kilométricos de abundancia, riqueza de especies y densidad

Mediante los índices kilométricos de abundancia (IKA) es posible obtener una medida del número y abundancia relativa de especies detectadas a lo largo de un recorrido predeterminado. Para ello se aplica la siguiente expresión:

$$IKA = \frac{N}{km}$$

Donde N es el número de individuos detectados en un recorrido concreto de una determinada especie o especies.

La extracción de IKA se ha realizado exclusivamente para los individuos detectados dentro de la banda principal del transecto (25 metros a cada lado de la línea de progresión).

A partir de los datos colectados en los transectos, se ha calculado un índice de riqueza que permite ver de una manera muy sencilla y rápida hasta qué punto es más o menos extensa la comunidad de aves estudiada (número de especies detectadas por kilómetro de recorrido). Este cálculo también se ha realizado para las estaciones de observación.

Utilizando también los datos obtenidos dentro de la banda principal del transecto, se ha procedido a obtener un cálculo de densidad por hectárea de las especies presentes, teniendo en cuenta que al definirse transectos de 1 kilómetro con una banda principal de censo de 50 metros (25 a cada lado de la línea de progresión), en realidad se obtiene una imagen de las especies presentes dentro de un territorio que corresponde aproximadamente a 5 hectáreas. Con esta premisa, los IKA obtenidos para las diferentes especies se han dividido por 5, extrayéndose así la

densidad relativa de aves por hectárea existente en el dominio del transecto.

También se ha considerado la riqueza de especies, esto es, el número de especies totales avistadas.

5.1.1.4. Índices de diversidad y similitud

Para completar y afinar en el conocimiento de la comunidad ornítica, la información obtenida en los transectos y estaciones de observación se ha procesado para realizar un cálculo de la diversidad y similitud de la comunidad de aves presente, tanto dentro de la planta FV como en el área testigo, gracias a lo cual se han obtenido valores numéricos comparables entre sí y comparables con los que resulten de los trabajos que puedan en futuras temporadas o en otras plantas fotovoltaicas.

A la hora de abordar este aspecto existen varios métodos cuantitativos que miden la diversidad específica, si bien nos hemos decantado por ser más apropiado al caso en estudio por el **índice de diversidad de Margalef**, que se corresponde con la siguiente expresión:

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:

I = Diversidad específica.

S = Número de especies detectadas (riqueza).

N = Número total de individuos de todas las especies detectadas.

Con este índice, si los valores obtenidos para I son menores que 2, se considera que la diversidad presente es baja; si el valor de I se sitúa entre 2 y 5 estamos ante una diversidad media y, finalmente, si el valor alcanzado por I es mayor que 5 se trata de una diversidad alta.

Para comprobar hasta qué punto son parecidas las comunidades de aves existentes en el interior de la planta fotovoltaica y en el área testigo, se ha aplicado un índice de similitud. Como en el caso anterior, existen multitud de expresiones matemáticas que miden el grado de similitud entre dos comunidades, pero, en este caso, se ha aplicado el **índice de similitud de Sorensen** ya que concede mayor importancia a las especies compartidas por las comunidades comparadas, lo que se ajusta mejor a la hipótesis de partida del trabajo (esto es, que las comunidades existentes en el área testigo y en el interior de la planta son, en origen, muy similares).

El índice de diversidad de Sorensen se corresponde con la siguiente expresión:

$$S = \frac{(2c)}{a + b + 2c}$$

Donde:

c = Número de especies compartidas por las localidades comparadas (a y b).

a = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad a.

b = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad b.

Los valores que se obtienen con este método se sitúan entre 0 y 1, de manera que cuanto más próximo está el resultado a la unidad, mayor similitud existe entre las comunidades comparadas. No obstante, es más habitual expresar la similitud en porcentaje, por lo que el resultado obtenido hay que transformarlo de forma muy sencilla. Así, por ejemplo, si obtenemos un valor de 0,768 para el índice de Sorensen significa que ambas comunidades son similares en un 77%.

5.2. CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO

Con objeto de obtener información complementaria sobre la fauna que frecuenta las plantas fotovoltaicas (en particular mamíferos) se instalaron dos cámaras de fototrampeo dotadas de sensores infrarrojos y activados por movimiento. Los temporizadores de las cámaras se mantuvieron operativos entre las dos visitas realizadas a la planta (un mes) y en las 24 horas. Los ciclos de disparo se programaron de tal modo que, con intervalos de 30 segundos, las cámaras fueran capaces de obtener series de tres fotografías y un vídeo tras activarse el sensor de movimiento.

Las cámaras se instalaron en dos puntos suficientemente distanciados entre sí como para lograr una adecuada cobertura del conjunto de la instalación fotovoltaica. Los lugares que se consideraron óptimos para la colocación de las cámaras se seleccionaron tras una prospección previa del terreno.

Las coordenadas de los puntos de instalación se consignan en la siguiente tabla.

Tabla 6. Coordenadas de las ubicaciones de las cámaras para fototrampeo

UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO			
CÁMARA 1		CÁMARA 2	
Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
415492	4274815	415605	4275159

La cámara 1 se situó en la zona oeste de la planta, junto a uno de los 2 arroyos que discurren por la instalación, sujeta a una encina dirigida hacia el barranco del arroyo.

La cámara 2 se situó en la zona suroeste de la planta, en la zona de la charca, sujeta a una encina y dirigida también hacia el barranco del arroyo. Desgraciadamente esta cámara fue vandalizada a los pocos días de su colocación y las únicas fotos que conserva son de los primeros 10 días que estuvo en funcionamiento.

Para favorecer la presencia de carnívoros en las proximidades de las cámaras, se procedió a cebar la zona inmediata con comida para gatos.

Una vez recogidas las tarjeas de las cámaras, se procedió al visionado de las imágenes y grabaciones en vídeo, realizándose una clasificación de los fotogramas exitosos y se nombraron las capturas conforme a la siguiente nomenclatura:

XXXXXXXX_FVXXXXXX_Especie_nº foto/video de la jornada_cámara X

5.3. MATERIALES

Los materiales empleados para la realización de los trabajos de campo y la preparación del informe han sido los siguientes.

- Vehículo todoterreno.
- Binoculares Nikon 10x42 y Leica 10x42.
- Telescopio Leica Televid 77 y trípode.
- Cámara de fotos Lumix y Nikon.
- Teleobjetivo Nikon 80-400mm.
- Cartografía digital del Instituto Geográfico Nacional.
- Aplicación digital IGN del Instituto Geográfico Nacional.
- Brújula y GPS.
- Sistema de Información Geográfica (QGis, versión 2.22.10).
- Aplicación para toma de datos (ObsMapp 7.39)
- Aplicaciones ofimáticas.
- Fichas de campo.
- Equipos de protección individual (chaleco reflectante, casco, botas de seguridad...).
- Cámaras de fototrampeo marca Victure modelo Trail camera HC300.
- Atrayentes para las cámaras de fototrampeo.

6. RESULTADOS

6.1. ESPECIES DETECTADAS EN LOS TRANSECTOS

Tabla 7. Especies detectadas en los transectos del mes de abril en el interior de la planta FV

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
29/04/2022	T1	Sturnus unicolor	3	Gyps fulvus	12
		Clamator glandarius	2		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida theklae	2		
		Galerida theklae	2		
		Emberiza calandra	2		
		Galerida theklae	1		
		Lanius meridionalis	1		
		Pica pica	1		
		Galerida theklae	1		
		Lanius meridionalis	1		
		Galerida cristata	2		
		Upupa epops	1		
		Galerida theklae	4		
		Galerida cristata	1		
		Merops apiaster	2		
		Circaetus gallicus	1		
		Falco tinnunculus	1		
		Linaria cannabina	2		
		Parus major	1		
		Emberiza calandra	1		
		Saxicola rubicola	1		
		Luscinia megarhynchos	1		
		Sylvia melanocephala	1		
		Apus apus	1		
		Curruca iberiae	1		
		Apus apus	6		
		Galerida cristata	1		
	T2	Sylvia melanocephala	1	Anthus pratensis	1
		Cyanopica cooki	1		
		Galerida cristata	1		
		Falco tinnunculus	1		
		Lanius meridionalis	1		
		Columba palumbus	2		
		Hirundo rustica	1		
		Cyanopica cooki	1		
		Emberiza calandra	1		
		Saxicola rubicola	1		
		Emberiza calandra	1		
		Hirundo rustica	1		
		Galerida theklae	1		
		Pica pica	1		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida theklae	1		
		Emberiza calandra	1		
		Falco tinnunculus	1		
		Galerida cristata	2		
		Emberiza calandra	1		
	T3	Emberiza calandra	3		
		Galerida cristata	2		
		Falco tinnunculus	1		
		Alectoris rufa	1		
		Galerida cristata	2		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	1		
		Alectoris rufa	2		
		Turdus merula	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	1		
		Pica pica	2		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	2		
		Saxicola rubicola	1		
		Luscinia megarhynchos	1		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	1		
		Streptopelia decaocto	2		
		Emberiza calandra	1		

Tabla 8. Especies detectadas en los transectos del mes de abril en el área testigo

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
29/04/2022	T1	Emberiza calandra	3	Cyanopica cooki	1
		Emberiza calandra	1	Columba livia	15
		Galerida cristata	1	Coturnix coturnix	1
		Galerida cristata	1	Pterocles orientalis	1
		Emberiza calandra	2	Gyps fulvus	1
		Cyanopica cooki	1	Turdus merula	1
		Streptopelia decaocto	1		
		Chloris chloris	1		
		Passer hispaniolensis	4		
		Turdus merula	2		
		Lanius senator	2		
		Columba palumbus	2		
		Alectoris rufa	1		
		Columba palumbus	1		
		Galerida theklae	1		
		Emberiza calandra	4		
		Lanius senator	1		
		Galerida theklae	1		
		Lanius senator	1		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	2		
		Emberiza calandra	3		
		Cecropis daurica	2		
		Phylloscopus trochilus	2		
		Emberiza calandra	3		
		Passer montanus	4		
	T2	Galerida cristata	1	Gyps fulvus	3
		Galerida cristata	2	Gyps fulvus	2
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Lanius senator	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Coturnix coturnix	1		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Gyps fulvus	1		
		Streptopelia decaocto	1		
		Coturnix coturnix	1		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Streptopelia decaocto	1		
		Galerida cristata	1		
		Coturnix coturnix	1		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Carduelis carduelis	1		
	T3	Emberiza calandra	3	Columba palumbus	2
		Emberiza calandra	2	Cyanopica cooki	1
		Cyanopica cooki	1		
		Galerida theklae	1		
		Coturnix coturnix	1		
		Emberiza calandra	1		
		Streptopelia decaocto	1		
		Emberiza calandra	5		
		Lanius senator	1		
		Emberiza calandra	3		
		Galerida cristata	2		
		Columba palumbus	1		
		Emberiza calandra	3		
		Streptopelia decaocto	6		
		Galerida cristata	2		
		Alectoris rufa	1		
		Alectoris rufa	2		
		Emberiza calandra	3		
		Hirundo rustica	2		
		Turdus merula	1		

Tabla 9. Especies detectadas en los transectos del mes de junio en el interior de la planta FV

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
02-03/06/2022	T1	Galerida cristata	1		
		Sturnus unicolor	1		
		Sturnus unicolor	6		
		Galerida cristata	1		
		Alectoris rufa	1		
		Streptopelia decaocto	1		
		Linaria cannabina	2		
		Upupa epops	1		
		Galerida theklae	2		
		Linaria cannabina	2		
		Galerida cristata	2		
		Galerida theklae	3		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida theklae	2		
		Columba palumbus	1		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	2		
		Streptopelia decaocto	1		
		Streptopelia turtur	2		
		Gyps fulvus	2		
		Linaria cannabina	2		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Streptopelia turtur	2		
		Hieraaetus pennatus	1		
		Lanius senator	1		
		Galerida cristata	1		
		Sturnus unicolor	2		
		Sylvia melanocephala	1		
		Turdus merula	1		
		Sylvia melanocephala	1		
		Galerida cristata	2		
		Columba palumbus	5		
		Gyps fulvus	3		
		Galerida cristata	2		
		Cyanopica cooki	2		
	T2	Galerida cristata	1		
		Columba palumbus	1		
		Galerida theklae	1		
		Galerida theklae	2		
		Passer domesticus	2		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	4		
		Curruca melanocephala	1		
		Streptopelia turtur	1		
		Columba palumbus	5		
		Pica pica	1		
	T3	Alectoris rufa	4	Columba palumbus	1
		Galerida cristata	1	Sturnus unicolor	100
		Circus aeruginosus	1	Sturnus unicolor	50
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	2		
		Sturnus unicolor	55		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	2		
		Emberiza calandra	1		
		Carduelis carduelis	2		
		Galerida cristata	2		
		Emberiza calandra	1		
		Hirundo rustica	4		
		Emberiza calandra	2		
		Cisticola juncidis	1		

Tabla 10. Especies detectadas en los transectos del mes de junio en el área testigo

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
02-03/06/2022	T1	Emberiza calandra	2	Streptopelia turtur	2
		Columba palumbus	3	Upupa epops	1
		Sturnus unicolor	11	Gyps fulvus	1
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	3		
		Passer hispaniolensis	2		
		Streptopelia decaocto	1		
		Emberiza calandra	1		
		Sturnus unicolor	14		
		Upupa epops	1		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	1		
		Lanius senator	1		
		Pterocles orientalis	1		
		Passer hispaniolensis	7		
		Passer hispaniolensis	4		
		Turdus merula	1		
		Emberiza calandra	3		
		Galerida cristata	1		
		Passer hispaniolensis	5		
		Emberiza calandra	1		
		Sturnus unicolor	12		
		Streptopelia decaocto	1		
		Streptopelia decaocto	2		
		Emberiza calandra	2		
		Passer hispaniolensis	3		
		Passer hispaniolensis	50		
		Columba palumbus	1		
		Streptopelia decaocto	1		
		Emberiza calandra	1		
		Lanius senator	1		
		Emberiza calandra	2		
		Anas platyrhynchos	1		
		Passer hispaniolensis	100		
		Cyanopica cooki	1		
		Turdus merula	2		
		Streptopelia decaocto	1		
		Turdus merula	2		
		Columba palumbus	1		
	T2	Passer domesticus	50		
		Passer hispaniolensis	50		
		Turdus merula	1		
		Turdus merula	1		
		Oriolus oriolus	1		
		Columba palumbus	2		
		Emberiza calandra	1		
		Falco tinnunculus	1		
		Gyps fulvus	1		
		Sturnus unicolor	9		
		Cyanopica cooki	2		
		Chloris chloris	1		
		Streptopelia decaocto	1		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	2		
		Galerida theklae	1		
		Emberiza calandra	3		
		Chloris chloris	1		
		Lanius senator	1		
		Lanius senator	1		
		Galerida theklae	1		
		Passer domesticus	10		
		Passer hispaniolensis	10		
		Linaria cannabina	1		
		Emberiza calandra	2		
		Galerida cristata	3		
		Melanocorypha calandra	2		
		Melanocorypha calandra	2		
		Columba palumbus	7		
	T3	Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Streptopelia decaocto	2		
		Galerida cristata	1		
		Streptopelia turtur	1		
		Saxicola rubicola	1		
		Ciconia ciconia	2		
		Cyanopica cooki	1		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Oenanthe hispanica	1		
		Galerida cristata	2		
		Turdus merula	1		
		Linaria cannabina	2		
		Emberiza calandra	2		
		Linaria cannabina	2		
		Coturnix coturnix	1		
		Emberiza calandra	3		
		Turdus viscivorus	1		
		Streptopelia decaocto	1		
		Streptopelia decaocto	1		
		Emberiza calandra	3		
		Emberiza calandra	2		
		Passer domesticus	30		
		Passer hispaniolensis	30		
		Galerida cristata	1		
		Lanius senator	2		
		Emberiza calandra	2		
		Alectoris rufa	2		

6.2. ESPECIES DETECTADAS EN LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN Y ESCUCHA

Tabla 11. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de abril en la linde de la planta FV

P.O. 1 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
29/04/2022	10:25	11:00	Streptopelia turtur	1
			Emberiza calandra	2
			Curruca melanocephala	1
			Galerida cristata	1
			Cyanopica cooki	1
			Columba palumbus	1
			Alectoris rufa	2
			Linaria cannabina	6
			Parus major	1
			Luscinia megarhynchos	1
			Pica pica	1
			Cyanopica cooki	1
			Circus aeruginosus	1
			Hirundo rustica	1
			Cyanistes caeruleus	2

Tabla 12. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de abril en el interior de la planta FV

P.O. 2 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
29/04/2022	14:00	15:00	Hirundo rustica	2
			Galerida cristata	1
			Galerida theklae	1
			Alectoris rufa	2
			Emberiza calandra	1
			Curruca melanocephala	1
			Falco tinnunculus	1
29/04/2022	20:30	21:00	Streptopelia decaocto	6
			Oenanthe hispanica	1
			Columba livia	1
			Turdus merula	3
			Curruca melanocephala	1
			Alectoris rufa	1
			Luscinia megarhynchos	2
			Columba palumbus	1
			Clamator glandarius	2
			Emberiza calandra	3
			Curruca melanocephala	1
			Pica pica	1
			Cuculus canorus	1
			Streptopelia turtur	1
			Caprimulgus ruficollis	2
			Burhinus oedipnemos	2
			Athene noctua	2

Tabla 13. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de abril en el área testigo

P.O. 1 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
29/04/2022	14:20	14:50	Streptopelia decaocto	3
			Sturnus unicolor	6
			Linaria cannabina	2
			Emberiza calandra	3
			Gyps fulvus	2
			Galerida cristata	3
			Turdus viscivorus	1
			Columba livia	1
			Turdus merula	1
			Lanius senator	1
			Cuculus canorus	1

Tabla 14. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de abril en el área testigo

P.O. 2 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
29/04/2022	10:35	11:00	Alectoris rufa	1
			Passer hispaniolensis	1
			Emberiza calandra	2
			Oriolus oriolus	1
			Oriolus oriolus	1
			Emberiza calandra	2
			Lanius senator	1
			Emberiza calandra	2
			Dendrocopos major	1
			Alectoris rufa	1
			Passer hispaniolensis	1
			Coturnix coturnix	1
			Elanus caeruleus	1
			Emberiza calandra	2
			Cyanopica cooki	1
			Anas platyrhynchos	1
			Streptopelia decaocto	1
			Lanius senator	1
			Oriolus oriolus	1
			Gyps fulvus	1
			Parus major	2
			Streptopelia decaocto	3
			Cyanopica cooki	1
			Emberiza calandra	1
			Passer hispaniolensis	1
			Emberiza calandra	1
			Turdus merula	1
			Lanius senator	2
			Chloris chloris	1
			Emberiza calandra	2
			Upupa epops	1
			Emberiza calandra	2
			Galerida cristata	1
			Emberiza calandra	1
			Hirundo rustica	1
			Galerida theklae	1
			Emberiza calandra	1
			Emberiza calandra	2

Tabla 15. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de junio en el interior de la planta FV

P.O. 1 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
03/06/2022	9:15	10:30	Cyanopica cooki	7
			Streptopelia decaocto	1
			Curruca melanocephala	3
			Galerida cristata	3
			Upupa epops	1
			Pica pica	1
			Columba palumbus	1
			Petronia petronia	5
			Sturnus unicolor	2
			Emberiza calandra	1
			Streptopelia turtur	1
			Galerida theklae	1
03/06/2022	12:55	13:30	Curruca melanocephala	1
			Columba palumbus	1
			Streptopelia turtur	1
			Pica pica	1
			Streptopelia turtur	1

Tabla 16. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de junio en el interior de la planta FV

P.O. 2 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
02/06/2022	21:40	22:40	Serinus serinus	3
			Caprimulgus ruficollis	2
			Falco tinnunculus	1
			Curruca melanocephala	2
			Caprimulgus ruficollis	1
			Burhinus oedicnemus	1
			Burhinus oedicnemus	2

Tabla 17. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de junio en el área testigo

P.O. 1 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
03/06/2022	13:15	13:45	Melanocorypha calandra	2
			Emberiza calandra	1
			Sturnus unicolor	1
			Gyps fulvus	1
			Columba palumbus	1

Tabla 18. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de junio en el área testigo

P.O. 2 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
02/06/2022	22:00	22:30	Turdus merula	2
			Apus apus	2
			Anas platyrhynchos	1
			Coturnix coturnix	1
			Galerida cristata	2
			Burhinus oedicephalus	1
03/06/2022	9:25	10:15	Apus apus	1
			Cyanopica cooki	1

6.3. ÍNDICE KILOMÉTRICO DE ABUNDANCIA (IKA)

Los IKA obtenidos en los distintos transectos, así como un valor promedio para cada una de las visitas efectuadas, aparecen en las siguientes tablas. Los datos se expresan en número de aves por transecto de 1 km.

Tabla 19. IKAs de los registros del interior de la planta FV

INTERIOR DE LA PLANTA FV				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
29/04/2022	45	33	23	33,7
02-03/06/2022	63	21	81	55,0

Tabla 20. IKAs de los registros del área testigo

ÁREA TESTIGO				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
29/04/2022	48	25	42	38,3
02-03/06/2022	249	170	101	173,3

Obsérvese que el IKA en el muestreo de junio dentro del área testigo es anormalmente alto respecto del resto. Ello es debido a la presencia de una colonia y dormitorio con gran número de gorriones que se concentraban especialmente a la caída de la tarde.

6.4. RIQUEZA DE ESPECIES

La riqueza de especies (número de especies por kilómetro) aparecidas en los transectos y en los puntos de observación valorados separadamente se recogen en las siguientes tablas. Además, se ha elaborado la tabla del anexo 2 para una mejor visualización de estos datos y de las especies detectadas en cada circunstancia.

