

Plan estratégico

Marzo de 2021

Plan Estratégico para una planta de generación fotovoltaica de 39 MW promovida por Hanwha Energy Corporation Europe

Preparado para:



Preparado por:



CREARA S.L.
Calle de Marqués de Ahumada, 5 3ª Planta
28002 - Madrid

Índice

1. Introducción y antecedentes.....	4
2. Breve estudio de la comarca.....	6
2.1 Metodología.....	6
3. Descripción general de las inversiones a realizar	7
3.1 Equipos necesarios	7
3.2 Obra civil.....	8
3.3 Montaje eléctrico y mecánico	9
3.4 Otros	9
4. Descripción de la estrategia de compras y contratación	10
4.1 Estrategia de contratación.....	10
4.2 Estrategia de compras.....	10
5. Estudio del impacto en el empleo	13
5.1 Distribución del empleo por actividad.....	13
5.2 Distribución del empleo por naturaleza	14
5.3 Distribución del empleo por zona geográfica	14
5.4 Distribución por tipo de empleo	16
6. Oportunidades para la cadena de valor	17
7. Huella de carbono	19
7.1 Metodología empleada para el cálculo de la huella de carbono	19
7.2 Cálculo de huella de carbono.....	20
7.3 Cálculo de huella de carbono evitada	21
8. Estrategia de economía circular	23
8.1 Análisis del Ciclo de Vida e integración en un modelo de economía circular	23
Bibliografía.....	26

Índice de tablas

Tabla 1 - Presupuesto estimado	7
Tabla 2 - Inversión desglosada para la adquisición de equipos necesarios.....	8
Tabla 3 - Inversión y características para la realización de la obra civil	9
Tabla 4 - Inversión estimada del montaje mecánico y eléctrico	9
Tabla 5 - Características de los módulos fotovoltaicos.....	11
Tabla 6 - Características de la estructura de soporte	11
Tabla 7 - Características de los cuadros de agrupación de strings	11
Tabla 8 - Características de los inversores	12
Tabla 9 - Características de los centros de transformación.....	12
Tabla 10 - Características de los conductores	12
Tabla 11 - Impacto sobre el empleo por cada actividad de la cadena de valor.....	13
Tabla 12 - Cálculo de la huella de carbono.....	20
Tabla 13 - Emisiones de CO ₂ eq. evitadas	22

1. Introducción y antecedentes

El pasado 4 de diciembre de 2020 salió publicada la Orden TED/1161/2020, 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.

Unos días después, el 12 de diciembre de 2020, se publicó en el Boletín Oficial del Estado la Resolución de 10 de diciembre de 2020, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se convocaba la primera subasta para el otorgamiento del régimen económico de energías renovables, con celebración prevista para el 26 de enero de 2021. En dicha Resolución se materializa la necesidad prevista por la Orden TED/1161/2020 de incluir una información exigible determinada.

Concretamente, se establece la obligación de presentar un plan estratégico con las estimaciones de impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial, que deberá incluir, al menos, lo siguiente:

- a) Descripción general de las inversiones a realizar.
- b) Estrategia de compras y contratación.
- c) Estimación de empleo directo e indirecto creado durante el proceso de construcción y puesta en marcha de las instalaciones y durante la operación de las mismas, distinguiendo entre el ámbito local, regional o nacional.
- d) 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.
- e) Estrategia de economía circular en relación con el tratamiento de los equipos al final de su vida útil.
- f) Análisis de la huella de carbono durante el ciclo de vida de las instalaciones, incluyendo fabricación y transporte de los equipos principales que las componen.

Finalmente, la subasta se celebró en la fecha prevista, el 26 de enero de 2021. Ésta fue la primera subasta celebrada bajo el nuevo Régimen Económico de Energías Renovables (REER), según el cual los participantes pujan ofertando el precio que están dispuestos a cobrar por la energía que genere la instalación. El cupo subastado fue de 3.000 MW de potencia instalada, de los cuales 86 MW de tecnología fotovoltaica fueron adjudicados a Hanwha Energy Corporation Europe (en adelante, HANWHA), que planea cubrir esta potencia con dos instalaciones con una potencia de 39 MW y 47 MW, que podrán estar en el mismo emplazamiento en una misma fase o en dos diferenciadas, o podrán situarse en emplazamientos diferentes.

En este informe se presenta el “Plan estratégico con las estimaciones de impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial” para la capacidad prevista de 39 MW, requerido en las bases de la propia subasta.

El plan estratégico debe ser presentado junto con la solicitud de inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables en estado de preasignación en un periodo máximo de 2 meses desde la fecha de publicación de la resolución de la subasta.

Posteriormente, la norma impone la obligación de actualizar y concretar el plan estratégico. La nueva versión será remitida a la Dirección General de Política Energética y Minas en un periodo máximo de 3 meses a contar desde la fecha de finalización del plazo para la identificación de las instalaciones.

Finalmente, junto a la solicitud de inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables en estado de explotación, se deberá presentar un informe incluyendo una estimación del impacto que la instalación haya tenido sobre cada uno de los parámetros incluidos en el plan estratégico presentado de forma previa, y ver cómo se desarrollaron los compromisos adquiridos por el proyecto con el territorio en cuestión.

Dadas las características de este plan estratégico inicial y, sobre todo, debido al plazo de tiempo tan reducido para la elaboración y presentación del mismo desde la adjudicación en subasta, es necesario subrayar que muchas de las particularidades y rasgos de la instalación fotovoltaica no están aún definidas.

Como consecuencia, este informe se ha elaborado con la información disponible al momento de su redacción, y se ha complementado con estimaciones y proyecciones con base en casos similares, entrevistas a expertos y referencias bibliográficas.

En cualquier caso, y consecuentemente con lo expuesto anteriormente, este plan estratégico inicial NO es vinculante en la ejecución del proyecto y, por tanto, HANWHA NO se compromete al cumplimiento íntegro de lo contenido en él, pudiendo adaptar cualesquiera de los parámetros o indicadores del informe a las circunstancias propias del caso.

2. Breve estudio de la comarca

La implantación de la instalación se llevará a cabo en un terreno rústico común, no urbanizable. Aunque el municipio exacto aún no esté definido, la planta fotovoltaica de 39 MW se instalará en un área rural.

Al ser un ámbito rural, por tanto, la ubicación de la instalación será en un municipio con un tamaño poblacional en declive y con una baja densidad de población, y donde la renta per cápita se sitúe por debajo de la media nacional.

Desde la perspectiva medioambiental, la instalación se implantará preferentemente en terrenos con dedicación previa a cultivos de secano y en zonas que no estén especialmente protegidas para aves. Por tanto, el impacto medioambiental será mínimo, mientras que el impacto económico será significativo en la comarca considerada.

2.1 Metodología

Debido a la falta de una ubicación definida, en el momento de la redacción de este informe solo se puede ofrecer una planificación de los contenidos mínimos de este apartado y la metodología que se pretende seguir.

