

Orden TED/1161/2020, de 4 de diciembre, por la que se regula el primer mecanismo de subasta para el otorgamiento del régimen económico de energías renovables y se establece el calendario indicativo para el periodo 2020-2025

PLAN ESTRATÉGICO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTAL

PARA INSTALACIONES ACOGIDAS AL RÉGIMEN
ECONÓMICO DE ENERGÍAS RENOVABLES (REER)

Promotor: NRG PARK 2017 II, S.L.

Consultor:



P-21-05

MARZO 2021

Tabla de contenido

1	Introducción.....	2
1.1	Contenidos del presente Plan Estratégico.....	3
1.2	Autoría del Plan Estratégico.....	4
2	Descripción general de las inversiones a realizar.....	6
2.1	Descripción general del proyecto de inversión.....	6
2.1.1	El emplazamiento.....	6
2.1.2	Descripción general de las instalaciones.....	9
2.1.3	Detalle de las inversiones en la planta fotovoltaica.....	9
3	Estrategias de compra y contratación.....	12
4	Estimación de empleo.....	14
4.1	Impactos en el empleo asociado al proceso de construcción.....	15
4.2	Impactos en el empleo asociados a la gestión operativa del proyecto.....	16
4.2.1	Seguimiento del cumplimiento de los objetivos del proyecto.....	17
4.2.2	Mantenimiento de las instalaciones.....	17
4.2.3	Otras actividades.....	17
4.3	Impacto total en el empleo.....	18
5	Oportunidades para la cadena de valor industrial local, regional, nacional y comunitaria.....	19
6	Estrategia de economía circular en relación con el tratamiento de los equipos al final de su vida útil.....	23
6.1	Estrategia a aplicar durante la vida útil de la planta.....	26
6.1.1	Medidas de prevención de la producción de residuos.....	26
6.1.2	Medidas para la gestión de los residuos.....	27
6.1.3	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).....	28
6.1.4	Residuos peligrosos.....	32
6.1.5	Otros residuos no peligrosos.....	36
6.1.6	Seguimiento de la gestión de los residuos.....	36
6.2	Estrategia a aplicar en fase de desmantelamiento.....	36
6.2.1	Residuos de la demolición.....	37
6.2.2	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.....	41
6.2.3	Residuos peligrosos y otros.....	45
7	Análisis de la huella de carbono durante el ciclo de vida de las instalaciones.....	52

7.1	Impactos positivos desde la perspectiva del cambio climático	52
7.2	Huella de carbono.	53
7.2.1	Huella de carbono de los elementos principales de la planta.	53
7.2.2	Cálculo de la pérdida de la reserva de carbono del suelo.....	55
7.2.3	Estimación del balance positivo de la producción de la energía	57
7.2.4	CO ₂ equivalente debida al SF6	57
8	Indicadores sobre la superficie ocupada.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Polígonos y parcelas de la zona de actuación.	6
Tabla 2.	Estrategia de compra o subcontratación.	13
Tabla 3.	Estimación de creación de empleo directo e indirecto en fase de construcción.....	16
Tabla 4.	Empleo generado durante la fase de mantenimiento.	17
Tabla 5.	Las actividades de la cadena de valor del proyecto.	21
Tabla 6.	Residuos típicos que pueden generarse durante la vida útil de la planta.....	26
Tabla 7.	Proveedores habituales de placas solares.....	29
Tabla 8.	Tipos de residuos habituales en la fase de desmantelamiento de una planta fotovoltaica.	37
Tabla 9.	Balance de emisiones de CO ₂ de los paneles y los seguidores.....	54
Tabla 10.	Cálculo de SOC para diferentes SOCst.....	56
Tabla 11.	Cuadro 9 del anexo V de la Directiva 2009/28/CE.....	57
Tabla 12.	Clases de sensibilidad ambiental para la energía fotovoltaica.....	59
Tabla 13.	Valores del Índice de Sostenibilidad Ambiental según indicadores seleccionados.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Planta fotovoltaica y trazado de la línea aéreo subterránea de alta tensión de abonado. Detalle sobre ortofotografía.	8
Figura 2.	Planta fotovoltaica y trazado de la línea aéreo subterránea de alta tensión de abonado. Detalle sobre ortofotografía.	8
Figura 3.	Cadena de valor de una planta fotovoltaica.	21
Figura 4.	Descripción esquematizada de los procesos en la Economía Circular.....	24
Figura 5.	Principios generales que inspiran la Estrategia España Circular 2030.	25
Figura 6.	Índice de sostenibilidad ambiental en el ámbito de la planta.	60

1 Introducción.

El presente **Plan Estratégico Socioeconómico y Ambiental** para Instalaciones acogidas al régimen económico de Energías Renovables se redacta a petición de **NRG PARK 2017 II, S.L.**, con NIF nº B42640888 y domicilio social en Calle Viento, 14. Polígono Industrial Plà de la Vallonga. CP.03006 Alicante.

El documento denominado “Plan Estratégico” es uno de los requisitos para el Registro electrónico del **Régimen Económico de Energías Renovables (REER) en estado de preasignación**, según lo dispuesto en la Resolución de 10 de diciembre de 2020, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se convoca la primera subasta para el otorgamiento del régimen económico de energías renovables al amparo de la Orden TED/1161/2020, de 4 diciembre (artículo 13.2).

NRG PAR 2017 II, S.L., como promotor de la inversión, ha sido adjudicataria en la subasta de energía realizada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de la potencia antes referida bajo el sistema denominado Régimen Económico de Energías Renovables (REER), con **10 MW en estado de preasignación**.

La elaboración de su Plan Estratégico Socioeconómico y Ambiental puede dividirse en dos fases:

- A. En la Fase 1 (PLAN ESTRATÉGICO GENERAL), junto con la solicitud de inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables en estado de preasignación, se presentará un plan estratégico con las estimaciones de impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial. En esta fase pues se trata de establecer directrices y objetivos estratégicos generales que se concretarán para cada proyecto en fases posteriores, describiendo la tecnología y la potencia sin concretar instalaciones.
- B. En la Fase 2 (PLAN o PLANES ESTRATÉGICOS ESPECÍFICOS), se trata de la actualización del plan estratégico e individualización en planes específicos y concretos para cada una de las instalaciones identificadas.

El plan estratégico recogido en este documento considera una instalación fotovoltaica de 10 Mw a efectos de conocer el impacto que la correspondiente inversión produce en el empleo y la cadena de valor industrial, además de las consideraciones medioambientales.

No obstante, la planta concreta proyectada¹ donde se materializarán, en principio, los 10 MW en estado de preasignación, se completarán con otros 10 MW adicionales, los cuales serán vertidos a la red eléctrica en régimen de precio de mercado libre, quedando finalmente una potencia instalada total de 20 MW.

¹ Parque solar fotovoltaico “San Jorge” municipio de San Jorge/Sant Jordi, provincia de Castellón.

1.1 Contenidos del presente Plan Estratégico.

El presente documento justifica su contenido según la Orden TED/1161/2020, de 4 de diciembre, por la que se regula el primer mecanismo de subasta para el otorgamiento del régimen económico de energías renovables y se establece el calendario indicativo para el periodo 2020-2025.

Artículo 13. Inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables en estado de preasignación.

2. En el plazo establecido en el artículo 11, los adjudicatarios de la subasta deberán dirigir la solicitud de inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables en estado de preasignación, exclusivamente por vía electrónica, a la Dirección General de Política Energética y Minas, acompañada de una copia de la garantía económica depositada de conformidad con lo regulado en el artículo 25 del Real Decreto 960/2020, de 3 de noviembre, y del resguardo de la Caja General de Depósitos de haber depositado dicha garantía a favor de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la cuantía establecida en el artículo 12 de esta orden.

La descripción de la obligación garantizada en la citada garantía económica incluirá el siguiente texto, en el cual deberá especificarse el número de esta orden ministerial:

«Inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables en estado de explotación y cumplimiento en plazo de los hitos previos, todo de ello de acuerdo con el artículo 25 del RD 960/2020 y la Orden TED/1161/2020.»

La solicitud de inscripción incluirá, al menos, la identificación del adjudicatario, las características del producto adjudicado que se pretende inscribir, la tecnología y la potencia a inscribir en estado de preasignación. Adicionalmente, la resolución por la que se convoque la subasta podrá establecer requisitos de información exigibles para la inscripción en estado de preasignación que sean de aplicación a la correspondiente convocatoria. **Dicha información exigible podrá incluir, entre otros, los compromisos adquiridos por el proyecto con el territorio y la estimación de su impacto sobre el empleo local y sobre la cadena de valor industrial local, regional y nacional; en el ámbito de la economía circular, las medidas contempladas en relación con el tratamiento de los equipos al final de su vida útil, así como, información sobre la huella de carbono de la instalación e indicadores sobre la superficie ocupada.**

2 Descripción general de las inversiones a realizar.

2.1 Descripción general del proyecto de inversión.

El proyecto de instalación del parque solar fotovoltaico “San Jorge” se desarrolla en el paraje de Planes del Regne a unos 175 metros s.n.m., parte norte del municipio de San Jorge/Sant Jordi, provincia de Castellón, en la comarca del Bajo Maestrazgo. Se trata de un proyecto de planta de energía renovable fotovoltaica la cual tiene el objetivo de obtener de la radiación solar energía que se transformará en electricidad para evacuar a la red eléctrica existente.

La planta se encontrará situada en:

- Provincia: Castellón
- Municipio: San Jorge, C.P. 12320
- Coordenadas Geográficas: 40° 33' 49,98" N / 0° 22' 25,81"
- Coordenadas UTM ETRS89 (huso 31): x: 785 614 m E; y: 4 495 845 m N
- Polígonos y parcelas:

POLÍGONO	PARCELA
20	00008
20	00009
20	00107
20	00106

Tabla 1. Polígonos y parcelas de la zona de actuación.

2.1.1 El emplazamiento.

La comarca tiene una superficie de 1.221 km², cuenta con una población de 81.220 habitantes repartidos en 18 poblaciones, entre las que destacan Peñíscola, Benicarló y Vinaroz.

El Bajo Maestrazgo ha sufrido una pérdida constante de habitantes durante el último siglo debido a los escasos recursos económicos que proporcionaba esta comarca. En las últimas décadas esta comarca ha sufrido una importante transformación de su modelo productivo relegando la agricultura a un segundo plano por debajo del turismo, que ha pasado a convertirse en el motor económico de esta zona. El patrimonio histórico y artístico la ha convertido en uno de los focos turísticos con mayor progresión, provocando la aparición de nuevas actividades generadoras de empleo para sus habitantes.

Por lo que respecta a la ganadería, en los últimos tiempos ha alcanzado gran relevancia debido a la creación de empresas agroalimentarias que se dedican a la venta de productos cárnicos. De esta manera, la crianza del ovino y el porcino son las más extendidas.

La industria del entorno está centrada en el sector de la madera, metalurgia, químico y productos minerales no energéticos y sobre todo el alimentario. La industria agroalimentaria está formada por pequeñas empresas de carácter familiar donde predomina el autoempleo. La producción es limitada y se caracteriza por el uso de materias primas naturales y pertenecientes al patrimonio gastronómico cultural de la comarca, lo que ha provocado que el incremento de turismo también haga que aumenten las ventas de estos productos.

En la comarca del Bajo Maestrazgo se encuentra el municipio de San Jorge con una extensión de 36,5 km² y una población de 972 habitantes en 2019. El municipio tiene un perfil poblacional de mayor envejecimiento a la media de la provincia de Castellón y desde 2012 se viene produciendo un proceso de despoblación derivado de un crecimiento vegetativo anual negativo. En enero de 2021, la tasa de paro es del 11,63%, de los que más del 80 % pertenecen al sector servicios.

Su economía basada principalmente en la agricultura (cítricos y olivar) cuenta con un sector turístico al alza atraído por las actividades deportivas y de ocio del campo de golf Nova Panorámica, considerado como uno de los campos más atractivos de España. Debido a su diseño y alto nivel de mantenimiento durante todo el año, ha sido sede de importantes torneos a nivel nacional y europeo, además cuenta con otras instalaciones deportivas (pádel, tenis, *Pitch&Putt*, fútbol y baloncesto). El municipio ofrece una amplia oferta de alojamientos de turismo rural, así como hoteles y apartamentos turísticos enfocados al turismo de golf.

La construcción la planta solar de 10 MW en el municipio de San Jorge contribuye a una mayor diversificación de la economía de la zona.

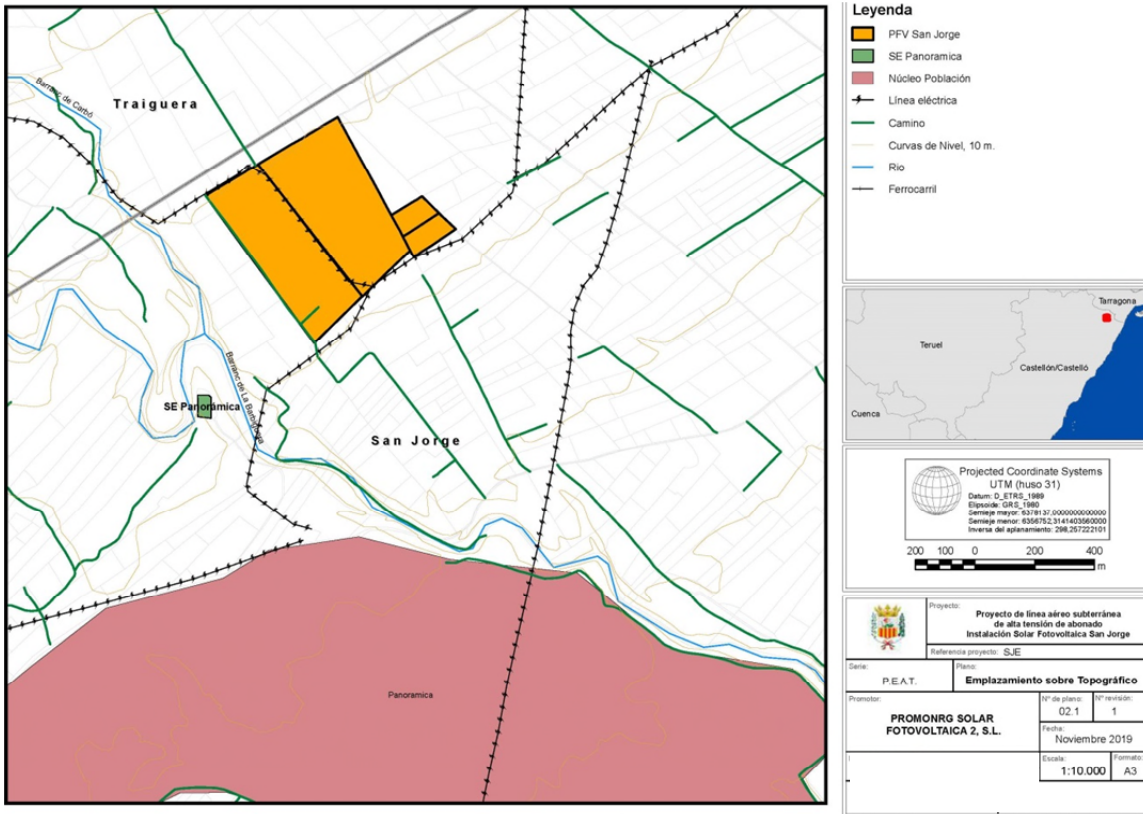


Figura 1. Planta fotovoltaica y trazado de la línea aérea subterránea de alta tensión de abonado. Detalle sobre ortofotografía.