Tabla 21. Riqueza de especies por km en el interior de la planta FV

FECHA	UBICACIÓN	INTERIOR DE LA PLANTA FV			
		T1	T2	T3	Conjunto
29/04/2022	Dentro de la banda de 25 m	18	12	8	24
	Fuera de la banda de 25 m	1	1	0	2
02-03/06/2022	Dentro de la banda de 25 m	16	8	8	23
	Fuera de la banda de 25 m	0	0	2	2

Tabla 22. Riqueza de especies por km en el área testigo

FECHA	UBICACIÓN	ÁREA TESTIGO			
		T1	T2	T3	Conjunto
29/04/2022	Dentro de la banda de 25 m	14	7	11	18
	Fuera de la banda de 25 m	6	1	2	8
02-03/06/2022	Dentro de la banda de 25 m	12	17	16	27
	Fuera de la banda de 25 m	3	0	0	3

Tabla 23. Riqueza de especies en los distintos puntos de observación

FECHA	INTERIOR DE LA PLANTA FV		FECHA	ÁREA TESTIGO	
	P.O. 1	P.O. 2		P.O. 1	P.O. 2
29/04/2022	14	7	29/04/2022	11	19
		16			
02/06/2022	-	5	02/06/2022	-	6
03/06/2022	12	-	03/06/2022	5	2
	4				

Por su parte, si atendemos a la riqueza total observada, considerando todos los contactos obtenidos con las distintas metodologías se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 24. Riqueza total de especies dentro y fuera de la planta FV en los transectos y P.O.

UBICACIÓN	INTERIOR DE LA PLANTA FV	ÁREA TESTIGO
Dentro de la banda de 25m	32	32
Fuera de la banda de 25 m	4	9
Conjunto	33	33
Puntos de Observación	29	28
Conjunto + P.O.	42	39

6.5. DENSIDAD DE AVES DENTRO DE LA BANDA PRINCIPAL DE LOS TRANSECTOS

Las densidades de aves extraídas de los datos de los diferentes transectos aparecen en las siguientes tablas. Los datos se expresan como número de aves por hectárea.

Tabla 25. Densidades obtenidas de los registros del interior de la planta FV

INTERIOR DE LA PLANTA FV				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
29/04/2022	9,0	6,6	4,6	6,7
02-03/06/2022	12,6	4,2	16,2	11,0

Tabla 26. Densidades obtenidas de los registros del área testigo

ÁREA TESTIGO				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
29/04/2022	9,6	5,0	8,4	7,7
02-03/06/2022	49,8	34,0	20,2	34,7

Obsérvese que la densidad en el muestreo de junio dentro del área testigo es anormalmente alta respecto del resto. Ello es debido a la presencia de una colonia y dormitorio con gran número de gorrones que se concentraban especialmente a la caída de la tarde.

6.6. DIVERSIDAD ESPÉCIFICA

Los datos de diversidad específica obtenidos mediante el índice de Margalef se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 27. Índices de diversidad específica en el interior de la planta FV y en el área testigo

FECHA	INTERIOR DE LA PLANTA FV	ÁREA TESTIGO
Abril	5,28	3,83
Junio	4,23	4,15
Conjunto abril-junio	5,51	4,92

6.7. SIMILITUD

El grado de similitud entre las comunidades de aves presentes en las dos zonas estudiadas obtenido mediante el cálculo del índice de similitud de Sorensen, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 28. Grado de similitud entre las comunidades de aves presentes en el interior de la planta FV y en el área testigo

TEMPORADA	ÍNDICE DE SIMILITUD
Abril-junio	64%

6.8. CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ORNÍTICAS

La comunidad ornítica presente en la zona de estudio es variada y está formada esencialmente por tres grupos de especies, las esteparias asociadas a ambientes agrarios, las de hábitats riparios y las de monte y matorral mediterráneo. En el interior de la planta fotovoltaica encontramos herbazales sometidos a la actividad del ganado ovino, una charca y zonas de monte dentro del perímetro y colindantes. Mientras que en el exterior el hábitat reinante es el de cultivos y dehesas con charcas y vastas extensiones de monte, principalmente de encinar. Existen además construcciones dispersas, algunas de ellas también son colindantes con la planta fotovoltaica.

Así, por un lado, ha sido común encontrar especies como las cogujadas comunes, cogujadas montesinas, escribanos trigueros, perdices rojas, codornices, alcaravanes, alcaudones comunes y meridionales, cernícalos comunes o mochuelos. Todas estas especies han sido observadas dentro de la planta y la mayor parte de ellas también en el área testigo, aunque con distintos índices de abundancia. En esta última, además, se han visto calandrias y el elanio azul. Otro grupo significativo

de especies se asocian, como hábitat de nidificación, al monte mediterráneo, que contribuye con especies como las tórtolas comunes, el carbonero común, la curruca cabecinegra, la abubilla o rapaces como la culebrera europea y el aguililla calzada. Asociadas a zonas riparias con arroyos y charcas se han detectado el buitrón, el ruiseñor común o el aguilucho lagunero. Por su parte, junto a las construcciones con plantaciones aledañas, se han encontrado palomas doméstica, tórtolas turcas y gorriones.

En cuanto a la riqueza de estas comunidades, se observa que la cantidad de especies presentes en el interior de la planta fotovoltaica es ligeramente mayor que en el área testigo. Si bien ambas zonas tienen características similares, las manchas de monte en los márgenes de los arroyos dentro de la instalación proporcionan refugio y alimento a distintas especies de pequeños passeriformes en contraposición al área testigo donde predominan los cultivos frente a las pequeñas manchas de monte mediterráneo. Además se ha dado la circunstancia de que en los trabajos se han observado más especies de rapaces sobrevolando la planta solar que en el exterior, posiblemente por motivos casuales, pero el hecho es que ha contribuido a la detección de una mayor riqueza de especies.

6.9. OTRAS ESPECIES DETECTADAS EN LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Al margen de los transectos y puntos de observación y escucha se han realizado otras observaciones de aves, algunas de ellas de interés.

Cabe destacar los registros de mochuelo común dentro de la planta. También las observaciones de chotacabras cuellirrojo cazando en el propio acceso.

6.9. ESPECIES SINGULARES Y CON MAYORES GRADOS DE PROTECCIÓN

Dentro de la superficie de la planta fotovoltaica se han detectado algunas especies singulares, bien sea porque estén muy específicamente asociadas a hábitats en riesgo, como puedan ser los esteparios, bien porque forman parte de grupos con mayor interés desde el punto de vista ecológico y de la conservación (por ejemplo, las rapaces predadoras), o bien por ambas situaciones.

En primer lugar, el alcaraván (*Burhinus oedicnemus*) está presente en el interior de la planta y ha sido observado con frecuencia en los puntos de observación y escucha nocturnos. Ha llamado la atención su mayor presencia o detectabilidad dentro de la planta frente a la menor habida fuera. La especie está declarada en “régimen de protección especial” en España y está muy asociada a los hábitats esteparios, habiendo visto reducidas sus poblaciones en muchas zonas de la Península Ibérica.

Se ha observado también una notable presencia de tórtola común (*Streptopelia turtur*), en ocasiones posadas sobre las placas solares. Esta especie es objeto actualmente de una moratoria en su caza en España debido al mal estado de conservación de sus poblaciones.

Entre las rapaces, destaca la presencia del cernícalo común (*Falco tinnunculus*) sobrevolando la instalación y visto en las cercanías de un caserío donde podría tener su nido. Se le ha registrado posado en las placas o alimentándose entre ellas. Este segundo comportamiento se ha observado también en el mochuelo (*Athene noctua*), una rapaz nocturna protegida. Otras rapaces registradas en la planta y que son también de interés han sido el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), la culebrera europea (*Circaetus gallicus*) y el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*). Fuera de la planta se ha observado también elanio azul (*Elanus caeruleus*).

Por otro lado, señalar dos especies insectívoras protegidas singulares que se han detectado sobrevolando y cazando en la planta, el chotacabras cuellirrojo (*Caprimulgus ruficollis*) y el abejaruco europeo (*Merops apiaster*).

6.10. RESULTADOS DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO

La instalación de las cámaras de fototrampeo en el interior de la planta FV ha permitido fotografiar las especies que se indican a continuación.

Cámara 1, situada en la parcela (arriba):

- Zorro rojo (*Vulpes vulpes*) Imágenes diurnas y nocturnas abundantes de los meses de abril y mayo.
- Jabalí (*Sus scrofa*). Imágenes nocturnas de rayones del mes de mayo.
- Ciervo europeo (*Cervus elaphus*) Imágenes diurnas y nocturnas abundantes de los

meses de abril y mayo.

Cámara 2, situada en la cercanía de la charca interior:

- Jabalí (*Sus scrofa*). Imágenes nocturnas abundantes del mes de mayo.

El resultado del fototrampeo se puede aceptar, al haber podido registrar una parte de las especies esperables en el entorno. Sin embargo, la cantidad de imágenes obtenidas ha sido inferior a lo esperado. La cámara 2, situada en el entorno de la charca, fue vandalizada en el mes de mayo, impidiendo el correcto funcionamiento y la toma de imágenes durante prácticamente 1 mes.

En cuanto a la cámara 1, el resultado ha sido positivo al poder capturar imágenes abundantes tanto de zorro como de ciervo. No así de jabalí del que se podría esperar una actividad mayor debido a la localización de la cámara.

Faltan otros carnívoros como pueden ser el tejón (*Meles meles*), la garduña (*Martes foina*), el meloncillo (*Herpestes ichneumon*) o la gineta (*Genetta genetta*), seguramente presentes en la zona pero que no han sido registrados en las cámaras seguramente por el corto intervalo de tiempo que estuvieron funcionando.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una vez realizados y comparados los análisis de los datos obtenidos en campo, podemos concluir que la comunidad de especies de aves presente dentro de la planta fotovoltaica es ligeramente más rica, aunque similar en estructura, a la encontrada en el área testigo exterior. Por su parte, en el exterior se ha observado una mayor densidad de aves debida a la abundancia relativa en una parte de las especies, singularmente las gregarias como los gorriones.

Desde el punto de vista de las especies detectadas, la riqueza total observada en la planta fotovoltaica ha sido de 42, mientras que en el área testigo es de 39, algo menor.

Los resultados de los IKA en los transectos en el interior de la planta son de 33.7 en el mes de abril y de 55.0 en el de junio, mientras que en el área testigo son de 38.3 en abril y de 173.3 en junio (hay que tener en cuenta una observación anormalmente alta de gorriones comunes y molineros que genera un sesgo en los resultados de este segundo mes en esta zona exterior).

De forma desglosada se observan ligeras diferencias de riqueza dentro y fuera de la planta. En el caso de la planta FV los resultados son de 24 y 2 (en la banda principal y fuera respectivamente) en abril y de 23 y 2 en junio. Mientras que en el área testigo estos datos fueron 18 y 8 en el mes de abril y 27 y 3 en el mes de junio.

En la riqueza registrada desde los puntos de observación y escucha, aquellos situados en el interior de la instalación muestran valores ligeramente mayores que los del exterior. Los valores de riqueza son de 4, 5, 7, 12, 14, y 16 en el punto interior y de 2, 5, 6, 11 y 19 en el área testigo.

Los datos de densidad por hectárea arrojan resultados similares. Con un promedio de aves por hectárea en los transectos encontramos valores que oscilan entre 6.7 y 11 aves/hectárea en el interior de la planta FV y de entre 7.7 y 34.7 en el área testigo (dato este último de junio anormalmente alto por la presencia de bandos de gorriones).

El único dato que difiere sustancialmente es el del número de individuos totales registrados (667 individuos en el área testigo, frente a 430 en el interior de la instalación), debido sobre todo a la presencia abundante de gorriones en el exterior y que provoca el sesgo de los datos de junio en cuanto al IKA y a la densidad.

Por su parte, valorando los resultados del índice de diversidad de Margalef, podemos corroborar que en el interior de la planta fotovoltaica la biodiversidad es mayor que en el exterior (área testigo). Este parámetro pondera la riqueza de especies y la abundancia de estas, lo que habla de la riqueza de la comunidad ornítica.

Siguiendo el baremo utilizado para asignar mayor o menor diversidad a una zona en base a este índice, podemos afirmar que en la instalación los valores demuestran una biodiversidad alta, tomando los datos de abril y el conjunto de abril-junio, donde el índice de diversidad marca 5 o más (5.28 y 5.51 respectivamente). Mientras que, en el mes de junio aislado, el dato se encuentra dentro de los parámetros medios de diversidad entre 2 y 5 (4.23). Al comparar el índice con los datos del área testigo se confirma la diferencia, ya que tanto en el mes de abril como en junio o en el combinado de ambos, los datos son mayores en el interior que en el exterior de la planta FV (3.83, 4.15 y 4.92 respectivamente en el área testigo).

Observando como elemento final de comparación el índice de similitud de Sorensen, las comunidades observadas dentro y fuera de la planta comparten hasta el 64 % de las especies. Hay, por tanto, un cierto grado de similitud, pero también hay diferencias que explican este resultado.

Las similitudes se explican por la estructura de los hábitats entre el interior y el exterior de la planta. Así ambas son zonas de escasa vegetación y elevado nivel de modificación antrópica (en el interior por la planta solar con herbazales pastoreados y en el exterior con cultivos). Pero a su vez ambos disponen de algo de arbolado disperso y una charca y están rodeados de zonas de monte mediterráneo denso, lo que confiere variedad al conjunto.

Las diferencias tienen que ver con que dentro de la planta se han encontrado más especies ligadas al monte mediterráneo y se han avistado más especies de rapaces, mientras que fuera hay una mayor presencia de especies ligadas a cultivos y medios antropizados.

En todo caso, las especies detectadas conforman una comunidad ornítica diversa con aportaciones de especies de marcado carácter estepario de medios agrícolas, con aportaciones de especies de matorral y bosque mediterráneo, más notables dentro de la planta, o con especies de ambientes húmedos ligados a las charcas.

Las fechas de las visitas coincidieron con la época de reproducción, por lo que se puede

observar que el entorno es amable en esta fase del ciclo de vida con las distintas especies, encontrando refugio para los nidos tanto en zona ocupada por placas como en sus alrededores. Además, es una zona de alimentación segura para un importante grupo de las especies predadoras de insectos y de pequeños vertebrados, aunque se echa en falta una mayor presencia de rapaces en la zona, tal vez condicionadas por la escasez de conejo o por la intensa actividad cinegética que se da en el entorno de la planta fotovoltaica.

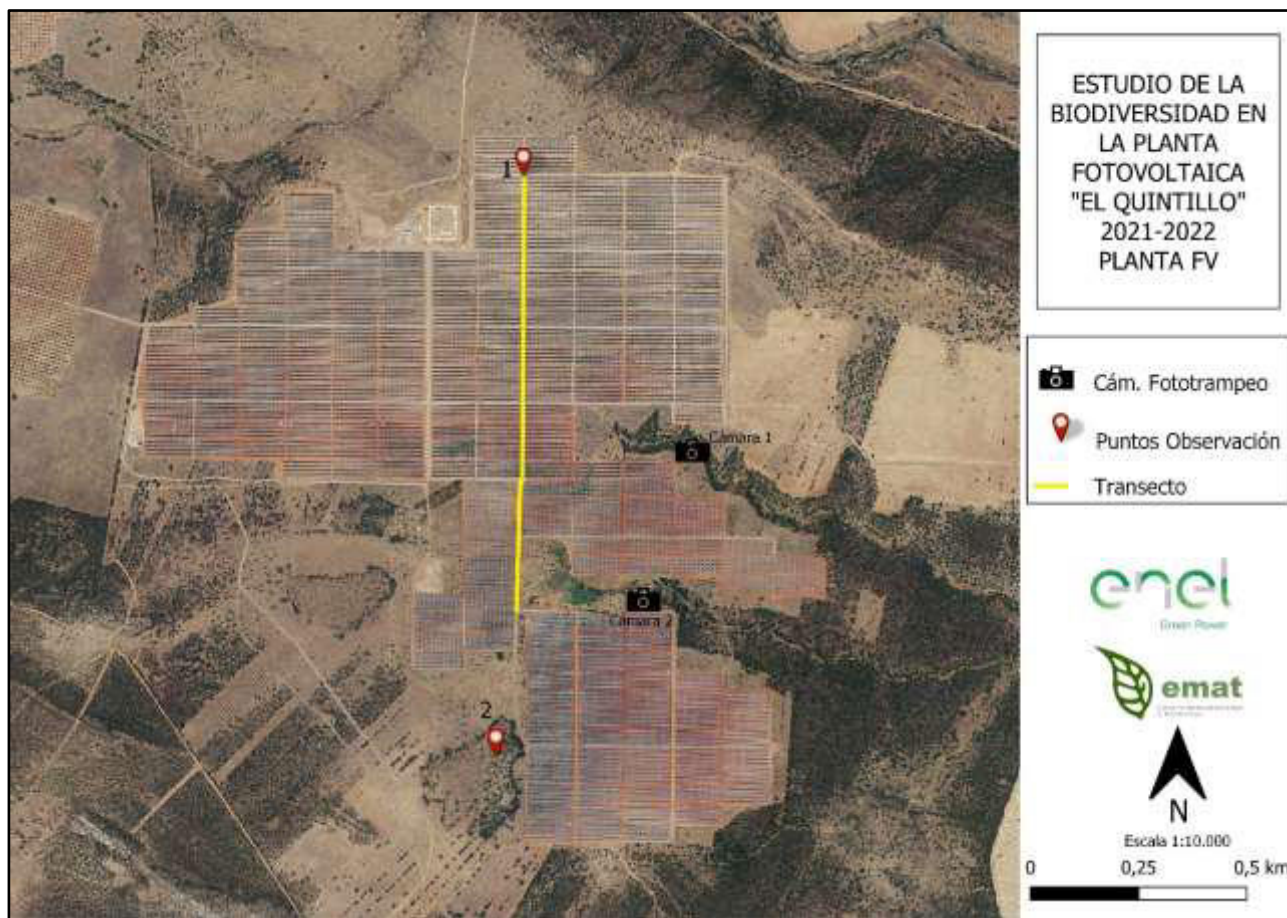
Por último, hay que destacar una interesante presencia de taxones singulares y protegidos dentro de la planta fotovoltaica, como es el caso, por ejemplo, del alcaraván, el mochuelo o la tórtola común, y su potencialidad para albergar una notable variedad de especies.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se puede concluir que, a pesar de haber sufrido el terreno una transformación notable para albergar la planta fotovoltaica, la comunidad de aves presente en el interior de la planta FV no difiere demasiado e incluso puede ser algo más rica que la encontrada en el exterior.

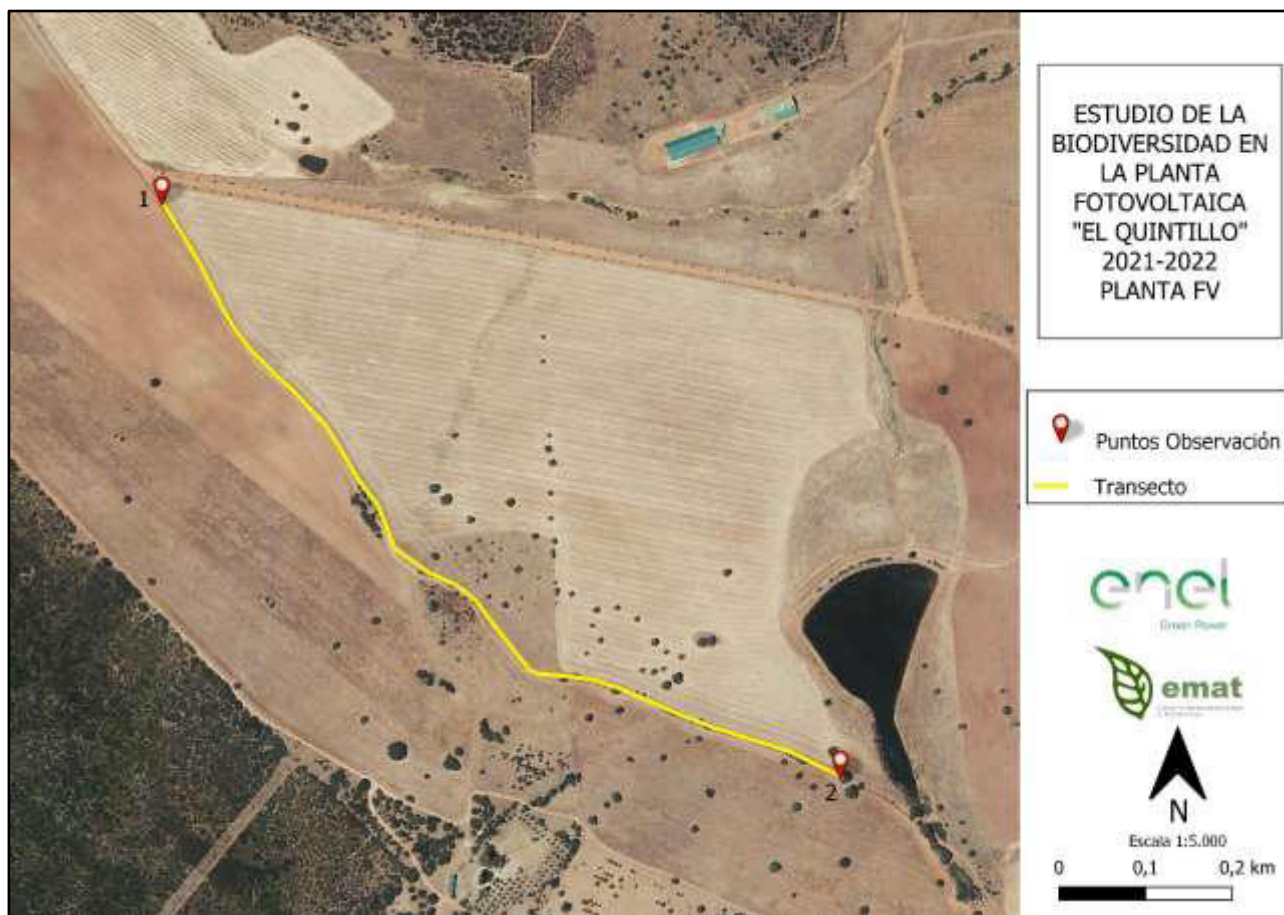
Para afianzar esta tendencia podría ser bueno llevar a cabo algunas medidas de renaturalización y mejora ambiental en el interior de la planta. Aumentar el número de plantaciones de autóctonas por el límite interior aprovechando el vallado y diversificar las especies, así como ajustar el pastoreo a la fenología de las distintas especies. También sería beneficiosa la colocación de cajas nido, ya que el entorno de la planta solar sería mucho más atractivo para las distintas especies de la zona.