- **Estudio demográfico:** Se realizarán estudios que analizarán las características de la población local y comarcal donde se llevará a cabo la construcción del parque fotovoltaico. Para ello se analizarán diferentes variables: tamaño de poblaciones, estructura demográfica por edad, sexo o nivel económico; migraciones, etc.
- **Análisis económico y del empleo de la zona:** Se pretende analizar la situación del empleo en la zona atendiendo a cuáles son los principales motores económicos, nivel de desempleo o procesos de ERTE abiertos, entre otros factores.
- **Identificación de principales valores ambientales y culturales:** con el fin de identificar cómo complementarlos con la inversión.

3. Descripción general de las inversiones a realizar

El proyecto consiste en el diseño y construcción de una instalación fotovoltaica de 39 MWn (41,5MWp) para generación eléctrica, por lo que las inversiones consideradas serán todas aquellas vinculadas a dicho proyecto. A lo largo de este plan estratégico se va a considerar el impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial de dicha instalación. La vida útil prevista de la instalación fotovoltaica es de 30 años.

Debido a las características de la tecnología fotovoltaica, el mayor porcentaje de la inversión se destina fundamentalmente a la adquisición de los equipos necesarios. El montaje eléctrico y mecánico también tiene un peso relativo a tener en cuenta en la inversión. Otros aspectos o actividades, como el diseño o la propia construcción y los estudios de gestión de residuos y seguridad y salud tienen un menor peso relativo en la totalidad de la inversión.

La inversión total estimada de la planta ascenderá a 18,6 MEUR. La desagregación de este presupuesto en las partidas presupuestarias principales se facilita en la Tabla 1:

Presupuesto estimado del proyecto (MEUR)	
Equipos necesarios	14,19
Montaje eléctrico y mecánico	3,52
Obra Civil	0,84
Otros (estudios de gestión de residuos y de seguridad y salud)	0,056
Total	18,61

Tabla 1 - Presupuesto estimado

3.1 Equipos necesarios

La partida más importante de la inversión se destina a la adquisición de todo el equipamiento necesario para el funcionamiento de la instalación. En total, 14,19 MEUR (un 76,3%) se destina a la compra de las unidades y componentes necesarios. Estos componentes se agrupan a su vez en distintas categorías para analizar el peso relativo en la inversión total.

Con una inversión estimada de 8,30 MEUR, los módulos fotovoltaicos constituyen la principal partida de gasto de los equipos necesarios. Son igualmente la partida más importante, ya que suponen el 44,6% sobre la inversión estimada total. Le siguen en orden de importancia los bloques de potencia, la estructura solar, el cableado y componentes eléctricos, control y monitorización, vigilancia y seguridad, y, por último, sistemas auxiliares como el cable de comunicaciones, puesta a tierra y sistema pararrayos:

Inversión estimada para la adquisición de los equipos necesarios (MEUR)	
Módulos fotovoltaicos	8,30
Bloques de potencia	2,26
Estructura solar	2,85
Cableado y componentes eléctricos	0,37
Control y monitorización	0,23
Vigilancia y seguridad	0,01
Cable de comunicaciones, puesta a tierra y sistema pararrayos	0,093
Total	14,19

Tabla 2 - Inversión desglosada para la adquisición de equipos necesarios

Dentro de este apartado, bajo la partida de vigilancia y seguridad, se incluyen las inversiones en infraestructuras dedicadas a vigilar la instalación y el sistema anti-intrusismo.

El proceso de monitorización se realizará a través de un sistema SCADA que recoge datos de los inversores y datos externos del desempeño de los *strings*. Estos datos son almacenados, registrados y analizados, permitiendo centralizar en un sistema informático con servidor web incorporado la gestión de esta información en tiempo real.

Por su parte, el sistema anti-intrusismo perimetral se basa en un circuito cerrado de televisión con cámaras de vigilancia instaladas de manera que se pueda controlar el acceso de terceras personas no deseables.

El funcionamiento se basa en el uso de cámaras térmicas que en caso de detectar una presencia extraña activarían automáticamente cámaras de vigilancia que confirmarían la alarma. En caso de confirmarse, la intrusión se notificaría a la central de vigilancia de la empresa contratada para estas labores que, en caso de confirmar la intrusión, avisaría a las fuerzas de seguridad.

3.2 Obra civil

En la obra civil se incluyen todas las actuaciones relativas a la construcción de las infraestructuras necesarias para la instalación de la planta fotovoltaica. Entre estas actuaciones destacan tanto las acciones de desbroce, desmonte y terraplén, requeridas para acondicionar el terreno para los módulos fotovoltaicos; como la construcción de los caminos hacia la instalación y dentro de la misma, las instalaciones temporales necesarias durante la fase de construcción y el vallado perimetral total con sus puertas de acceso. La inversión estimada asociada a los trabajos de obra civil es de 0,84 MEUR.

Partida	Características	Inversión (MEUR)
Caminos (m)	10.680,2	0,26
Instalaciones temporales (ud)	12	0,18
Vallado perimetral (m)	8.613	0,086
Puertas de acceso (ud)	6	0,085
Zanjas (m)	2.011,4	0,053
Cimentaciones (m ³)	78	0,051
Edificio de O&M (ud)	1	0,04
Desmante y terraplén (m ³)	9.849,6	0,04
Desbroce (m ²)	656.624	0,03
Drenajes (m)	829,8	0,009
Limpieza y restauración de terreno (m ²)	656.624	0,007
Total	-	0,84

Tabla 3 - Inversión y características para la realización de la obra civil

3.3 Montaje eléctrico y mecánico

En total, 3,52 MEUR se destinarán al montaje eléctrico y mecánico, donde se toman en cuenta los costes de montaje de los módulos fotovoltaicos, así como su conexión a la red eléctrica, el tendido de cableado, y la ingeniería de diseño, pruebas funcionales y puesta en marcha.

Inversión estimada del montaje mecánico y eléctrico (MEUR)	
Montaje mecánico	2,2
Montaje eléctrico	1,24
Otros	0,06
Total	3,52

Tabla 4 - Inversión estimada del montaje mecánico y eléctrico

3.4 Otros

Dentro de esta partida se engloban el resto de los gastos que quedan fuera de los conceptos que se han definido.

Dentro de esta partida se incluyen, sin ser exclusivos, los estudios de gestión de residuos y gestión de seguridad y salud, pago de tasas municipales, seguros, avales o servicios externos entre otros elementos.

4. Descripción de la estrategia de compras y contratación

4.1 Estrategia de contratación

Normalmente, el desarrollador del proyecto suele externalizar el diseño, construcción y puesta en marcha a una tercera empresa *EPCista*. Dependiendo del contrato, esta empresa puede encargarse únicamente de algunos aspectos o asumir la totalidad de la gestión de las instalaciones.

