



PLAN ESTRATÉGICO SOBRE EL IMPACTO EN EL EMPLEO LOCAL Y LA CADENA DE VALOR INDUSTRIAL DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA de 20 MW

Marzo 2021



Índice de contenidos

1	OBJETO.....	4
2	PROPUESTA DE VALOR.....	5
3	INVERSIONES A REALIZAR	7
4	PLAN DE COMPRAS Y SUBCONTRATACIÓN.....	8
4.1	Introducción.....	8
4.2	Lista de Proveedores y Subcontratistas potenciales.....	8
4.3	Desarrollo de solicitudes de petición de oferta	8
4.4	Preparación de Tabulaciones de Ofertas	9
4.5	Preparación de solicitudes de compra.....	9
4.6	Procedimientos adjudicación y administración de órdenes de compra	9
4.7	Procedimientos “Expediting”	10
4.8	Transporte y Logística	10
4.9	Adquisición de piezas de repuesto	10
4.10	Plan y Procedimientos subcontratación	11
5	ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE EMPLEO Y EVALUACIÓN DE SU IMPACTO ...	12
5.1	Desarrollo, Construcción, puesta en marcha y operación de la planta	12
6	Oportunidades para la cadena de valor industrial	14
6.1	Desarrollo, Construcción y puesta en marcha de la planta	14
6.2	operación de la planta	15
7	ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR Y CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA PLANTA.....	17
7.1	Marco legal	17
7.2	Estrategia de economía circular en relación con el tratamiento de los equipos al final de su vida útil.....	17
7.2.1	La economía circular en el sector fotovoltaico	17
7.2.2	Los paneles fotovoltaicos al final de su vida útil	19
7.2.3	Tratamiento de los equipos	20
7.2.4	Estrategia de economía circular de IGNIS	22
7.3	Huella de carbono durante el ciclo de vida de la planta	22
7.3.1	Producción de energía y mitigación del cambio climático.....	22
7.3.2	Análisis de la huella de carbono durante el ciclo de vida de la planta	23
7.3.3	Indicadores sobre la superficie ocupada.....	25

7.3.4	Cálculo de la pérdida de la reserva de carbono orgánico contenida en el suelo y en la vegetación.....	25
7.3.5	Balance global	26

Índice de tablas

Tabla 1. Potencia adjudicada a Ignis Desarrollo en la subasta celebrada el 26 de enero de 2021.	4
Tabla 2. Estimación de la inversión a realizar (CAPEX) en una planta solar de 20 MW.	7
Tabla 3. Previsión de creación de empleo directo e indirecto para una planta solar de 20 MW.....	12
Tabla 4. Impacto económico de las prestaciones realizadas durante la fase de desarrollo y construcción de la planta sobre la inversión total a realizar.	14
Tabla 5. Impacto económico de las prestaciones realizadas durante la fase de operación de la planta sobre el total del valor de la cadena industrial para esta fase.....	15
Tabla 6. Producción estimada de los proyectos.....	23
Tabla 7. Factores de emisión de una central moderna de ciclo combinado y de una planta fotovoltaica. Fuente: REE.....	23
Tabla 8. Resultados del análisis de la huella de carbono en base a un análisis de ciclo de vida (ACV).....	24
Tabla 9. Porcentajes de la huella de carbono en la producción de paneles solares.	25
Tabla 10. Indicadores sobre la superficie ocupada de las instalaciones preasignadas.	25
Tabla 11. Balance de emisiones de la instalación durante su vida útil.....	27

1 OBJETO

El pasado 26 de enero de 2021 se celebró la primera subasta para el otorgamiento del régimen económico de energías renovables convocada por la Resolución de 10 de diciembre de 2020, de la Secretaría de Estado de Energía.