ANEXO I: CARTOGRAFÍA.

Mapa 1. Ubicación del transecto, los puntos de observación y las cámaras de fototrampeo en el interior de la planta FV



Mapa 2. Ubicación del transecto y los puntos de observación en el área testigo



ANEXO II: LISTADOS DE ESPECIES ENCONTRADAS.

Especie	Interior de la planta FV			Área testigo		
	Transectos		Puntos de observación	Transectos		Puntos de observación
	Dentro de la banda	Fuera de la banda		Dentro de la banda	Fuera de la banda	
Alectoris rufa						
Anas platyrhynchos						
Anthus pratensis						
Apus apus						
Athene noctua						
Burhinus oedicnemus						
Caprimulgus ruficollis						
Carduelis carduelis						
Cecropis daurica						
Chloris chloris						
Ciconia ciconia						
Circus aeruginosus						
Cisticola juncidis						
Clamator glandarius						
Columba livia						
Columba palumbus						
Coturnix coturnix						
Cuculus canorus						
Curruca iberiae						
Curruca melanocephala						
Cyanistes caeruleus						
Cyanopica cooki						
Dendrocopos major						
Elanus caeruleus						
Emberiza calandra						
Falco tinnunculus						
Galerida cristata						
Galerida theklae						
Gyps fulvus						
Hieraaetus pennatus						
Hirundo rustica						
Lanius meridionalis						
Lanius senator						
Linaria cannabina						
Luscinia megarhynchos						
Melanocorypha calandra						
Merops apiaster						
Oenanthe hispanica						
Oriolus oriolus						
Parus major						
Passer domesticus						
Passer hispanolensis						
Passer montanus						
Petronia petronia						
Phylloscopus trochilus						
Pica pica						
Pterocles orientalis						
Saxicola rubicola						
Serinus serinus						
Streptopelia decaocto						
Streptopelia turtur						
Sturnus unicolor						
Turdus merula						
Turdus viscivorus						
Upupa epops						

ANEXO III: FOTOGRAFÍAS.

FOTOGRAFÍAS DE LOS TRANSECTOS EN EL INTERIOR DE LA PLANTA FV



Vista del inicio del transecto T1 el día 29/04/2022



Vista del final del transecto T1 el día 29/04/2022



Detalle del pastor eléctrico delimitando la zona de pastoreo del ganado



Ganado ovino pastoreando el interior de la instalación



Detalle de la charca situada en el interior de la planta fotovoltaica



Vista general de la planta fotovoltaica El Quintillo

FOTOGRAFÍAS DE LOS TRANSECTOS EN EL ÁREA TESTIGO



Vista del inicio del transecto T2 el día 29/04/2022



Vista del transecto T1 el día 03/06/2022



Entorno del transecto el día 29/04/2022



Detalle de la charca situada en el margen del transecto del área testigo el día 29/04/2022

FOTOGRAFÍAS DE FAUNA TOMADAS EN EL INTERIOR DE LA PLANTA FV



Cogujada montesina (*Galerida theklae*) posada sobre las placas



Alcaudón real (*Lanius meridionalis*) posado sobre la torre meteorológica



Críalo (*Clamator glandarius*) posado sobre las placas



Collalba rubia (*Oenanthe hispanica*) posada sobre las placas



Tarabilla común (*Saxicola rubicola*) posada sobre una retama cerca de la charca interior



Aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) sobrevolando el entorno de la instalación fotovoltaica



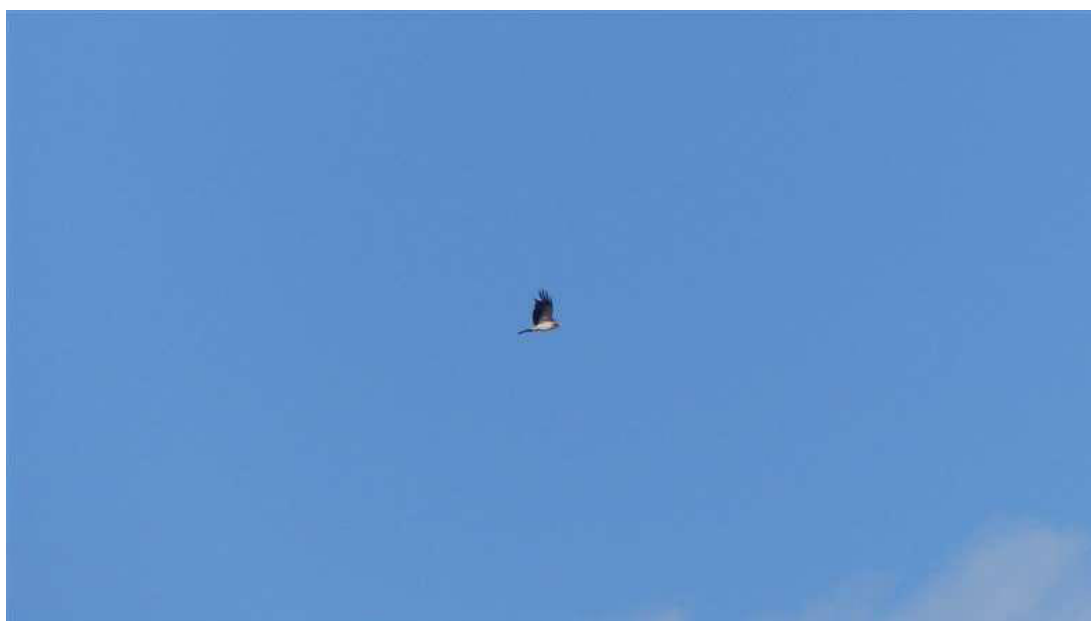
Cogujada montesina (*Galerida theklae*) y escribano triguero (*Emberiza calandra*) posados sobre las placas



Tórtola europea (*Streptopelia turtur*) posada sobre las placas



Buitre leonado (*Gyps fulvus*) volando en el entorno de la planta solar



Águila calzada (*Hieraetetus pennatus*) sobrevolando la instalación

FOTOGRAFÍAS TOMADAS POR LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO



Ubicación de la cámara 1



Ubicación de la cámara 2



Zorro (*Vulpes vulpes*) fotografiado por la cámara 1



Ciervo (*Cervus elaphus*) fotografiado por la cámara 1



Ciervo (*Cervus elaphus*) fotografiado por la cámara 1



Pareja de ciervos (*Cervus elaphus*) fotografiados por la cámara 1



Ciervo (*Cervus elaphus*) fotografiado por la cámara 1



Rayones de jabalí (*Sus scrofa*) fotografiados por la cámara 1



Jabalí (*Sus scrofa*) fotografiado por la cámara 2



Jabalí (*Sus scrofa*) fotografiado por la cámara 2

ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD EN PLANTAS FOTOVOLTAICAS PARA LA UNEF

PRIMAVERA 2022.



PLANTA FOTOVOLTAICA DE “MULA” T.M. DE MULA (MURCIA)

Empresa promotora: Vela Energy



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN GENERAL	3
2. ALCANCE DEL ESTUDIO	3
3. ÁREA DE ESTUDIO	4
3.1. INSTALACION FOTOVOLTAICA	4
3.2. ÁREA TESTIGO	6
4. FECHAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	6
5. METODOLOGÍA	8
5.1. TRANSECTOS PARA LA DETECCIÓN DE ESPECIES DE AVES Y DETERMINACIÓN DE ÍNDICES KILOMÉTRICOS DE ABUNDANCIA (IKA). PUNTOS DE ESCUCHA Y OBSERVACIÓN	8
5.1.1. Diseño del Estudio	8
5.1.1.1. Transectos	9
5.1.1.2. Puntos de observación y escucha	10
5.1.1.3. Índices kilométricos de abundancia, riqueza de especies y densidad	11
5.1.1.4. Índices de diversidad y similitud	12
5.2. CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO	13
5.3. MATERIALES	14
6. RESULTADOS	16
6.1. ESPECIES DETECTADAS EN LOS TRANSECTOS	16
6.2. ESPECIES DETECTADAS EN LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN Y ESCUCHA	20
6.3. ÍNDICE KILOMÉTRICO DE ABUNDANCIA (IKA)	23
6.4. RIQUEZA DE ESPECIES	23
6.5. DENSIDAD DE AVES DENTRO DE LA BANDA PRINCIPAL DE LOS TRANSECTOS	24
6.6. DIVERSIDAD ESPÉCIFICA	25
6.7. SIMILITUD	25
6.8. CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ORNÍTICAS	26
6.9. OTRAS ESPECIES DETECTADAS EN LA PLANTA FOTOVOLTAICA	27
6.9. ESPECIES SINGULARES Y CON MAYORES GRADOS DE PROTECCIÓN	27
6.10. RESULTADOS DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO	28
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	30
ANEXO I: CARTOGRAFÍA	33

ANEXO II: LISTADOS DE ESPECIES ENCONTRADAS.	36
ANEXO III: FOTOGRAFÍAS.	37

Trabajo de campo e informe:

Diego Hernández Pérez
Miguel Ángel Hernández Soria

EMAT s.l.

Agosto de 2022

1. INTRODUCCIÓN GENERAL.

El presente informe se redacta en el marco de del estudio que la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) ha encargado a EMAT S.L. y que tiene por objeto fundamental valorar la biodiversidad presente en instalaciones solares fotovoltaicas utilizando como bioindicador principal la avifauna.

Los trabajos de campo se han realizado entre los meses de abril y mayo de 2022, abarcando el núcleo de la época de reproducción de este grupo de especies.

2. ALCANCE DEL ESTUDIO.

Entre las instalaciones estudiadas se encuentra la planta fotovoltaica de “Mula” situada dentro del término municipal de Mula (Murcia) y cuyo titular es Vela Energy, empresa que ha proporcionado todo tipo de facilidades para el correcto desarrollo de los trabajos de toma de datos.

En este informe se describen y analizan los resultados del estudio para dicha instalación. Para ello se ha comparado, en relación con diferentes parámetros asociados a la avifauna observable, dos localizaciones distintas, la planta fotovoltaica “Mula” y un emplazamiento cercano, pero no colindante cerca del paraje “El Charquico”, ubicado en el mismo término municipal y de características análogas a las que dispondría la zona de implantación de la planta antes de su construcción. Ello permite comparar una y otra zona y valorar la capacidad de acogida para la avifauna que presenta la instalación actualmente.

Complementariamente se han realizado también muestreos mediante fototrampeo de la fauna, en los que el grupo objetivo principal son los mamíferos, y dentro de estos, los carnívoros.

En suma, el objetivo de este estudio es el de determinar el efecto que pueda tener en la biodiversidad la presencia de la planta fotovoltaica y las acciones de renaturalización dentro de esta en la fauna, comparándolo con la observable en el entorno circundante.

3. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en la comarca de la Cuenca de Mula, zona central e interior de la región de Murcia, al sureste de la Península Ibérica. Es una zona sedimentaria, de llanos y ramblas, con un clima mediterráneo árido. Está ocupada mayoritariamente por cultivos de secano y regadío (cereal, almendros, cítricos, olivos) y por pastizales herbáceos, a los que se han sumado extensas instalaciones fotovoltaicas.

Esta surcada por ramblas que en algunas zonas presentan notable profundidad, siendo en estas, y en las elevaciones circundantes, donde quedan las principales extensiones de vegetación natural, bien sean matorrales gipsófilos, pinares de carrasco o especies riparias ligadas a los cauces.

La geomorfología da lugar a pendientes suaves para las zonas cultivadas, y moderadas o altas para las zonas de monte y los abarrancamientos como el de la Rambla Salada (afluente del río Segura), estando incluida en la cuenca de Alhama de Murcia-Alcantarilla constituida por formaciones neógenas, pertenecientes al mioceno superior y cuaternarias.

La altitud de los terrenos oscila entre los 410 m.s.n.m. y los 200 m.s.n.m.

3.1. INSTALACION FOTOVOLTAICA

La instalación estudiada es la planta fotovoltaica de “Mula” ubicada en el término municipal de Mula (Murcia) y cuya construcción data del año 2019.

La instalación fotovoltaica cuenta con 450 MW de potencia instalada a través de 500 inversores centrales de 900 kW de potencia nominal, cada uno de ellos compuesto por 4.032 módulos solares fijos de BYD 245 P6-0 con una potencia máxima por módulo de 245 Wp agrupados en un inversor trifásico SMA 900CP XT, con una potencia de instalación de campo fotovoltaico de 987,84 kWp.

La superficie total de ocupación es una superficie bruta de 1.088 ha, de las que los módulos solares y las subestaciones eléctricas comprenden una superficie neta de 864,62 ha. Esta superficie está repartida en 32 recintos vallados independientemente del resto.

El conjunto de los vallados perimetrales es de tipo cinegético con postes metálicos galvanizados y malla metálica de 2 m, y puertas de acceso.

La planta cuenta con una línea de evacuación de 400 kV, de unos 21 km en aéreo y unos 300 m subterráneos, que tiene su origen en la subestación principal en el interior de la central solar en el paraje conocido como "La Retamosa" y su final en la subestación eléctrica de El Palmar (TM Murcia), propiedad de Red Eléctrica de España, S.A. La subestación eléctrica principal transformadora es de 400/132/30 kV, de tipo intemperie para alta tensión (400 y 132 kV) y de interior para media tensión (30 kV), en configuración de doble partida, y una secundaria transformadora 132/30 kV, de tipo intemperie para alta tensión (132 kV) y de interior para media tensión (30 kV), en configuración de doble barra partida.

La planta está surcada por ramblas, vaguadas y caminos y está atravesada por la línea eléctrica, espacios que no son ocupados por placas fotovoltaicas, por lo que dentro de su perímetro general dominado por las estructuras y los paneles solares con vegetación herbácea se encuentran pasillos con vegetación más natural, tales como herbazales no intervenidos, parches de matorral y de vegetación riparia (cañas, juncos y taray).

Por su parte, el control de la vegetación herbácea en el interior de la planta se hace por medio del pastoreo con ganado ovino, desbroce con medios mecánicos y con herbicidas.

En la planta se están realizando actuaciones, todavía incipientes, para la mejora de la vegetación como el plantado de especies en el perímetro de la valla o en espacios libres de placas.

Aunque la instalación no se encuentra dentro de los límites de ninguna zona protegida, en un radio de unos 10 kilómetros se encuentran el IBA (nº 177) de las Sierras de Burete, del Cambrón y de Espuña, la ZEPA de Sierra de Espuña, el Paisaje Protegido de Barrancos de Gebas y el Parque Regional de Sierra de Espuña.

Tabla 1. IBAs, áreas protegidas de la RN2000 y Espacios Naturales Protegidos en el ámbito cercano a la zona de implantación de la planta fotovoltaica Las Flotas de los Álamos

CÓDIGO	DENOMINACIÓN
177	IBA Sierras de Burete, del Cambrón y de Espuña
ES0000173	ZEPA Sierra de Espuña
ES620010	Paisaje Protegido de Barrancos de Gebas
ES620013	Parque Regional de Sierra de Espuña

3.2. ÁREA TESTIGO

Como área testigo con la que comparar la presencia de avifauna en la planta fotovoltaica se seleccionó una zona cercana, al oeste de esta, en el paraje de “El Charquico”. La selección de este emplazamiento vino determinado por la necesidad de encontrar un territorio con unas características (climáticas, biogeográficas, fitosociológicas, faunísticas, geomorfológicas, paisajísticas, hidrológicas, de usos del suelo), extensión territorial y tipos de hábitats similares a los que tendrían las parcelas sobre las que se instaló la planta fotovoltaica de “Mula”.

Esta zona es un terreno rústico de características orográficas similares a la de la instalación fotovoltaica. En él dominan los cultivos de árboles frutales, olivares, pastizales degradados y parcelas abandonadas con pequeñas zonas de vegetación natural en la que se pueden encontrar pinos carrascos (*Pinus halepensis*), matorral de tomillo y esparto y algunos ejemplares de Sabina mora (*Juniperus phoenicea*). El uso de la zona es eminentemente agrario. Por un lado agrícola, de secano y de regadío, y por otro ganadero, tanto en extensivo de ovino como en intensivo de porcino. Al oeste del transecto se encuentra una granja porcina y muy cerca de ésta 3 balsas de purines.

4. FECHAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Para el desarrollo del estudio se establecieron contactos previos con el personal técnico de la instalación con el fin de concertar las fechas de las visitas al interior de la planta. Las visitas al área testigo se realizaron los mismos días buscando que las condiciones de ejecución del estudio fueran análogas tanto dentro como fuera de la planta.

Los trabajos se llevaron a cabo en los meses de abril y mayo, durante el periodo reproductor de la mayoría de especies de aves, en concreto los días:

- *24 y 25 de abril de 2022*
- *22 y 23 de mayo de 2022*

En general las condiciones climatológicas fueron buenas, sin precipitaciones y excelente visibilidad. No obstante, la visita de mayo se llevó a cabo dentro de un episodio de elevadas temperaturas, superiores a las habituales en esta época del año, lo que condicionó el estado de la vegetación y el comportamiento de las aves, por lo que en algún caso fue necesario adelantar el horario de los transectos del mediodía.

5. METODOLOGÍA

En el desarrollo del estudio se han puesto en práctica distintas metodologías al uso y comúnmente aceptadas para detectar el mayor número de especies y ejemplares de avifauna posible (ver, por ejemplo, Tellería J.L. 1986 “*Métodos de censo de vertebrados terrestres*”). También se han seguido los criterios de evaluación de la “*Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las instalaciones solares sobre especies de avifauna esteparia*” del MITERD.

A partir de ahí se han evaluado mediante parámetros estándar la biodiversidad comparando la superficie que ocupa la instalación con el área testigo.

En este caso el estudio se desarrolla en época de reproducción (abril/mayo) por lo que será la comunidad ornítica nidificante la valorada.

5.1. TRANSECTOS PARA LA DETECCIÓN DE ESPECIES DE AVES Y DETERMINACIÓN DE ÍNDICES KILOMÉTRICOS DE ABUNDANCIA (IKA). PUNTOS DE ESCUCHA Y OBSERVACIÓN

5.1.1. Diseño del Estudio

Los parámetros que se han considerado a la hora de realizar la caracterización de la biodiversidad de aves presente en ambas zonas, así como para su comparativa posterior, han sido los siguientes:

- Presencia y riqueza de especies (número de especies identificadas).
- Caracterización de las especies encontradas y el uso del hábitat.
- Densidad de especies, según índices de abundancia (IKA) en transectos realizados a pie y número de contactos tanto visuales como acústicos obtenidos durante los periodos de observación en las estaciones de escucha y observación en puntos fijos previamente determinados.
- Realización de índices de diversidad específica.
- Realización de índices de similitud.

5.1.1.1. Transectos

Para la toma de datos se diseñaron transectos de 1 kilómetro de longitud para realizar a pie tanto en el interior de las instalaciones fotovoltaicas como en el área testigo. A efectos de calcular posteriormente los índices kilométricos de abundancia se estableció una banda de 25 metros de ancho a cada lado de la línea de progresión del transecto (es decir, una banda de observación de 50 metros en total). Se registraron todos los contactos existentes dentro de la banda de observación (banda principal), pero también aquellos que se produjeron fuera de la misma, con objeto de completar la determinación de la diversidad y riqueza de especies, diferenciando aquellas observaciones que se realizaban fuera de la banda principal pero dentro de la instalación de aquellas que se realizaban fuera de esta.

Se realizó un transecto en el interior del área ocupada por placas fotovoltaicas y un transecto en el área testigo, cuyas ubicaciones pueden observarse en el anexo cartográfico. Las coordenadas de inicio y fin de los transectos aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Coordenadas de los transectos realizados

Itinerario interior				Itinerario exterior			
Punto inicio		Punto fin		Punto inicio		Punto fin	
Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y
640632	4200865	640411	4201855	639214	4201339	639304	4200467

El tiempo para la realización de los recorridos a pie de los transectos se estableció en aproximadamente una hora. Para comprobar las posibles variaciones a lo largo de la jornada, se procedió a repetir en tres momentos diferentes del día en el periodo diurno (primera hora de la mañana, mediodía y última hora de la tarde) como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 3. Fechas y horarios de realización de los transectos

INTERIOR INSTALACIÓN FV				AREA TESTIGO			
Fecha	Transecto	Hora inicio	Hora fin	Fecha	Transecto	Hora inicio	Hora fin
25/04/2022	T1	8:15	9:15	25/04/2022	T1	8:15	9:15
	T2	13:00	14:00		T2	13:00	14:00
	T3	18:00	19:00		T3	18:00	19:00
23/05/2022	T1	7:45	8:45	23/05/2022	T1	7:45	8:45
	T2	11:00	12:00		T2	11:00	12:00
22/05/2022	T3	20:30	21:30	22/05/2022	T3	20:30	21:30

Durante la realización de los transectos se fueron registrando los siguientes datos para los

contactos realizados:

- Fecha y hora.
- Especie observada.
- Número de ejemplares detectados.
- Ubicación de la observación.
- Distancia del observador en base a un código numérico de cercanía a la banda principal (1-dentro, 2-fuera pero dentro de la instalación y 3-fuera de la instalación).
- Edad y sexo (cuando fue posible).
- Comportamiento observado (alimentación, defensa del territorio, reproductor...).

5.1.1.2. Puntos de observación y escucha

Para complementar la información obtenida mediante los transectos a pie se establecieron puntos de observación y escucha en las proximidades de cada uno de los itinerarios. La selección de estos puntos se hizo previamente mediante un recorrido de reconocimiento tanto del interior de la planta como del área testigo atendiendo a diferentes factores como:

- Representatividad de los hábitats principales de los diferentes emplazamientos.
- Ubicación que permitiese disponer de un amplio campo visual en torno al punto.
- Facilidad de acceso.