Para las etapas de construcción y O&M de este proyecto, HANWHA considera la licitación y adjudicación de un contrato *full-wrap* EPC y O&M, en el cual el contratista asignado será el responsable de proveer equipos, maquinarias y mano de obra para ejecutar todas las actividades en tiempo y forma. Sobre la contratación, HANWHA no tiene una política específica, por lo que la estrategia a seguir para la planificación de la planta recae en última instancia sobre el Contratista y es de su elección.

A pesar de lo expuesto, HANWHA valorará el origen de los proveedores con el fin de fomentar el impacto en la economía local y regional, y exigirá unos determinados requisitos que han de cumplir los materiales y servicios subcontratados por el contratista.

4.2 Estrategia de compras

Para la instalación de una planta fotovoltaica se hace necesario adquirir todos los equipos y materiales requeridos en el Capítulo 3. Aunque no existe un compromiso de selección y compra de equipos principales (módulos, seguidores, inversores) para la instalación de 39 MW, y la responsabilidad de esta tarea recae sobre el contratista, HANWHA exigirá que los equipos cumplan con las mejores condiciones técnicas, económicas y de calidad de acuerdo con los estándares de mercado y provenientes preferentemente de proveedores nacionales.

- Para cubrir la potencia asignada, se ha planificado la necesidad de un total de 92.199 módulos fotovoltaicos de 450 Wp para cubrir la potencia pico de 41,5 MWp correspondientes a esta instalación. Las características exigidas de los módulos se presentan en la Tabla 5:

Características requeridas de los módulos fotovoltaicos (STC 1000 W/m ² 25 °C)	
Potencia máxima P _{MAX} (W)	450
Tensión máxima de circuito abierto V _{oc} (V)	52,82
Corriente de cortocircuito I _{sc} (A)	10,87
Tensión a máxima potencia V _{mp} (V)	44
Corriente a máxima potencia I _{mp} (A)	10,24
Eficiencia del Módulo (%)	20,7
Peso (kg)	25,5
Dimensiones (mm)	2.178 x 996 x 40

Tabla 5 - Características de los módulos fotovoltaicos

Las estructuras requeridas son de seguimiento solar a un eje, con la finalidad de mejorar la eficiencia de la instalación. Se ha optado por utilizar un seguidor con una configuración de 3 módulos en horizontal (3H), con lo cual se requieren 1.138 unidades de seguidores a un eje para la capacidad asignada (39 MW). Las características de las estructuras requeridas pueden comprobarse en la Tabla 6:

Características de la estructura soporte	
Número de módulos por fila	81 (max. 90)
Tecnología	Fila única
Distancia entre filas (m)	9.0
Altura del punto más bajo (m)	0.5
Ángulos límite de seguimiento (°)	+55 / -55 °
Distancia entre módulos en la dirección axial (mm)	20
Distancia entre módulos en la dirección pitch (mm)	20

Tabla 6 - Características de la estructura de soporte

- Para la ejecución se ha previsto el uso de inversores centrales para la gestión de la energía eléctrica generada). Como consecuencia, son necesarios cuadros de agrupación de *strings* para conducir la corriente a los inversores, que deben cumplir las siguientes condiciones:

Características de los cuadros de agrupación de strings	
Máxima tensión admisible (V)	1.500
Número de entradas de strings	12-24
Máxima corriente del fusible (A)	15
Corriente del interruptor (A)	315
Protección de sobrecarga	Si

Tabla 7 - Características de los cuadros de agrupación de strings

Respecto a los inversores, se requieren 18 unidades. Las características están presentadas en la Tabla 8:

Características de los inversores	
Tipo	Central
Rendimiento máximo (%)	99,5
Rango de tensión VCC (V)	820 – 1.500
Rango de tensión del MPP VCC (V)	820 – 1.300
Tensión máxima de entrada VCC (V)	1.500
Corriente máxima de entrada VCC (a 25 °C / 40 °C / 55°C / 60°C) (A)	2 x (1.468 / 1.440 / 1.412)
Corriente máxima de cortocircuito (A)	9.000
Corriente máxima de salida (A)	3.692
Potencia nominal de salida (a 25 °C / 40 °C / 55°C / 60°C) (kVA)	2.363 / 2.315 / 2.273
Índice DC / AC	Hasta un 200%
Frecuencia de salida (Hz)	50 / 60
Dimensiones (mm)	4.325 x 2.250 x 1.022
Peso (kg)	3.945

Tabla 8 - Características de los inversores

- Se ha determinado la necesidad de contar con 10 centros de transformación que deben cumplir con las siguientes características:

Características del centro de transformación	
Potencia nominal (kVA)	5.000
Alta tensión (kV)	30
Baja tensión (kV)	0,55 / 0,55
Peso (kg)	9.850

Tabla 9 - Características de los centros de transformación

- En cuanto a los conductores tanto en baja como media tensión, se requieren las características incluidas en la Tabla 10 para la totalidad de la potencia (39 MW):

Características de los conductores		
Tipo de cableado	Baja tensión	Media tensión
Material	Cobre clase 5	Aluminio clase 2
Aislamiento	XLPE	HEPR
Norma	UNE-21123	UNE HD 620
Temperatura máxima (°C)	90	105
Tensión nominal (kV)	0,6/1	18/30

Tabla 10 - Características de los conductores

5. Estudio del impacto en el empleo

5.1 Distribución del empleo por actividad

La instalación de una planta fotovoltaica de 39 MW es un foco generador de empleo a distintos niveles. Desde la fabricación de los módulos fotovoltaicos hasta el desmantelamiento, son muchos los empleados que pasan por una instalación a lo largo de toda su vida útil.

Para analizar el impacto del empleo, se han analizado las principales actividades a lo largo de toda la cadena de valor. En concreto, se ha analizado el impacto sobre el empleo en los siguientes eslabones de la cadena:

Figura 1. Cadena de valor de una planta fotovoltaica



A partir de datos de IRENA¹, se ha realizado una estimación de empleos a tiempo completo o asimilables por MW instalado para medir el impacto en cada una de las actividades mencionadas. En el análisis se han considerado los empleos generados durante el proceso de construcción y puesta en marcha y durante la operación de la planta y su desmantelamiento. A lo largo de todo el análisis se ha tenido en cuenta también tanto la capacidad (39 MW) como la vida útil (30 años) de la misma. .

En total, se ha identificado la creación de 515 empleos. La mayor parte de los mismos (69,4%), se concentran exclusivamente en el año 0, debido fundamentalmente al impacto en la generación de empleo procedente de la fabricación de los equipos y la construcción de la potencia total a instalar (considerando los 39 MW). Los empleos restantes se distribuyen entre los 30 años siguientes (5 empleos al año) y al final de la vida útil, en el desmantelamiento (16 empleos).