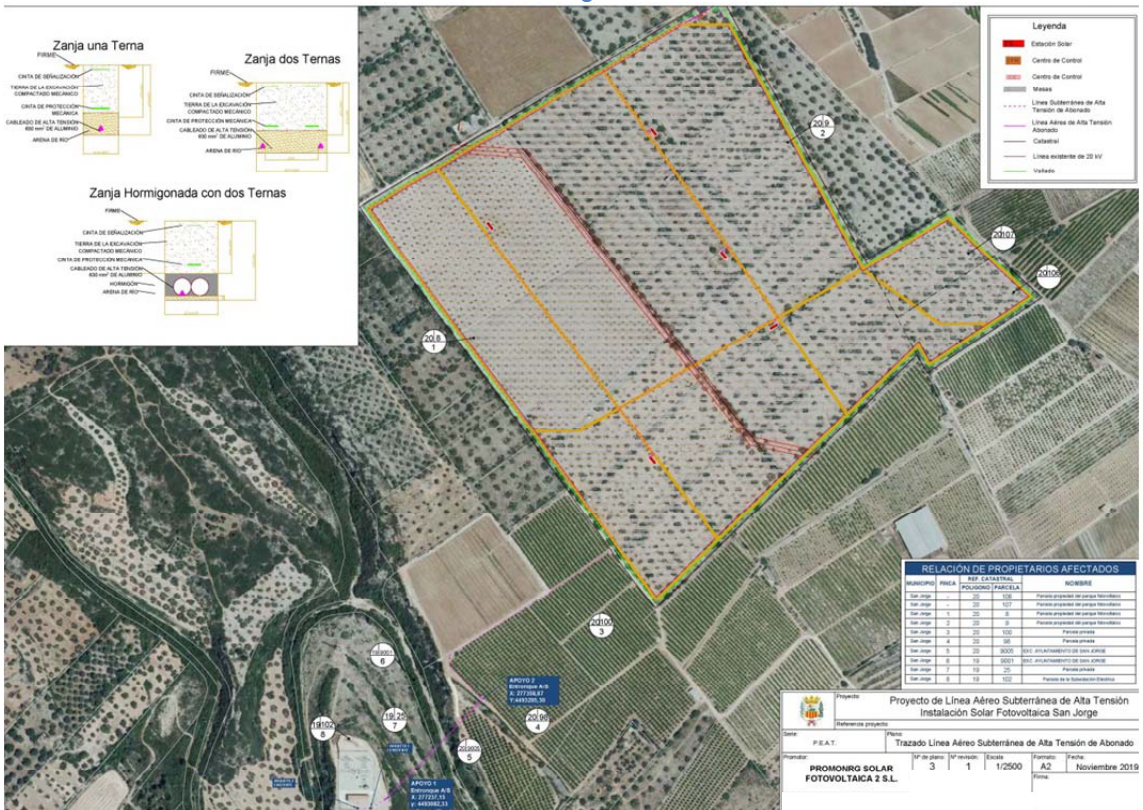


Figura 2. Planta fotovoltaica y trazado de la línea aérea subterránea de alta tensión de abonado. Detalle sobre ortofotografía.

2.1.2 Descripción general de las instalaciones.

El proyecto de inversión consiste en la construcción de una planta fotovoltaica para aprovechar la radiación solar proporcionando energía eléctrica para su evacuación a la red eléctrica. La actuación está prevista desarrollarla en una superficie próxima de 300.000 m² y diseñada para la producción de energía eléctrica con **una potencia de 10Mw**.

El campo fotovoltaico estará compuesto por **25.634 paneles fotovoltaicos** que serán los encargados de convertir la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica. El módulo fotovoltaico a instalar será un panel fotovoltaico de tecnología monocristalina de 390 Wp de potencia, completando así una potencia nominal total instalada de 10.000 kVA.

La instalación consta de un campo fotovoltaico con cinco inversores que transforman la electricidad de corriente continua a corriente alterna en baja tensión y cinco centros de transformación que elevan la energía de baja a alta tensión. La energía generada se evacuará a la red de distribución eléctrica, mediante la instalación de una red de evacuación A.T. 20 kV.

La potencia generada por estos paneles fotovoltaicos se canalizará a través de la línea subterránea de alta tensión de abonado la cual parte de la Estación Solar 2 de 3.800 kW nominales, que convierte la corriente continua en alterna y la eleva mediante el transformador de 3.800 kVA que tiene incorporado. A continuación, la línea sale buscando la Estación Solar 3 de idénticas características, seguidamente hacia la Estación Solar 2 y posteriormente a la Estación Solar 1 y, por último, hacia el Centro de Protección y Medida.

Finalmente, se conectará dicho centro, mediante otro tramo de la línea aéreo-subterránea de alta tensión de abonado con la Subestación Eléctrica Panorámica.

Los centros de transformación y el centro de medida y protección son prefabricados en hormigón, las líneas eléctricas que los conectan entre sí son subterráneas y discurren por el interior de la parcela, mientras que la línea que da acceso al punto de enganche se ha previsto de trazado aéreo.

2.1.3 Detalle de las inversiones en la planta fotovoltaica

La inversión prevista engloba el conjunto de actuaciones que son necesarias para la construcción de la planta fotovoltaica en suelo según las características técnicas del proyecto, con el siguiente desglose:

2.1.3.1 Acondicionamiento del terreno

La ubicación de las instalaciones está prevista en unos terrenos sobre los que se constituye un derecho de arrendamiento, por lo que no forman parte del inmovilizado material. Como veremos posteriormente, el alquiler de los terrenos se integra dentro de los gastos de explotación de la instalación.

Los terrenos tienen unas características óptimas para aprovechar la radiación solar y próximos a la línea de la compañía eléctrica a la que se vaya a volcar la electricidad. La superficie es suficiente para implantar las instalaciones necesarias para generar la potencia autorizada.

Los terrenos no forman parte de la inversión inicial, pero conllevan los siguientes costes asociados que forman parte de las inversiones del proyecto:

- Preparación y acondicionamiento del terreno. Para que el terreno sea apto para la instalación de todos los elementos de la planta fotovoltaica hay que llevar a cabo las siguientes actuaciones: trabajos de trasplante de arbolado existente, desbroce y limpieza del terreno, movimiento de tierras para dotar al terreno de una inclinación y cotas óptimas en toda su extensión, explanación y compactado. Ejecución de viales que discurren por la parcela para su mantenimiento, realización de zanjas para tramos subterráneos de líneas eléctricas y construcción de la red de evacuación de aguas para la correcta evacuación de aguas pluviales.
- Vallado de parcela: La superficie de la parcela estará rodeada en la totalidad de su perímetro por una valla de 2.381 metros.

2.1.3.2 Componentes de la instalación

Para la construcción de la instalación fotovoltaica son necesarios los siguientes dispositivos e instrumentos:

- **Módulos fotovoltaicos:** se corresponde con la adquisición de los paneles solares monocristalinos. Son los encargados de transformar, sin ningún paso intermedio, la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica en forma de corriente continua. Para el proyecto que nos ocupa, el campo fotovoltaico estará formado por dos sectores, que cada uno de ellos estará formado por un inversor de 3.800 kW nominales. De esta manera, el campo estará formado por un total de 25.634 paneles de tecnología monocristalina de 390 Wp de potencia, completando así un total de 10.000kWp
- **Base de hormigón y estructuras de aluminio** para albergar los módulos fotovoltaicos. La estructura es la encargada de sustentar los módulos solares, proporcionando la inclinación adecuada para que reciban la mayor cantidad de radiación, consiguiendo el aumento de su eficacia. Estas estructuras estarán instaladas en el suelo ancladas al mismo mediante hincas de acero debidamente clavada en el terreno.
- **Inversores o convertidores:** se corresponde con el convertidor de la energía generada por los módulos fotovoltaicos en corriente continua (DC) en corriente alterna (AC) para poder verter la energía a la red eléctrica. El funcionamiento del inversor es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el aparato comienza a inyectar a la red. Para este proyecto, se van a utilizar 3 inversores de 3.800 kW nominales que estarán dispuestos sobre una base de hormigón prefabricado
- **Instalación eléctrica de baja tensión** incluye el cableado de circulación eléctrica entre los diferentes equipos y tramos finales con sus cuadros de protección y conexión con el inversor.

- **Protecciones:** La instalación eléctrica contempla dispositivos de protección frente a sobrecorrientes, sobreintensidades y fallos eléctricos para garantizar la seguridad de los equipos y las personas.
- **Equipos de medida y monitoreo:** son los encargados de contabilizar la energía producida por la instalación fotovoltaica y vertida a la red, así como el sistema de control y monitoreo del campo fotovoltaico. Así, se dotará a la instalación de un sistema de captura de datos de producción eléctrica: voltaje, radiación solar, temperatura, etc.
- **Servicios auxiliares:** La instalación fotovoltaica se completa con un sistema de vigilancia y de seguridad de la planta solar que consiste en la instalación de cámaras de vigilancia y sensores de movimiento. También se contempla un sistema telecomunicaciones para la monitorización continua de la actividad de la planta. Se dispondrá además de una estación meteorológica conectada a dicho sistema de monitorización.
- **Conexión a Red.** Constituye el coste de las infraestructuras y la parte de la instalación eléctrica de alta tensión que une los centros de transformación con el punto de conexión de la compañía eléctrica necesarias para la evacuación de la energía generada.

2.1.3.3 *Proyectos técnicos.*

Contempla los costes producidos por los proyectos y memorias técnicas necesarias para la ejecución de instalación solar fotovoltaica, incluye la planta fotovoltaica, las líneas, aéreas o subterráneas, de transmisión y la subestación elevadora para la evacuación de la energía generada por la planta fotovoltaica y los centros de transformación.

El diseño de la instalación fotovoltaica supone una parte muy importante para optimizar el coste y rendimiento de la planta fotovoltaica.

3 Estrategias de compra y contratación.

La estrategia de compras y contrataciones busca maximizar la probabilidad de lograr los objetivos del proyecto según el presupuesto previsto y plazo estimado, y debe quedar definida completamente durante la planificación del proyecto. El proyecto de inversión tiene capacidad para dinamizar la economía local a través de las compras de productos y contrataciones que se realicen en la zona.

El diseño de la estrategia requiere un análisis profundo por el equipo de dirección del proyecto de las condiciones del entorno, su ubicación geográfica, la normativa, la disponibilidad de proveedores y contratistas, las condiciones de mercado, los precios, el estado de la oferta y demanda, la relación con los interesados, etc.

Los aspectos a considerar en la estrategia de las compras y contrataciones son los siguientes:

- Identificar las partidas o lotes de contratación de la fase de construcción en base al presupuesto del proyecto de inversión. Es la parte más costosa y voluminosa del proyecto de inversión.
- En la fase de funcionamiento y mantenimiento de la planta hay que identificar sus costes operativos. Es una parte significativamente importante ya que con un buen mantenimiento podemos mantener la instalación trabajando por encima del 90% de sus posibilidades.
- Con relación a la contratación de empresas en el emplazamiento del proyecto se analizará la disponibilidad de contratistas, su cualificación, especialistas o generalistas, nivel de precios, existencia de suficientes ofertas competitivas, etc..
- Para la selección de los contratistas se tendrá en cuenta: su tamaño, capacidades, experiencia, nivel de control, alcance técnico, disponibilidad de medios, plazo de ejecución, respuesta y garantías, la forma y plazo de pago.
- Compras a empresas proveedoras locales. Se priorizará la contratación de bienes y servicios en el ámbito de empresas cercanas a la planta fotovoltaica, y en particular se contará con suministradores locales, siempre que estos reúnan las condiciones técnicas exigibles y en similares condiciones de calidad-precio.

La estrategia de compras y contrataciones es clave para el éxito del proyecto de inversión cuando se externalizaba una parte importante de las compras, ya que los proveedores agregan valor como parte de la cadena de suministro. Es, por tanto, muy importante diseñar el procedimiento de la adquisición de productos y las relaciones con los proveedores, buscando la mayor eficiencia en el proceso.

Proponemos utilizar una matriz que valora las compras en función de 2 dimensiones fundamentales: por riesgo de suministro y por impacto de resultados en la empresa. La matriz

clasifica los productos que se adquieren o contratan en tres categorías: apalancados, rutinarios y estratégicos.

A continuación, se representa la matriz propuesta anteriormente, a la que se ha añadido la estrategia de compra o subcontratación que la empresa promotora del proyecto tiene previsto realizar, según el siguiente detalle:

Matriz	Tipo de producto	Riesgo suministro	Riesgo resultado	Compra / Subcontrata
Acondicionamiento del terreno	Apalancado	Bajo	Bajo	S
Base de hormigón	Apalancado	Bajo	Bajo	S
Módulos fotovoltaicos	Estratégico	Medio	Alto	C
Estructura metálica	Rutinario	Medio	Medio	C
Inversores	Estratégico	Alto	Medio	C
Instalaciones	Rutinario	Medio	Alto	S
Equipos de medida	Rutinario	Medio	Bajo	C
Servicios auxiliares	Rutinario	Bajo	Bajo	C
Proyectos técnicos	Apalancado	Bajo	Bajo	C
Mantenimiento instalaciones	Estratégico	Medio	Alto	S
Vigilancia	Apalancado	Bajo	Medio	S

Tabla 2. Estrategia de compra o subcontratación.

4 Estimación de empleo.

Un proyecto de inversión produce un doble retorno, por un lado, la obtención de rentabilidad financiera, y por otro, a modo del impacto que produce a nivel económico, social y medioambiental.

La capacidad de generación de empleo de las energías fotovoltaicas se distribuye en toda la cadena de valor, si bien, en actividades como la construcción de la instalación y la fabricación de componentes se concentran los mayores impactos sobre el empleo.

El propósito de este documento es analizar el impacto que la construcción y posterior explotación de una planta fotovoltaica puede tener a nivel social, es decir, sobre el empleo y su contribución al entorno local, regional y nacional. El impacto que genera el proyecto de inversión en la creación de puestos de trabajo en todas las fases de su ciclo de gestión, es decir, produce efectos durante la fase de construcción de la planta y posteriormente durante su vida útil de funcionamiento.