La ubicación de los puntos de observación aparece reflejada en el anexo cartográfico; las coordenadas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Coordenadas de los puntos de observación

INTERIOR DE LA INSTALACIÓN FV				ÁREA TESTIGO			
P.O. 1		P.O. 2		P.O. 1		P.O. 2	
Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y
640632	4200865	640411	4201855	639214	4201339	639304	4200467

Durante los días de visita, tanto al interior de las planas FV como al área testigo, se realizaron en diferentes momentos del día estaciones de observación y escucha, coincidiendo básicamente con los momentos de finalización de los transectos. Las estaciones se prolongaron cada una por espacio de media hora o una hora y se efectuaron desde dos puntos diferentes. A lo largo de las mismas (como ya se explicó en el caso de los transectos), se tomaron una serie de datos, como especie observada, comportamiento, hábitat, etc. Los horarios de realización de los puntos de observación aparecen reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 5. Fechas y horarios de realización de los puntos de observación

INTERIOR INSTALACIÓN FV					ÁREA TESTIGO				
Fecha	P.O. 1		P.O. 2		Fecha	P.O. 1		P.O. 2	
	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin		Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin
24/04/2022	21:00	21:30	-	-	24/04/2022	21:30	22:00	-	-
25/04/2022	14:00	14:30	9:15	9:55	25/04/2022	14:00	14:30	9:40	10:20
22/05/2022	21:30	22:30	-	-	22/05/2022	21:30	22:30	-	-
23/05/2022	12:00	12:30	8:45	9:15	23/05/2022	12:00	12:30	8:45	9:15

5.1.1.3. Índices kilométricos de abundancia, riqueza de especies y densidad

Mediante los índices kilométricos de abundancia (IKA) es posible obtener una medida del número y abundancia relativa de especies detectadas a lo largo de un recorrido predeterminado. Para ello se aplica la siguiente expresión:

$$IKA = \frac{N}{km}$$

Donde N es el número de individuos detectados en un recorrido concreto de una determinada especie o especies.

El cálculo del IKA se ha realizado exclusivamente para los individuos detectados dentro de la banda principal del transecto (25 metros a cada lado de la línea de progresión).

A partir de los datos colectados en los transectos, se ha calculado un índice de riqueza que permite ver de una manera muy sencilla y rápida hasta qué punto es más o menos extensa la comunidad de aves estudiada (número de especies detectadas por kilómetro de recorrido). Este cálculo también se ha realizado para las estaciones de observación.

Utilizando también los datos obtenidos dentro de la banda principal del transecto, se ha procedido a obtener un cálculo de densidad por hectárea de las especies presentes, teniendo en cuenta que al definirse transectos de 1 kilómetro con una banda principal de censo de 50 metros (25 a cada lado de la línea de progresión), en realidad se obtiene una imagen de las especies presentes dentro de un territorio que corresponde aproximadamente a 5 hectáreas. Con esta premisa, los IKA obtenidos para las diferentes especies se han dividido por 5, extrayéndose así la

densidad relativa de aves por hectárea existente en el dominio del transecto.

También se ha considerado la riqueza de especies, esto es, el número de especies totales avistadas.

5.1.1.4. Índices de diversidad y similitud

Para completar y afinar en el conocimiento de la comunidad ornítica, la información obtenida en los transectos y estaciones de observación se ha procesado para realizar un cálculo de la diversidad y similitud de la comunidad de aves presente, tanto dentro de la planta FV como en el área testigo, gracias a lo cual se han obtenido valores numéricos comparables entre sí y comparables con los que resulten de los trabajos que puedan en futuras temporadas o en otras plantas fotovoltaicas.

A la hora de abordar este aspecto existen varios métodos cuantitativos que miden la diversidad específica, si bien nos hemos decantado por ser más apropiado al caso en estudio por el **índice de diversidad de Margalef**, que se corresponde con la siguiente expresión:

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:

I = Diversidad específica.

S = Número de especies detectadas (riqueza).

N = Número total de individuos de todas las especies detectadas.

Con este índice, si los valores obtenidos para I son menores que 2, se considera que la diversidad presente es baja; si el valor de I se sitúa entre 2 y 5 estamos ante una diversidad media y, finalmente, si el valor alcanzado por I es mayor que 5 se trata de una diversidad alta.

Para comprobar hasta qué punto son parecidas las comunidades de aves existentes en el interior de la planta fotovoltaica y en el área testigo, se ha aplicado un índice de similitud. Como en el caso anterior, existen multitud de expresiones matemáticas que miden el grado de similitud entre dos comunidades, pero, en este caso, se ha aplicado el **índice de similitud de Sorensen** ya que concede mayor importancia a las especies compartidas por las comunidades comparadas, lo que se ajusta mejor a la hipótesis de partida del trabajo (esto es, que las comunidades existentes en el área testigo y en el interior de la planta son, en origen, muy similares).

El índice de diversidad de Sorensen se corresponde con la siguiente expresión:

$$S = \frac{(2c)}{a + b + 2c}$$

Donde:

c = Número de especies compartidas por las localidades comparadas (a y b).

a = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad a.

b = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad b.

Los valores que se obtienen con este método se sitúan entre 0 y 1, de manera que cuanto más próximo está el resultado a la unidad, mayor similitud existe entre las comunidades comparadas. No obstante, es más habitual expresar la similitud en porcentaje, por lo que el resultado obtenido hay que transformarlo de forma muy sencilla. Así, por ejemplo, si obtenemos un valor de 0,768 para el índice de Sorensen significa que ambas comunidades son similares en un 77%.

5.2. CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO

Con objeto de obtener información complementaria sobre la fauna que frecuenta las plantas fotovoltaicas (en particular mamíferos) se instalaron dos cámaras de fototrampeo dotadas de sensores infrarrojos y activados por movimiento. Los temporizadores de las cámaras se mantuvieron operativos entre las dos visitas realizadas a la planta (un mes) y en las 24 horas. Los ciclos de disparo se programaron de tal modo que, con intervalos de 30 segundos, las cámaras fueran capaces de obtener series de tres fotografías y un vídeo tras activarse el sensor de movimiento.

Las cámaras se instalaron en dos puntos suficientemente distanciados entre sí como para lograr una adecuada cobertura del conjunto de la instalación fotovoltaica. Los lugares que se consideraron óptimos para la colocación de las cámaras se seleccionaron tras una prospección previa del terreno.

Las coordenadas de los puntos de instalación se consignan en la siguiente tabla.

Tabla 6. Coordenadas de las ubicaciones de las cámaras para fototrampeo

UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO			
CÁMARA 1		CÁMARA 2	
Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
639021	4202097	641827	4201893

La cámara 1 se situó en la zona oeste de la planta en la parcela SP-11, sujeta al soporte de un panel dirigida hacia una zona de monte sin vallar.

La cámara 2 se situó en la zona oeste de la planta en la parcela SP-24, sujeta al soporte de un panel dirigida hacia una zona de pinar y barranco, aunque sin llegar a sacarlo en la imagen por la perspectiva.

Para favorecer la presencia de carnívoros en las proximidades de las cámaras, se procedió a cebar la zona inmediata con comida para gatos.

Una vez recogidas las tarjeas de las cámaras, se procedió al visionado de las imágenes y grabaciones en vídeo, realizándose una clasificación de los fotogramas exitosos y se nombraron las capturas conforme a la siguiente nomenclatura:

XXXXXXXX_FVXXXXXX_Especie_nº foto/video de la jornada_cámara X

5.3. MATERIALES

Los materiales empleados para la realización de los trabajos de campo y la preparación del informe han sido los siguientes.

- Vehículo todoterreno.
- Binoculares Nikon 10x42 y Leica 10x42.
- Telescopio Leica Televid 77 y trípode.
- Cámara de fotos Lumix y Nikon.
- Teleobjetivo Nikon 80-400mm.
- Cartografía digital del Instituto Geográfico Nacional.

- Aplicación digital IGN del Instituto Geográfico Nacional.
- Brújula y GPS.
- Sistema de Información Geográfica (QGis, versión 2.18).
- Aplicación para toma de datos (ObsMapp 7.39)
- Aplicaciones ofimáticas.
- Fichas de campo.
- Equipos de protección individual (chaleco reflectante, casco, botas de seguridad...).
- Cámaras de fototrampeo marca Victure modelo Trail camera HC300.
- Atrayentes para las cámaras de fototrampeo.

6. RESULTADOS

6.1. ESPECIES DETECTADAS EN LOS TRANSECTOS

Tabla 7. Especies detectadas en los transectos del mes de abril en el interior de la planta FV

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
25/04/2022	T1	Emberiza calandra	1	Upupa epops	1
		Galerida theklae	1	Emberiza calandra	1
		Galerida theklae	1	Corvus corone	1
		Galerida theklae	2	Hirundo rustica	2
		Emberiza calandra	1		
		Merops apiaster	2		
		Galerida cristata	1		
		Hirundo rustica	1		
		Burhinus oedicephalus	2		
		Galerida theklae	3		
		Galerida cristata	2		
		Streptopelia decaocto	2		
		Passer domesticus	1		
		Corvus corax	2		
		Emberiza calandra	2		
		Chloris chloris	2		
	T2	Apus apus	5	Falco tinnunculus	1
		Galerida theklae	2	Apus apus	13
		Linaria cannabina	1	Cecropis daurica	2
		Galerida cristata	1	Upupa epops	1
		Galerida cristata	1		
		Galerida theklae	2		
		Galerida theklae	1		
		Apus apus	9		
		Galerida cristata	1		
		Carduelis carduelis	1		
		Carduelis carduelis	2		
		Buteo buteo	1		
		Emberiza calandra	2		
	T3	Emberiza calandra	1	Streptopelia decaocto	5
		Hirundo rustica	1	Corvus corax	1
		Falco tinnunculus	1		
		Galerida cristata	1		
		Linaria cannabina	6		
		Galerida theklae	2		
		Emberiza calandra	1		
		Linaria cannabina	8		
		Columba palumbus	1		
		Galerida cristata	3		
		Falco tinnunculus	3		
		Linaria cannabina	1		
		Apus apus	6		

Tabla 8. Especies detectadas en los transectos del mes de abril en el área testigo

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
25/04/2022	T1	Passer domesticus	3		
		Emberiza calandra	2		
		Emberiza calandra	3		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida theklae	3		
		Calandrella brachydactyla	1		
		Hirundo rustica	1		
		Calandrella brachydactyla	2		
		Calandrella brachydactyla	4		
		Galerida theklae	3		
		Emberiza calandra	2		
		Hirundo rustica	2		
		Emberiza calandra	2		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	4		
		Himantopus himantopus	4		
		Charadrius dubius	2		
		Calandrella brachydactyla	2		
		Emberiza calandra	1		
	T2	Passer domesticus	4	Himantopus himantopus	4
		Apus apus	6	Actitis hypoleucos	1
		Lanius senator	1		
		Chloris chloris	2		
		Linaria cannabina	3		
		Apus apus	12		
		Falco tinnunculus	1		
		Emberiza calandra	1		
		Carduelis carduelis	2		
		Fringilla coelebs	1		
		Emberiza calandra	1		
		Carduelis carduelis	2		
		Serinus serinus	1		
		Apus apus	12		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	1		
		Carduelis carduelis	1		
		Apus apus	80		
		Calandrella brachydactyla	1		
		Merops apiaster	1		
		Galerida cristata	1		
		Upupa epops	1		
		Passer domesticus	2		
		Motacilla alba	1		
		Emberiza calandra	1		
		Carduelis carduelis	2		
		Linaria cannabina	2		
		Coturnix coturnix	2		
		Hirundo rustica	1		
		Oenanthe oenanthe	1		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	1		
		Upupa epops	1		
		Coturnix coturnix	1		
		Galerida cristata	4		
		Emberiza calandra	3		
		Saxicola rubicola	1		
		Apus apus	200		
	T3	Falco tinnunculus	1	Pica pica	1
		Apus apus	50	Sturnus unicolor	16
		Emberiza calandra	2		
		Serinus serinus	1		
		Emberiza calandra	1		
		Calandrella brachydactyla	4		
		Emberiza calandra	1		
		Apus apus	45		
		Emberiza calandra	2		
		Lanius senator	1		
		Emberiza calandra	1		
		Himantopus himantopus	2		
		Actitis hypoleucos	2		
		Bubulcus ibis	1		
		Galerida cristata	3		
		Linaria cannabina	2		
		Emberiza calandra	1		
		Calandrella brachydactyla	2		
		Falco tinnunculus	1		

Tabla 9. Especies detectadas en los transectos del mes de mayo en el interior de la planta FV

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
22-23/05/2022	T1	Streptopelia decaocto	2	Upupa epops	1
		Upupa epops	1	Sturnus unicolor	3
		Corvus corax	1	Cecropis daurica	2
		Pyrrhocorax pyrrhocorax	2	Coturnix coturnix	1
		Passer domesticus	5	Columba palumbus	1
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida theklae	1		
		Upupa epops	1		
		Corvus monedula	1		
		Galerida cristata	2		
		Galerida cristata	3		
		Motacilla alba	1		
		Galerida cristata	3		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Calandrella brachydactyla	2		
		Galerida cristata	3		
		Galerida theklae	1		
		Carduelis carduelis	1		
	T2	Galerida cristata	1	Hieraaetus pennatus	1
		Galerida cristata	1	Hirundo rustica	1
		Linaria cannabina	1		
		Calandrella brachydactyla	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida theklae	1		
		Carduelis carduelis	1		
		Emberiza calandra	1		
		Athene noctua	1		
	T3	Pica pica	1		
		Galerida cristata	1		
		Passer domesticus	3		
		Calandrella brachydactyla	2		
		Burhinus oedicephalus	1		
		Galerida cristata	2		
		Calandrella brachydactyla	2		
		Galerida cristata	2		
		Galerida cristata	2		
		Galerida cristata	2		
		Galerida theklae	2		
		Burhinus oedicephalus	1		
		Galerida cristata	2		
		Galerida theklae	2		

Tabla 10. Especies detectadas en los transectos del mes de mayo en el área testigo

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
22-23/05/2022	T1	Emberiza calandra	2	Himantopus himantopus	14
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	1		
		Hirundo rustica	2		
		Lanius senator	1		
		Pyrrhocorax pyrrhocorax	2		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida theklae	2		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	2		
		Calandrella brachydactyla	2		
		Coturnix coturnix	1		
		Columba livia	13		
		Coturnix coturnix	1		
		Calandrella brachydactyla	2		
		Galerida cristata	2		
		Hirundo rustica	1		
		Passer domesticus	4		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	2		
		Galerida cristata	2		
	T2	Lanius senator	1		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	3		
		Galerida cristata	1		
		Emberiza calandra	3		
		Himantopus himantopus	4		
	T3	Anas platyrhynchos	2		
		Calandrella brachydactyla	2		
		Galerida cristata	1	Anas platyrhynchos	13
		Burhinus oedicnemus	2	Himantopus himantopus	9
		Chloris chloris	1	Himantopus himantopus	2
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	3		
		Emberiza calandra	1		
		Lanius senator	1		
		Emberiza calandra	2		
		Galerida cristata	2		
		Burhinus oedicnemus	1		
		Motacilla alba	2		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Emberiza calandra	1		
		Galerida cristata	2		
		Galerida cristata	1		
		Galerida theklae	1		
		Saxicola rubicola	1		

6.2. ESPECIES DETECTADAS EN LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN Y ESCUCHA

Tabla 11. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de abril en la linde de la planta FV

P.O. 1 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
24/04/2022	21:00	21:30	Galerida cristata	2
			Emberiza calandra	2
			Falco tinnunculus	1
			Coturnix coturnix	2
			Burhinus oedicephalus	2
25/04/2022	14:00	14:30	Linaria cannabina	2
			Circaetus gallicus	2
			Calandrella brachydactyla	1
			Upupa epops	2

Tabla 12. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de abril en el interior de la planta FV

P.O. 2 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
25/04/2022	9:15	9:55	Passer domesticus	4
			Chloris chloris	2
			Streptopelia decaocto	2
			Galerida cristata	2
			Emberiza calandra	1
			Cecropis daurica	2
			Hirundo rustica	3
			Merops apiaster	2
			Calandrella brachydactyla	1
			Upupa epops	1
			Motacilla alba	1
			Galerida theklae	1
			Lanius meridionalis	1
			Pica pica	1
			Pyrrhonorax pyrrhonorax	1
			Apus apus	1
			Buteo buteo	1
			Streptopelia decaocto	1
			Sturnus unicolor	2
			Columba palumbus	1
			Picus sharpei	1
			Alectoris rufa	2

Tabla 13. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de abril en el área testigo

P.O. 1 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
24/04/2022	21:30	22:00	Athene noctua	1
			Burhinus oedicnemus	1
			Athene noctua	1
25/04/2022	14:00	14:30	Coturnix coturnix	1
			Apus apus	3
			Chloris chloris	3
			Emberiza calandra	3
			Galerida cristata	3
			Hirundo rustica	1
			Himantopus himantopus	2
			Lanius senator	3
			Falco tinnunculus	2
			Carduelis carduelis	1
			Upupa epops	3
			Calandrella brachydactyla	2
			Linaria cannabina	1
			Burhinus oedicnemus	1
			Galerida cristata	2

Tabla 14. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de abril en el área testigo

P.O. 2 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
25/04/2022	9:40	10:20	Upupa epops	1
			Columba livia	7
			Hirundo rustica	6
			Calandrella brachydactyla	3
			Coturnix coturnix	1
			Corvus corax	2
			Oenanthe oenanthe	1
			Emberiza calandra	2
			Galerida theklae	3
			Emberiza calandra	2
			Hirundo rustica	2
			Lanius senator	1
			Pica pica	1

Tabla 15. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de mayo en el interior de la planta FV

P.O. 1 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
22/05/2022	21:30	22:30	Burhinus oedicnemus	2
			Caprimulgus ruficollis	1
23/05/2022	12:00	12:30	Apus apus	3
			Galerida cristata	2
			Circaetus gallicus	1
			Hieraaetus pennatus	1
			Buteo buteo	1
			Falco tinnunculus	1
			Lanius senator	1
			Emberiza calandra	1

Tabla 16. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de mayo en el interior de la planta FV

P.O. 2 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
23/05/2022	8:45	9:15	Picus sharpei	1
			Linaria cannabina	4
			Columba palumbus	1
			Merops apiaster	2
			Emberiza calandra	1
			Coturnix coturnix	1
			Pica pica	1
			Galerida cristata	2
			Apus apus	5
			Oenanthe hispanica	1
			Linaria cannabina	2
			Calandrella brachydactyla	2

Tabla 17. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de mayo en el área testigo

P.O. 1 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
22/05/2022	21:30	22:30	Burhinus oedicnemus	2
			Turdus merula	2
			Coturnix coturnix	2
			Caprimulgus ruficollis	1
23/05/2022	12:00	12:30	Columba livia	11

Tabla 18. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de mayo en el área testigo

P.O. 2 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
23/05/2022	8:45	9:15	Lanius senator	1
			Emberiza calandra	1
			Emberiza calandra	1
			Chloris chloris	1

6.3. ÍNDICE KILOMÉTRICO DE ABUNDANCIA (IKA)

Los IKA obtenidos en los distintos transectos, así como un valor promedio para cada una de las visitas efectuadas, aparecen en las siguientes tablas. Los datos se expresan en número de aves por transecto de 1 km.

Tabla 19. IKAs de los registros del interior de la planta FV

INTERIOR DE LA PLANTA FV				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
25/04/2022	26	29	35	30
22-23/05/22	34	9	25	22,7

Tabla 20. IKAs de los registros del área testigo

ÁREA TESTIGO				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
25/04/2022	43	360	123	175,3
22-23/05/2022	47	18	27	30,7

Obsérvese que el IKA en el muestreo de abril dentro del área testigo es anormalmente alto respecto del resto. Ello es debido a la presencia de gran número de vencejos comunes que se concentraron a la caída de la tarde para alimentarse junto a la granja porcina y las charcas de purines cercanas al recorrido.

6.4. RIQUEZA DE ESPECIES

La riqueza de especies (número de especies por kilómetro) aparecidas en los transectos y en los puntos de observación valorados separadamente se recogen en las siguientes tablas. Además, se ha elaborado la tabla del [anexo 2](#) para una mejor visualización de estos datos y de las especies detectadas en cada circunstancia.

Tabla 21. Riqueza de especies por km en el interior de la planta FV

FECHA	UBICACIÓN	INTERIOR DE LA PLANTA FV			
		T1	T2	T3	Conjunto
25/04/2022	Dentro de la banda de 25 m	10	7	8	16
	Fuera de la banda de 25 m	4	4	2	9
22-23/05/2022	Dentro de la banda de 25 m	11	7	6	16
	Fuera de la banda de 25 m	5	2	0	7

Tabla 22. Riqueza de especies por km en el área testigo

FECHA	UBICACIÓN	ÁREA TESTIGO			
		T1	T2	T3	Conjunto
25/04/2022	Dentro de la banda de 25 m	8	19	11	24
	Fuera de la banda de 25 m	0	2	2	4
22-23/05/2022	Dentro de la banda de 25 m	10	6	8	16
	Fuera de la banda de 25 m	1	0	2	2

Tabla 23. Riqueza de especies en los distintos puntos de observación

FECHA	INTERIOR DE LA PLANTA FV		FECHA	ÁREA TESTIGO	
	P.O. 1	P.O. 2		P.O. 1	P.O. 2
24/04/2022	5	-	24/04/2022	-	2
25/04/2022	4	21	25/04/2022	13	11
22/05/2022	2	-	22/05/2022	4	-
23/05/2022	8	11	23/05/2022	1	3

Por su parte, si atendemos a la riqueza total observada, considerando todos los contactos obtenidos con las distintas metodologías se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 24. Riqueza total de especies dentro y fuera de la planta FV en los transectos y P.O.