Actividad	Empleos generados			
	Año 0	Años 1-30	Año 31	Total
Fabricación de equipos	152	0	0	152
Distribución	16	0	0	16
Diseño	8	0	0	8
Construcción e Instalación	117	0	0	117
O&M	4	117	0	121
Desmantelamiento	0	0	14	14
Total	296	117	14	427

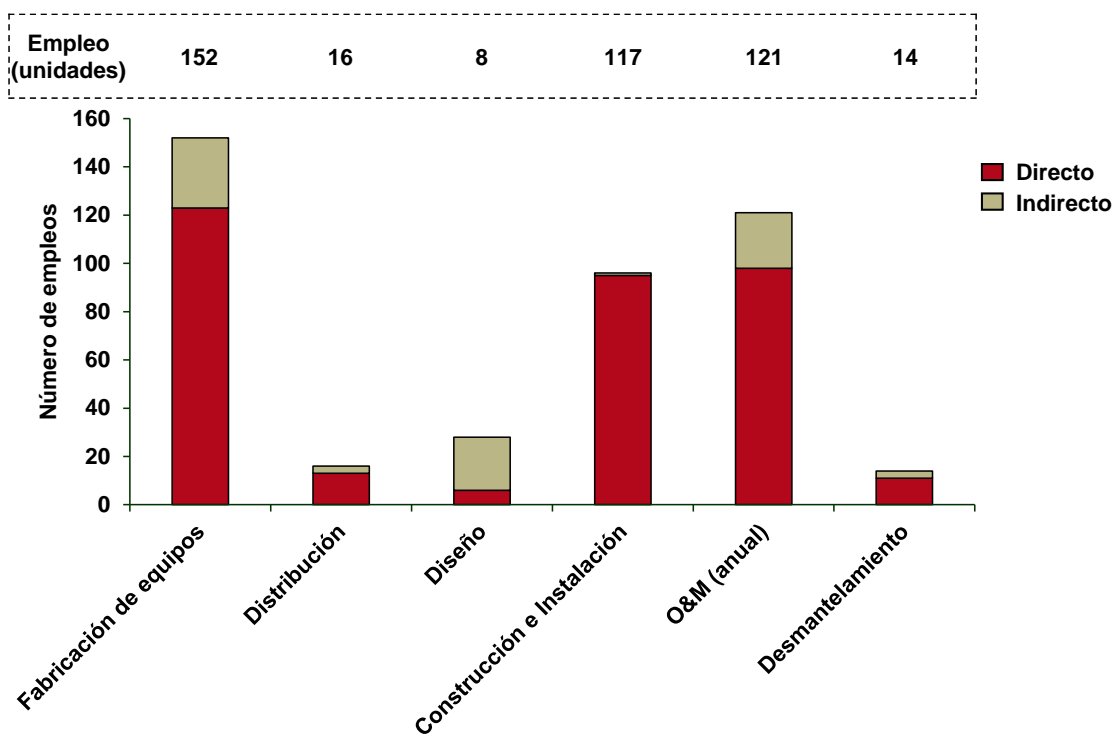
Tabla 11 - Impacto sobre el empleo por cada actividad de la cadena de valor

¹ Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA, por sus siglas en inglés)

5.2 Distribución del empleo por naturaleza

Respecto a la naturaleza de los empleos, de los 427 oficios creados se estiman, a partir de cruzar el modelo originado con los datos de APPA², que 347 serán directos y los 81 restantes serán indirectos. La distribución del empleo generado por actividad y naturaleza aparece reflejada en la Figura 2:

Figura 2 - Distribución del empleo por actividad y naturaleza



La explicación en la generación de empleo indirecto viene dada por el efecto arrastre de estas actividades industriales en otras actividades. Es decir, estas actividades pertenecen a sectores que son dinamizadores de la economía en cuanto a su capacidad para generar otras actividades adicionales.

5.3 Distribución del empleo por zona geográfica

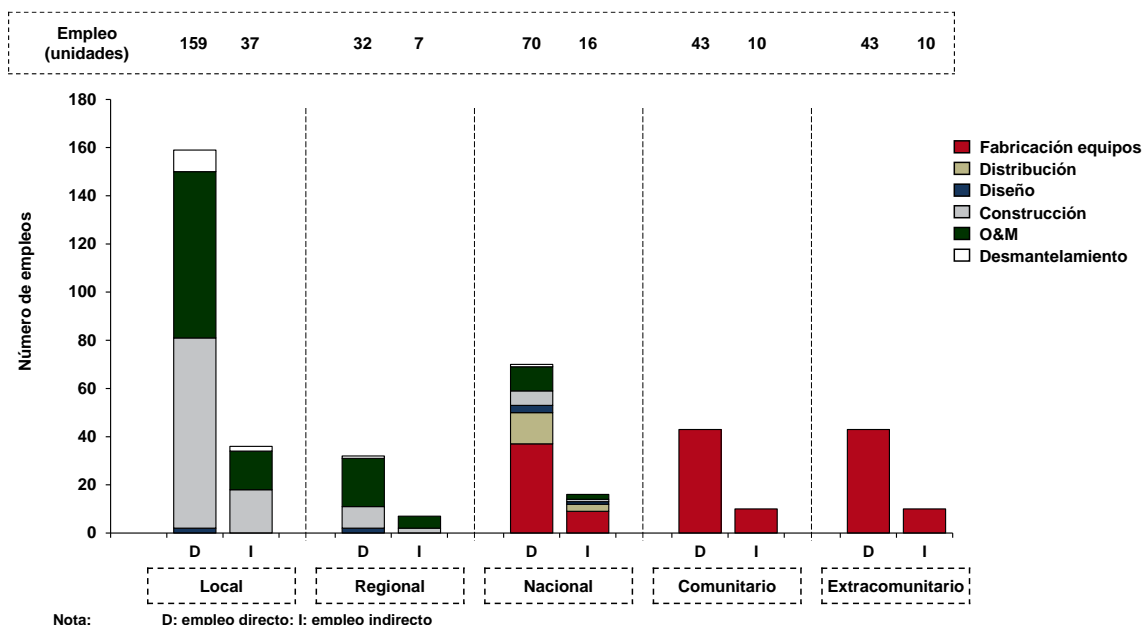
Una vez estimados los empleos por actividad y naturaleza, se procede a analizar el ámbito geográfico para estimar el impacto de la instalación en el empleo a nivel comarcal, nacional e internacional.

² Asociación de Empresas de Energías Renovables

Los ámbitos geográficos en los que se va a dividir el estudio son local, regional, nacional y comunitario. Adicionalmente se añadirá una quinta división, extracomunitario, para abarcar el total de los empleos generados a nivel mundial.

Para determinar el impacto geográfico, además de tener en cuenta las características de la instalación, se ha entrevistado a expertos en la materia y se ha realizado una revisión bibliográfica. Los resultados del análisis se muestran en la Figura 3:

Figura 3 - Distribución del empleo por actividad, naturaleza y área geográfica



Los resultados de este estudio arrojan que el mayor impacto en el empleo se realiza a nivel local, independientemente de la ubicación de la planta.