Las metodologías de impacto se pueden utilizar para obtener los efectos que una determinada actividad genera sobre el empleo en un sistema económico (por ejemplo, en la economía local, regional o nacional). Existen diferentes enfoques para analizar la actividad económica en términos de producción y empleo. El análisis coste beneficio, los modelos econométricos y el análisis input-output se encuentran entre los más frecuentemente utilizados. En este informe, dada las características de la inversión y la información disponible, se utiliza un método de estimación del impacto directo e indirecto en los empleos generados, al que se sumarán cualitativamente los demás efectos producidos sobre el resto de las actividades económicas implicadas.

Antes de pasar a cuantificar los beneficios que la inversión fotovoltaica tiene para la sociedad y la actividad económica, dadas las relaciones con el resto de la economía de su entorno, parece conveniente enumerar los efectos potenciales que dichos proyectos pueden tener en el territorio. La determinación de los efectos positivos netos sobre el empleo tiene diferentes procedencias: directo, indirecto, inducido e impactos catalizadores y se producen en dos momentos distintos: durante la construcción de la planta y posteriormente durante su funcionamiento.

- Empleo directo. Recoge el empleo asociado al periodo de construcción y posteriormente con las operaciones y la gestión de las actividades de la propia planta solar una vez puesta en funcionamiento, incluyendo las empresas o subcontratas, localizadas en su entorno, encargadas del mantenimiento de la planta.
- Empleo indirecto. Recoge el empleo asociado a las operaciones derivadas de las relaciones comerciales entre las empresas y la planta solar, resultado de los inputs que han de adquirir las empresas para el desarrollo de su actividad. En este sentido,

pertenecen a la cadena de valor el suministro de material y repuestos de sustitución, los servicios proporcionados por empresas locales a la planta y otras actividades de aprovisionamiento (*down-stream industries*).

En el ámbito cualitativo también se producen unos efectos adicionales de carácter más global que, para proyectos de esta naturaleza, son complejos de medir pero que por su incidencia en el entorno local han de ser indicados, en concreto son:

- Impactos inducidos. Estos efectos intentan capturar el impacto generado por el gasto de los trabajadores que obtienen rentas de las actividades incluidas en los dos anteriores apartados. Se trata, por ejemplo, del gasto que realiza el empleado de la planta en comercios, hostelería, vivienda, etc., que a su vez genera actividad económica y empleo en una amplia variedad de sectores de la economía regional.
- Impactos catalizadores. También llamados “beneficios económicos adicionales” (*wider economic benefits*), miden cómo la puesta en marcha de la planta solar facilita e impulsa la actividad económica general de otros sectores de la economía local, expresada en términos de favorecer el desarrollo rural, evitar la despoblación y producir beneficios medioambientales. En el caso que se focalizaran en un entorno cercano varios proyectos de energías renovables producirían economías de aglomeración lo que también contribuye a la incorporación al mercado de trabajo de nuevos trabajadores, en especial de una mayor cualificación, la reubicación de la actividad económica y al incremento del atractivo de las zonas implicadas.

El propósito de este documento es analizar el impacto que la construcción y posterior explotación de una planta fotovoltaica puede tener a nivel social, es decir, sobre el empleo y su contribución al entorno local, regional y nacional. El impacto generado por el proyecto de inversión en la creación de puestos de trabajo se produce con diferente intensidad según la fase de su ciclo de gestión, es decir, produce desiguales efectos en el empleo durante la fase de construcción de la planta y posteriormente durante su vida útil de funcionamiento.

4.1 Impactos en el empleo asociado al proceso de construcción.

Se corresponde con la generación de empleo directo e indirecto que produce la fase de construcción de la planta fotovoltaica. Un aspecto relevante a tener en cuenta es que la fase de construcción sólo deja actividad económica y repercusión en el empleo durante su ejecución, es decir tiene un impacto único en el tiempo, mientras que la posterior explotación y mantenimiento produce un impacto durante toda la vida del proyecto. Así, aunque el impacto de la construcción tenga incidencia para el empleo y la economía local, esta es de carácter temporal, no permanente.

Además, hay que considerar que la mayoría de los costes implicados en la fase de construcción se corresponden con la adquisición de componentes industriales como los módulos fotovoltaicos cuya procedencia principalmente es de mercados exteriores (China). Por lo tanto, el impacto a nivel nacional sobre el empleo se produce básicamente en la incidencia que

producen los trabajos de acondicionamiento del terreno, montaje de las placas solares, inversores, la instalación eléctrica y la colocación de los soportes. Si bien, cada vez hay mayor participación de empresas nacionales que participan en la fabricación de materiales y componentes para la industria fotovoltaica.

La estimación de creación de empleo directo e indirecto durante la fase de construcción según perfil profesional y ámbito de incidencia es la siguiente:

Compras / Contrataciones	Empleo Directo	Empleo Indirecto	Perfil*	Ámbito
Acondicionamiento del terreno	3	-	C	Local
Bases de hormigón	18	1	C	Local
Módulos fotovoltaicos	-	3	C	Internacional
Estructura metálica		2	C	Reg/Nac
Inversores	-	1	C	Europeo
Montaje e Instalaciones	25	-	C	Regional
Equipos de medida	-	1	C	Nacional
Servicios auxiliares	-	1	C	Regional
Proyectos técnicos	-	1	C	Nacional
TOTAL	46	10		

(*) C: cualificado; NC: no cualificado

Tabla 3. Estimación de creación de empleo directo e indirecto en fase de construcción.

El personal que interviene en la fase de construcción de la instalación está compuesto por los operarios o instaladores de sistema fotovoltaicos, el técnico de obra, los conductores de los vehículos especiales, el responsable de seguridad y salud, los inspectores de validación mecánica y eléctrica, etc.

4.2 Impactos en el empleo asociados a la gestión operativa del proyecto.

Los costes operativos para el funcionamiento de una instalación fotovoltaica, OPEX de mantenimiento, hace referencia al capital necesario para mantener y/o mejorar los activos de la propia instalación para el correcto funcionamiento de los equipos y asegurar un alto rendimiento energético de la instalación. A partir de estos gastos se identifican las actividades de mantenimiento a desarrollar en la planta y sus necesidades de empleo, como veremos posteriormente.

Para conocer la estructura del empleo asociado a la explotación y mantenimiento de la planta es indispensable definir el plan de mantenimiento de las actividades a realizar y su periodicidad. El plan está enfocado principalmente al mantenimiento de los módulos fotovoltaicos y sus estructuras de orientación y soporte. También el cableado y las protecciones requieren de un cierto control, pero su impacto en el OPEX y el empleo es mucho menor que cualquier problema asociado a uno de los primeros componentes.

A continuación, se enumeran las actividades operativas necesarias para un correcto funcionamiento del proyecto y su incidencia en el empleo:

4.2.1 Seguimiento del cumplimiento de los objetivos del proyecto

Se considera la necesidad de la dedicación de un profesional de la empresa para la supervisión del cumplimiento del proyecto durante su vida útil. Tiene un impacto directo sobre el empleo y se imputa el coste asociado de este personal.

4.2.2 Mantenimiento de las instalaciones

Estos gastos van asociados al plan de mantenimiento preventivo definido por la empresa promotora y que consiste en operaciones tales como: inspección visual, verificación de actuaciones, limpieza y otras que deben permitir mantener dentro de los límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la planta fotovoltaica. Incluye el desbroce del terreno para controlar que la maleza y matorrales no afecten a la instalación. Las actuaciones son realizadas por el personal de operación y mantenimiento de la planta.

La limpieza de los paneles supone una partida importante en el coste de mantenimiento, siendo esta a su vez necesaria para el rendimiento de la producción energética de la planta.

Los gastos de mantenimiento incluyen los de reposición por la sustitución de todos los elementos dañados y /o desgastados para asegurar que el sistema funciona correctamente durante toda su vida.

El mantenimiento preventivo de la planta tiene un impacto directo en el empleo, está prevista la contratación por la empresa de tres oficiales de mantenimiento. En cuanto a la reposición y reparación de las instalaciones se realizará mediante contrato de externalización con empresa especializada con una repercusión en la creación de empleo indirecto.

4.2.3 Otras actividades.

Se corresponden con las siguientes actuaciones con incidencia en el empleo:

- Vigilancia de las instalaciones: Se contempla la externalización de los servicios de seguridad de la planta con monitorización de cámaras de seguridad por el día y presencial por la noche que implica un empleo indirecto de 1,5 personas de seguridad.
- Servicio de asesoría.

Según las actividades de mantenimiento descritas, el funcionamiento de la planta fotovoltaica tiene el siguiente impacto en el empleo:

Empleo de mantenimiento	Empleo Directo	Empleo Indirecto%	Perfil	Ámbito
Seguimiento planta	0,5		C	Nacional
Mantenimiento de la planta	2	1	C/NC	Local
Sistema de vigilancia		1	C	Local
Otros gastos		0,5	C	Local
Total	2,5	2		

Tabla 4. Empleo generado durante la fase de mantenimiento.

La implantación y posterior funcionamiento de una planta fotovoltaica creará nuevos puestos de trabajo directos e indirectos. Los puestos de trabajo que intervienen durante el funcionamiento de la planta se corresponden con el operador de central solar fotovoltaica especializado en electromecánica y el operario de mantenimiento.

4.3 Impacto total en el empleo.

El impacto total en el empleo que produce una planta fotovoltaica es el sumatorio de los efectos que se producen en la cadena de valor del proyecto, es decir, la fase de construcción y la de funcionamiento. Los impactos sobre el empleo principalmente son de carácter indirecto y se concentran mayoritariamente en la fase de ejecución del proyecto. La causa se debe a que el montaje de los equipos que conforman la planta solar (placas fotovoltaicas, cableado, centros de transformación, inversores, conducciones, etc.) se subcontratan a empresas especializadas de ámbito nacional. En cuanto, a la fabricación de los equipos que componen la planta estos son empleos indirectos y su ámbito de procedencia es internacional. No obstante, se producirá un efecto de arrastre, aunque moderado, sobre otras actividades del sector del mantenimiento eléctrico a nivel regional.

En cuanto al empleo generado en la fase de funcionamiento, principalmente es de carácter directo y tiene que ver con el personal que la empresa promotora del proyecto va a contratar para seguimiento de la planta y para su mantenimiento.

En cuanto al ámbito, durante la fase de construcción principalmente el empleo generado es nacional e internacional mientras que en la de funcionamiento es de carácter local y regional.

5 Oportunidades para la cadena de valor industrial local, regional, nacional y comunitaria.

En el presente apartado se analizan las oportunidades para la cadena de valor industrial local, regional, nacional y comunitaria, incluyendo un análisis sobre el porcentaje que representa la valoración económica de la fabricación de equipos, suministros, montajes, transporte y resto de prestaciones realizadas por empresas localizadas en los citados ámbitos territoriales, en relación con la inversión total a realizar

La cadena de valor describe el conjunto de actividades económicas que generan valor al producto final. La industria solar fotovoltaica demanda *inputs* de productos y servicios de otras actividades productivas para producir energía eléctrica. Así, el proyecto de inversión para la construcción de una planta fotovoltaica produce un impacto económico adicional en el conjunto de actividades económicas que conforman su cadena de valor.

A partir de esta demanda, se generará un circuito económico de flujos de bienes, servicios y producción que dará lugar a un efecto arrastre (indirecto e inducido) en el resto de los sectores económicos y en el lugar donde tengan su centro de fabricación.

La cadena de valor completa de un proyecto de planta fotovoltaica abarca desde el promotor de la inversión, el desarrollo del proyecto de ingeniería -incluyendo los permisos, licencias y autorizaciones-, la construcción, la explotación y el mantenimiento. A continuación, se describe la cadena de valor de una planta fotovoltaica según las siguientes actividades que se agrupan en:

- Promotores de instalaciones fotovoltaicas. Constituye las actividades del análisis previo de la inversión, tramitaciones, gestión y su posterior seguimiento.
- Materiales. Supone la parte más importante del coste de la instalación. Las compras principales son los módulos fotovoltaicos, seguidores y estructuras de soporte de las placas según las características del proyecto. Otros materiales importantes son los inversores, el cable, tornillería, dispositivos auxiliares, etc.
- Construcción de las instalaciones. La construcción de la planta fotovoltaica es la parte de la cadena de valor que requiere mayor planificación. Es la segunda partida más importante del valor total económico del proyecto, se compone del movimiento de tierras, construcción, instalaciones eléctricas y mecánicas, etc.
- Proyectos técnicos. Los proyectos y el diseño de la planta es la parte de menor valor económico en la cadena de valor de la instalación fotovoltaica. Define la tecnología a utilizar, su rendimiento y capacidad.
- Mantenimiento y explotación. El mantenimiento preventivo y correctivo de una instalación fotovoltaica es un gasto anual relacionado con el control de la producción

de la energía, las operaciones de limpieza de módulos, revisión periódica de los diferentes componentes, sustitución de aquellos defectuosos, etc.

Las actividades de la cadena de valor del proyecto tendrán un impacto en el lugar dónde se fabriquen. Hay que destacar que el sector fotovoltaico importa gran parte de los materiales del exterior. Si bien, a nivel nacional existen empresas de fabricación de componente fotovoltaicos que van ganando posiciones en el mercado gracias a contar con tecnología propia en los elementos con mayor valor añadido de la cadena de valor del proyecto: transformadores, seguidores solares, inversores, además de disponer de importantes ingenierías y epeccistas especializadas. No obstante, la adquisición de los módulos fotovoltaicos, que supone el coste de los materiales más elevado, aún se importa mayoritariamente de países de fuera de la UE al ser muy competitivos por la relación calidad-precio del producto. El abaratamiento de los módulos fotovoltaicos ha provocado que disminuya su participación en el coste total del proyecto y que la cadena de valor de esta tecnología sea mucho más amplia.

A continuación, se identifica el origen de las oportunidades en la cadena de valor según las fases del proyecto:

- La construcción de las instalaciones. Para conocer el impacto económico que produce el proyecto hay que identificar los costes de inversión del proyecto en bienes de capital (CAPEX de inversión). Los costes de construcción se corresponden con el acondicionamiento de los terrenos, los componentes de la instalación y la conexión a red.
- Los costes asociados al mantenimiento y explotación de la planta (OPEX de mantenimiento) por la actividad de producción de energía a lo largo de su vida útil. Una vez acometida la inversión, ésta pasa a formar parte del inmovilizado material de la empresa produciendo su funcionamiento unos rendimientos anuales que se plasman en la cuenta de explotación, es decir, los ingresos y gastos relacionados con la generación de energía solar y la posterior venta de energía.

A nivel nacional existen empresas que cuenta con capacidad técnica suficiente para desarrollar gran parte de las fases de la cadena de valor de la energía solar fotovoltaica, tanto en la fase de la construcción de instalaciones, como en el desarrollo de las actividades de operación y mantenimiento. También existen empresas especializadas en la fabricación de equipos y componentes (inversores, sistemas de almacenamiento de energía, módulos).