UBICACIÓN	INTERIOR DE LA PLANTA FV	ÁREA TESTIGO
Dentro de la banda de 25m	22	28
Fuera de la banda de 25 m	13	5
Conjunto	27	30
Puntos de Observación	29	22
Conjunto + P.O.	34	34

6.5. DENSIDAD DE AVES DENTRO DE LA BANDA PRINCIPAL DE LOS TRANSECTOS

Las densidades de aves extraídas de los datos de los diferentes transectos aparecen en las siguientes tablas. Los datos se expresan como número de aves por hectárea.

Tabla 25. Densidades obtenidas de los registros del interior de la planta FV

INTERIOR DE LA PLANTA FV				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
25/04/2022	5,2	5,8	7,0	6,0
22-23/05/22	6,8	1,8	5,0	4,5

Tabla 26. Densidades obtenidas de los registros del área testigo

ÁREA TESTIGO				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
25/04/2022	8,6	72,0	24,6	35,1
22-23/05/2022	9,4	3,6	5,4	6,1

Obsérvese que, como ocurre con el IKA, las densidades en el muestreo de abril dentro del área testigo son anormalmente altas respecto del resto. Ello es debido a la presencia de gran número de vencejos comunes que se concentraron a la caída de la tarde para alimentarse junto a la granja porcina y las charcas de purines cercanas al recorrido.

6.6. DIVERSIDAD ESPÉCIFICA

Los datos de diversidad específica obtenidos mediante el índice de Margalef, se muestran en la siguiente tabla e indican un nivel medio o medio-alto en todos los casos.

Tabla 27. Índices de diversidad específica en el interior de la planta FV y en el área testigo

FECHA	INTERIOR DE LA PLANTA FV	ÁREA TESTIGO
Abril	3,77	3,96
Mayo	4,82	3,08
Conjunto abril-mayo	5,11	4,45

6.7. SIMILITUD

El grado de similitud entre las comunidades de aves presentes en las dos zonas estudiadas obtenido mediante el cálculo del índice de similitud de Sorensen, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 28. Grado de similitud entre las comunidades de aves presentes en el interior de la planta FV y en el área testigo

TEMPORADA	ÍNDICE DE SIMILITUD
Abril-mayo	69%

6.8. CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ORNÍTICAS

Las comunidades orníticas presentes en la zona de estudio están formadas esencialmente por especies esteparias y asociadas a ambientes agrarios. En el interior de la planta fotovoltaica encontramos principalmente herbazales sometidos a control de la vegetación sobre todo con ganado, mientras que en el exterior el hábitat reinante es el de cultivos agrícolas de secano, plantaciones de almendro y frutales y pastizales con escaso matorral. Existen además construcciones dispersas, caseríos y casas de campo, naves y charcas de purines y de riego.

En este tipo de hábitat estepario y agrícola es común encontrar especies como las vistas durante las jornadas de visita como son las cogujadas comunes, cogujadas montesinas, terreras comunes, escribanos trigueros, perdices rojas, codornices, alcaravanes, cernícalos comunes o mochuelos. Todas estas especies han sido observadas dentro de la planta y casi todas, con la excepción de la perdiz, en el área testigo, aunque con distintos índices de abundancia.

Otro grupo significativo de especies se asocian, como hábitat de nidificación, a las construcciones humanas y plantaciones arbóreas, es el caso de palomas comunes y torcaces, tórtolas turcas, fringílidos y gorriones. Y como singularidad dentro de la comunidad observada en el exterior de la planta se incorporan las especies acuáticas, representadas con unos pocos taxones que usan las charcas de purines; es el caso de cigüeñuela, el chorlitejo chico, la garcilla bueyera o el ánade real.

En cuanto a la riqueza de estas comunidades, se observa que el número de especies tomada en conjunto es la misma dentro y fuera de la planta, pero hay ciertas diferencias cualitativas ya que el hábitat en el interior de la planta es diferente y más monótono que el del exterior, ya que dominan los herbazales pastoreados. Por otra parte, la presencia de la planta sirve de refugio a distintas especies de aves ya sea para la cría, la alimentación o el campeo, y la abundancia de especies presa, como el conejo, ha sido mayor. El área testigo por su parte ofrece mayor movimiento de personas y maquinaria fruto de la actividad de las distintas explotaciones que se encuentran por la zona.

6.9. OTRAS ESPECIES DETECTADAS EN LA PLANTA FOTOVOLTAICA

En el marco de este estudio, en la planta fotovoltaica se han detectado otras especies en época de nidificación, algunas de ellas de interés.

Cabe destacar la escucha en la espera nocturna de chotacabras cuellirrojo, que también fue registrado en el área testigo.

Aves rapaces como la culebrera europea y el águila calzada fueron avistadas durante los transectos o en los puntos de observación campeando la instalación en la que habitan multitud de conejos.

Otras especies a destacar por su singularidad son la golondrina dáurica y el pito ibérico, vistos desde los puntos de observación y escucha desde la instalación.

Cabía esperar la presencia también de especies como la carraca, el cuco o el críalo, sin embargo este año no han sido detectadas, tampoco en el exterior de la planta, lo que difiere y es llamativo respecto de lo observado en 2021. Sólo en una ocasión se observó una carraca, pero alejada de la zona de toma de datos por lo que no se ha incorporado a los resultados.

6.9. ESPECIES SINGULARES Y CON MAYORES GRADOS DE PROTECCIÓN

Dentro de la superficie de la planta fotovoltaica se han detectado algunas especies singulares, bien sea porque estén muy específicamente asociadas a hábitats en riesgo, como puedan ser los esteparios, bien porque forman parte de grupos con mayor interés desde el punto de vista ecológico y de la conservación (por ejemplo, las rapaces predadoras), o bien por ambas situaciones.

En primer lugar, el alcaraván (*Burhinus oedicnemus*) está presente de forma abundante en el interior de la planta. Al menos 2 o 3 de parejas están criando en la actualidad en los recintos de las instalaciones atravesados por el transecto, y los ejemplares son observados y escuchados con frecuencia. La especie está declarada en “régimen de protección especial” en España y está muy

asociada a los hábitats esteparios, habiendo visto reducidas sus poblaciones en muchas zonas de la Península Ibérica.

Entre las rapaces, destaca la presencia habitual del cernícalo común (*Falco tinnunculus*) sobrevolando la instalación y visto en las cercanías de un caserío donde podría tener su nido. Se le ha registrado posado en las placas o alimentándose entre ellas. Este segundo comportamiento se ha observado también en el mochuelo (*Athene noctua*), una rapaz nocturna protegida. Otras rapaces registradas y que son también de interés han sido la culebrera europea (*Circaetus gallicus*) y el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*).

Por otro lado, señalar dos insectívoros protegidos singulares que se han detectado sobrevolando y cazando en la planta, el chotacabras cuellirrojo (*Caprimulgus ruficollis*) y el abejaruco (*Merops apiaster*).

Entre las especies no protegidas, pero interesantes por lo que representan ecológicamente, en los transectos del interior de la planta se han detectado varios machos en celo de codorniz común (*Coturnix coturnix*).

En este trabajo de 2022 no se han detectado carracas, cucos y críalos en la planta, pero son especies que se han visto en la zona en otras ocasiones y que cabe esperar que encuentren en la planta un hábitat adecuado.

6.10. RESULTADOS DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO

La instalación de las cámaras de fototrampeo en el interior de la planta FV ha permitido fotografiar las especies que se indican a continuación.

Cámara 1, situada en la parcela SP-11:

- Tejón común (*Meles meles*). Imágenes nocturnas en el mes de abril.

Cámara 2, situada en la parcela SP-24:

- Jabalí (*Sus scrofa*). Imágenes nocturnas abundantes de los meses de abril y mayo.
- Zorro rojo (*Vulpes vulpes*) Imágenes nocturnas abundantes de los meses de abril y mayo.

- Conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*). Imágenes diurnas del mes de mayo.

El resultado del fototrampeo se puede considerar pobre. Si bien se han registrado imágenes de carnívoros como el tejón o el zorro, el número total de imágenes ha sido inferior al esperado. La zona no es especialmente amable con la fauna salvaje debido al vallado de la instalación y a las explotaciones de plantas frutales de alrededor que limitan la expansión de estos grupos animales.

El conejo, sin embargo, aunque no haya salido apenas reflejado en las imágenes de fototrampeo es abundante dentro de la instalación.

Durante la realización de los transectos se han observado liebres dentro de la planta solar.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una vez realizados y comparados los análisis de los datos obtenidos en campo, podemos concluir que la comunidad de especies de aves presente dentro de la planta fotovoltaica de Mula presenta un alto grado de similitud en términos de riqueza total y tipos de especies más abundantes con la encontrada en el área testigo exterior. Si bien se observan diferencias en la abundancia, más notable en el exterior, y en la presencia de especies ligadas a ciertos hábitats. Dentro de la planta se ha observado una ligera mayor presencia de especies esteparias y de rapaces, y en el exterior se han encontrado más especies de fringílicos y asociadas a charcas. Unas han compensado a otras y de ahí que la riqueza total sea la misma.

Los resultados de los transectos reflejan que en el caso del interior de la planta los IKAs son de 30 en el mes de abril y de 22.7 en el de mayo, mientras que en el área testigo son de 175.3 en abril (debido a una observación de una alta concentración de vencejos comunes que genera un sesgo en los resultados de este mes y en esta zona exterior) y de 30.7 en mayo.

Desde el punto de vista de las especies detectadas, la riqueza total observada tanto en la planta como en el área testigo es de 34, una cifra media para este tipo de espacios.

De forma desglosada se observan diferencias puntuales de riqueza en los muestreos dentro y fuera de la planta. En el caso de la planta FV los resultados son de 16 y 9 (en la banda principal y fuera respectivamente) en abril y de 16 y 7 en mayo. Mientras que en el área testigo estos datos fueron 24 y 4 en el mes de abril y 16 y 2 en el mes de mayo.

Por su parte, en la riqueza registrada desde los puntos de observación y escucha, aquellos situados en el interior de la instalación han mostrado valores algo mayores que los del exterior. Los valores de riqueza son de 2, 4, 5, 8, 11 y 21 en el punto interior y de 1, 2, 3, 4, 11 y 13 en el área testigo.

Estos resultados se explican por las similitudes y diferencias que hay entre el interior y el exterior de la planta. En principio ambas son zonas de escasa vegetación natural y elevado nivel de modificación antrópica (en el interior por la planta solar y el exterior por los cultivos y demás explotaciones). Pero a su vez ofrecen algunas diferencias por la extensión de los espacios herbáceos dentro de la planta y por la presencia de cultivos forestales y charcas en el exterior.

Un dato que ha diferido entre zonas sustancialmente es el del número de individuos totales registrados, donde se triplica en número en el caso del área testigo (678 individuos, contando con los bandos de vencejos observados en abril), frente a 196 en la planta.

Los datos de densidad por hectárea arrojan resultados similares. Con un promedio de aves por hectárea en los transectos encontramos valores que oscilan entre 6.0 y 4.5 aves/hectárea en el interior de la planta FV y de entre 35.1 (dato anormalmente alto explicado por varios datos de bandos grandes de vencejos) y 6.1 aves/hectárea en el área testigo.

Por su parte, valorando los resultados del índice de diversidad de Margalef, podemos observar que en el interior de la planta fotovoltaica la biodiversidad sería mayor que en el exterior (área testigo). Este parámetro pondera la riqueza de especies y la abundancia de las mismas, por lo que al haber el mismo número absoluto de especies dentro que fuera, pero menor número de ejemplares dentro, conlleva que el índice sea mejor para el interior de la planta que para el exterior.

Siguiendo el baremo utilizado para asignar mayor o menor diversidad a una zona en base a este índice de Margalef, podemos afirmar que en la instalación los valores muestran una biodiversidad media-alta, tomando los datos del conjunto de abril-mayo, donde el índice de diversidad marca casi 5 o algo más (hasta 5,11).

Comparando las dos zonas por meses dentro de la planta el índice obtenido es de 3.77 y 5.11 respectivamente, mientras que en el exterior de la planta FV ha sido de 3.08 y 4.45 respectivamente.

Tomando como dato final de comparación el índice de similitud de Sorensen, podemos observar que las comunidades observadas dentro y fuera de la planta comparten hasta el 69 % de las especies.

Las especies detectadas conforman una comunidad ornítica de marcado carácter estepario de medios agrícolas, con aportaciones de especies de matorral, más notables dentro de la planta, o de charcas y arbolado, más significativas fuera de la misma.

Hay que destacar la presencia de taxones singulares, algunos de ellos con niveles de protección, que han encontrado refugio en la planta. Es el caso, por ejemplo, del alcaraván o el de las aves rapaces, cuya presencia ha resultado más patente en la instalación que fuera de ella.

Las fechas de las visitas coincidieron con la época de reproducción, por lo que se puede observar, el entorno no es amable con las distintas especies, salvo las esteparias, ya que el único refugio posible son las placas y sus alrededores donde no abunda la vegetación. Pero es una zona de alimentación segura para un importante grupo de las especies predadoras de insectos y de pequeños vertebrados y conejos.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se puede concluir que, a pesar de haber sufrido un impacto en la fase de construcción de la planta fotovoltaica, la comunidad de aves presente en el interior de la planta FV se está recuperando y no difiere demasiado de la encontrada en el exterior. A este respecto, se prevé que la comunidad ornítica dentro de la planta FV continúe una tendencia ascendente y se vuelva con el paso del tiempo más diversa y compleja, sobre todo se llevan a la práctica con éxito las acciones de mejora de la vegetación y se ajustan las condiciones bajo las que se lleva a cabo el control de la vegetación herbácea.

Medidas muy recomendables a este respecto serían la de dejar de emplear herbicidas y la de ajustar mejor las fechas de entrada de ganado y desbrozadoras con la fenología de reproducción de la avifauna.

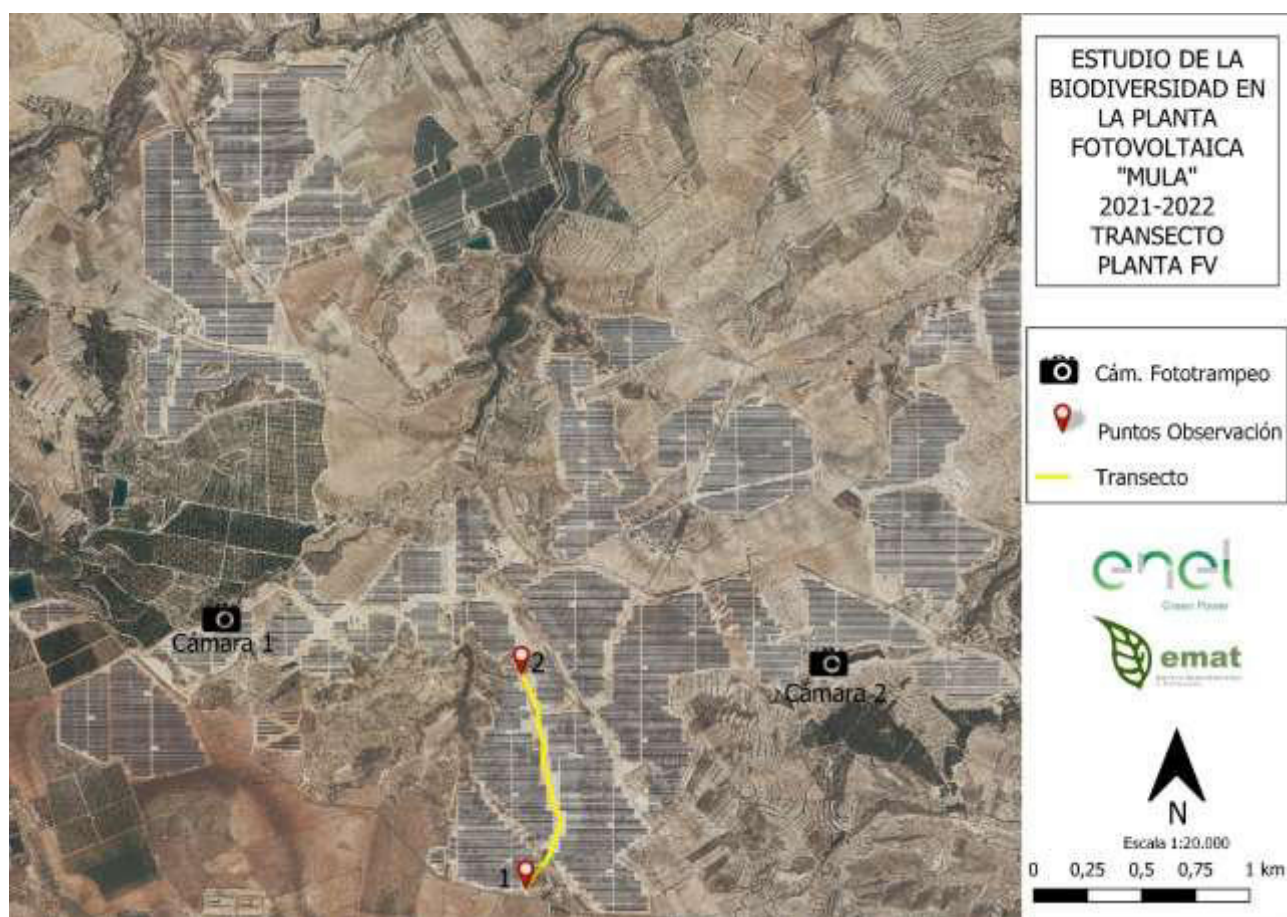
Asimismo es conveniente profundizar en las medidas de renaturalización y mejora de la vegetación en el interior de la planta. Aumentar el número de plantaciones en el perímetro y terrenos no ocupados por placas, diversificando las especies. Los terrenos yermos que podrían verse mejorados sustancialmente con la implantación de corredores ecológicos o con puntos de agua (bebederos y charcas) que aumenten la presencia de distintas especies en la instalación. Todo ello reforzado, por ejemplo, con la colocación de cajas nido en distintos puntos, lo que haría más atractivo el hábitat para las distintas especies de la zona y los beneficios se podrán comprobar en los años venideros.

ANEXO I: CARTOGRAFÍA.

Mapa 1. Ubicación y distribución de los campos solares sobre ortofoto de la instalación fotovoltaica Mula



Mapa 2. Ubicación del transecto, los puntos de observación y las cámaras de fototrampeo en el interior de la planta FV



Mapa 3. Ubicación del transecto y los puntos de observación en el área testigo



ANEXO II: LISTADOS DE ESPECIES ENCONTRADAS.

Especie	Interior de la planta FV			Área testigo		
	Transectos		Puntos de observación	Transectos		Puntos de observación
	Dentro de la banda	Fuera de la banda		Dentro de la banda	Fuera de la banda	
<i>Actitis hypoleucos</i>						
<i>Alectoris rufa</i>						
<i>Anas platyrhynchos</i>						
<i>Apus apus</i>						
<i>Athene noctua</i>						
<i>Bubulcus ibis</i>						
<i>Burhinus oedicnemus</i>						
<i>Buteo buteo</i>						
<i>Calandrella brachydactyla</i>						
<i>Caprimulgus ruficollis</i>						
<i>Carduelis carduelis</i>						
<i>Cecropis daurica</i>						
<i>Charadrius dubius</i>						
<i>Chloris chloris</i>						
<i>Circus gallicus</i>						
<i>Columba livia</i>						
<i>Columba palumbus</i>						
<i>Corvus corax</i>						
<i>Corvus corone</i>						
<i>Coturnix coturnix</i>						
<i>Emberiza calandra</i>						
<i>Falco tinnunculus</i>						
<i>Fringilla coelebs</i>						
<i>Galerida cristata</i>						
<i>Galerida theklae</i>						
<i>Hieraaetus pennatus</i>						
<i>Himantopus himantopus</i>						
<i>Hirundo ruistica</i>						
<i>Lanius meridionalis</i>						
<i>Lanius senator</i>						
<i>Linaria cannabina</i>						
<i>Merops apiaster</i>						
<i>Motacilla alba</i>						
<i>Oenanthe hispanica</i>						
<i>Oenanthe oenanthe</i>						
<i>Passer domesticus</i>						
<i>Pica pica</i>						
<i>Picus sharpei</i>						
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>						
<i>Saxicola rubicola</i>						
<i>Serinus serinus</i>						
<i>Streptopelia decaocto</i>						
<i>Sturnus unicolor</i>						
<i>Turdus merula</i>						
<i>Upupa epops</i>						

ANEXO III: FOTOGRAFÍAS.

FOTOGRAFÍAS DE LOS TRANSECTOS EN EL INTERIOR DE LA PLANTA FV





FOTOGRAFÍAS DE LOS TRANSECTOS EN EL ÁREA TESTIGO



FOTOGRAFÍAS DE FAUNA TOMADAS EN EL INTERIOR DE LA PLANTA FV





FOTOGRAFÍAS TOMADAS POR LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO







ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA DE “LAS FLOTAS DE LOS ÁLAMOS” EN EL TM DE TOTANA (MURCIA)



Junio de 2022

Empresa promotora: Enel Green Power



Empresa consultora: EMAT S.L.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN GENERAL	3
2. ALCANCE DEL ESTUDIO	3
3. ÁREA DE ESTUDIO	4
3.1. INSTALACION FOTOVOLTAICA	4
3.1.2. MEDIDAS DE NATURALIZACIÓN DE LA PLANTA	5
3.2. ÁREA TESTIGO	6
4. FECHAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	7
5. METODOLOGÍA	8
5.1. TRANSECTOS PARA LA DETECCIÓN DE ESPECIES DE AVES Y DETERMINACIÓN DE IKA. PUNTOS DE ESCUCHA Y OBSERVACIÓN	8
5.1.1. Diseño del Estudio	8
5.1.1.1. Transectos	8
5.1.1.2. Puntos de observación y escucha	10
5.1.1.3. Índices kilométricos de abundancia, riqueza de especies y densidad	11
5.1.1.4. Índices de diversidad y similitud	12
5.2. CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO	13
5.3. MATERIALES	15
6. RESULTADOS	16
6.1. ESPECIES DETECTADAS EN LOS TRANSECTOS	16
6.2. ESPECIES DETECTADAS EN LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN Y ESCUCHA	20
6.3. ÍNDICE KILOMÉTRICO DE ABUNDANCIA (IKA)	22
6.4. RIQUEZA DE ESPECIES	23
6.5. DENSIDAD DE AVES DENTRO DE LA BANDA PRINCIPAL DE LOS TRANSECTOS	24
6.6. DIVERSIDAD ESPÉCIFICA	24
6.7. SIMILITUD	25
6.8. CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ORNÍTICAS	25
6.9. OTRAS ESPECIES DETECTADAS EN LA PLANTA FOTOVOLTAICA	26
6.9. ESPECIES SINGULARES Y CON MAYORES GRADOS DE PROTECCIÓN	26
6.10. RESULTADOS DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO	28
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	29
ANEXO I: CARTOGRAFÍA	32

ANEXO II: LISTADOS DE ESPECIES ENCONTRADAS.	34
ANEXO III: FOTOGRAFÍAS.	35

Trabajo de campo e informe:

Miguel Ángel Hernández Soria

Diego Hernández Pérez

EMAT s.l.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL.