La instalación de una planta fotovoltaica de 39 MW con una vida útil de 30 años tiene un potencial de generar 159 empleos directos y 37 indirectos a nivel local. La mitad de estos empleos vienen explicados por la construcción en el año 0, donde la mano de obra suele ser local. El mantenimiento de la instalación ocupa también una posición destacada con 69 empleos generados a lo largo de los 30 años de vida útil; es decir, a nivel anual genera 2,3 puestos.

A nivel nacional, los impactos más importantes se producen fundamentalmente en la fabricación de equipos, donde la industria española tiene un peso relevante en la oferta y disponibilidad de algunos de los componentes empleados (como las estructuras de soporte con seguimiento a un eje y los inversores). Destaca también el peso del transporte y distribución de los equipos, cuyo impacto es eminentemente nacional. Finalmente, el impacto en el empleo de las oficinas centrales de HANWHA también se incluyen a nivel nacional, ya que ciertas tareas, como el desarrollo y diseño o la operación mediante software, están centralizadas.

A nivel internacional, el impacto en empleo se realiza básicamente en la fabricación de equipos. Aunque los paneles, otros componentes y equipamiento necesarios pueden proceder de socios europeos, otros países a nivel global, o de dentro de las fronteras nacionales.

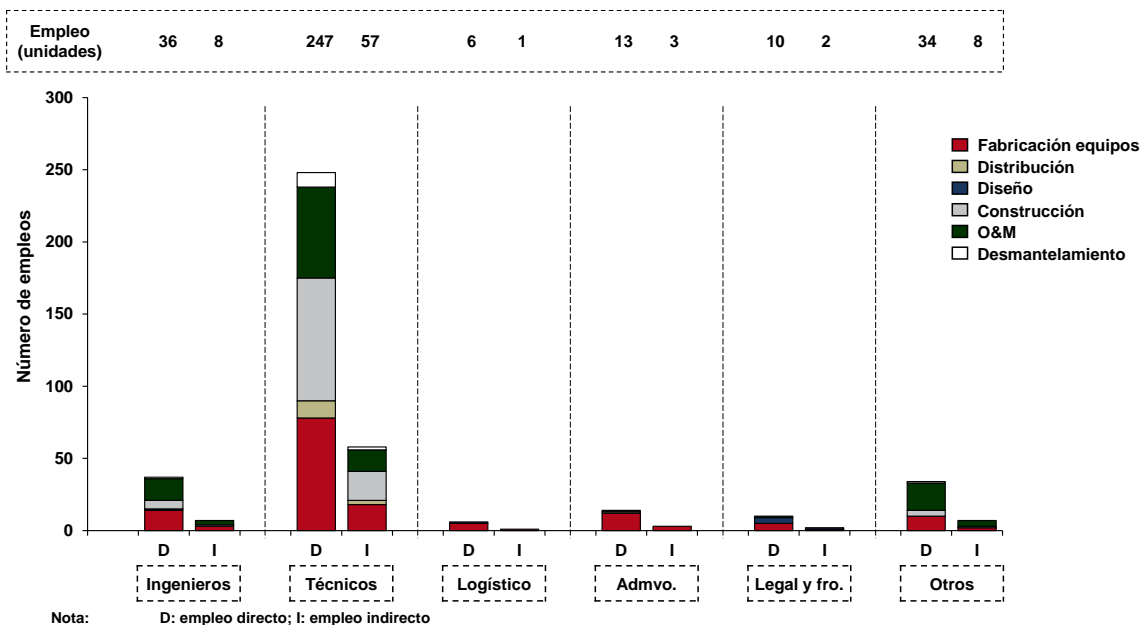
5.4 Distribución por tipo de empleo

En la instalación de una planta fotovoltaica hay que tener en cuenta también la tipología del empleo creado. Para analizar los tipos de empleo, se ha optado por incluir en el modelo los datos de IRENA. Los tipos de empleo creado a lo largo de toda la cadena de valor se han agrupado en las siguientes categorías:

- Ingenieros
- Técnicos y operarios
- Gestores logísticos
- Personal administrativo
- Expertos legales y financieros
- Otros expertos (seguridad y salud, medio ambiente y control de calidad)

Considerando estas tipologías de empleo, los resultados aparecen reflejados en la Figura 4:

Figura 4 – Distribución del empleo por actividad, naturaleza y tipo



La mayor parte de los empleos generados serán técnicos y operarios, especialmente en las actividades de fabricación de equipos, construcción y O&M. No obstante, el impacto total sobre el empleo altamente cualificado (ingenieros, legal y financiero y otros) es también significativo, con la generación de 80 puestos de trabajo directos y 19 indirectos.

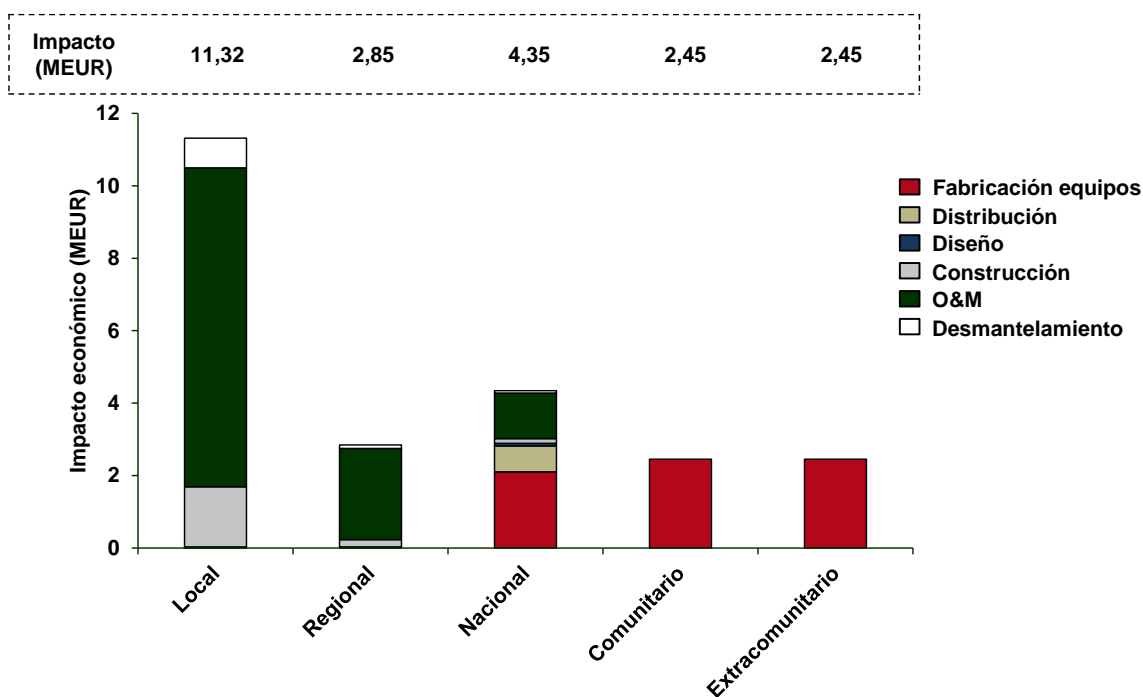
6. Oportunidades para la cadena de valor

En este apartado se analiza cada una de las actividades de la cadena de valor con el objetivo de estimar el impacto económico en la industria local, regional, nacional, comunitaria y extracomunitaria.