El proyecto de construcción de una planta fotovoltaica de 20 MW tiene una cadena de valor con la siguiente estructura de costes:

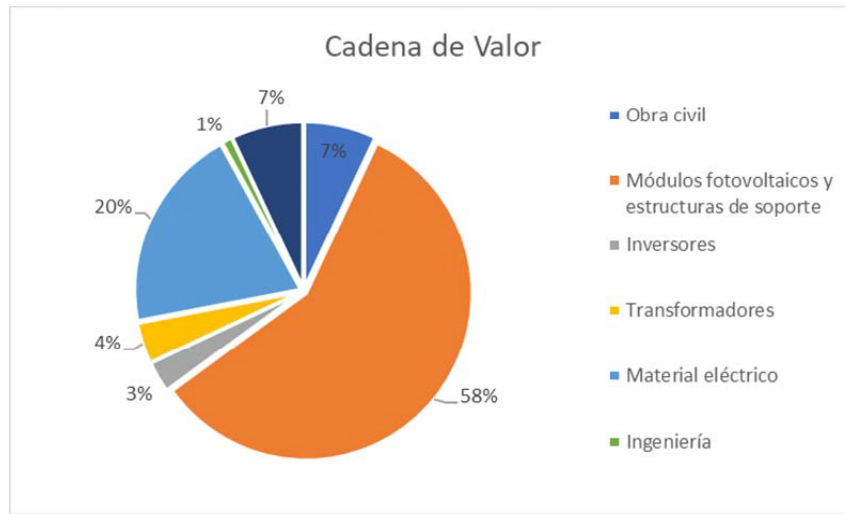


Figura 3. Cadena de valor de una planta fotovoltaica.

En términos generales, las actividades económicas de la fase de construcción producen un impacto mayoritario a nivel internacional y comunitario mientras que las actividades de movimiento de tierras, obra civil y el mantenimiento son una parte de la cadena de fabricación que es eminentemente local y regional.

La inversión está en función de la potencia instalada. El proyecto de planta fotovoltaica en la cual, en principio, se materializarán los 10 MW en estado de preasignación, posee una potencia de 20 MW y se estima una inversión prevista de 7,5 millones de euros. Las actividades de la cadena de valor del proyecto producen las siguientes oportunidades según su ámbito territorial:

CADENA de VALOR	Peso *	Ámbito
Construcción de la planta		
Obra Civil / acondicionamiento del terreno	7 %	Local
Módulos fotovoltaicos	52 %	Internacional
Estructuras de soporte	6 %	Nacional
Transformadores	4 %	Comunitario/Nacional
Inversores	3 %	Comunitario/Nacional
Cableado y otro	4 %	Nacional
Instalaciones	16 %	Regional/Nacional
Líneas / Conexión a Red	7 %	Nacional
Proyectos y estudios	1 %	Nacional
Total	100 %	
Funcionamiento de la planta		
Mantenimiento	80 %	Regional/Local
Vigilancia	15 %	Regional/Local
Otros	5 %	Regional/Local
Total	100 %	
(*) El momento en que se encuentra el proyecto requiere de la realización de una estimación de los costes, señalando que es una aproximación al coste real, que dependerá de los efectivamente incurridos en la ejecución del proyecto.		

Tabla 5. Las actividades de la cadena de valor del proyecto.

Conclusión

Cuando se realiza un análisis del impacto que produce una actividad económica es necesario tener en cuenta que cada uno de los incrementos de la producción directa o indirecta se expande por toda la economía dónde se produce el producto o servicio generando un efecto “arrastre” con impactos adicionales sobre la economía. Estos efectos de arrastre que tienen carácter de multiplicador producen efectos inducidos en otras actividades por la compra de bienes y servicios a otras empresas de la zona y la mayor demanda de trabajadores que a su vez repercute incrementando el consumo.

La instalación fotovoltaica proyectada de 10 Mw tiene previsto producir un impacto positivo en su lugar de emplazamiento por la contribución del proyecto a crear oportunidades de empleo local. El empleo generado asienta su residencia en el entorno cercano. La política de responsabilidad social corporativa de la empresa recomienda priorizar la contratación de personal y suministradores de ámbito local y regional con el objetivo de contribuir al desarrollo rural, fomentar la economía local y a la lucha contra la despoblación.

En la medida de lo posible, se contratará personal local y favorecerá la integración de colectivos con dificultades de inserción laboral como las personas con discapacidad. En caso de que se detecte una falta de habilidades técnicas, se necesitará de una formación previa para que las personas interesadas adquieran conocimientos y capacidades necesarias para el desempeño de los perfiles profesionales requeridos.

Los mayores efectos en la economía local y regional estarán asociados al funcionamiento de la planta solar durante su ciclo de vida útil, los resumimos en los siguientes beneficios sociales:

- Contratación de empleo local tanto en la fase de construcción, desarrollo y mantenimiento de la planta.
- Aumento de las compras de bienes y servicios a nivel local.
- Pone en valor terrenos improductivos.
- Aumento de los ingresos públicos por la nueva actividad económica.
- Aumento de la demanda de puestos de trabajo más cualificados.

Los impactos en el empleo y la cadena de valor industrial serán superiores a los recogidos en este plan estratégico dado que sólo se ha analizado para los 10 MW en REER, si bien la planta proyectada por el promotor tiene una potencia de 20 MW, quedando los 10 MW restantes sujetos al precio de mercado libre.

Además de impulsar la economía del entorno, la puesta en valor de una nueva actividad económica en el emplazamiento seleccionado contribuye al desarrollo rural, frena la despoblación y reduce la huella de carbono de la actividad en su conjunto.

6 Estrategia de economía circular en relación con el tratamiento de los equipos al final de su vida útil.

El modelo económico actual se plantea como un modelo lineal, basado en el proceso siguiente:



Este modelo es agresivo con el medio ambiente y agotará las fuentes de suministro, tanto materiales como energéticas. Además en este tipo de economía hay una fuerte dependencia de las materias primas, lo que conlleva un riesgo asociado al suministro, precios elevados de las mismas y con mucha volatilidad, así como una reducción significativa del capital natural, además de las consiguientes pérdidas económicas.

Por contra, la **economía circular** es aquella en la que se aprovechan y gestionan al máximo los recursos disponibles, tanto materiales como energéticos, para que estos permanezcan el mayor tiempo posible en el ciclo productivo. El objetivo principal por tanto será reducir todo lo posible la generación de residuos y a aprovechar al máximo aquellos cuya generación no se haya podido evitar. Lo que se aplica tanto a los ciclos biológicos como a los ciclos tecnológicos. Así se extraen materias primas, se fabrican productos y de los residuos generados se recuperan materiales y sustancias que posteriormente se reincorporan, de forma segura para la salud humana y el medio ambiente, de nuevo al proceso productivo.

En última instancia se trata de desvincular en la medida de lo posible el crecimiento económico del consumo finito de recursos.



Figura 4. Descripción esquematizada de los procesos en la Economía Circular.

Fuente: GVA

A nivel europeo, el interés por la economía circular se plasma en diciembre de 2015, por parte de la Comisión Europea, de su Plan de Acción para una economía circular en Europa. Dicho Plan tiene como objetivo señalar las diferentes medidas (hasta un total de 54) sobre las que la Comisión Europea estima que es necesario actuar en los próximos 5 años para avanzar en economía circular. Las medidas afectan:

- a las diferentes etapas del ciclo de vida de los productos (diseño y producción, consumo, gestión de residuos y aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos mediante su reintroducción en la economía) y
- a cinco áreas que la Comisión considera prioritarias (los plásticos, el desperdicio alimentario, las materias primas críticas, la construcción y la demolición y la biomasa y productos con base biológica).

A nivel español, a mediados del año pasado el gobierno aprobó la Estrategia Española de Economía Circular para reducir la generación de residuos y mejorar la eficiencia en el uso de recursos. La Estrategia, denominada "**España Circular 2030**", marca objetivos para esta década que permitirán reducir en un 30% el consumo nacional de materiales y recortar un 15% la generación de residuos respecto a 2010.

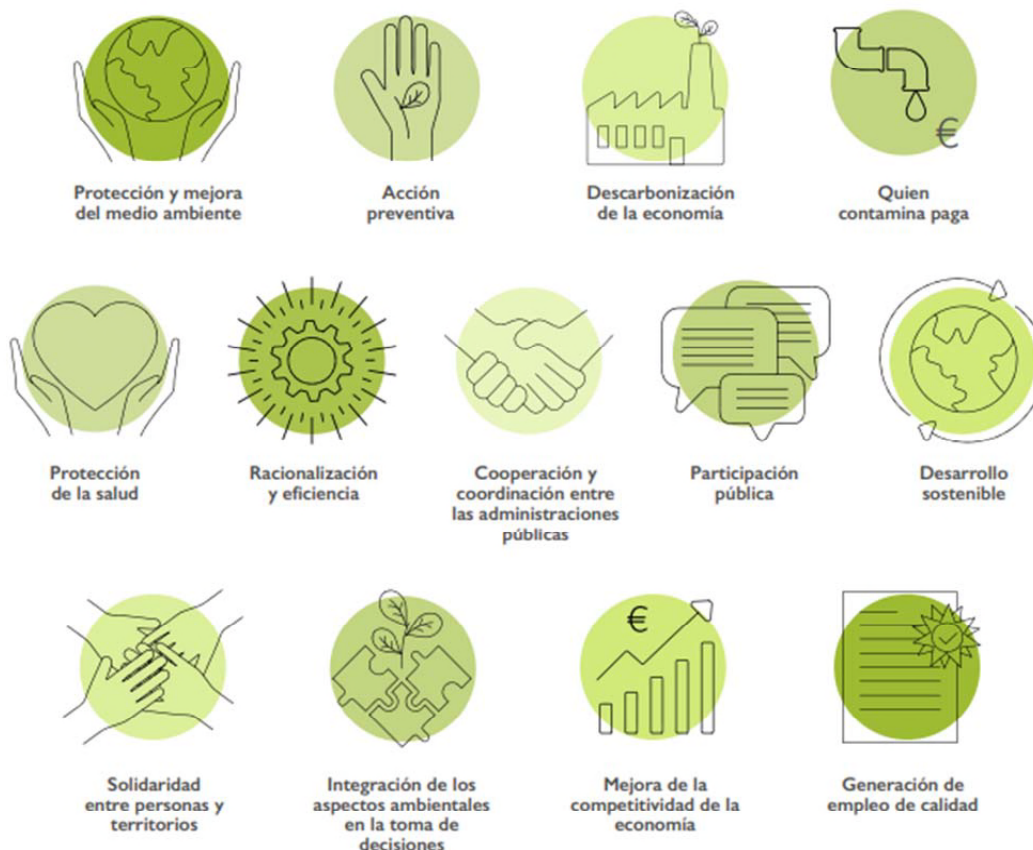


Figura 5. Principios generales que inspiran la Estrategia España Circular 2030.

En concreto, España Circular 2030 marca los siguientes objetivos para el año 2030:

- Reducir en un 30% el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año de referencia el 2010.
- Disminuir la generación de residuos un 15% respecto de lo generado en 2010.
- Reducir la generación residuos de alimentos en toda cadena alimentaria: 50% de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20% en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020, contribuyendo así a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- Incrementar la reutilización y preparación para la reutilización hasta llegar al 10% de los residuos municipales generados.
- Mejorar un 10% la eficiencia en el uso del agua.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO2 equivalente.

Así mismo, el plan incluye también un apartado horizontal relativo a la innovación y a las inversiones y un calendario para las 54 medidas.

Por tanto, es necesario que a todos los niveles se haga un esfuerzo por romper esa linealidad del modelo productivo, minimizando la generación de residuos y maximizando el aprovechamiento de los recursos en todos los pasos de los proyectos.

Las acciones que deberían por tanto implementarse en el proyecto que nos ocupa, con el fin de alinearse con los objetivos de la Estrategia, serían los siguientes:

- Reducción al máximo posible de los residuos que se generen.
- Recuperación de los materiales con el menor impacto sobre el medio ambiente y la salud humana.
- Reutilización de elementos en la mayor medida posible.

Todas estas estrategias deberán ser incorporadas en la planificación y gestión de residuos de la Planta Fotovoltaica en todas sus fases (construcción, operación y desmantelamiento).

6.1 Estrategia a aplicar durante la vida útil de la planta.

Durante esta fase, los residuos que pueden generarse son los siguientes:

TIPO DE RESIDUO	CODIGO LER	PELIGROSO
Aceites sintéticos de aislamiento y transmisión de calor (aceite dieléctrico de los transformadores)	13 03 08	SI
Materiales no reutilizables o reciclables (Exceptuando los módulos fotovoltaicos)	170904	NO
Materiales y equipos reutilizables (Exceptuando los módulos fotovoltaicos)	170407	NO
Vidrio y materiales afines al silicio procedentes de los módulos fotovoltaicos	170202 / 160216	NO
Metales procedentes de los módulos fotovoltaicos (Aluminio, cobre y hierro)	170402 / 160215 / 170401	NO
Plásticos procedentes de los módulos fotovoltaicos	170203	NO
Estructuras Hormigón	170101	NO
Estructuras (seguidores 2V26 - 52 módulos), incluyendo parte proporcional de motores y elementos móviles.	170402/160215/170401	NO
Estructuras (seguidores 2V13 - 26 módulos), incluyendo parte proporcional de motores y elementos móviles.		
Inversores y otros equipos eléctricos, electrónicos	160214	NO
Transformadores (5.600 kVA)	160214	NO

Tabla 6. Residuos típicos que pueden generarse durante la vida útil de la planta.

Durante la fase de funcionamiento de la planta fotovoltaica pueden implementarse diferentes estrategias de economía circular, como son las siguientes:

6.1.1 Medidas de prevención de la producción de residuos.

- Medidas en la fase de adquisición de materiales:
 - Se tendrá en cuenta aquellos proveedores que ofrezcan el cálculo de la huella de carbono de sus productos.
 - En la medida de lo posible, se optará por la adquisición de materiales lo más reciclables o reutilizables posible.

- Se priorizará la contratación con empresas suministradoras que proporcionen productos en los que se haya reducido al máximo posible el embalaje.
- Los suministros que se requieran se adquirirán con la previsión temporal necesaria que evite su acumulación o deterioro, con la consiguiente pérdida económica y creación de residuos innecesarios.
- Una buena práctica para prevenir la generación de residuos es el correcto mantenimiento preventivo de los equipos, que evitará que se dañen o que fallen prematuramente.
- En caso de necesitar reemplazo de piezas o repuestos, se favorecerá seleccionar fabricantes que puedan proporcionar servicio local y reemplazo rápido de productos defectuosos.
- En el caso del hexafluoruro de azufre (SF6), se estudiará el uso de equipos que usen tecnología de media tensión de corte en vacío y aislamiento en aire puro, evitando el uso de este gas.

6.1.2 Medidas para la gestión de los residuos.

Para que el reciclado de los residuos sea óptimo, es imprescindible la correcta separación de los mismos. El proyecto de planta debe considerar en su diseño un espacio adecuado que permita la disposición de contenedores específicos por residuos. Residuos que requieren almacenamiento.