El presente informe se redacta en el marco de la implantación y seguimiento de las mejoras para beneficiar la biodiversidad que Enel Green Power viene desarrollando en la instalación fotovoltaica “Flotas de los Álamos” y corren a cargo de EMAT s.l.

Tiene por objeto fundamental valorar la biodiversidad presente en esta instalación solar fotovoltaica utilizando como bioindicador principal la avifauna.

Los trabajos de campo se han realizado entre los meses de abril y mayo de 2022, abarcando el núcleo de la época de reproducción de este grupo de especies.

2. ALCANCE DEL ESTUDIO.

En este informe se describen y analizan los resultados del estudio para dicha instalación. Para ello se ha comparado, en relación con diferentes parámetros asociados a la avifauna observable, dos localizaciones distintas, la planta fotovoltaica “Las Flotas de los Álamos”, ubicada en el término municipal de Totana (Murcia) y un emplazamiento cercano pero no colindante, ubicado en el mismo término municipal y de características análogas a la que dispondría la zona de implantación de la planta antes de su construcción. Ello permite comparar una y otra zona y valorar la capacidad de acogida para la avifauna que presenta la instalación.

Complementariamente se han realizado también muestreos mediante fototrampeo de la fauna, en los que el grupo objetivo principal son los mamíferos, y dentro de estos, los carnívoros.

En suma el objetivo de este estudio es el de determinar el efecto que pueda tener en la biodiversidad la presencia de la planta fotovoltaica y las acciones de renaturalización dentro de esta en la fauna, comparándolo con la observable en el entorno circundante.

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1. INSTALACION FOTOVOLTAICA

La instalación estudiada es la planta fotovoltaica de “Las Flotas de los Álamos” ubicada en el término municipal de Totana (Murcia).

La instalación fotovoltaica cuenta con 100 MW de potencia nominal y está compuesta por 3 parcelas con 401.400 unidades de módulos fotovoltaicos de silicio policristalino con una inclinación de 25º, una potencia de 300 Wp y dimensiones 7,86 × 4,13 m, con una altura máxima de 2,5 metros y una separación entre filas de paneles de 4,4 metros. Sistema de seguidores de un eje.

La superficie total de ocupación es de 153 ha, estando 144,3 ha destinadas a instalaciones y 8,7 ha a un corredor ecológico establecido en cumplimiento de la declaración de impacto ambiental.

El cerramiento perimetral de la instalación está realizado con malla cinética de acero galvanizado y rodea de forma independiente cada uno de los tres sectores en los que se divide la instalación.

La energía se canaliza por una línea de alta tensión de 1 kilómetro de largo hacia una subestación de 132 kV, con una superficie de 6.037 m².

El área de implantación se encuentra al sur de la localidad de Totana en una zona llana con sustrato salino de uso predominantemente agrícola, con abundante presencia de cultivos hortícolas de regadío intensivo. La vegetación natural queda relegada a los márgenes de caminos y a los linderos de cultivos y a escasos reductos de vegetación típica de saladar. Al sureste de la planta se encuentra el cauce del río Guadalentín y los Saladares del Guadalentín. Los Saladares están caracterizados por la presencia de especies con un marcado carácter halófilo. Las especies de flora con algún estatus de protección pertenecen al Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia. Entre las especies catalogadas destacan *Halocnemum strobilaceum*, *Tamarix boveana* y el endemismo murciano-almeriense *Limonium caesium*.

El área está incluida dentro de del Área Importante para las Aves (IBA 175) de los Saladares del Guadalentín. Además, aunque fuera de la implantación, se encuentran la ZEPA y el ZEC de Red Natura 2000, así como el Paisaje Protegido, todos ellos denominados Saladares del Guadalentín, donde hay una gran extensión de Hábitats de Interés Comunitario (HIC) y la notable presencia de fauna y flora protegida.

Tabla 1. Áreas protegidas de la RN2000 en el ámbito cercano a la zona de implantación de la planta fotovoltaica Las Flotas de los Álamos

CÓDIGO	DENOMINACIÓN
ES6200014	LIC Saladares del Guadalentín
ES0000268	ZEPA Saladares del Guadalentín
<i>Hábitats de Interés Comunitario dentro del LIC “Saladares del Guadalentín”</i>	
1510 (HIC prioritario)	Estepas salinas mediterráneas (<i>Limnietalia</i>)
1310	Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras especies de zonas fangosas o arenosas
1410	Pastizales salinos mediterráneos (<i>Juncetalia maritimi</i>)
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)
1430	Matorrales halo-nitrófilos (<i>Pegano-Salsolatea</i>)
5330	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos
92D0	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (<i>Nerio-Tamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i>)

3.1.2. MEDIDAS DE NATURALIZACIÓN DE LA PLANTA

Dentro de la planta fotovoltaica se están llevando a cabo una serie de medidas para la mejora y gestión de la vegetación y de la biodiversidad.

El manejo de la vegetación herbácea se realiza fundamentalmente con ganado ovino en extensivo, que se complementa con actuaciones mecánicas o manuales de forma puntual. No se utilizan herbicidas de ningún tipo.

Por otro lado, se ha protegido una zona situada entre las dos parcelas situadas al sur de la instalación para la creación de un corredor ecológico que sirva de hábitat estepario y salino para especies de aves fundamentalmente. Con una anchura mínima de 310 metros conforma un área de aproximadamente 8 ha de nuevo hábitat que da lugar a un ecotono propicio para la biodiversidad. En una parte de la zona se siembra cereal de secano, con alternancia de barbecho, y en el resto se mantiene la vegetación de matorral natural y se plantea plantar próximamente algunos árboles que adquieran buen porte. Las especies colonizadoras oportunistas se eliminan manualmente o con maquinaria. De las 8 ha del corredor ecológico, se han dedicado 2 al cultivo de cereal tradicional en barbecho para las aves esteparias como el alcaraván, la codorniz, la perdiz roja o la ganga ortega.

Para facilitar lugares de nidificación seguros a las aves también se están instalando cajas anidaderas sobre postes. De momento se han colocado un total de 30 cajas-nido (20 en el año 2021 y otras 10 recientemente en el presente 2022). En las 20 iniciales se ha observado una ocupación del 100%, con 2 parejas de carraca europea, 2 de cernícalo común y en el resto por grajillas.

La instalación de cajas anidaderas se está complementando también con la construcción de bebederos distribuidos por toda la planta.

Asimismo, por todo el perímetro interior del vallado de las instalaciones se están realizando en 2022 plantaciones de diversas especies autóctonas para crear un seto que proteja el interior de la erosión y el polvo producido en los caminos circundantes, además para crear un ecotono acogedor para las aves en sus diferentes fases del ciclo anual.

Por otra parte, dentro de las parcelas de la planta fotovoltaica se ha procedido a realizar algunas plantaciones de especies hortícolas, aromáticas y otras, en una experiencia agro-fotovoltaica.

Todas estas medidas persiguen el objetivo de que la planta fotovoltaica se convierta en un refugio de biodiversidad con una variedad de hábitats importante que sirva de cobijo a multitud de especies de aves, insectos y otros grupos faunísticos.

3.2. ÁREA TESTIGO

Como área testigo con la que comparar la presencia de avifauna en la planta fotovoltaica se seleccionó una zona cercana, al norte de esta, en el paraje de Lomo de las Cabrerías. La selección de este emplazamiento vino determinado por la necesidad de encontrar un territorio con unas características (climáticas, biogeográficas, fitosociológicas, faunísticas, geomorfológicas, paisajísticas, hidrológicas, de usos del suelo), extensión territorial y tipos de hábitats similares a los que tendrían las parcelas sobre las que se instaló la planta fotovoltaica de “Las Flotas de los Álamos”.

Esta zona es un terreno rústico de características orográficas similares a la de la instalación fotovoltaica. En él dominan los cultivos de regadío, a veces bajo plástico, las parcelas de cereal de secano, existiendo algunas parcelas abandonadas, alguna de olivar y algo de matorral difuso con arbolado muy disperso. En concordancia con el uso eminentemente agrícola de regadíos existente balsas de riego y canales. Hay diversas instalaciones agropecuarias, casas, naves y se desarrolla ganadería extensiva e intensiva y caza menor.

4. FECHAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Para el desarrollo del estudio se establecieron contactos previos con el personal técnico de EGPE con el fin de concertar las fechas de las visitas al interior de la planta. Las visitas al área testigo se realizaron los mismos días buscando que las condiciones de ejecución del estudio fueran análogas tanto dentro como fuera de la planta.

Los trabajos se llevaron a cabo en los meses de abril y mayo, durante el periodo reproductor de la mayoría de especies de aves, en concreto los días:

- 25 y 26 de abril
- 23 y 24 de mayo

En general las condiciones climatológicas fueron buenas, sin precipitaciones y excelente visibilidad. Durante la visita de mayo hubo un notorio incremento de las temperaturas sobre lo habitual en esta época del año, por lo que tanto el transecto como el punto de observación previstos para el mediodía del 24 de mayo se cancelaron, siendo sustituidos por un trayecto en el vehículo por toda la planta fotovoltaica, con alguna pausa para observar desde el coche y fotografiar distintas especies tanto en la planta como en las cajas nido colocadas en el año 2021.

5. METODOLOGÍA

En el desarrollo del estudio se han puesto en práctica distintas metodologías al uso y comúnmente aceptadas para detectar el mayor número de especies y ejemplares de avifauna posible (ver, por ejemplo, Tellería J.L. 1986 “*Métodos de censo de vertebrados terrestres*”). También se han seguido los criterios de evaluación de la “*Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las instalaciones solares sobre especies de avifauna esteparia*” del MITERD.

A partir de ahí se han evaluado mediante parámetros estándar la biodiversidad comparando la superficie que ocupa la instalación con el área testigo.

En este caso el estudio se desarrolla en época de reproducción (abril/mayo) por lo que será la comunidad ornítica nidificante la valorada.

5.1. TRANSECTOS PARA LA DETECCIÓN DE ESPECIES DE AVES Y DETERMINACIÓN DE ÍNDICES KILOMÉTRICOS DE ABUNDANCIA (IKA). PUNTOS DE ESCUCHA Y OBSERVACIÓN

5.1.1. Diseño del Estudio

Los parámetros que se han considerado a la hora de realizar la caracterización de la biodiversidad de aves presente en ambas zonas, así como para su comparativa posterior, han sido los siguientes:

- Presencia y riqueza de especies (número de especies identificadas).
- Caracterización de las especies encontradas y el uso del hábitat.
- Densidad de especies, según índices de abundancia (IKA) en transectos realizados a pie y número de contactos tanto visuales como acústicos obtenidos durante los periodos de observación en las estaciones de escucha y observación en puntos fijos previamente determinados.
- Realización de índices de diversidad específica.
- Realización de índices de similitud.

5.1.1.1. Transectos

Para la toma de datos se diseñaron transectos de 1 kilómetro de longitud para realizar a pie

tanto en el interior de las instalaciones fotovoltaicas como en el área testigo. A efectos de calcular posteriormente los índices kilométricos de abundancia se estableció una banda de 25 metros de ancho a cada lado de la línea de progresión del transecto (es decir, una banda de observación de 50 metros en total). Se registraron todos los contactos existentes dentro de la banda de observación (banda principal), pero también aquellos que se produjeron fuera de la misma, con objeto de completar la determinación de la diversidad y riqueza de especies, diferenciando aquellas observaciones que se realizaban fuera de la banda principal pero dentro de la instalación de aquellas que se realizaban fuera de esta.

Se realizó un transecto en el interior del área ocupada por placas fotovoltaicas y un transecto en el área testigo, cuyas ubicaciones pueden observarse en el anexo cartográfico. Las coordenadas de inicio y fin de los transectos aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Coordenadas de los transectos realizados

ITINERARIO INTERIOR INSTALACIÓN FV				ITINERARIO ÁREA TESTIGO			
Punto de Inicio		Punto Final		Punto de Inicio		Punto Final	
Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y
637886	4180604	638385	4180232	638446	4181771	637469	4181688

El tiempo para la realización de los recorridos a pie de los transectos se estableció en aproximadamente una hora. Para comprobar las posibles variaciones a lo largo de la jornada, se procedió a repetir en tres momentos diferentes del día en el periodo diurno (primera hora de la mañana, mediodía y última hora de la tarde) el transecto establecido como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 3. Fechas y horarios de realización de los transectos

INTERIOR INSTALACIÓN FV					ÁREA TESTIGO				
Mes	Fecha	Transecto	Hora inicio	Hora fin	Mes	Fecha	Transecto	Hora inicio	Hora fin
Abril	26/04/22	T1	8:00	9:00	Abril	26/04/22	T1	8:00	9:00
		T2	12:00	13:00			T2	12:00	13:00
		T3	19:00	20:00			T3	19:00	20:00
Mayo	24/05/22	T1	7:30	8:30	Mayo	24/05/22	T1	7:30	8:30
		T2*	Anulado por las altas T^{as}				T2*	Anulado por las altas T^{as}	
	23/05/22	T3	20:30	21:30		23/05/22	T3	20:30	21:30

Durante la realización de los transectos se fueron registrando los siguientes datos para los contactos realizados:

- Fecha y hora.
- Especie observada.

- Número de ejemplares detectados.
- Ubicación de la observación.
- Distancia del observador en base a un código numérico de cercanía a la banda principal (1-dentro, 2-fuera pero dentro de la instalación y 3-fuera de la instalación).
- Edad y sexo (cuando fue posible).
- Comportamiento observado (alimentación, defensa del territorio, reproductor...).

5.1.1.2. Puntos de observación y escucha

Para complementar la información obtenida mediante los transectos a pie se establecieron puntos de observación y escucha en las proximidades de cada uno de los itinerarios. La selección de estos puntos se hizo previamente mediante un recorrido de reconocimiento tanto del interior de la planta como del área testigo atendiendo a diferentes factores como:

- Representatividad de los hábitats principales de los diferentes emplazamientos.
- Ubicación que permitiese disponer de un amplio campo visual en torno al punto.
- Facilidad de acceso.

La ubicación de los puntos de observación aparece reflejada en el anexo cartográfico; las coordenadas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Coordenadas de los puntos de observación

INTERIOR DE LA INSTALACIÓN FV				ÁREA TESTIGO			
P.O. 1		P.O. 2		P.O. 1		P.O. 2	
Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y
638459	4180880	638411	4179997	638446	4181771	637469	4181688

Durante los días de visita, tanto al interior de las planas FV como al área testigo, se realizaron en diferentes momentos del día estaciones de observación, coincidiendo básicamente con los momentos de finalización de los transectos. Las estaciones se prolongaron cada una por espacio de media hora o una hora y se efectuaron desde dos puntos diferentes. A lo largo de las mismas (como ya se explicó en el caso de los transectos), se tomaron una serie de datos, como especie observada, comportamiento, hábitat, etc. Los horarios de realización de los puntos de observación aparecen reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 5. Fechas y horarios de realización de los puntos de observación

INTERIOR INSTALACIÓN FV						ÁREA TESTIGO					
Mes	Fecha	P.O. 1		P.O. 2		Mes	Fecha	P.O. 1		P.O. 2	
		Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin			Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin
Abril	26/04/22			9:50	10:40	Abril	26/04/22	9:30	10:30		
				11:30	12:00					11:30	12:00
	25/04/22*	21:00	22:00				25/04/22*	21:00	22:00		
Mayo	24/05/22			8:30	9:30	Mayo	24/05/22	8:30	9:30		
		Anulado por las altas T ^{as}						Anulado por las altas T ^{as}			
	23/05/22			21:20	22:20		23/05/22			21:20	22:20

*El día 24/05 se realizó un solo punto de observación y escucha en el borde exterior del vallado de la instalación al no poder acceder a la planta y no poder realizar el punto de observación interior, para intentar abarcar tanto el interior como el exterior.

5.1.1.3. Índices kilométricos de abundancia, riqueza de especies y densidad

Mediante los índices kilométricos de abundancia (IKA) es posible obtener una medida del número y abundancia relativa de especies detectadas a lo largo de un recorrido predeterminado. Para ello se aplica la siguiente expresión:

$$IKA = \frac{N}{km}$$

Donde N es el número de individuos detectados en un recorrido concreto de una determinada especie o especies.

La extracción de IKA se ha realizado exclusivamente para los individuos detectados dentro de la banda principal del transecto (25 metros a cada lado de la línea de progresión).

A partir de los datos colectados en los transectos, se ha calculado un índice de riqueza que permite ver de una manera muy sencilla y rápida hasta qué punto es más o menos extensa la comunidad de aves estudiada (número de especies detectadas por kilómetro de recorrido). Este cálculo también se ha realizado para las estaciones de observación.

Utilizando también los datos obtenidos dentro de la banda principal del transecto, se ha procedido a obtener un cálculo de densidad por hectárea de las especies presentes, teniendo en cuenta que al definirse transectos de 1 kilómetro con una banda principal de censo de 50 metros (25 a cada lado de la línea de progresión), en realidad se obtiene una imagen de las especies presentes dentro de un territorio que corresponde aproximadamente a 5 hectáreas. Con esta premisa, los IKA obtenidos para las diferentes especies se han dividido por 5, extrayéndose así la densidad relativa de aves por hectárea existente en el dominio del transecto.

También se ha considerado la riqueza de especies, esto es, el número de especies totales avistadas.

5.1.1.4. Índices de diversidad y similitud

Para completar y afinar en el conocimiento de la comunidad ornítica, la información obtenida en los transectos y estaciones de observación, se ha procesado para realizar un cálculo de la diversidad y similitud de la comunidad de aves presente, tanto dentro de la planta FV como en el área testigo, gracias a lo cual se han obtenido valores numéricos comparables entre sí y comparables con los que resulten de los trabajos que puedan en futuras temporadas o en otras plantas fotovoltaicas.

A la hora de abordar este aspecto existen varios métodos cuantitativos que miden la diversidad específica, si bien nos hemos decantado por ser más apropiado al caso en estudio por el **índice de diversidad de Margalef**, que se corresponde con la siguiente expresión:

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:

I = Diversidad específica.

S = Número de especies detectadas (riqueza).

N = Número total de individuos de todas las especies detectadas.

Con este índice, si los valores obtenidos para I son menores que 2, se considera que la diversidad presente es baja; si el valor de I se sitúa entre 2 y 5 estamos ante una diversidad media y, finalmente, si el valor alcanzado por I es mayor que 5 se trata de una diversidad alta.

Para comprobar hasta qué punto son parecidas las comunidades de aves existentes en el interior de la planta fotovoltaica y en el área testigo, se ha aplicado un índice de similitud. Como en el caso anterior, existen multitud de expresiones matemáticas que miden el grado de similitud entre dos comunidades pero, en este caso, se ha aplicado el **índice de similitud de Sorensen** ya que concede mayor importancia a las especies compartidas por las comunidades comparadas, lo que se ajusta mejor a la hipótesis de partida del trabajo (esto es, que las comunidades existentes en el área testigo y en el interior de la planta son, en origen, muy similares).

El índice de diversidad de Sorensen se corresponde con la siguiente expresión:

$$S = \frac{(2c)}{a + b + 2c}$$

Donde:

c = Número de especies compartidas por las localidades comparadas (a y b).

a = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad a .

b = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad b .

Los valores que se obtienen con este método se sitúan entre 0 y 1, de manera que cuanto más próximo está el resultado a la unidad, mayor similitud existe entre las comunidades comparadas. No obstante es más habitual expresar la similitud en porcentaje, por lo que el resultado obtenido hay que transformarlo de forma muy sencilla. Así, por ejemplo, si obtenemos un valor de 0,768 para el índice de Sorensen significa que ambas comunidades son similares en un 77%.

5.2. CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO

Con objeto de obtener información complementaria sobre la fauna que frecuenta las plantas fotovoltaicas (en particular mamíferos) se instalaron dos cámaras de fototrampeo dotadas de sensores infrarrojos y activados por movimiento. Los temporizadores de las cámaras se mantuvieron operativos entre las dos visitas realizadas a la planta (un mes) y en las 24 horas. Los ciclos de disparo se programaron de tal modo que, con intervalos de 30 segundos, las cámaras fueran capaces de obtener series de tres fotografías y un vídeo tras activarse el sensor de movimiento.

Las cámaras se instalaron en dos puntos suficientemente distanciados entre sí como para lograr una adecuada cobertura del conjunto de la instalación fotovoltaica. Los lugares que se consideraron óptimos para la colocación de las cámaras se seleccionaron tras una prospección previa del terreno.

Las coordenadas de los puntos de instalación se consignan en la siguiente tabla.

Tabla 6. Coordenadas de las ubicaciones de las cámaras para fototrampeo

UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO			
CÁMARA 1		CÁMARA 2	
Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
638092	4181397	638510	4179762

La cámara 1 se situó en la torre meteorológica de la planta fotovoltaica frente a una zona sin placas con herbazal cerca de la valla perimetral al norte de la instalación. Frente a la torre meteorológica, en la caseta-nido más cercana se encontraba una pareja de grajilla occidental.