Debido la etapa preliminar en la que se encuentra la definición del proyecto, se ha procedido a elaborar una metodología a partir de presupuestos de proyectos de plantas fotovoltaicas reales y con características similares al caso de estudio, así como revisión bibliográfica. Así se ha generado un reparto asociado a cada uno de los eslabones de la cadena de valor y se ha distribuido a nivel geográfico en cada uno de los niveles analizados con base en entrevistas a expertos y bibliografía.

Los resultados del análisis se presentan en la Figura 5:

Figura 5 - Distribución geográfica del impacto económico



La instalación de una planta fotovoltaica de 39 MW tiene un impacto directo en la economía local a lo largo de toda la vida útil procedente, sobre todo, del O&M (incluye el mantenimiento, renta de los terrenos, seguros y gestión y administración). A nivel agregado, únicamente esta partida ya crea un saldo positivo de más de 12 MEUR en la comarca donde se instale la planta. Este impacto se explica por la acumulación anual a lo largo de los 30 años de vida útil. En términos anuales, la O&M tiene un impacto de 0,41MEUR.

Además de la O&M, las otras dos partidas con un impacto significativo a nivel municipal son la construcción (durante el año 0), debido a que la mano de obra es fundamentalmente local; y el desmantelamiento llevado a cabo al final de la vida útil.

A nivel nacional, destaca también la O&M explicada igualmente por la acumulación de los 30 años. En la O&M, normalmente existe una dirección centralizada en las oficinas centrales que

llevan la operación de la planta mediante un software específico. El impacto local viene dado por las actividades de mantenimiento, donde se contratan preferentemente a operarios locales para todas las tareas *in-situ*.

La otra partida con un nivel equivalente de importancia es la fabricación de equipos de origen nacional (por ejemplo, los inversores). Finalmente, el transporte y distribución de los equipos necesarios para el funcionamiento de la instalación hasta su ubicación recaen en la economía estatal.

En cuanto al impacto económico fuera de las fronteras de España, la actividad que tiene un impacto directo es la fabricación de equipos, bien sea comunitaria o extracomunitaria.

El impacto económico total de la instalación a nivel agregado es de 23,42 MEUR.

7. Huella de carbono

7.1 Metodología empleada para el cálculo de la huella de carbono

Para el cálculo de la Huella de Carbono se ha adoptado el enfoque de “producto” (ISO/TS 14067 Y PAS 2050), considerando en el cálculo los procesos más importantes y que más contribuyen al ciclo de vida de la obra evaluada, “de la cuna a la puerta”. Se entiende como “puerta” el fin de la ejecución de la instalación.

Para la determinación de la Huella de Carbono, con potencial de calentamiento a 100 años, se ha empleado el software SimaPro 9.1.1.1, con la base de datos “Ecoinvent 3.6 allocation, cut-off by classification”. La metodología aplicada para el cálculo es IPCC 2013.

En el cálculo se han excluido las emisiones a largo plazo y las emisiones de la construcción de la infraestructura.

Los procesos considerados en el cálculo de la HC son los siguientes:

- Las emisiones de GEI ocasionadas durante la operación de la excavadora en los procesos de desbroce, excavación y relleno
- La fabricación de los módulos fotovoltaicos
- La construcción de las estructuras de soporte de las placas
- La fabricación de todos los componentes eléctricos y electrónicos de cada módulo
- La fabricación de los inversores
- La fabricación de los transformadores
- La fabricación de los cables de media y baja tensión
- La construcción de la conexión de alta tensión a la red general de transporte
- La fabricación de los cables empleados en la instalación
- El transporte de los módulos fotovoltaicos al lugar de montaje
- El transporte de los residuos hasta gestor
- Gestión de residuos y de operaciones de reciclaje de los materiales recuperados tras el desmantelamiento
- El transporte de los módulos fotovoltaicos al lugar de montaje: para el transporte internacional, se ha considerado China por seguir un criterio conservador (además de ser el principal fabricante del mundo de módulos, es el fabricante más alejado de España); para el transporte nacional, se ha considerado que llegan al Puerto de Valencia y que la planta se sitúa a una distancia de 400 km