- Materiales no reutilizables o reciclables 17 09 04, RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03). Estos materiales pueden ser el resultado de alguna obra que deba hacerse en algún edificio.
- Materiales y equipos reutilizables (17 04 07 Metales mezclados).
- Vidrio y materiales afines al silicio procedentes de los módulos fotovoltaicos (170202).
- Metales procedentes de los módulos fotovoltaicos (Aluminio, cobre y hierro) 170402/160215/170401.
- Plásticos procedentes de los módulos fotovoltaicos (170203).
- Contenedores de RSU.
- Estructuras (seguidores 2V26 - 52 módulos, 2V13 - 26 módulos), incluyendo parte proporcional de motores y elementos móviles (170402 / 160215 / 170401).
- Inversores y otros equipos eléctricos, electrónicos (160214).
 - Residuos asimilables a RSU.

6.1.2.1 Sin almacenamiento.

- Estructuras de hormigón 170101).
- Transformadores (5.600 kVA) (160214).
- Cubeta de recogida de aceite hormigonado para aceites sintéticos y transmisión de calor (aceite dieléctrico de los transformadores, 13 03 08).

6.1.3 Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

En el caso de las plantas fotovoltaicas, estos residuos son los más importantes, y son principalmente las placas fotovoltaicas (durante la vida útil y a su finalización), los inversores y los transformadores (a la finalización de la vida útil de la planta).

El promotor informa que ya dispone de gestor de RAEE (en particular, de las placas FV), siendo ECOTIC y PVCyclie. Ambos pueden retirar las placas solares estropeadas o en desuso para su adecuada gestión conforme a la normativa vigente.

En el año 2015 la derogación del Real Decreto 208 del año 2005 dio paso a la entrada en vigor del nuevo RD 110/2015, trasposición de la directiva europea 2012/19/EU sobre aparatos eléctricos y electrónicos. Entre sus principales novedades está la incorporación de nuevos productos hasta ahora no afectados por la normativa anterior. Concretamente los paneles fotovoltaicos y otros productos relacionados, tales como: inversores, reguladores, etc.

Bajo el principio del que contamina paga, el Real Decreto 110/2015 establece que los productores y/o importadores de aparatos eléctricos y electrónicos, y primeros comercializadores de este tipo de material, están obligados a hacerse cargo de los productos que ponen en el mercado en territorio español, así como a financiar la recogida y correcta gestión de los mismos en su final de vida útil.

6.1.3.1 Placas fotovoltaicas

La mayor cantidad de este tipo de residuos se correspondería con las placas fotovoltaicas, que constituirán el principal residuo de la planta fotovoltaica en su fase posterior de desmantelamiento, como se explicará más adelante. A este respecto hay que indicar que la vida útil de placas fotovoltaicas es de unos 25 años, durante los cuales tiene garantía de funcionamiento, por lo que cualquier deficiencia o fallo en su funcionamiento es responsabilidad del productor, que está obligado a reponerla y hacerse cargo de su gestión. En concreto, la garantía del fabricante respecto al material de la placa es de 15 años, y el referido a la producción, se garantiza una eficacia de la placa del 90% a los 20 años, y del 80% a los 25 años. En el caso de que alguna placa se dañe accidentalmente, y quede fuera de la garantía, el residuo será gestionado por gestor autorizado. La tasa de reposición de las placas en 30 años podría ser, teóricamente, del 3%.

Los módulos fotovoltaicos son el principal residuo que se generará una vez finalizada la vida útil de los mismos. Aproximadamente el 90% de los materiales que éstos contienen se pueden reciclar y, de este modo, contribuir a la sostenibilidad de la producción de energía limpia de origen fotovoltaico. Gracias al reciclaje de los paneles solares es posible reutilizar muchos de sus componentes, mejorando el impacto positivo de la energía renovable en el medio ambiente.



Por cada

1000kg de paneles solares, se reciclan:

750kg vidrio y materiales afines al silicio

120kg metales (aluminio, cobre del cableado y hierro)

20kg plástico.

Total = 890kg de materiales reciclados.

Los proveedores de paneles solares están registrados en el RII-AEE (Registro Integrado Industrial de productores de Aparatos eléctricos y electrónicos) cumpliendo con sus obligaciones como productores con un sistema de gestión y tramitar la solicitud de recogida de los paneles usados a través del productor de las placas a reemplazar.

Los principales proveedores de placas solares son los siguientes, con sus números de registro correspondientes:

Proveedor	Número de registro
JA SOLAR	6422
Trina	6278
Longi	7274
JinkoSolar	7191

Tabla 7. Proveedores habituales de placas solares.

En las instalaciones debe por tanto llevarse a cabo las siguientes acciones:

- Separarse adecuadamente el residuo (panel) de su soporte.
- Almacenarse correctamente los paneles. La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a dos años cuando se destinen a valorización y a un año cuando se destinen a eliminación. Los plazos mencionados empezarán a computar desde que se inicie el depósito de residuos en el lugar de almacenamiento.
- Entregarse a gestor autorizado. La obligación de reciclar los paneles puede hacerse a través de un gestor-transportista de residuos autorizado, o a través de una entidad pública o privada de recogida de residuos, incluidas las entidades de economía social, para su tratamiento (Sistemas de gestión autorizados, SCRAP). Éstos tienen por objeto facilitar a los productores el cumplimiento de las obligaciones derivadas de las distintas normativas que son aplicables a cada producto: Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos y el nuevo Real Decreto 110/2015 de 20 de febrero. Algunos de estos o Sunreuse, Recyclia Ecosiimilec, Solartys, etc.

Cuando se disponga de una cantidad significativa de paneles, la empresa deberá ponerse en contacto con un Sistema Integrado de Gestión, que se encargará de la gestión (recogida,

transporte y tratamiento) de los residuos de las placas solares, a través de empresas autorizadas y especializadas para la gestión de estos tipos de residuos.

Para gestionar adecuadamente cada solicitud se requiere una serie de información adicional que puede ser útil para optimizar la recogida del residuo, y se informa caso a caso de las condiciones para efectuar la recogida cumpliendo con la legislación.

- La información mínima requerida es:
 - Tipo panel: Silicio cristalino.
 - Peso medio de los paneles y nº de paneles.
 - Peso estimado a recoger.
 - Ubicación en la que se encuentran los paneles.
 - Si existen medios de carga en el lugar de recogida (carretilla elevadora).

Para facilitar la recogida en el lugar de instalación, el propietario del residuo/modulo usado que desea retirarlo, o la empresa de desmantelamiento asignada, debe haberlo preparado de antemano para un transporte seguro y apropiado.

- Solamente pueden recogerse los paneles FV adecuadamente embalados.
- Los módulos deben estar adecuadamente asegurados para su transporte.
- No está permitido depositar en la calle los módulos FV que van a ser recogidos (estén o no empaquetados), se debe recoger en la instalación o parque solar propiedad del punto de recogida que se ha informado.
- Los operadores logísticos solo están autorizados a cargar las cantidades reflejadas en la solicitud de recogida que se tramita con la información proporcionada por el punto de recogida

EJEMPLOS DE EMBALAJE CORRECTO E INCORRECTO:



Fuente: Recyclia.

6.1.3.2 Seguidores.

Un seguidor fotovoltaico es un sistema metálico capaz de seguir el movimiento del sol gracias a la ayuda de un motor, desde el alba hasta el ocaso. Su finalidad es principalmente recoger la mayor cantidad de energía fotovoltaica gracias a las placas solares que se le incorporan para

aumentar el rendimiento de una instalación fotovoltaica. La tasa de reposición hipotética de estos elementos podría ser del 7% en 30 años.

TIPO DE RESIDUO	CODIGO LER	PELIGROSO
Estructuras (seguidores 2V26 - 52 módulos), incluyendo parte proporcional de motores y elementos móviles.	170402 / 160215	NO
Estructuras (seguidores 2V13 - 26 módulos), incluyendo parte proporcional de motores y elementos móviles.	/ 170401	

Los seguidores defectuosos se almacenarán convenientemente, a la espera de que:

- La estructura metálica se entregue a gestor autorizado.
- Los motores y elementos móviles irán a gestor que separe fracciones útiles (metal, plástico, etc.) para su valorización, el resto a vertedero.

6.1.3.3 Inversores.

El inversor es un dispositivo que cambia o transforma una tensión de entrada de corriente continua a una tensión simétrica de salida (senoidal, cuadrada o triangular) de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Para los inversores se puede estimar una tasa de reposición del 7% en 30 años.

Código LER: (16 02 14). No peligroso.

Los inversores defectuosos se almacenarán adecuadamente a la espera de su entrega a un gestor que separe fracciones útiles (metal, vidrio, etc.) para su valorización, el resto deberá ir a vertedero.

6.1.3.4 Transformadores.

El transformador elevador de potencia es el equipo estático encargado de adaptar la energía eléctrica de salida de los equipos inversores a los niveles de tensión de la red a la que nos conectamos.

Constructivamente son dos devanados arrollados en un núcleo común teniendo como relación de espiras la relación de transformación. El encapsulado puede realizarse en el interior de cuba de aceite dieléctrico, encapsulado en siliconas u otras tecnologías de encapsulado en seco.

Los transformadores requieren de una evaluación durante su funcionamiento, concretamente se deben seguir atentamente los niveles de aceite, así como los cambios en sus propiedades físicas y eléctricas. El transformador puede reacondicionarse bajo vacío por una empresa especializada, así como las tareas de regeneración y aditivación del aceite previo estudio de

viabilidad de la regeneración, determinación de las tierras y absorbentes a utilizar y los tipos de inhibidor.

Para los transformadores se ha estimado una tasa de reposición hipotética del 15% en 30 años. Código LER: (16 02 14). No peligroso.

Los transformadores se entregarán a gestor autorizado, si bien el aceite en el caso de que lo contuviera será un residuo peligroso.

6.1.4 Residuos peligrosos.

La instalación estará inscrita en el Registro de Pequeños Productores de Residuos Peligrosos de la Comunidad Valenciana, si su producción anual de residuos peligrosos no supera las 10 Tn.

6.1.4.1 Aceite mineral de los transformadores

Cabe la posibilidad que, por accidente, se produzca el derrame de este aceite utilizado en los transformadores. Para evitar la contaminación del suelo, los transformadores cuentan con una cubeta de recogida de aceite, estanca y con grava absorbente. Si se da la necesidad de reciclar el aceite mineral de los transformadores, se contará igualmente con gestor autorizado. Para este residuo se ha estimado una tasa de reposición hipotética del 15% en 30 años.

- Aceite mineral dieléctricos (13 02 08*). Peligroso. Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.

6.1.4.2 Hexafluoruro de azufre

El hexafluoruro de azufre (SF₆) es un gas incoloro e inodoro, que tiene una densidad de 6,07 g/l a 20°C y 1013 hPa. Es aproximadamente cinco veces más denso que el aire y se puede acumular en zonas a nivel del suelo o niveles inferiores desplazando al aire (con el consiguiente riesgo de asfixia en dichas zonas). El SF₆ puro se vuelve líquido cuando es comprimido a más de 21,5 bares a 21°C y puede ser almacenado y transportado en botellas y/o contenedores para gases comprimidos en estado líquido. El SF₆ puro es químicamente estable, inactivo (inerte), prácticamente insoluble en agua y no inflamable.

El SF₆ tiene un alto grado de estabilidad dieléctrica y excelentes propiedades de extinción del arco que lo hacen ideal para su uso como medio aislante y de extinción en interruptores automáticos e interruptores de media y alta tensión.

Durante la fase de funcionamiento se deberá hacer un seguimiento de la aparamenta eléctrica para vigilar la producción de residuos o posibles fugas.

6.1.4.3 Otros residuos peligrosos

También pueden generarse otros residuos contaminantes considerados como peligrosos, pero en muy pequeñas cantidades.

- Absorbente contaminados (15 02 02*). Peligroso. Absorbentes, materiales de filtración [incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas

- Envases vacíos contaminados (15 01 10*). Peligroso. Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.

6.1.4.4 *Prescripciones para el almacenamiento de los residuos peligrosos (RP).*

Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se le asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).

Para estos residuos siempre es obligatoria la separación en origen. No se deberán mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales. **Estos residuos no superarán los 6 meses de almacenamiento.**

- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 15 del RD 833/1988 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RD 379/2001):
 - Definir una zona específica para su almacenaje:
 - En el exterior bajo cubierta,
 - Dentro de la nave,
 - en intemperie en envases herméticamente cerrados
 - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
 - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia).
 - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
 - Alejado de la red de saneamiento.
 - Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
 - 1 recipiente/cada tipo de residuo
 - Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo. En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados modificado por el Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE:
 - Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
 - Fechas de envasado.
 - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos, se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado

- de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
- Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
 - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
 - No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
 - Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
 - Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.
 - Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).
 - Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):
 - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un **contrato de tratamiento**. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
 - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
 - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
 - Periodicidad estimada de los traslados.
 - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
 - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.
 - Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.

- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.
 - Número de documento de identificación.
 - Número de notificación previa.
 - Fecha de inicio del traslado.
 - Información relativa al operador del traslado.
 - Información relativa al origen del traslado.
 - Información relativa al destino del traslado.
 - Características del residuo que se traslada.
 - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
 - Otras informaciones.
- Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:
 - Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
 - Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
 - El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
 - En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,
 - En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.
- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.
- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del

territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

- Según el **RD 833/1988** se deberán cumplir las siguientes No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

6.1.5 Otros residuos no peligrosos.

A continuación se recogen otros residuos no peligrosos de los que se ha estimado que pudieran producirse durante la fase de funcionamiento, si bien se ha considerado que su tasa de reposición es baja.

Son los siguientes:

- Materiales no reutilizables o reciclables 17 09 04, RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03). Estos materiales pueden ser el resultado de alguna obra que deba hacerse en algún edificio. Se estima una tasa de reposición del 0,01 %.
- Materiales y equipos reutilizables (17 04 07 Metales mezclados). Se estima una tasa de reposición del 0,01 %.
- Estructuras de hormigón 170101). Se estima una tasa de reposición del 0,2 %.

6.1.6 Seguimiento de la gestión de los residuos.

Se dispondrá de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida dispondrán según lo establecido en el Artículo 40 Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados que mantendrán a disposición de las autoridades competentes a efectos de inspección y control. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años.

Este registro permitirá, entre otras cosas, conocer la evolución en la generación de residuos de la planta.

6.2 Estrategia a aplicar en fase de desmantelamiento.

El desmantelamiento de la planta, tras finalizar la vida útil de la misma, que suele ser de unos 30 años, supone la retirada de los siguientes elementos:

- Estructuras metálicas fijadas mediante hincado para la colocación de los módulos solares.
- Módulos fotovoltaicos.
- Instalación eléctrica subterránea en canalización mediante tubos.