La cámara 2 se colocó en el corredor ecológico situado entre las dos parcelas sur de la planta fotovoltaica, junto a la instalación 3, al norte de esta. Cerca de la cámara se encontraba una caja

nido que fue ocupada por una pareja de grajilla occidental.

Para favorecer la presencia de carnívoros en las proximidades de las cámaras, se procedió a cebar la zona inmediata con comida para gatos.

Una vez recogidas las tarjeas de las cámaras, se procedió al visionado de las imágenes y grabaciones en vídeo, realizándose una clasificación de los fotogramas exitosos y se nombraron las capturas conforme a la siguiente nomenclatura:

XXXXXXXX_FVXXXXXX_Especie_nº foto/video de la jornada_cámara X

5.3. MATERIALES

Los materiales empleados para la realización de los trabajos de campo y la preparación del informe han sido los siguientes.

- Vehículo todoterreno.
- Binoculares Nikon 10x42 y Leica 10x42.
- Telescopio Leica Televid 77 y trípode.
- Cámara de fotos Lumix y Nikon.
- Teleobjetivo Nikon 80-400mm.
- Cartografía digital del Instituto Geográfico Nacional.
- Aplicación digital IGN del Instituto Geográfico Nacional.
- Brújula y GPS.
- Sistema de Información Geográfica (QGis, versión 2.18).
- Aplicación para toma de datos (ObsMapp 7.39)
- Aplicaciones ofimáticas.
- Fichas de campo.
- Equipos de protección individual (chaleco reflectante, casco, botas de seguridad...).
- Cámaras de fototrampeo marca Victure modelo Trail camera HC300.
- Atrayentes para las cámaras de fototrampeo.

6. RESULTADOS

6.1. ESPECIES DETECTADAS EN LOS TRANSECTOS

Tabla 7. Especies detectadas en los transectos del mes de abril en el interior de la planta FV

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
26/04/2022	T1	Passer domesticus	12	Burhinus oedicnemus	2
		Linaria cannabina	2	Upupa epops	1
		Linaria cannabina	6	Coturnix coturnix	1
		Pica pica	1	Passer domesticus	15
		Alectoris rufa	1	Himantopus himantopus	3
		Larus michahelis	1	Tachybaptus ruficollis	1
		Passer domesticus	12	Coloeus monedula	2
		Passer domesticus	6	Emberiza calandra	2
		Columba livia	1	Anas platyrhynchos	1
		Pica pica	1	Plegalis falcinellus	7
		Carduelis carduelis	3	Alectoris rufa	2
		Streptopelia decaocto	1	Burhinus oedicnemus	2
		Merops apiaster	2	Apus apus	6
		Pica pica	1		
		Columba palumbus	1		
		Carduelis carduelis	3		
		Galerida cristata	2		
		Emberiza calandra	3		
		Carduelis carduelis	3		
		Linaria cannabina	2		
		Passer domesticus	8		
		Coloeus monedula	1		
	T2	Linaria cannabina	3	Hieraaetus pennatus	1
		Passer montanus	9	Columba palumbus	1
		Falco tinnunculus	1	Himantopus himantopus	1
		Coloeus monedula	1		
		Passer hispaniolensis	1		
		Columba palumbus	1		
		Motacilla alba	1		
		Pica pica	1		
		Alectoris rufa	1		
		Coloeus monedula	1		
		Alectoris rufa	1		
		Apus apus	3		
		Linaria cannabina	3		
		Hirundo rustica	1		
		Pica pica	1		
		Columba palumbus	2		
		Athene noctua	1		
		Merops apiaster	3		
		Galerida cristata	2		
		Columba palumbus	1		
		Hirundo rustica	4		
		Emberiza calandra	1		
		Burhinus oedicnemus	1		
		Coloeus monedula	2		
	T3	Carduelis carduelis	3	Streptopelia turtur	2
		Linaria cannabina	5	Upupa epops	1
		Carduelis chloris	2	Lanius senator	1
		Passer domesticus	1	Comunba livia	3
		Pica pica	1	Burhinus oedicnemus	1
		Apus apus	43	Burhinus oedicnemus	1
		Merops apiaster	1	Alectoris rufa	1
		Motacilla alba	1	Himantopus himantopus	3
		Carduelis carduelis	3	Tachybaptus ruficollis	2
		Emberiza calandra	1	Burhinus oedicnemus	2
		Coloeus monedula	1	Galerida cristata	1
		Columba palumbus	1	Falco peregrinus	1

Tabla 8. Especies detectadas en los transectos del mes de abril en el área testigo

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
26/04/2022	T1	Emberiza calandra	2	Coturnix coturnix	1
		Columba palumbus	1	Galerida cristata	2
		Galerida cristata	1	Burhinus oedicephalus	1
		Galerida cristata	1	Merops apiaster	1
		Falco subbuteo	2	Athene noctua	1
		Turdus merula	1	Pica pica	1
		Hirundo rustica	1	Pica pica	1
		Hirundo rustica	1	Merops apiaster	1
		Streptopelia decaocto	1	Burhinus oedicephalus	1
		Columba livia	4	Pica pica	1
		Hirundo rustica	1		
		Passer domesticus	5		
		Hirundo rustica	3		
		Passer domesticus	2		
		Hirundo rustica	1		
		Passer domesticus	3		
		Passer domesticus	2		
	T2	Columba palumbus	1	Carduelis carduelis	2
		Hirundo rustica	2		
		Cisticola juncidis	1		
		Galerida cristata	2		
		Emberiza calandra	1		
		Falco tinnunculus	1		
		Passer domesticus	10		
		Hirundo rustica	2		
		Carduelis chloris	2		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
	T3	Falco tinnunculus	1		
		Columba palumbus	3		
		Galerida cristata	1	Burhinus oedicephalus	1
		Emberiza calandra	1	Galerida cristata	1
		Columba palumbus	1	Alectoris rufa	1
		Galerida cristata	2	Burhinus oedicephalus	1
		Columba palumbus	1	Burhinus oedicephalus	1
		Apus apus	1		
		Passer domesticus	5		
		Columba palumbus	3		
		Passer domesticus	3		
		Columba palumbus	1		
		Galerida cristata	1		
		Galerida cristata	1		
		Apus apus	100		
		Hirundo rustica	4		
		Athene noctua	1		
		Burhinus oedicephalus	1		

Tabla 9. Especies detectadas en los transectos del mes de mayo en el interior de la planta FV

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
23-24/05/2022	T1	Upupa epops	1	Upupa epops	1
		Columba livia	3	Burhinus oedicephalus	2
		Linaria cannabina	2	Streptopelia turtur	1
		Linaria cannabina	2	Passer domesticus	8
		Coloeus monedula	2	Pica pica	1
		Passer domesticus	35	Columba palumbus	2
		Burhinus oedicephalus	1	Pica pica	2
		Linaria cannabina	1	Alectoris rufa	2
		Alectoris rufa	1	Burhinus oedicephalus	1
		Columba palumbus	1	Alectoris rufa	2
		Alectoris rufa	2	Coloeus monedula	1
		Passer domesticus	5	Passer domesticus	5
		Motacilla alba	1		
		Motacilla alba	1		
		Columba palumbus	1		
		Apus apus	1		
		Linaria cannabina	5		
		Linaria cannabina	2		
		Coloeus monedula	1		
	T2	Anulado por las altas temperaturas			
	T3	Anas platyrhynchos	1	Burhinus oedicephalus	2
		Emberiza calandra	1	Burhinus oedicephalus	1
		Linnaria cannabina	7	Alectoris rufa	1
		Galerida cristata	2	Athene noctua	1
		Merops apiaster	4	Burhinus oedicephalus	1
		Emberiza calandra	1	Burhinus oedicephalus	1
		Falco tinnunculus	1	Merops apiaster	2
		Emberiza calandra	1	Streptopelia turtur	1
		Anas platyrhynchos	1	Burhinus oedicephalus	2
		Galerida cristata	2	Hirundo rustica	2
		Burhinus oedicephalus	2	Alectoris rufa	2
		Hirundo rustica	1	Burhinus oedicephalus	2
		Apus apus	7	Linnaria cannabina	2
		Alectoris rufa	1	Hirundo rustica	9
		Galerida cristata	2	Apus apus	7
		Galerida cristata	2		
		Burhinus oedicephalus	1		
		Apus apus	3		
		Galerida cristata	2		
		Galerida cristata	1		

Tabla 10. Especies detectadas en los transectos del mes de mayo en el área testigo

FECHA	TRANSECTO	DENTRO DE LA BANDA		FUERA DE LA BANDA	
		ESPECIE	Nº EJEMPLARES	ESPECIE	Nº EJEMPLARES
24/04/2022	T1	Coturnix coturnix	1	Burhinus oedicnemus	1
		Linaria cannabina	3	Burhinus oedicnemus	1
		Galerida cristata	1	Columba palumbus	1
		Passer domesticus	2		
		Columba palumbus	1		
		Pica pica	2		
		Columba palumbus	2		
		Galerida cristata	2		
		Hirundo rustica	4		
		Streptopelia decaocto	1		
		Galerida cristata	1		
		Chloris chloris	1		
		Streptopelia decaocto	1		
		Galerida cristata	1		
		Burhinus oedicnemus	1		
	T2	Anulado por las altas temperaturas			
	T3	Pterocles orientalis	2	Columba palumbus	2
		Upupa epops	2		
		Pica pica	1		
		Corvus corone	2		
		Passer domesticus	7		
		Motacilla alba	2		
		Passer domesticus	4		
		Merops apiaster	1		
		Burhinus oedicnemus	2		
		Pica pica	3		
		Pica pica	1		
		Coloeus monedula	1		
		Burhinus oedicnemus	1		
		Columba palumbus	2		
		Galerida cristata	3		
		Coloeus monedula	1		
		Linaria cannabina	2		
		Burhinus oedicnemus	2		
		Coturnix coturnix	1		
		Pica pica	1		
		Columba palumbus	2		
		Alectoris rufa	2		

6.2. ESPECIES DETECTADAS EN LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN Y ESCUCHA

Tabla 11. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de abril en la linde de la planta FV

P.O. 1 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
25/04/2022	21:00	22:00	Burhinus oedicephalus	2
			Athene noctua	1
			Himantopus himantopus	2
			Burhinus oedicephalus	1
			Coloeus monedula	1

Tabla 12. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de abril en el interior de la planta FV

P.O. 2 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
26/04/2022	9:50	10:40	Sturnus unicolor	1
			Carduelis chloris	3
			Coloeus monedula	1
			Corvus corone	1
			Falco tinnunculus	1
			Alectoris rufa	2
			Lanius senator	1
			Pterocles orientalis	2
			Emberiza calandra	2
			Galerida cristata	1
			Passer domesticus	3
26/04/2022	11:30	12:00	Cisticola juncidis	1
			Alectoris rufa	1
			Coloeus monedula	1
			Coloeus monedula	1
			Merops apiaster	1
			Hirundo rustica	1
			Apus apus	1
			Burhinus oedicephalus	1
			Falco tinnunculus	1
			Galerida cristata	1
			Himantopus himantopus	1
			Larus michahellis	3
26/04/2022	13:00	13:30	Coracias garrulus	1
			Larus michahellis	2
			Upupa epops	1

Tabla 12. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de abril en el área testigo

P.O. 1 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
26/04/2022	9:30	10:30	Burhinus oedicnemus	1
			Himantopus himantopus	2
			Merops apiaster	1
			Columba palumbus	1
			Curruca melanocephala	1
			Columba palumbus	1
			Emberiza calandra	1
			Galerida cristata	2
			Pica pica	2
			Columba palumbus	1
			Himantopus himantopus	2

Tabla 13. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de abril en el área testigo

P.O. 2 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
26/04/2022	13:00	13:30	Columba palumbus	2
			Hirundo rustica	1
			Galerida cristata	1
			Emberiza calandra	1
			Falco tinnunculus	1

Tabla 14. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de mayo en el interior de la planta FV

P.O. 2 INTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
24/05/2022	8:30	9:30	Burhinus oedicnemus	3
			Galerida cristata	3
			Coturnix coturnix	2
			Calandrella brachydactyla	1
			Coloeus monedula	4
			Cisticola juncidis	1
			Sylvia sp	2
			Emberiza calandra	2
			Himantopus himantopus	5
			Coracias garrulus	1
			Falco tinnunculus	2
			Athene noctua	1
			Pterocles orientalis	14
23/05/2022	21:20	22:20	Calandrella brachydactyla	1
			Burhinus oedicnemus	2
			Coloeus monedula	1
			Alectoris rufa	1
			Emberiza calandra	1
			Coturnix coturnix	1
			Hirundo rustica	5

Tabla 15. Especies detectadas en el punto de observación 1 en el mes de mayo en el área testigo

P.O. 1 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
24/05/2022	8:30	9:30	Galerida cristata	2
			Galerida cristata	2
			Falco tinnunculus	2
			Burhinus oedicephalus	1
			Corvus corone	1
			Athene noctua	1
			Pica pica	1

Tabla 16. Especies detectadas en el punto de observación 2 en el mes de mayo en el área testigo

P.O. 2 EXTERIOR				
DÍA	HORA INICIO	HORA FINAL	ESPECIES	Nº EJEMPLARES
23/05/2022	21:20	22:20	Burhinus oedicephalus	3
			Coturnix coturnix	5
			Alectoris rufa	1
			Apus apus	15
			Linaria cannabina	2
			Galerida cristata	1
			Anas platyrhynchos	2
			Emberiza calandra	1
			Caprimulgus ruficollis	2

6.3. ÍNDICE KILOMÉTRICO DE ABUNDANCIA (IKA)

Los IKA obtenidos en los distintos transectos, así como un valor promedio para cada una de las visitas efectuadas, aparecen en las siguientes tablas. Los datos se expresan en número de aves por transecto de 1 km.

Tabla 17. IKAs de los registros del interior de la planta FV

INTERIOR DE LA PLANTA FV				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
25-26/04/22	73	46	62	60,3
23-24/05/22	68	-	111	89,5

Tabla 18. IKAs de los registros del área testigo

ÁREA TESTIGO				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
26/04/2022	32	28	127	62,3
24/05/2022	24	-	45	34,5

6.4. RIQUEZA DE ESPECIES

La riqueza de especies (número de especies por kilómetro) aparecidas en los transectos y en los puntos de observación valorados separadamente se recogen en las siguientes tablas. Además, se ha elaborado la tabla del anexo 2 para una mejor visualización de estos datos y de las especies detectadas en cada circunstancia.

Tabla 19. Riqueza de especies por km en el interior de la planta FV

FECHA	UBICACIÓN	INTERIOR DE LA PLANTA FV			
		T1	T2	T3	Conjunto
26/04/2022	Dentro de la banda de 25 m	12	16	11	21
	Fuera de la banda de 25 m	12	3	10	18
24/05/2022	Dentro de la banda de 25 m	11	-	10	16
	Fuera de la banda de 25 m	8	-	9	13

Tabla 20. Riqueza de especies por km en el área testigo

FECHA	UBICACIÓN	ÁREA TESTIGO			
		T1	T2	T3	Conjunto
26/04/2022	Dentro de la banda de 25 m	9	9	9	15
	Fuera de la banda de 25 m	6	1	3	8
24/05/2022	Dentro de la banda de 25 m	10	-	13	16
	Fuera de la banda de 25 m	2	-	1	2

Tabla 21. Riqueza de especies en los distintos puntos de observación

FECHA	INTERIOR DE LA PLANTA FV		FECHA	ÁREA TESTIGO	
	P.O. 1	P.O. 2		P.O. 1	P.O. 2
25/04/2022	4	-	26/04/2022	8	5
26/04/2022	-	20			
23/05/2022	-	13	23/05/2022	-	9
24/05/2022	-	7	24/05/2022	6	-

Por su parte, si atendemos a la riqueza total observada, considerando todas los contactos obtenidos con las distintas metodologías se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 22. Riqueza total de especies dentro y fuera de la planta FV en los transectos y P.O.

UBICACIÓN	INTERIOR DE LA PLANTA FV	ÁREA TESTIGO
Dentro de la banda de 25m	23	23
Fuera de la banda de 25 m	24	9
Conjunto	31	24
Puntos de Observación	24	18
Conjunto + P.O.	37	29

6.5. DENSIDAD DE AVES DENTRO DE LA BANDA PRINCIPAL DE LOS TRANSECTOS

Las densidades de aves extraídas de los datos de los diferentes transectos aparecen en las siguientes tablas. Los datos se expresan como número de aves por hectárea.

Tabla 23. Densidades obtenidas de los registros del interior de la planta FV

INTERIOR DE LA PLANTA FV				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
25-26/04/22	14,6	9,2	12,4	12,1
23-24/05/22	13,6	-	22,2	11,9

Tabla 24. Densidades obtenidas de los registros del área testigo

ÁREA TESTIGO				
Fecha	Transecto			Promedio
	T1	T2	T3	
26/04/2022	6,4	5,6	25,4	12,5
24/05/2022	4,8	-	9,0	4,6

6.6. DIVERSIDAD ESPÉCIFICA

Los datos de diversidad específica obtenidos mediante el índice de Margalef, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 25. Índices de diversidad específica en el interior de la planta FV y en el área testigo

FECHA	INTERIOR DE LA PLANTA FV	ÁREA TESTIGO
Abril	5,00	3,06
Mayo	3,85	3,54
Conjunto abril-mayo	5,06	3,97

6.7. SIMILITUD

El grado de similitud entre las comunidades de aves presentes en las dos zonas estudiadas obtenido mediante el cálculo del índice de similitud de Sorensen, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 26. Grado de similitud entre las comunidades de aves presentes en el interior de la planta FV y en el área testigo

TEMPORADA	ÍNDICE DE SIMILITUD
Abril-mayo	73%

6.8. CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ORNÍTICAS

Las comunidades orníticas presentes en la zona de estudio están formadas esencialmente por especies esteparias y asociadas a ambientes agrarios. En el interior de la planta fotovoltaica encontramos herbazales sometidos a la actividad del ganado ovino, mientras que en el exterior el hábitat reinante es el de cultivos y plantaciones agrícolas con algo de matorral ralo y algunos árboles dispersos en las lindes. Existen construcciones dispersas, caseríos, casas de campo, naves, así como una red de charcas y canales para el riego. Algunas de estas infraestructuras son colindantes con la planta fotovoltaica. Por último, sólo dentro de la planta, en concreto en el corredor ecológico, se observan matorrales de mayor porte.

En este tipo de hábitat estepario es común encontrar especies como las vistas durante las jornadas de visita como son las cogujadas comunes, escribanos trigueros terreras comunes, perdices rojas, codornices, alcaravanes, cernícalos comunes, mochuelos o gangas ibéricas. Todas estas especies han sido observadas tanto dentro de la planta como en el área testigo, aunque con distintos índices de abundancia. Otro grupo significativo de especies se asocian, como hábitat de nidificación, a las construcciones humanas y plantaciones aledañas, es el caso de palomas comunes y torcaces, tórtolas turcas y gorriones. Y como singularidad dentro de la comunidad observada se incorporan las especies acuáticas, representadas con unos pocos taxones que se han adaptado a usar las abundantes charcas de riego existentes en la zona, es el caso de cigüeñuela o el zampullín chico.

En cuanto a la riqueza de estas comunidades, se observa una mayor cantidad y variedad de

especies en el interior que en el exterior de la planta. Fruto de la gestión y de los trabajos de naturalización llevados a cabo en la instalación fotovoltaica, el hábitat creado es más amable con las distintas especies que en el exterior, donde la escasez y el uso antrópico de la zona se traducen en una comunidad ornítica algo más simple y empobrecida.

6.9. OTRAS ESPECIES DETECTADAS EN LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Fuera de los trabajos desarrollados en el marco de este estudio, en la planta fotovoltaica se han observado otras especies en época de nidificación, algunas de ellas de interés.

Entre ellas destacan la lechuza común (que cría muy cerca de la planta y se la observa volando frecuentemente sobre la misma) y el aguilucho lagunero (que estuvo aquerenciado en la zona del corredor ecológico durante el periodo pre-reproductor).

Asimismo en el mes de marzo se observaron ejemplares de collalba gris, tarabilla común, alcaudón real, colirrojo tizón y golondrina dáurica.

La presencia de estas especies enriquece la comunidad de aves que en un momento dado puede albergar la planta.

La ausencia de contactos con estas especies durante el desarrollo del presente estudio tanto dentro como fuera de la planta, puede ser un hecho circunstancial (el método no permite, salvo que se repitiera durante más días localizar absolutamente todas las especies presentes), o al movimiento de estas especies a otras zonas (bien sea por su comportamiento migratorio o por cambios en sus querencias).

6.9. ESPECIES SINGULARES Y CON MAYORES GRADOS DE PROTECCIÓN

Dentro de la superficie de la planta fotovoltaica se han detectado algunas especies singulares, bien sea porque estén muy específicamente asociadas a hábitats en riesgo, como puedan ser los esteparios, bien porque forman parte de grupos con mayor interés desde el punto de vista ecológico y de la conservación (por ejemplo, las rapaces predadoras), o bien por ambas situaciones.

En primer lugar destaca el caso de la ganga ortega (*Pterocles orientalis*) que se la ve sobrevolar con frecuencia la planta, ya que emplea como bebedero una charca colindante con la misma. Asimismo algunos ejemplares se han visto posados, descansando o alimentándose, en el cultivo de cereal del corredor ecológico. Esta especie está catalogada como “vulnerable” tanto en

el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas como en el Catálogo de especies amenazadas de fauna silvestre de la Región de Murcia.

La carraca (*Coracias garrullus*) se ha revelado como una especie no sólo presente en la planta, sino que nidifica en ella, habiendo respondido positivamente y con gran rapidez a la instalación de las cajas anidaderas colocadas en 2021. Dos parejas crían en la instalación, pudiendo observarse a los adultos posados en las placas, alimentándose o volando entre ellas. La carraca está declarada en “régimen de protección especial” en España y como de “interés especial” en Murcia, y es muy selectiva en cuanto a su hábitat, especialmente en la región murciana.