IGNIS DESARROLLO (en adelante IGNIS) participó en la subasta resultando adjudicataria de cuatro ofertas de la tecnología solar fotovoltaica por un total de 125 MW, tal y como se recoge en la Resolución 26 de enero de 2021, de la Dirección General de Política Energética y Minas, con el desglose que se detalla a continuación:

Adjudicatario	Tecnología	Código de la Unidad de Adjudicación	Potencia adjudicada (MW)
IGNIS DESARROLLO, S.L.	Fotovoltaica (b.1.1)	UA_21_01_00001	30
IGNIS DESARROLLO, S.L.	Fotovoltaica (b.1.1)	UA_21_01_00002	45
IGNIS DESARROLLO, S.L.	Fotovoltaica (b.1.1)	UA_21_01_00008	20
IGNIS DESARROLLO, S.L.	Fotovoltaica (b.1.1)	UA_21_01_00015	30

Tabla 1. Potencia adjudicada a Ignis Desarrollo en la subasta celebrada el 26 de enero de 2021.

Para iniciar el proceso de otorgamiento del régimen económico de energías renovables, regulado en el Real Decreto 960/2020, de 3 de noviembre, y en la Orden TED/1161/2020, de 4 de diciembre, los adjudicatarios deben, en primer lugar, realizar la solicitud de inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables en estado de preasignación de cada uno de los tramos adjudicados en la subasta.

Dicha solicitud debe acompañarse de la copia de la garantía económica depositada, de 60.000 €/MW para la potencia instalada que se solicita inscribir, y de un Plan Estratégico con las estimaciones de impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial.

La presente memoria tiene como objeto definir el Plan Estratégico para una **planta solar fotovoltaica de 20 MW de potencia instalada**, correspondiente a la unidad de adjudicación UA_21_01_00008. Dando así cumplimiento a lo establecido en el resuelto noveno de la Resolución de 10 de diciembre de 2020, de la Secretaría de Estado de Energía.

Este Plan Estratégico pretende estimar el impacto de la ejecución de una planta solar fotovoltaica de 20 MW sobre el empleo y la cadena de valor industrial local, regional, nacional y comunitaria, y se concretará en planes específicos una vez las instalaciones hayan sido identificadas, de conformidad con lo establecido en el resuelto noveno de la Resolución de 10 de diciembre de 2020, de la Secretaría de Estado de Energía.

2 PROPUESTA DE VALOR

IGNIS es una empresa especializada en la gestión y representación de productores independientes de energías renovables y cogeneración, así como de otros activos energéticos en España, que ha tenido un gran crecimiento en los últimos años desarrollando entre otras las capacidades de desarrollo de proyectos Fotovoltaicos.

IGNIS actualmente está desarrollando un elevado número de proyectos en diferentes etapas de permisos en España. Nuestra empresa también posee y opera más de 2900 MW de activos energéticos, comercializando energía en los mercados organizados de OMIE y REE, brindando a nuestros clientes acceso a nuevos esquemas de remuneración. Además, nuestros expertos internos proporcionan a los clientes industriales las evaluaciones regulatorias, de eficiencia y económicas necesarias para optimizar su consumo energético.

IGNIS ha lanzado en España un ambicioso plan de expansión en el ámbito del autoconsumo industrial, brindando a nuestros clientes la posibilidad de beneficiarse de menores costos de generación de energía, una configuración de micro-redes fiable y estable y la utilización óptima de los activos de generación existentes.

Por tanto, IGNIS se presenta como una alternativa sólida para el desarrollo, representación, operación y mantenimiento de plantas solares fotovoltaicas por su experiencia en los siguientes campos:



“Principal desarrollador de proyectos fotovoltaicos en España”

IGNIS ha desarrollado la mayor planta fotovoltaica de Europa, con una potencia de 850 MW, el equivalente a una planta nuclear y actualmente continúa liderando la transición energética en España con un gran número de MW de proyectos renovables

“Experiencia en tramitación de permisos y accesos de conexión”



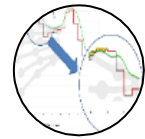
Como resultado del desarrollo de los numerosos proyectos por España, IGNIS cuenta con la experiencia en tramitación de permisos de conexión de las instalaciones y el contacto con las distintas administraciones públicas que tramitan estos permisos



“Operación y Mantenimiento de la mayor planta fotovoltaica de Europa”

IGNIS cuanta como uno de los núcleos de su negocio la operación y el mantenimiento de activos de generación con un total de 1.200 MW, 750 de los cuales son fotovoltaicos. Conocimiento de fabricantes, componentes, tendencias, etc.