- Equipos electrónicos para la conversión de corriente continua a alterna.
- Equipos eléctricos de medida y protección.
- Casetas prefabricadas para albergar los equipos de conversión y transformación.
- Vallado perimetral.
- Sistema de seguridad.

También se considerarán residuos de la demolición. Debe señalarse que no se incluyen en esta definición aquellas tierras de excavación que se destinan a la reutilización en la propia obra o en otra obra autorizada (como es el caso de los áridos extraídos durante la reapertura de zanjas, que serán nuevamente destinados para cubrir las mismas).

En cualquier caso, hay que tener en cuenta que el proceso de reciclaje y su posterior uso puede variar en el futuro debido a los posibles avances tecnológicos.

En detalle, los residuos que se generen durante la fase de desmantelamiento de la Planta fotovoltaica serán los siguientes:

TIPO DE RESIDUO	CODIGO LER	PELIGROSO
Aceites sintéticos de aislamiento y transmisión de calor (aceite dieléctrico de los transformadores)	13 03 08	SI
Materiales no reutilizables o reciclables (Exceptuando los módulos fotovoltaicos)	170904	NO
Materiales y equipos reutilizables (Exceptuando los módulos fotovoltaicos)	170407	NO
Vidrio y materiales afines al silicio procedentes de los módulos fotovoltaicos	170202 / 160216	NO
Metales procedentes de los módulos fotovoltaicos (Aluminio, cobre y hierro)	170402 / 160215 / 170401	NO
Plásticos procedentes de los módulos fotovoltaicos	170203	NO
Estructuras Hormigón	170101	NO
Estructuras (seguidores 2V26 - 52 módulos), incluyendo parte proporcional de motores y elementos móviles.	170402 / 160215 / 170401	NO
Estructuras (seguidores 2V13 - 26 módulos), incluyendo parte proporcional de motores y elementos móviles.		
Inversores y otros equipos eléctricos, electrónicos	160214	NO
Transformadores (5.600 kVA)	160214	NO

Tabla 8. Tipos de residuos habituales en la fase de desmantelamiento de una planta fotovoltaica.

6.2.1 Residuos de la demolición.

Se consideran residuos de la demolición, de acuerdo con la normativa vigente, aquellos residuos que se generan en una obra de construcción o demolición. Debe señalarse que no se incluyen en esta definición aquellas tierras de excavación que se destinan a la reutilización en

la propia obra o en otra obra autorizada (como es el caso de los áridos extraídos durante la reapertura de zanjas, que serán nuevamente destinados para cubrir las mismas).

A este efecto se identifican dos categorías de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), los RCDs I y II.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán **separarse en fracciones**, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Por tanto estos residuos deberán separarse en fracciones, dado su peso estimado, previa entrega a gestor autorizado. Para estos residuos no se prevé operación alguna de valoración "in situ".

Para separar los residuos se dispondrán de contenedores específicos cuya recogida se preverá en el Plan de Gestión de Residuos específico. Para situar dichos contenedores se reservará una zona con acceso desde la vía pública en el recinto de la obra que se señalizará convenientemente.

En esta área deberán distinguirse:

- Áreas de contenedores de segregación de residuos no pétreos:
 - Contenedores de papel/vidrio/embalajes.
 - Contenedores de RSU.
 - Contenedores restos maderas.
 - Contenedores de ferrallas.
- Áreas de contenedores de segregación de residuos pétreos:

- Contenedores y/o acopios de tierras /gravas / arenas.
- Área recogida restos hormigones y limpieza de canaletas.
 - Zona de limpieza canaletas hormigonera y restos de hormigones.
- Área de Almacenamiento Residuos Peligrosos.
 - Almacén de residuos peligrosos.

6.2.1.1 RCDs de nivel I. Tierras y pétreos de la excavación.

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El Plan de Gestión de Residuos deberá hacer una estimación de estos residuos, y el diseño de dichas obras deberá hacerse de modo que se minimice al máximo la generación de los mismos, reutilizándose en la misma parcela si es posible.

6.2.1.2 RCDs de nivel II.

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

- **Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.** Se trata de asfaltos, maderas, metales, papel o plástico.
- **Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).** Serán residuos de arena y arcilla, hormigón y sus mezclas, ladrillos, tejas, piedras, etc. Que proceden de procesos de demolición de infraestructuras, cimentaciones, viales, etc.

Todos estos residuos proceden de los distintos procesos de demolición deberán ser gestionados previa reducción a escombros. Los escombros generados serán trasladados a la planta de reciclado de escombros y restos de obra.

6.2.1.3 Prescripciones técnicas para la gestión de los residuos de la demolición.

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.
- El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m³, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos
- El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.
- En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.
- La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente.
- Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.
- Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

6.2.2 Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

En el caso de las plantas fotovoltaicas, estos residuos son los más importantes, y son principalmente las placas fotovoltaicas (durante la vida útil y a su finalización), los inversores y los transformadores (a la finalización de la vida útil de la planta).

El promotor informa que ya dispone de gestor de RAEE (en particular, de las placas FV), siendo ECOTIC y PVCyclie. Ambos pueden retirar las placas solares estropeadas o en desuso para su adecuada gestión conforme a la normativa vigente.

En el año 2015 la derogación del Real Decreto 208 del año 2005 dio paso a la entrada en vigor del nuevo RD 110/2015, trasposición de la directiva europea 2012/19/EU sobre aparatos eléctricos y electrónicos. Entre sus principales novedades está la incorporación de nuevos productos hasta ahora no afectados por la normativa anterior. Concretamente los paneles fotovoltaicos y otros productos relacionados, tales como: inversores, reguladores, etc.

Bajo el principio del que contamina paga, el Real Decreto 110/2015 establece que los productores y/o importadores de aparatos eléctricos y electrónicos, y primeros comercializadores de este tipo de material, están obligados a hacerse cargo de los productos que ponen en el mercado en territorio español, así como a financiar la recogida y correcta gestión de los mismos en su final de vida útil.

6.2.2.1 Módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos son el principal residuo que se generará una vez finalizada la vida útil de los mismos. Aproximadamente el 90% de los materiales que éstos contienen se pueden reciclar y, de este modo, contribuir a la sostenibilidad de la producción de energía limpia de origen fotovoltaico.

Hasta hace relativamente poco (2015), en España no existía una regulación específica que indicase que los paneles fotovoltaicos (diferenciando entre los de silicio y los de telurio de cadmio) fueran tratados como RAEE y, entre otras cosas, se obligue a que se valore al menos el 85% de los mismos.

Código LER-RAEE: 160214-71. No peligroso.

Siempre y cuando el estado de estos elementos lo haga posible, **se priorizará la reutilización de los mismos en otras instalaciones compatibles**, aplazando así las emisiones de CO₂ eq. derivadas del proceso de gestión del residuo y reduciendo aún más el balance del ciclo de vida de este producto.

La parte más importante de un módulo fotovoltaico es el conjunto de células fotovoltaicas que son las encargadas de la transformación de la radiación solar en energía eléctrica. El resto de elementos que forman parte de un panel solar tienen la función de proteger y dar firmeza y funcionalidad al conjunto.

A continuación, se describen los principales componentes de un módulo fotovoltaico:

- La **cubierta frontal** del panel fotovoltaico tiene una función principalmente protectora ya que sufre la acción de los agentes atmosféricos. Se utiliza el vidrio templado con bajo contenido en hierro, ya que presenta una buena protección contra los impactos y es muy buen transmisor de la radiación solar.
- Las **capas encapsuladas** son las encargadas de proteger las células solares y sus contactos. Los materiales empleados (etil-vinil-acetileno o EVA) proporcionan una excelente transmisión a la radiación solar, así como una nula degradación frente las radiaciones ultravioletas.
- La **goma EVA** es un copolímero termoplástico de etileno y acetato de vinilo, que actúa como aislante térmico y transparente para dejar pasar los rayos solares hasta las células fotovoltaicas. Aporta cohesión al conjunto del panel al rellenar el volumen existente entre las cubiertas frontal y trasera, amortiguando así las vibraciones e impactos que se pueden producir.
Los problemas más importantes que presentan los copolímeros como la EVA son su excesiva plasticidad (cuando se estiran, no recuperan su posición original), gran adherencia al polvo, lo que provoca una disminución en transferencia de radiación solar, y su baja vida útil, que suele condicionar la vida útil de todo el módulo.
- El **marco de apoyo** es la parte que da robustez mecánica al conjunto. El marco de apoyo de un panel solar permite su inserción en estructuras que agruparán a módulos. El marco, normalmente, es de aluminio aunque también puede ser de otros materiales. De todos modos, es importante que se construya con un material resistente a las diferentes situaciones climatológicas.
- La protección posterior del panel fotovoltaico se encarga de dar cobertura frente a los agentes atmosféricos, ejerciendo una barrera infranqueable contra la humedad. Normalmente, se utilizan **materiales acrílicos**, Tedlar o EVA. A menudo son de color blanco, ya que esto favorece el rendimiento del panel debido al reflejo que produce en las células. El Tedlar, también conocido como PVF, Polyvinyl fluorid, o (CH₂CHF) n. El Tedlar o PVF es un polímero termoplástico, estructuralmente similar al PVC (polyvinyl chloride). Tiene una baja inflamabilidad, baja permeabilidad a los vapores y una excelente resistencia al desgaste por las condiciones atmosféricas.
- Las **células fotovoltaicas** son los elementos más importantes del panel fotovoltaico. Se trata de unos dispositivos semiconductores capaces de generar electricidad a partir de la radiación solar.

Los códigos LER de los residuos generados en las placas fotovoltaicas cuando sean gestionados por el gestor final son los siguientes:

- Vidrio y materiales afines al silicio procedentes de los módulos fotovoltaicos (17 02 02/16 02 16).
- Metales procedentes de los módulos fotovoltaicos (aluminio, cobre y hierro). (17 04 02/16 02 15/17 04 01).
- Plásticos procedentes de los módulos fotovoltaicos (17 02 03).

Tal y como se ha indicado anteriormente, **los proveedores de paneles solares están registrados en el RII-AEE (Registro Integrado Industrial de productores de Aparatos eléctricos y electrónicos)** cumpliendo con sus obligaciones como productores con un sistema de gestión y tramitar la solicitud de recogida de los paneles usados a través del productor de las placas a reemplazar.

Por tanto, una vez llegado al final de la fase de funcionamiento y en el caso de que los módulos estén dañados y no pueda dárseles una segunda vida útil, serán retirados a través de gestores autorizados, y para ello deben llevarse a cabo los siguientes procedimientos:

- Separarse adecuadamente el residuo (panel) de su soporte.
- Almacenarse correctamente. La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a dos años cuando se destinen a valorización y a un año cuando se destinen a eliminación. Los plazos mencionados empezarán a computar desde que se inicie el depósito de residuos en el lugar de almacenamiento.
- Entregarse a gestor autorizado. La obligación de reciclar los paneles puede hacerse a través de un gestor-transportista de residuos autorizado, o a través de una entidad pública o privada de recogida de residuos, incluidas las entidades de economía social, para su tratamiento (Sistemas de gestión autorizados, SCRAP, también denominados SIG, Sistemas Integrados de Gestión). Éstos tienen por objeto facilitar a los productores el cumplimiento de las obligaciones derivadas de las distintas normativas que son aplicables a cada producto: Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos y el nuevo Real Decreto 110/2015 de 20 de febrero.
- SIG existentes actualmente en España:
 - ECOASIMELEC
 - ECOTIC
 - EUROPEAN RECYCLING PLATFORM ERP SAS SUCURSAL EN ESPAÑA
 - FUNDACIÓN ECOLEC

En todos los casos, para gestionar adecuadamente cada solicitud, el SIG puede requerir una serie de información adicional que puede ser útil para optimizar la recogida del residuo, y se informa caso a caso de las condiciones para efectuar la recogida cumpliendo con la legislación.

- La información mínima requerida es:
 - Tipo panel:
 - Peso medio de los paneles y nº de paneles:
 - Peso estimado a recoger:
 - Ubicación en la que se encuentran los paneles:
 - Si existen medios de carga en el lugar de recogida:

Para facilitar la recogida en el lugar de instalación, el propietario del residuo/modulo usado que desea retirarlo, o la empresa de desmantelamiento asignada, debe haberlo preparado de antemano para un transporte seguro y apropiado.

- Solamente pueden recogerse los paneles FV adecuadamente embalados.
- Los módulos deben estar adecuadamente asegurados para su transporte.
- No está permitido depositar en la calle los módulos FV que van a ser recogidos (estén o no empaquetados), se debe recoger en la instalación o parque solar propiedad del punto de recogida que se ha informado.
- Los operadores logísticos de solo están autorizados a cargar las cantidades reflejadas en la solicitud de recogida que se tramita con la información proporcionada por el punto de recogida.

EJEMPLOS DE EMBALAJE CORRECTO E INCORRECTO:



6.2.2.2 Inversores.

El inversor es un dispositivo que cambia o transforma una tensión de entrada de corriente continua a una tensión simétrica de salida (senoidal, cuadrada o triangular) de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. **Código LER: (16 02 14). No peligroso.**

Los inversores desmantelados se almacenarán adecuadamente a la espera de su entrega a un gestor que separe fracciones útiles (metal, vidrio, etc.) para su valorización, siempre que sea posible.

Es preciso señalar que siempre y cuando el estado de estos elementos lo haga posible, se priorizará la reutilización de los mismos en otras instalaciones compatibles, aplazando así las emisiones de CO₂ eq. derivadas del proceso de gestión del residuo y reduciendo aún más el balance del ciclo de vida de este producto.

6.2.2.3 Transformadores.

El transformador elevador de potencia es el equipo estático encargado de adaptar la energía eléctrica de salida de los equipos inversores a los niveles de tensión de la red a la que nos conectamos. **Código LER: (16 02 14). No peligroso.**

Constructivamente son dos devanados arrollados en un núcleo común teniendo como relación de espiras la relación de transformación. El encapsulado puede realizarse en el interior de cuba de aceite dieléctrico, encapsulado en siliconas u otras tecnologías de encapsulado en seco.

Los transformadores serán entregados a gestor autorizado, previa retirada del aceite mineral dieléctrico de su interior, tal y como se especifica en su correspondiente apartado.

Es preciso señalar que **siempre y cuando el estado de estos elementos lo haga posible, se priorizará la reutilización de los mismos en otras instalaciones compatibles**, aplazando así las emisiones de CO₂ eq. derivadas del proceso de gestión del residuo y reduciendo aún más el balance del ciclo de vida de este producto.

6.2.2.4 Seguidores y otros elementos metálicos.

Un seguidor fotovoltaico es un sistema metálico capaz de seguir el movimiento del sol gracias a la ayuda de un motor, desde el alba hasta el ocaso. Su finalidad es principalmente recoger la mayor cantidad de energía fotovoltaica gracias a las placas solares que se le incorporan para aumentar el rendimiento de una instalación fotovoltaica. **Códigos LER: 170402/160215/170401.**

Los seguidores y resto de estructuras metálicas, compuestas por Hierro y acero (17 04 05) y Aluminio (17 04 02) No peligroso, se acopiarán y se cargarán en un camión con la ayuda de una carretilla elevadora y/o un camión grúa para que, posteriormente, sean trasladados a la gestora de residuos metálicos más próxima mediante un gestor autorizado.