El alcaraván (*Burhinus oedicnemus*) está presente de forma abundante en el interior de la planta y en el corredor ecológico. Más de una decena de parejas están criando en la actualidad en las instalaciones, y los ejemplares son observados con mucha frecuencia. La especie está declarada en “régimen de protección especial” en España y está muy asociada a los hábitats esteparios, habiendo visto reducidas sus poblaciones en muchas zonas de la Península Ibérica.

Entre las rapaces, destaca la nidificación de Cernícalo común (*Falco tinnunculus*) en las cajas anidaderas de la instalación, aunque se le ve todo el año en la planta, posado en las placas o alimentándose entre ellas. Este segundo comportamiento se ha observado también en dos rapaces nocturnas protegidas, la lechuza (*Tyto alba*) y el mochuelo (*Athene noctua*). Entre los aguiluchos del género *Circus*, se ha observado la presencia de lagunero occidental (*Circus aeruginosus*) tanto en invierno como en época estival. Otras rapaces observadas ocasionalmente han sido las aguilillas calzadas (*Hieraaetus pennatus*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) que pudieran verse atraídas por la oferta de presas que hay en la instalación, pues abundan los conejos y las palomas, entre otras aves y mamíferos terrestres.

Por otro lado, señalar dos insectívoros protegidos singulares que se han detectado sobrevolando y cazando en la planta, el chotacabras cuellirrojo (*Caprimulgus ruficollis*) y el abejaruco (*Merops apiaster*).

Entre las especies no protegidas, pero interesantes por lo que representan ecológicamente, en la planta se observa abundancia de perdiz roja (*Alectoris rufa*) y en el corredor ecológico se han detectado varios machos en celo de codorniz (*Coturnix coturnix*).

6.10. RESULTADOS DE LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO

La instalación de las cámaras de fototrampeo en el interior de la planta FV ha permitido fotografiar las especies que se indican a continuación.

Cámara 1, situada en la torre meteorológica:

- Grajilla occidental (*Coloeus monedula*). Imágenes diurnas tanto del mes de abril como en el mes de mayo. Posiblemente de los individuos de grajilla occidental que ocupan las casetas nido cercanas a la torreta meteorológica.

Cámara 2, situada en el corredor ecológico:

- Conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*). Imágenes nocturnas abundantes de los meses de abril y mayo.

El resultado del fototrampeo se puede considerar pobre, sobre todo porque no se ha conseguido fotografiar ningún carnívoro. Pero ello viene condicionado porque en el entorno hay una carencia extrema de este grupo faunístico, debido a la intensa actividad agraria y cinegética, y a que, además, los campos vecinos han instalado mallas conejeras en el perímetro vallado, por lo que este es prácticamente impermeable a la fauna terrestre de cierto tamaño.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una vez realizados y comparados los análisis de los datos obtenidos en campo, podemos concluir que la comunidad de especies de aves presente dentro de la planta fotovoltaica resulta ligeramente más amplia, rica y diversa que la encontrada en el área testigo exterior, a la par que se ha observado una mayor abundancia relativa de ejemplares en la mayor parte de las especies.

Los resultados de los transectos resultan concluyentes ya que en el caso del interior de la planta los IKAs son de 60.3 en el mes de abril y de 89.5 en el de mayo, mientras que en el área testigo son de 62.6 en abril (hay que tener en cuenta una observación anormalmente alta de vencejos comunes que genera un sesgo en los resultados de este mes y en esta zona exterior) y de 34.5 en mayo.

Desde el punto de vista de las especies detectadas, la riqueza total observada en la planta es de 37 y fuera de 29.

De forma desglosada se definen mejor las diferencias de riqueza dentro y fuera de la planta. En el caso de la planta FV los resultados son de 21 y 18 (en la banda principal y fuera respectivamente) en abril y de 16 y 13 en mayo. Mientras que en el área testigo estos datos fueron siempre menores, con 15 y 8 en el mes de abril y 16 y 2 en el mes de mayo.

Asimismo, en la riqueza registrada desde los puntos de observación y escucha, aquellos situados en el interior de la instalación muestran siempre valores mayores que los del exterior. Exceptuando el primer punto de observación realizado en el exterior de la valla y que comprendió tanto el interior como el exterior, los valores de riqueza son de 7, 13 y 20 en el punto interior y de 6, 8 y 9 en el área testigo.

Estos resultados se explican por la diferencias del hábitat entre una zona y otra. Dentro de la planta, gracias a las labores de gestión, conservación y regeneración puestas en marcha como el empleo de ganado ovino, la colocación de casetas-nido y la creación de un corredor ecológico, el número de especies y de aves observado es claramente mayor (374 individuos frente a los 256 - contando incluso con los vencejos censados en el exterior-). El área testigo por su parte se encuentra en una zona más pobre a nivel de vegetación y variedad, ya que está esencialmente compuesta por los campos de cultivo, invernaderos y caminos de acceso, ofreciendo menos refugio y tranquilidad para las aves.

Las especies detectadas conforman una comunidad ornítica de marcado carácter estepario de medios agrícolas, con aportaciones de especies de matorral, más notables dentro de la planta, o de charcas, más significativas fuera de la misma.

Teniendo en cuenta además, que las visitas se realizaron en época de reproducción, todo parece indicar que el entorno creado en el interior de la planta es amable con las distintas especies que habitan la zona y conforma un refugio para la cría con condiciones de tranquilidad que no encuentran tan fácilmente en el exterior. También es una zona de alimentación segura para un importante grupo de las especies predadoras de insectos y de pequeños vertebrados que habitan el interior de la planta. Tanto conejos, como palomas, pequeñas aves y mamíferos, como los insectos se hacen notoriamente presentes en la planta fotovoltaica.

Confirmando la tendencia, los datos de densidad por hectárea arrojan resultados similares. Con un promedio de aves por hectárea en los transectos encontramos valores que oscilan entre 12.1 y 11.9 aves/hectárea en el interior de la planta FV y de entre 12.5 (dato anormalmente alto explicado por el dato de 100 vencejos tomado en el T3 del 24/26/22) y 4.6 aves/hectárea en el área testigo. Lo que implica que la densidad de aves dentro de la planta puede llegar a casi triplicar la que se ha encontrado en su exterior.

Por su parte, valorando los resultados del índice de diversidad de Margalef, podemos corroborar que en el interior de la planta fotovoltaica la biodiversidad es mayor que en el exterior (área testigo). Este parámetro pondera la riqueza de especies y la abundancia de las mismas, lo que habla de la riqueza de la comunidad ornítica.

Siguiendo el baremo utilizado para asignar mayor o menor diversidad a una zona en base a este cálculo, podemos afirmar en que en la instalación los valores demuestran una biodiversidad alta, tomando los datos de abril o en el conjunto de abril- mayo, donde el índice de diversidad marca 5 o más (5.00 en abril y 5.06 en el combinado). Mientras que en el mes de mayo, acompañado de altas temperaturas que además obligaron a la anulación del transecto del mediodía, la medida se encuentra dentro de los parámetros medios de diversidad entre 2 y 5 (3.85). Los datos, si bien altos, al compararlos con los del área testigo, confirman la diferencia, ya que tanto en el mes de abril, como en el de mayo o en el combinado de ambos, los datos son mayores en el interior que en el exterior de la planta FV (3.06, 3.54 y 3.97 respectivamente en el área testigo).

Hay que destacar la presencia de taxones singulares, algunos de ellos con niveles de protección, que han encontrado refugio en la planta y se están viendo beneficiadas por la gestión ambiental a que está siendo sometida la misma y por las medidas restauradoras y favorecedoras de la biodiversidad que se están implantando. Es el caso, por ejemplo, de la ganga-ortega y del alcaraván. Cabe destacar que además la colocación de casetas-nido ha contribuido positivamente para especies de interés que han anidado en ellas: cernícalo común, grujilla occidental y carraca europea.

Gracias al modelo de gestión y a las labores de naturalización de la planta fotovoltaica, el

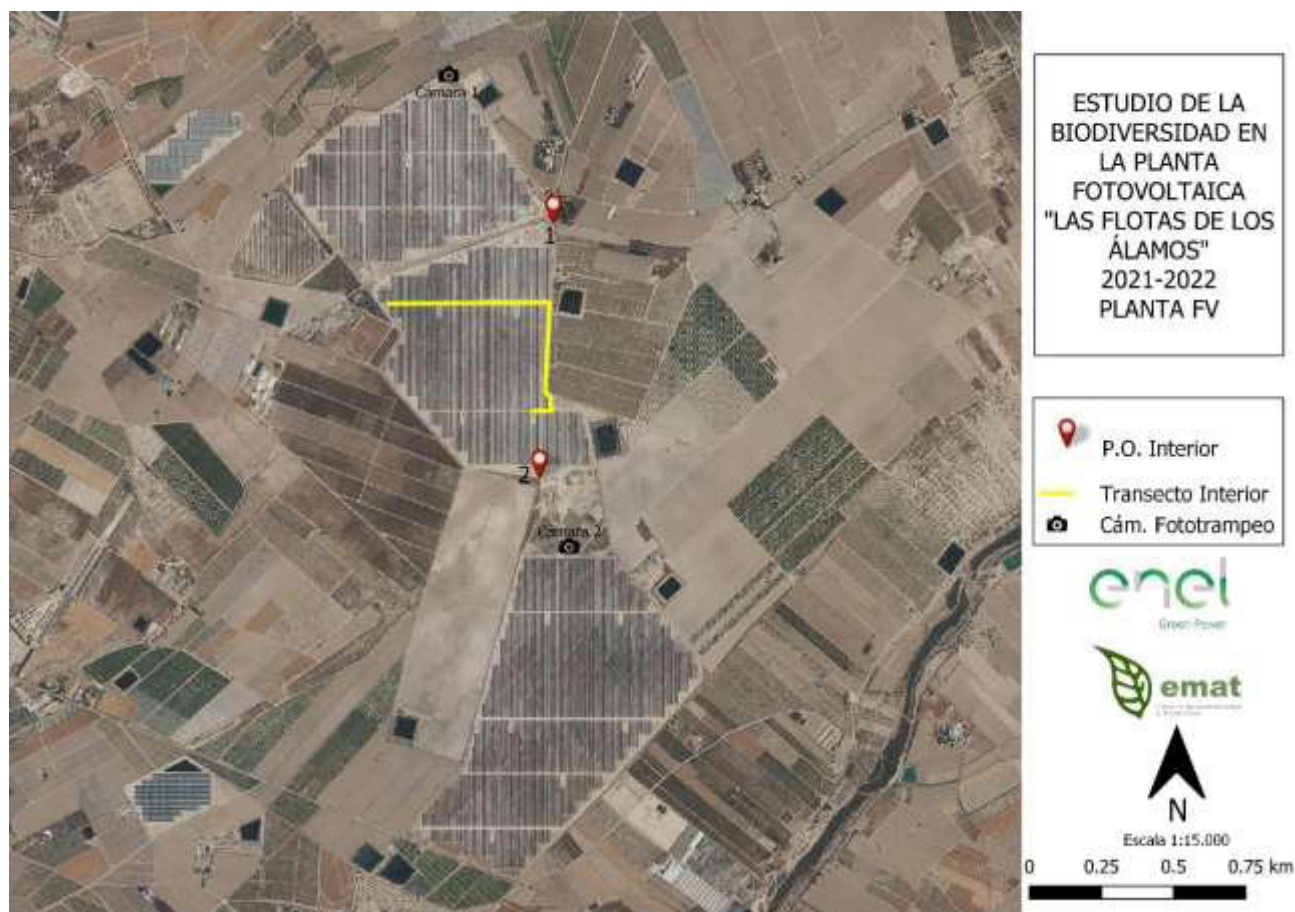
entorno interior es más favorable para las aves que el exterior, donde predominan los cultivos de regadío y la falta de vegetación natural y las condiciones de mayor actividad humana condiciona una comunidad ornítica más pobre. Además, el uso que las distintas especies de aves dan a la planta no se restringe sólo a la anidación en las casetas-nido o en los herbazales. Es un hábitat extraordinario de alimentación y reposo.

Tomando como dato final de comparación el índice de similitud de Sorensen, podemos observar que las comunidades observadas dentro y fuera de la planta comparten hasta el 73 % de las especies. En el futuro, lo esperable es que esta similitud disminuya en la medida que evolucione la vegetación en la planta y se intensifiquen las acciones de mejora del hábitat, lo que contribuirá a que la diversidad dentro de ella se incremente, mientras en el exterior se mantendrá estable.

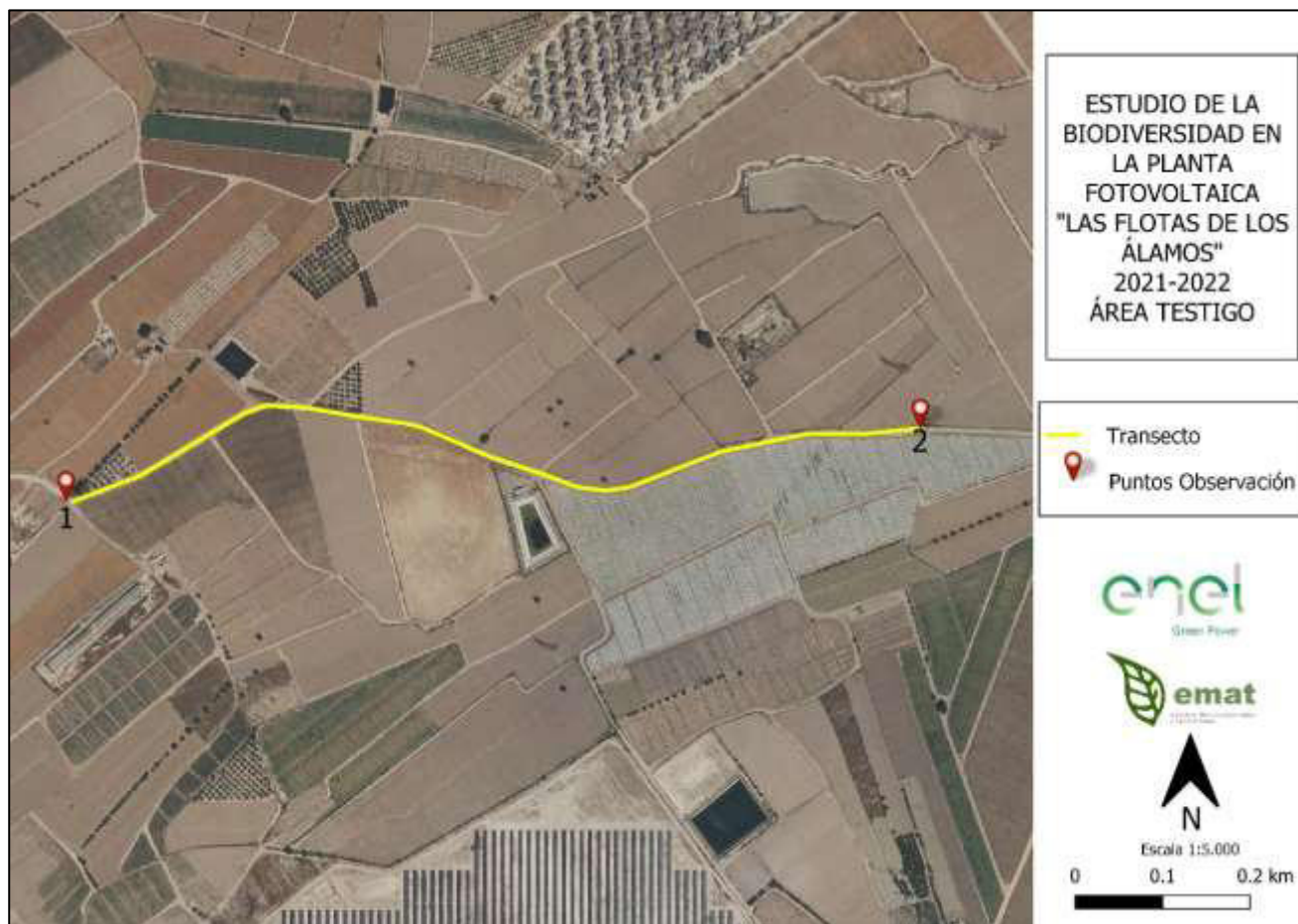
Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se puede concluir que, a pesar de haber sufrido un impacto en la fase de construcción de la planta fotovoltaica, la comunidad de aves presente en el interior de la planta FV cuenta con un grado de diversidad alto en comparación con lo observado en el exterior. A este respecto, se prevé que la comunidad ornítica dentro de la planta FV continúe su tendencia ascendente y se vuelva con el paso del tiempo más diversa y compleja. No obstante, todavía hay margen de mejora y las nuevas cajas-nido colocadas este año, junto con las nuevas plantaciones que pretenden crear una barrera con la perturbación del exterior, mostrarán todo su potencial beneficioso en los próximos años.

ANEXO I: CARTOGRAFÍA.

Mapa 1. Ubicación del transecto, los puntos de observación y las cámaras de fototrampeo en el interior de la planta FV



Mapa 2. Ubicación del transecto y los puntos de observación en el área testigo



ANEXO II: LISTADOS DE ESPECIES ENCONTRADAS.

Especie	Interior de la planta FV			Área testigo		
	Trasnsectos		Puntos de observación	Trasnsectos		Puntos de observación
	Dentro de la banda	Fuera de la banda		Dentro de la banda	Fuera de la banda	
<i>Alectoris rufa</i>						
<i>Anas platyrhynchos</i>						
<i>Apus apus</i>						
<i>Athene noctua</i>						
<i>Burhinus oedicnemus</i>						
<i>Calandrella brachydactyla</i>						
<i>Caprimulgus ruficollis</i>						
<i>Carduelis carduelis</i>						
<i>Chloris chloris</i>						
<i>Cisticola juncidis</i>						
<i>Columba livia</i>						
<i>Columba palumbus</i>						
<i>Coracias garrulus</i>						
<i>Corvus corone</i>						
<i>Coloeus monedula</i>						
<i>Coturnix coturnix</i>						
<i>Emberiza calandra</i>						
<i>Falco peregrinus</i>						
<i>Falco subbuteo</i>						
<i>Falco tinnunculus</i>						
<i>Galerida cristata</i>						
<i>Hieraaetus pennatus</i>						
<i>Himantopus himantopus</i>						
<i>Hirundo rustica</i>						
<i>Lanius senator</i>						
<i>Larus michahelis</i>						
<i>Linaria cannabina</i>						
<i>Merops apiaster</i>						
<i>Motacilla alba</i>						
<i>Passer domesticus</i>						
<i>Passer hispanolensis</i>						
<i>Pica pica</i>						
<i>Plegadis falcinellus</i>						
<i>Pterocles orientalis</i>						
<i>Streptopelia decaocto</i>						
<i>Streptopelia turtur</i>						
<i>Sturnus unicolor</i>						
<i>Sylvia melanocephala</i>						
<i>Tachybaptus ruficollis</i>						
<i>Turdus merula</i>						
<i>Upupa epops</i>						

ANEXO III: FOTOGRAFÍAS.

FOTOGRAFÍAS DE LOS TRANSECTOS EN EL INTERIOR DE LA PLANTA FV



Vista del comienzo del transecto T1 en la visita del día 26/04/2022



Vista del del transecto T1 en la visita del día 24/05/2022



Vista del del transecto T3 en la visita del día 24/05/2022



Ganado ovino pastando en la planta fotovoltaica



Vista del matorral del corredor ecológico (26/04/2022)



Vista del matorral y la zona de cultivo del corredor ecológico (26/04/2022)



Una de las casetas presentes en la instalación (26/04/2022)



Una de las casetas presentes en el corredor ecológico frente a la parcela sur de la planta (26/04/2022)

FOTOGRAFÍAS DE LOS TRANSECTOS EN EL ÁREA TESTIGO



Vista del transecto exterior del área testigo en el T1 del día 26/04/2022



Entorno del transecto T2 del área testigo el día 26/04/2022



Vista del transecto T3 y plantaciones hortícolas en el área testigo el día 23/05/2022



Vista del transecto exterior del área testigo en el T1 del día 24/05/2022

FOTOGRAFÍAS DE FAUNA TOMADAS EN EL INTERIOR DE LA PLANTA FV



Carraca europea (*Coracias garrulus*) posada sobre las placas



Carraca europea (*Coracias garrulus*) posada en caja anidadera junto a las placas



Gangas ortega (*Pterocles orientalis*) en corredor ecológico de la planta FV (Foto compartida por el responsable del PVA de la instalación)



Gangas ortega (*Pterocles orientalis*) volando sobre la planta FV



Alcaraván (*Burhinus oedicnemus*) en el interior de la planta fotovoltaica.



Alcaraván (*Burhinus oedicnemus*) en el interior de la planta fotovoltaica.



Cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) posado sobre las placas



Grajilla occidental (*Coloeus monedula*) en una de las casetas-nido de la instalación



Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) volando en las inmediaciones de la planta



Abejaruco europeo (*Merops apiaster*) volando sobre la planta FV



Macho de Gorrión común con un insecto en el pico.



Mochuelo (*Athene noctua*) sobre las placas



Perdiz roja (*Alectoris rufa*) posada sobre las placas



Pareja de abubillas en el camino interior de la planta fotovoltaica



Jilgueros (*Carduelis carduelis*) en las placas



Aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) posado en el corredor ecológico (marzo de 2022)



Conejos europeos (*Oryctolagus cuniculus*) en la planta fotovoltaica

FOTOGRAFÍAS TOMADAS POR LAS CÁMARAS DE FOTOTRAMPEO



Ubicación de la cámara 1 en la torre meteorológica



Ubicación de la cámara 2 en el corredor ecológico



Grajilla occidental (*Coloedus monedula*) fotografiada por la cámara 1



Grajilla occidental (*Coloedus monedula*) fotografiada por la cámara 1



Conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) fotografiado por la cámara 2



Conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) fotografiado por la cámara 2