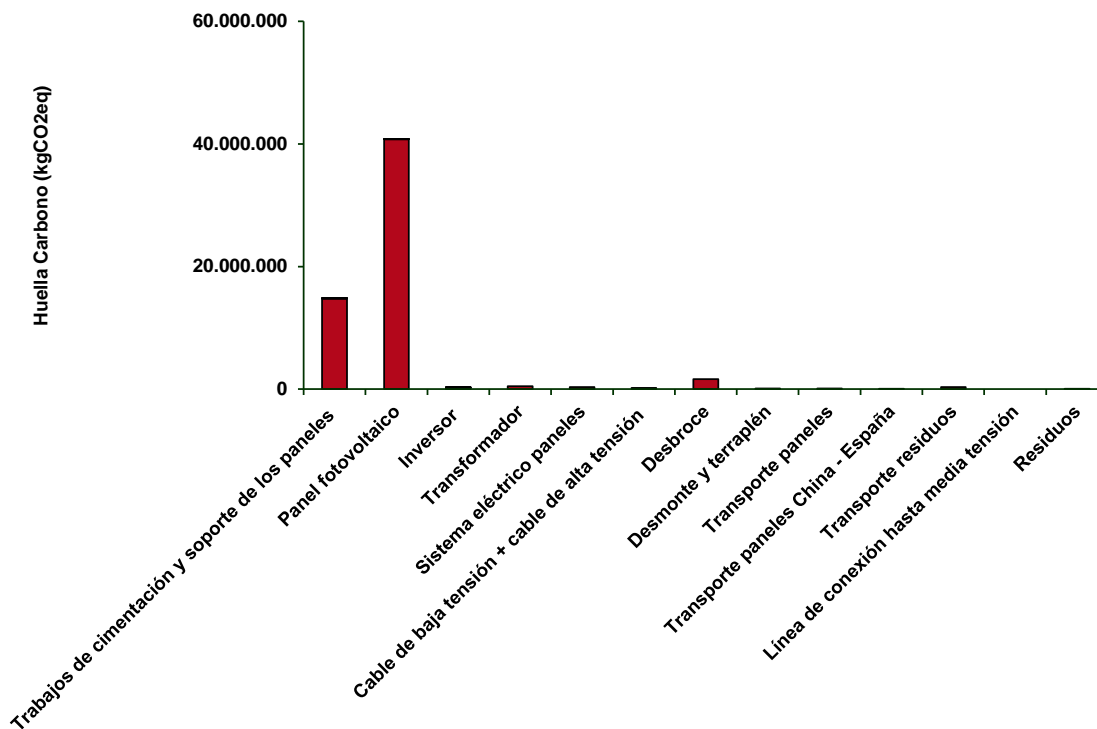
7.2 Cálculo de huella de carbono

Concepto	Características / Cantidad total	Unidades	Huella de carbono (kg CO ₂ eq)
Materiales/combustible			
Trabajos de cimentación y soporte de los paneles	$(2,178 \times 0,996) \times 92.199$	m ²	14.817.732,12
Panel fotovoltaico; 203.310 uds	$(2,178 \times 0,996) \times 92.119$	m ²	40.776.051,50
Inversor; 18 uds	18	p	233.376,10
Transformador; 10 uds, 9850kg/ud	10×9.850	kg	492.401,38
Sistema eléctrico paneles; 1 ud/4.400 m ² de panel	$(2,178 \times 0,996 \times 92.119) / 4.400$	p	366.286,44
Cable de baja tensión + cable de media tensión	$34.563,75 + 6.871,8$	m	205.448,80
Desbroce - se consideran 30cm de espesor de media	$656.624 \times 0,3$	m ³	1.638.024,79
Desmante y terraplén - se consideran 5m de media	$(9.849,6 \times 5) + (9.849,6 \times 5)$	m ³	103.955,18
Transporte paneles desde Valencia hasta emplazamiento: 400 km	$400 \times 25,5 \times 92.199$	kgkm	91.920,22
Transporte paneles China - España: 8508 millas náuticas por el canal de Suez	$8508 \times 25,5 \times 92.199 \times 1,85$	kgkm	84.757,39
Transporte residuos, se estiman 50km hasta gestor	$50 \times 9.461,86$	tkm	332.649,14
Electricidad/calor			
Línea de conexión hasta media tensión, se estiman 20 km	20	km	40.103,73
Tratamiento de residuos			
Hormigón	12,75	ton	95,26
Madera	22,33	ton	0,00
Tubo PVC	0,08	ton	93,74
Metales: hierro y acero	0,27	ton	0,00
Papel y cartón	0,45	ton	0,00
Plásticos y envases no contaminados	4,47	ton	0,00
Absorbentes y trapos contaminados	14,47	kg	36,41
RSU	0,72	ton	374,07
Lodos de fosas sépticas	2,91	ton	31,28
Resto de paneles solares valorizables	0,70	ton	35,51
Aceite de los transformadores	0,31	ton	0,00
Envases contaminados valorizables	1,31	ton	0,00
Baterías de Ni-Cd	1,56	ton	595,82
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	21,65	kg	1,09
Aluminio	130,20	kg	0,00
Materiales mezclados (cerámicos)	1,72	ton	7,25
TOTAL			59.183.977,22

Tabla 12 - Cálculo de la huella de carbono

Los datos expuestos en la Tabla 12 se resumen en la Figura 6:

Figura 6 – Emisiones do CO₂ eq. de cada una de las actividades



La producción de los paneles empleados es el proceso que más contribuye a la huella de carbono total, aportando un 68,90% de los kg de CO₂ eq. totales, seguido del proceso de montaje de la cimentación y los soportes de cada uno de los paneles, que contribuye en un 25,04% al total.

El resumen de las emisiones de gases de efecto invernadero estimadas en la ejecución de la planta de 39 MW es:

HUELLA CARBONO (ton CO₂ eq)	59.183,98
-----------------------------------------------	------------------

7.3 Cálculo de huella de carbono evitada

A partir del dato de la Huella de Carbono del mix eléctrico nacional correspondiente al año 2019 publicado por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, se obtienen los kg de CO₂ eq. evitados con el funcionamiento durante los 30 años de vida útil estimados.

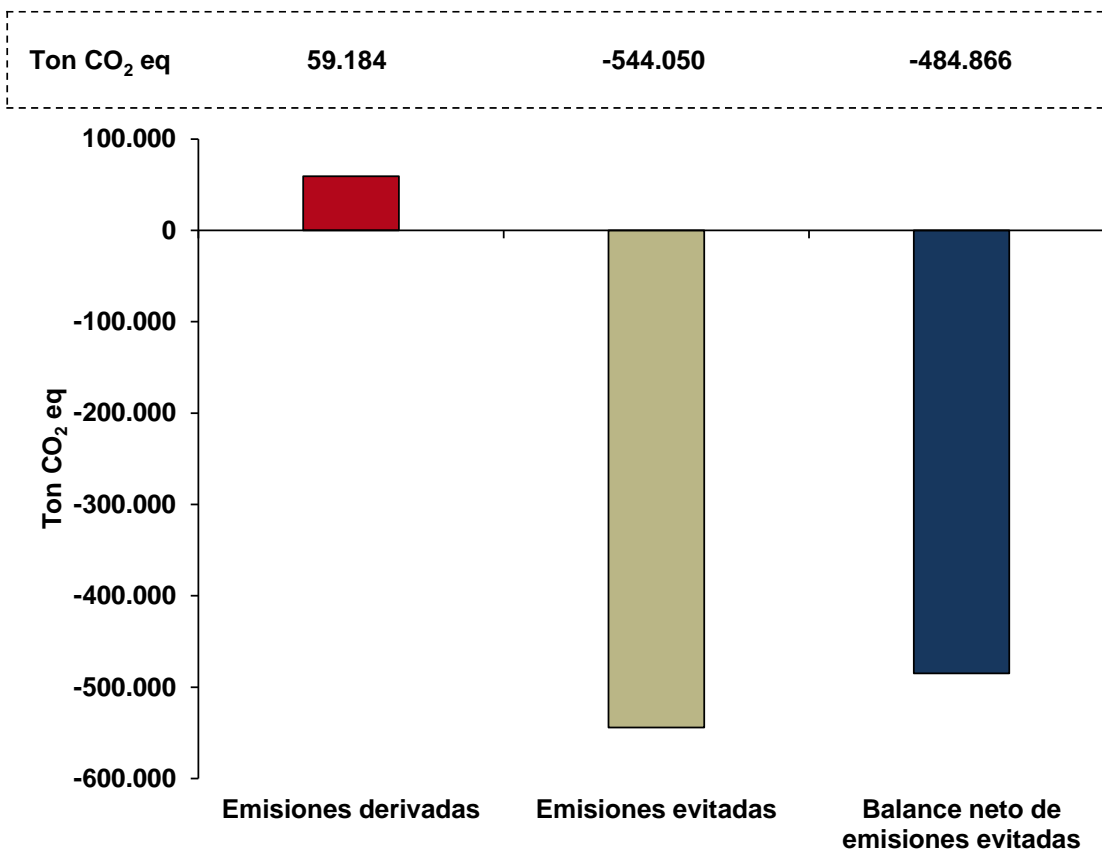
HC mix eléctrico nacional 2019: 0,31 kgCO₂/kWh