Las estructuras de soporte, vallado, etc. Se reciclarán, siendo materias primas para la elaboración de nuevos componente y acero, respectivamente.

En el caso de los motores y elementos móviles, serán entregados a un gestor autorizado que separe fracciones útiles (metal, plástico, etc.) para su valorización.

Es preciso señalar que **siempre y cuando el estado de estos elementos lo haga posible, se priorizará la reutilización de los mismos en otras instalaciones compatibles**, aplazando así las emisiones de CO₂ eq. derivadas del proceso de gestión del residuo y reduciendo aún más el balance del ciclo de vida de este producto.

6.2.2.5 Cableado.

Los conductores utilizados para hacer las conexiones desde los paneles hasta las cajas de string serán de cobre estañado. Por otro lado, los cables para realizar las conexiones desde las cajas de string hasta el inversor serán de aluminio (AL). **(16 02 14). No peligroso.**

Los conductores y demás material sobrante serán almacenados en contenedores para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos (RAEE) y el cobre será tratado como corresponde a cada residuo según su clasificación. Por último, habrá que reparar las zonas afectadas del terreno, huecos de arquetas y zanjas de canalizaciones, mediante relleno con tierra natural.

6.2.3 Residuos peligrosos y otros.

Son residuos no asimilables a urbanos y al menos potencialmente peligrosos. Se refiere en este caso a basuras (residuos biodegradables), a filtros de aceite y a envases vacíos de metal o plástico contaminado, que son los tipos de residuos marcados con una cruz en la tabla siguiente. Aceite mineral de los transformadores.

6.2.3.1 Aceites minerales dieléctricos

Los Aceites minerales dieléctricos (Código LER **13 02 08*** **Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes**), que componen el fluido encargado de refrigerar los transformadores, están compuestos por lubricantes estables a altas temperaturas que tiene propiedades aislantes eléctricas; resulta funcional para ciertos tipos de maquinaria con capacitores de alto voltaje, como son: transformadores, interruptores de alto voltaje, balastos y otros elementos eléctricos.

Estos compuestos están considerados residuos Peligrosos y por tanto requieren un tratamiento especial una vez concluida la vida útil del proyecto.

Al desmantelar transformadores sellados, hay que subrayar que, aun cuando se actúe con extrema precaución para sacar todo el aceite original posible del tanque del transformador, y aunque durante un periodo de dos horas se haya dejado que el transformador escurra el aceite que haya quedado entre las vueltas del cable, sigue existiendo la posibilidad de que haya quedado aceite contaminado dentro del núcleo y las bobinas.

Si los transformadores han sido enjuagados completamente con solventes, hay que considerar la posibilidad de exposición a esos solventes, y se deberán tomar las medidas pertinentes. La exposición puede reducirse aumentando la ventilación en el área de trabajo o estableciendo un sistema de trabajo que no haga tan necesaria la presencia de un operador durante el enjuague. El uso de EPP deberá considerarse como último recurso, sólo como protección contra riesgos residuales.

Este tipo de residuo, después de tratado, **puede ser aprovechado como combustible de uso industrial**, en la elaboración de plastificantes y en procesos que no impliquen ingestión por humanos o animales y que no afecte el medio ambiente; en la regeneración de bases lubricantes mediante su recuperación y aprovechamiento por Re-refinación; el aceite lubricante usado sin tratamiento, únicamente se permite usarlo en la Industria Cementera.

Finalmente, estos aceites serán entregados a un **gestor autorizado** para su correcto tratamiento.

La empresa especializada en el tratamiento del aceite llevará a cabo tareas de desgasificado, así como la recuperación del aislamiento entre otras tareas.

6.2.3.2 Hexafluoruro de azufre.

El hexafluoruro de azufre (SF6) es un gas incoloro e inodoro, que tiene una densidad de 6,07 g/l a 20°C y 1013 hPa. Es aproximadamente cinco veces más denso que el aire y se puede acumular en zonas a nivel del suelo o niveles inferiores desplazando al aire (con el consiguiente riesgo de asfixia en dichas zonas). El SF6 puro se vuelve líquido cuando es comprimido a más de 21,5 bares a 21°C y puede ser almacenado y transportado en botellas y/o contenedores para gases comprimidos en estado líquido. El SF6 puro es químicamente estable, inactivo (inerte), prácticamente insoluble en agua y no inflamable.

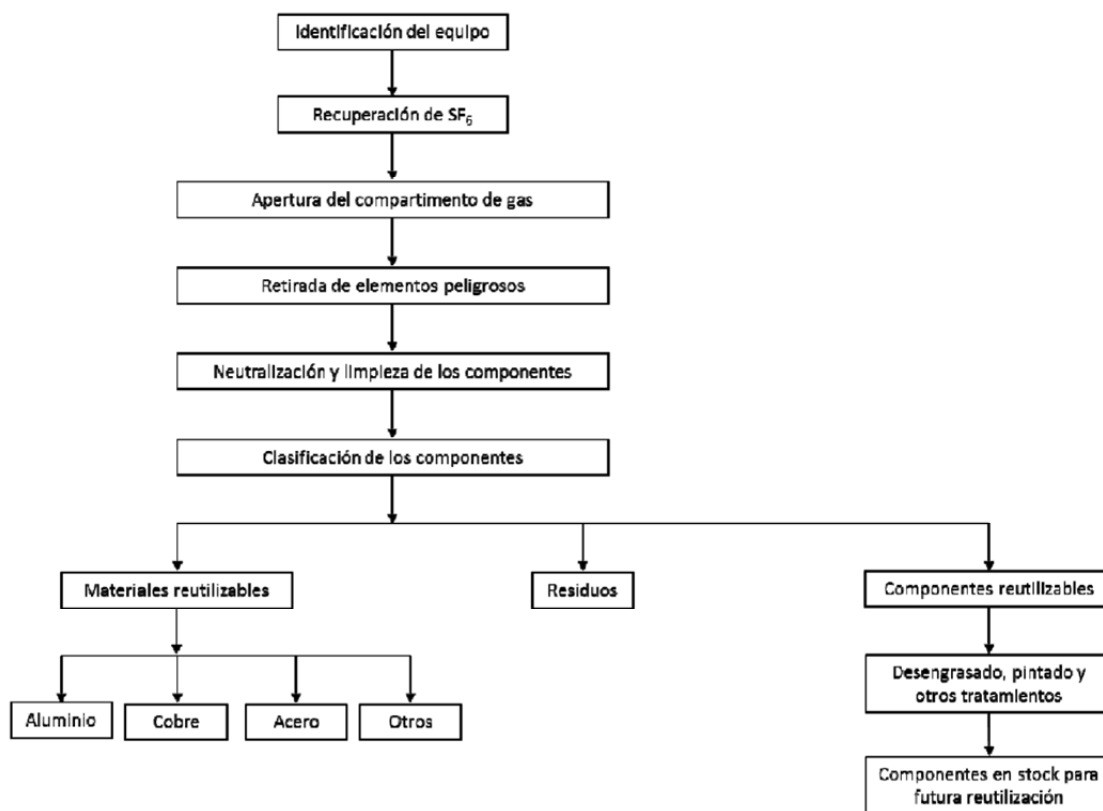
El SF6 tiene un alto grado de estabilidad dieléctrica y excelentes propiedades de extinción del arco que lo hacen ideal para su uso como medio aislante y de extinción en interruptores automáticos e interruptores de media y alta tensión.

En el caso de que finalmente se incorpore este gas en la aparamenta de media o alta tensión, para el desmontaje se seguirá lo establecido por las instrucciones del fabricante ORMAZÁBAL, y se realizará posteriormente la gestión de los equipos por una de las empresas gestoras de residuos homologadas que son hasta la fecha:

- AFESA
- IBERTREDI
- INVENTEC
- FERROMOLINS

No obstante, a continuación se detalla el proceso según el protocolo PROT 02 V1.0. que actualmente está en vigor desde fecha 28 de septiembre de 2017. El proceso de gestión de final de vida útil de los equipos eléctricos que contienen y/o han contenido SF6 consta de cinco pasos:

1. Recuperación del gas.
2. Apertura del compartimento de gas.
3. Retirada de elementos peligrosos.
4. Neutralización de partes extraídas y absorbentes utilizados en la limpieza.
5. Documentación.



6.2.3.3 Prescripciones para los residuos peligrosos

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).
- En el caso de Residuos Peligrosos (RP), siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 15 del RD 833/1988 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RD 379/2001):
 - Definir una zona específica para su almacenaje:
 - En el exterior bajo cubierta,
 - Dentro de la nave,
 - en intemperie en envases herméticamente cerrados
 - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
 - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia).
 - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
 - Alejado de la red de saneamiento.
 - Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
 - 1 recipiente/cada tipo de residuo

- Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo. En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados modificado por el Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE:
 - Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
 - Fechas de envasado.
 - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos, se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
 - Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
 - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
 - No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
- Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
- Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.
- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada

durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

- Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):
 - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un **contrato de tratamiento**. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
 - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
 - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
 - Periodicidad estimada de los traslados.
 - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
 - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.
 - Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.
 - Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.
 - Número de documento de identificación.
 - Número de notificación previa.
 - Fecha de inicio del traslado.
 - Información relativa al operador del traslado.
 - Información relativa al origen del traslado.
 - Información relativa al destino del traslado.
 - Características del residuo que se traslada.
 - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
 - Otras informaciones.
 - Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:
 - Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
 - Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
 - El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la

- aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
- En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,
 - En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.
- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación , residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.
 - Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).
- Según el **RD 833/1988** se deberán cumplir las siguientes No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

7 Análisis de la huella de carbono durante el ciclo de vida de las instalaciones.

En este apartado se analizan los impactos positivos derivados de la actividad final de la planta, y por otro, la huella de carbono de la propia implantación de la planta fotovoltaica, y la huella de sus principales elementos.

7.1 Impactos positivos desde la perspectiva del cambio climático

Debido a la naturaleza intrínseca de este tipo de instalaciones, sus efectos tanto energéticos como ambientales (cambio climático) son **claramente favorables** (supone un **impacto positivo**) y se resumen a continuación:

- Reducción del consumo de combustibles fósiles.
- Cada kWh generado con Energía Solar Fotovoltaica evita la emisión a la atmósfera de aproximadamente 1 kilo de CO₂, en el caso de generación eléctrica con carbón, o aproximadamente 400 gramos de CO₂, en el caso de generación eléctrica con gas natural.
- Generación de energía eléctrica, de forma no contaminante, sin producir emisiones de gases contaminantes y sin originar vertidos, por lo que no contribuyen al efecto invernadero ni la lluvia ácida.
- Los resultados de las simulaciones de operación de la planta, son los siguientes:
 - 1) Producción de energía: 15.128 MWh/año. (dato de la memoria de proyecto /2 (pág. 40)
 - 2) Producción específica: 757 kWh/kWp/año. (dato de la memoria de proyecto (pág. 40)

Para la planta completa, el proyecto estima un balance de CO₂ eq. de 197.080,3 Tn de CO₂ eq. para un periodo de 30 años de operación de la planta, considerando las emisiones equivalentes del *pool* eléctrico y las emisiones producidas por los elementos principales de la planta, paneles y seguidores. Para la mitad de potencia, el balance sería: 98.540 Tn de CO₂ eq. para un periodo de 30 años de operación de la planta.

7.2 Huella de carbono.

La huella de carbono es una estimación o indicación de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos, en este caso, por una actividad o producto, medidos en cantidad de CO₂ equivalente.

7.2.1 Huella de carbono de los elementos principales de la planta.

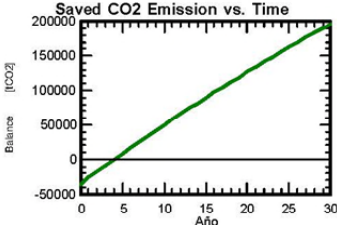
Los elementos principales de la planta fotovoltaica son los **seguidores** y los **paneles fotovoltaicos**.

Respecto a los paneles fotovoltaicos, ha de tenerse en cuenta que la huella de carbono de un panel solar fotovoltaico (el nivel medio de emisiones de gases de efecto invernadero del que es responsable durante un plazo superior a su tiempo de vida) es de aproximadamente unos 72 gramos de dióxido de carbono equivalente por kilovatio hora de electricidad generada (gCO₂e/kWh), lo que supone un tiempo de retorno de la energía (Energy Payback Time) para la fabricación de dicho periodo, inferior a un año (considerando una vida útil del producto de 30 años).

El programa PVsyst, que es una herramienta usada por los ingenieros para el diseño de sistemas fotovoltaicos, permite el cálculo de la huella de carbono generada por estos elementos. Para este caso los datos del ciclo de vida de los módulos y de los seguidores que proporciona el programa son los siguientes:

- Emisiones producidas: 35.226., tCO₂.
- Emisiones evitadas: 267.737,7 tCO₂.
- Balance de emisiones: 197.080,3 tCO₂.

Según se observa en la tabla siguiente, a partir del cuarto año se compensa el CO₂ debido a estos dos elementos, y en 30 años se evita la emisión de 197.080,3 tCO₂ eq. Para la mitad de potencia, el balance sería: 98.540 Tn de CO₂ eq. para un periodo de 30 años de operación de la planta.

PVSYST V6.81	NRG Investment & Consultancy	16/02/21	Página 9/9
Telf. +34 963 325 060 Email: nrg@nrginvestment.com C\ Bailén 4-3º, 6 46007 Valencia - España			
Sistema Conectado a la Red: CO2 Balance			
Proyecto : San Jorge 20MWp			
Variante de simulación : san jorge 20MWP			
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Cobertizos de tierra	
Horizonte	Elevación Media	0.7°	
Sombreados cercanos	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	JKM 390M-72H-V	Pnom 390 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	51268	Pnom total 19995 kWp
Inversor	Modelo	FS3450K_690V_20170904	Pnom 3800 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total 19000 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		
Produced Emissions	Total:	35226.43 tCO2	
	Source:	Detailed calculation from table below	
Replaced Emissions	Total:	267737.7 tCO2	
	System production:	31096.13 MWh/año	Lifetime: 30 years
	Grid Lifecycle Emissions:	287 gCO2/kWh	Annual Degradation: 1.0 %
	Source:	IEA List	Country: Spain
CO2 Emission Balance	Total:	197080.3 tCO2	
System Lifecycle Emissions Details:			
Item	Modules	Supports	
LCE	1713 kgCO2/kWp	1.91 kgCO2/kg	
Quantity	19995 kWp	512680 kg	
Subtotal [kgCO2]	34245014	981418	
 <p style="text-align: center;">Saved CO2 Emission vs. Time</p> <p>The graph shows a linear relationship between time (Año) and saved CO2 emissions (Balance [tCO2]). The x-axis ranges from 0 to 30 years, and the y-axis ranges from -50,000 to 200,000 tCO2. A green line starts at (0,0) and reaches approximately 197,080 tCO2 at 30 years.</p>			

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.