Vida útil	30	años
Potencia total instalada	39	MW
Tiempo de funcionamiento anual	1.500	horas
Producción anual	58.500	MWh/año
Producción vida útil	1.755.000	MWh/30 años
Emisiones de CO₂ eq evitadas	544.050	Ton. CO₂ durante la vida útil de la planta

Tabla 13 - Emisiones de CO₂ eq. evitadas

Como consecuencia de estos cálculos, obtenemos las emisiones derivadas de la implementación de la planta fotovoltaica, así como de las emisiones evitadas por la generación renovable. Al contraponer cada una de las partidas, el balance neto es favorable a la generación fotovoltaica, con un total de 484.866 toneladas de CO₂ equivalente evitadas. Si consideramos que un árbol captura de media 4 toneladas de CO₂ al año en su ciclo vital, las emisiones evitadas equivalen a la actividad de 4041 árboles al año.

Figura 7 - Análisis comparativo de las emisiones CO₂ eq.



8. Estrategia de economía circular

Las tecnologías renovables implican un enorme beneficio socioeconómico y son significativamente mejores para el medio ambiente que las basadas en los combustibles fósiles, que aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la aceleración del cambio climático.

La energía fotovoltaica es renovable, y como tal lleva asociada un beneficio medioambiental. Sin embargo, esta fuente energética también produce impactos ambientales durante la construcción de la planta, durante su operación y al final de su vida útil.

El crecimiento de la energía solar está generando en la actualidad un impacto importante en el medio ambiente debido a los residuos que se generan (no sólo por su cantidad, sino por los componentes tóxicos que incluyen), lo que hace que se esté trasladando el problema ambiental de una fase a otra del ciclo de vida, pues para su tratamiento son necesarios procesos que necesitan un uso intensivo de energía para degradar el material y lo invalidan para una segunda vida del mismo nivel de calidad.

Como consecuencia, HANWHA está fuertemente concienciada con la integración de sus plantas fotovoltaicas en modelos de economía circular que minimicen el impacto medioambiental. Como principios estratégicos medioambientales, HANWHA integra el “modelo de las 3R” que aplicará a cada instalación:

- **Reducir:** HANWHA sigue una política de optimización para reducir al máximo todo el equipamiento no estrictamente necesario en sus instalaciones.
- **Reutilizar:** entre las políticas de HANWHA, se encuentra el mantenimiento y la observación constante de sus instalaciones, como medida preventiva para evitar averías y deterioros.
- **Reciclar:** HANWHA se compromete al uso adecuado de todos los materiales a final de su vida útil, especialmente de aquellos más peligrosos desde el punto de vista medioambiental, y de su tratamiento para evitar un impacto negativo al entorno.

Para integrar la actividad de la planta analizada en un modelo de economía circular, es necesario hacer un Análisis de su Ciclo de Vida incluyendo los componentes y equipos que conforman una instalación.

8.1 Análisis del Ciclo de Vida e integración en un modelo de economía circular

Fase de diseño y proyecto de la planta fotovoltaica. Elección de materiales.

- En la fase de proyecto y diseño de la planta se elegirán módulos fotovoltaicos e inversores de la máxima eficiencia.
- Para la construcción de la planta fotovoltaica se seleccionarán empresas que suministren módulos fotovoltaicos de diseño estandarizado, que:
 - Tengan una vida útil prolongada, con una filosofía de “largo plazo”, potenciando el reacondicionamiento *in situ*.
 - En la fabricación empleen prioritariamente materiales renovables, reciclados, reciclables y no peligrosos.

- En los módulos, utilicen materiales que no produzcan residuos peligrosos al final de su vida útil.
 - Sustituyan materiales escasos y críticos (como la plata) empleados en la fabricación de los módulos, por otros más abundantes (como el cobre), renovables o recuperados.
 - Minimicen los impactos ambientales asociados con la producción, reduciendo al máximo la generación de residuos y la utilización de agua y energía en la fabricación de los diferentes equipos de la planta, mediante el diseño y optimización de la tecnología, favoreciendo el residuo cero y evitando en lo posible el envío de residuos a vertedero.
 - Sean modulares, para mejorar la separabilidad y reparabilidad, manteniendo o mejorando las prestaciones de los materiales.
 - Permitan un desmontaje sencillo al final de su vida útil, con una separación fácil de los diferentes materiales que la componen (láminas de vidrio, cables de cobre, células...), para que sea factible y viable, económica y técnicamente, su reparación, restauración y reciclado eficiente. El objetivo es que se puedan remanufacturar nuevas placas fotovoltaicas utilizando el máximo de piezas y componentes de las que quedan obsoletas.
- Se buscarán proveedores con criterios de sostenibilidad, circularidad y equidad social, y respetuosos con el medio ambiente.

Fase de implantación de la planta fotovoltaica.

- Se asegurará la selección de productos e instaladores de plantas fotovoltaicas de alta calidad, que hagan un uso eficiente de las infraestructuras de distribución y optimicen el transporte.
- HANWHA se mostrará abierto a participar en asociaciones privado-privadas y público-privadas para desarrollar proyectos de innovación escalables.

Fase de uso y explotación.

- En la planta se implementará un sistema de monitorización sistemática para detectar los defectos y fallos en tiempo real y optimice la producción
- HANWHA se seguirá una política de mantenimiento preventivo para dar la oportunidad de reparación al final de su vida útil.
- Se minimizarán los tiempos de inactividad de la planta.
- Utilización de productos y componentes de segunda mano para piezas de repuesto.
- En la medida de lo posible, se reacondicionarán los equipos e instalaciones para dar una segunda vida a los componentes.

Fin de vida.

- Llegado el fin de vida de la planta, HANWHA se compromete al desmontaje, la recogida y la rehabilitación adecuados de los módulos fotovoltaicos para facilitar su reutilización. Los materiales y componentes se reciclarán de forma separada, evitando su envío a vertedero y la valorización energética.
- Si es posible, se emplearán tecnologías de la información para gestionar una segunda vida de los productos.

- En la medida de la posible, HANWHA se planteará apoyar la investigación de nuevas tecnologías aplicables al final de la vida útil de la planta y la posible creación de valor a través de modelos de negocio circular.

Bibliografía

APPA. (2020). *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España 2019*.

IRENA (2017). *Renewable Energy Benefits. Leveraging local capacity of solar PV*.

IRENA. (2020). *Renewable Power Generation Costs in 2019*.

UNEF. (2020). *Informe anual 2019*.

UNEF. (Abril 2020). *Aportación del sector fotovoltaico a la reactivación económica tras la crisis del Covid-19*. Unión Española Fotovoltaica, UNEF.