Tabla 9. Balance de emisiones de CO₂ de los paneles y los seguidores.

7.2.2 Cálculo de la pérdida de la reserva de carbono del suelo.

Los principales cambios en las reservas y remociones de carbono del suelo, que mantiene unas tasas concretas de acumulación, son consecuencia de las obras que (a) bien consumen suelo y afectan superficialmente al mismo, por caminos de acceso y de servicio, cimentaciones de edificios, o subestación eléctrica; o (b) bien afectan al suelo por desbroce y excavación, con traslado o movimiento del mismo (desmonte). En el caso de la instalación que nos ocupa, de las aproximadamente 29 ha que ocupa la finca, la actuación a realizar contempla una superficie de 8,1 ha. **Los cálculos se han ajustado a los 10 MW de los que ha sido adjudicatario el promotor de la inversión, por lo que se consideran 14,5 ha de superficie total, y unas 4 ha de superficie ocupada por las instalaciones.**

Para el cálculo de las reservas de carbono, se realizara los cálculos tanto de forma anterior a la realización del proyecto como posterior a este. Como datos previos a la realización de los cálculos, cabe decir que el ámbito del proyecto se ubica dentro de la región climática “templada cálida, seca” y que el tipo de suelo a considerar es el “arcillosos de alta actividad”.

La fórmula general, que se debe utilizar según la IPCC, para calcular las reservas de Carbono es la siguiente:

$$CS_i = (SOC + C_{VEG}) \times A$$

Siendo:

- CS_i = la reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso del suelo i (medida como masa de carbono por unidad de superficie, incluidos tanto el suelo como la vegetación).
- SOC = el carbono orgánico en suelo (medido como masa de carbono por hectárea), calculado con arreglo al punto 4 del anexo.
- C_{VEG} = la reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo (medido como masa de carbono por hectárea), calculada con arreglo al punto 5 o seleccionada entre los valores adecuados del punto 8 del anexo.
- A = el factor de escala en función de la superficie de que se trate (medida en hectáreas por unidad de superficie).

Reserva de carbono orgánico en suelo (SOC)

Para el cálculo del SOC, se aplicara la siguiente fórmula:

$$SOC = SOC_{ST} \times F_{LU} \times F_{MG} \times F_I$$

Siendo:

- SOC_{ST} = el carbono orgánico en suelo de referencia en la capa de humus de 0 a 30 centímetros (medido como masa de carbono por hectárea), se aplicarán los valores adecuados del punto 6 del anexo.
- F_{LU} = el factor del uso del suelo que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con el tipo de uso del suelo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia.
- F_{MG} = el factor de las técnicas de cultivo que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con la práctica de cultivo de principio en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia.
- F_I = el factor de insumo refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con varios niveles de insumo de carbono en suelo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia.

El valor de **SOCst** se ha establecido en función de la comparación con suelos agrícolas similares (agrícolas de baja productividad), y a partir de los datos obtenidos² a través del sistema de información geográfica (capa KMZ SOC) proporcionado por el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático de la CARM, considerando por tanto: **20,36 Tn de carbono** por ha.

Para el cálculo de las demás variables se aplicaran los valores correspondientes, según la tabla excel para la aplicación de las directrices para calcular las reservas de carbono en suelo, a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE proporcionada por el Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático de la CARM. Se obtiene lo siguiente:

SOCst	USOS DEL SUELO (F_{LU})	GESTIÓN (F_{MG})	INSUMOS (F_I)	(F_{LU})	(F_{MG})	(F_I)	Carbono orgánico en suelos minerales (SOC) (tC/ha)
20,36	Cultivado	Labranza reducida	Bajos	0,8	1,1	0,95	15,78

Tabla 10. Cálculo de SOC para diferentes SOCst.

Fuente: Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático de la CARM.

Reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo

Para la variable C_{VEG} de la fórmula general, y según los valores obtenidos según el punto 8 del Anexo V, al tratarse de unas tierras de cultivo herbáceas, el valor del C_{VEG} , según el cuadro 9 será de **0 Tn de Carbono/ha**.

Cuadro 9

Valores (generales) de la vegetación en las tierras de cultivo

Región climática	C_{VEG} (toneladas de carbono/hectárea)
Todas	0

² A pesar de la investigación realizada, no se ha localizado una fuente de información al respecto para la Comunidad Valenciana.

Tabla 11. Cuadro 9 del anexo V de la Directiva 2009/28/CE.

Resultado del cálculo de las reservas de suelo y de las pérdidas máximas de capacidad de absorción de CO₂

$$CS_i = (SOC + C_{veg}) * A$$

Para calcular el valor de A (factor de escala en función de la superficie de que se trate, medida en hectáreas por unidad de superficie), se tiene en cuenta:

Para la superficie afectada por caminos de acceso y servicio y cimentaciones para las estaciones, casetas de control y almacén, y subestación eléctrica, se considera que la pérdida de carbono será muy baja al quedar confinado totalmente el suelo, estimándose dicha pérdida en un 10%. Por tanto será de 4 ha, el 10% = 0,4 ha.

Para la superficie afectada por desmontes, debido a que la inclinación de la parcela es relativamente nula, se mantendrá y no está previsto ningún desmonte o terraplén especialmente significativo, por lo que no se considera superficie afectada.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos, y que la superficie de consumo de suelo van a ser unas 4 ha, las **reservas de Carbono (CS)**.

$$CS_{cultivos} = (15,78 \text{ Tn de Carbono/ha} + 0 \text{ Tn de Carbono/ha}) * 0,4 \text{ ha} \\ = 6,31 \text{ Tn de Carbono}$$

Por tanto, tras multiplicar el valor de la reserva de carbono (C) por el factor de conversión en CO₂ (factor=3,67), se obtiene que las **pérdidas máximas de capacidad de absorción del proyecto, muy reducidas, se estiman en un máximo de 23,15 Tn de CO₂**.

7.2.3 Estimación del balance positivo de la producción de la energía

Dado que por la actividad de la planta durante 30 años se evitaría la emisión de 98.540 Tn de CO₂, y que por la pérdida de carbono del suelo se estima la pérdida de 23,15 Tn de CO₂, el beneficio positivo de la producción de la energía en lo que respecta al CO₂ es 98.516 Tn de CO₂

7.2.4 CO₂ equivalente debida al SF₆

Tal y como se ha visto anteriormente, el hexafluoruro de azufre es un gas con un fuerte potencial de efecto invernadero, con un tiempo de vida en la atmósfera muy elevado. En el caso de que la apartamentada de media tensión incorpore este gas, habrá de considerarse la cantidad de CO₂ equivalente que se liberaría en caso de accidente.

8 Indicadores sobre la superficie ocupada.

En el caso de la instalación que nos ocupa, de las aproximadamente 29 ha de superficie bruta que ocupa la finca, la actuación a realizar contempla ocupar una superficie de 8,1 ha. **Los cálculos se han ajustado a los 10 MW de los que ha sido adjudicatario el promotor de la inversión, por lo que se consideran 14,5 ha de superficie bruta y unas 4 ha de superficie ocupada por las instalaciones.** Sobre esta superficie quedarán distribuidos los diferentes elementos de la siguiente manera:

1. Superficie ocupada por las estructuras (50% del total del proyecto):

- a. $56,633 \text{ m}^2 / \text{mesa} \times 915,5 (1831): 51.847,5 (103.695,54) \text{ m}^2$
- b. Perímetro envolvente de las placas: 2.347,19 m, 133.327,4 (266.654,77) m^2
- c. Área total ocupada por la actividad: 139.105,66 (278.211,32) m^2

2. Superficie ocupada por las construcciones:

- a. Centro de inversor + transformación: $5 \times 51,73 \text{ m}^2$
- b. Centro de protección y medida: $35,4 \text{ m}^2$
- c. Centro de Control: $19,777 \text{ m}^2$

Dentro de la parcela se procederá a la colocación de un vallado cinegético, con postes tubulares de acero galvanizado en todo el perímetro de la parcela. De esta manera quedará limitada la zona de actuación de la central solar fotovoltaica cumpliendo holgadamente con los retranqueos y limitaciones establecidos en el Plan General de Ordenanza Urbanística de San Jorge.

Por otra parte, se lleva a cabo el análisis de la superficie ocupada por la planta en relación a la sensibilidad ambiental, en función de su localización, lo que implica el análisis de una serie de indicadores territoriales. El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través de la Subdirección General de Evaluación Ambiental de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, ha elaborado una herramienta que permite identificar las áreas del territorio nacional que presentan mayores condicionantes ambientales para la implantación de estos proyectos, mediante un modelo territorial que agrupe los principales factores ambientales, cuyo resultado es **una zonificación de la sensibilidad ambiental del territorio.**

El ámbito de la zonificación se restringe al medio terrestre español y está enfocado para proyectos de grandes instalaciones de generación de energía renovable, eólica y fotovoltaica (no incluye pequeñas instalaciones de autoconsumo, infraestructuras aisladas de poca

potencia o que se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios o suelos urbanos, pequeñas instalaciones de I+D+i, etc.).

Los indicadores seleccionados por el Ministerio son los siguientes:

- Núcleos urbanos: como representación de la población, la salud humana, el aire, y la ocupación del suelo.
- Masas de agua y zonas inundables (ríos, embalses, lagos, lagunas, y zonas de inundación): como representación del factor agua.
- Planes de conservación y recuperación de especies amenazadas; zonas de protección del Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión; conectividad ecológica mediante autopistas salvajes (de WWF España);
- Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (de SEO/BirdLife); y los hábitats de interés comunitario: como representación de la fauna y la flora.
- Red Natura 2000, Espacios Naturales Protegidos, humedales RAMSAR, parte terrestre de las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo, Reservas de la Biosfera, y Lugares de Interés Geológico: como representación de la biodiversidad y la geodiversidad.
- Visibilidad: como representación del paisaje (impacto visual). Camino de Santiago, vías pecuarias, montes de utilidad pública y Bienes Patrimonio Mundial de la UNESCO: como representación de la población y de los elementos sobresalientes del patrimonio cultural español.

A través de un algoritmo, se obtienen 5 clases resultantes de sensibilidad ambiental, que va de baja, a máxima, donde no está recomendada la instalación.

INDICE DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL*	VALOR ENERGIA FOTOVOLTAICA
Máxima (no recomendado)	0
Muy alta	0 – 6.000
Alta	6.000 – 7.500+
Moderada	7.500 – 8.500
Baja	9.000 – 10.000

Tabla 12. Clases de sensibilidad ambiental para la energía fotovoltaica.

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Según la cartografía disponible, el valor del Índice de sostenibilidad ambiental para los terrenos ocupados por la planta es de 9.020, por lo que su **sensibilidad ambiental es BAJA**.

Los únicos indicadores afectados serían la visibilidad, por la relativa cercanía del complejo de golf Panorámica y la presencia de una Zona de protección para la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

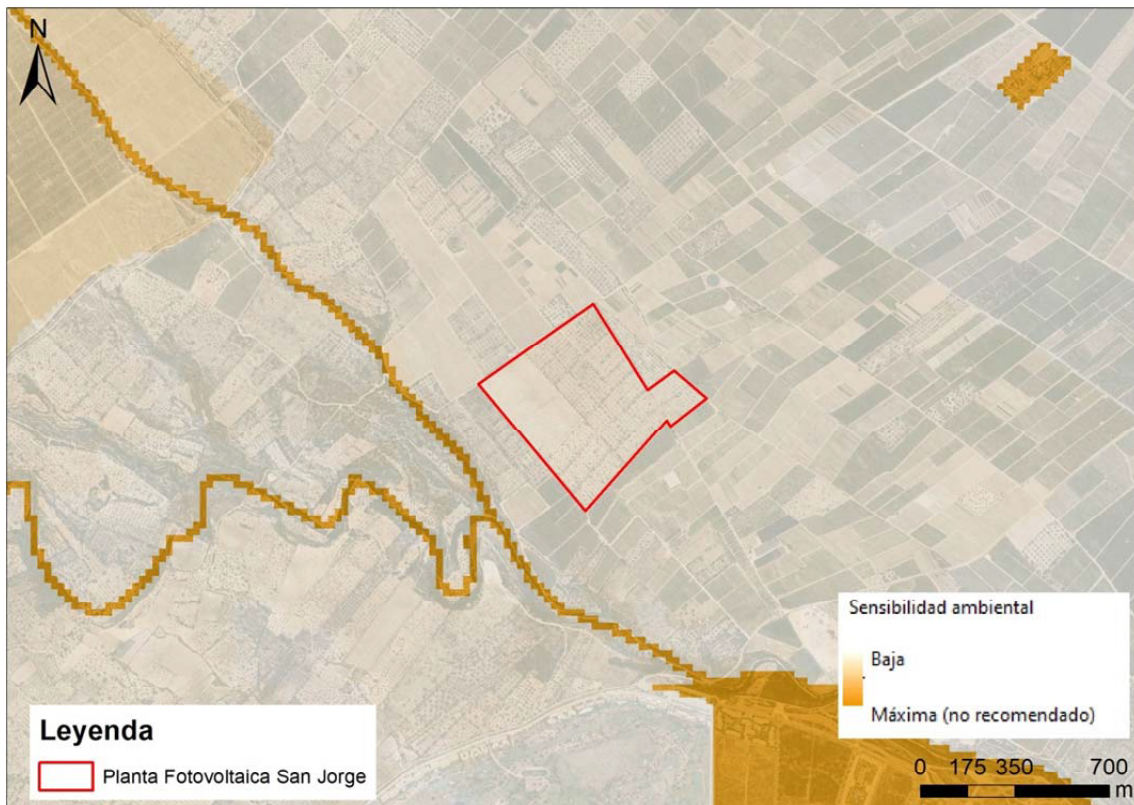


Figura 6. Índice de sostenibilidad ambiental en el ámbito de la planta.

Fuente: Elaboración propia a partir del servicio wms del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Energía fotovoltaica. Índice de sensibilidad ambiental

Valor del Índice de Sensibilidad Ambiental 9.020

Evaluación ambiental. Indicadores de ponderación energía fotovoltaica

Planes de recuperación y conservación de especies amenazadas	-
Zonas de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión	X
Conectividad ecológica. Autopistas salvajes	-
Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad en España	-
Hábitats de interés comunitario. Prioritarios	-
Hábitats de interés comunitario	-
Resto de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC)	-
Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (parte terrestre)	-
Reservas de la Biosfera. Zona de transición	-
Lugares de Interés Geológico	-
Visibilidad	X
Montes de Utilidad Pública	-

Tabla 13. Valores del Índice de Sostenibilidad Ambiental según indicadores seleccionados.