“Gestión de más del 10% de la potencia fotovoltaica de España”



IGNIS representa en el mercado eléctrico actualmente 1.100 MW, de los 11.500 MW que ya están en funcionamiento

3 INVERSIONES A REALIZAR

En los últimos años los costes de la tecnología solar fotovoltaica han experimentado una reducción muy importante, y a día de hoy aún continúan en descenso. Esto hecho pone de manifiesto la competitividad y madurez alcanzada por la tecnología solar fotovoltaica, que se traduce en las cifras de inversión que se exponen a continuación.

La ejecución y puesta en marcha de un proyecto como el que contiene la presente memoria conlleva una elevada inversión que podría cifrarse en 11 millones de euros, de conformidad con el siguiente detalle:

Inversión aproximada en el proyecto (CAPEX)	
EPC	€ 9,799,980.00
Costes de Desarrollo y Otros Costes	€ 600,000.00
Impuestos	€ 200,000.00
Total	€ 10,599,980.00

Tabla 2. Estimación de la inversión a realizar (CAPEX) en una planta solar de 20 MW.

La inversión realizada viene a rondar los 529,999 € por MWp, cuyo impacto puede agruparse principalmente en tres conceptos:

- EPC (Equipos Principales, Obra Civil y Transporte): 92%
- Costes de desarrollo en ingenierías, tramitación, avales, estructura, etc.: 6%
- Impuestos, tasas y medidas compensatorias de carácter municipal principalmente: 2%

De estas cifras globales del proyecto se desprende que la mayor parte de los empleos y de la riqueza se generarán entorno al EPC de la planta, durante la fase de construcción de la misma, tal y como analizaremos más adelante en la sección ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE EMPLEO Y EVALUACIÓN DE SU IMPACTO

Respecto a los impuestos y tasas, tanto la construcción de la planta como su explotación determinan la realización del hecho imponible de una serie de impuestos y tasas de ámbito local en los municipios en los que finalmente se enclave el proyecto, tales como el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO), el Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI), el Impuesto sobre Actividades Económicas (IAE), la Prestación Compensatoria por uso de suelo no urbanizable, la tasa por licencia de obras, etc. En este sentido, de acuerdo a nuestras previsiones estimamos una cuota media de 10.000 €/MWp en concepto de tributos locales para un proyecto con las características señaladas.

4 PLAN DE COMPRAS Y SUBCONTRATACIÓN

4.1 INTRODUCCIÓN

Es esencial que los equipos y materiales se obtengan sin demora de las fuentes más competitivas y técnicamente aceptables y se entreguen al campo en el menor tiempo posible. Para que el equipo de construcción progrese el trabajo con confianza, también es esencial mantenerse bien coordinado y proporcionar información precisa, oportuna y fiable al equipo de campo.

4.2 LISTA DE PROVEEDORES Y SUBCONTRATISTAS POTENCIALES

- *Lista de proveedores*

Se preparará la lista de proveedores de la LISTA inicial de IGNIS para los artículos/ equipos críticos de programación.

- *Lista de fuentes de subcontrataciones*

IGNIS sólo incluirá en la lista a los proveedores que tengan las cualificaciones, la experiencia y la capacidad actual para llevar a cabo el trabajo. Esto requerirá la precalificación de subcontratistas adecuados. IGNIS tiene la intención de seleccionar subcontratistas para la precalificación principalmente de su listado actual de subcontratistas.

4.3 DESARROLLO DE SOLICITUDES DE PETICIÓN DE OFERTA

Las solicitudes de Petición de Oferta (PO) se desarrollarán utilizando los procedimientos estándar de IGNIS para la solicitud de presupuesto (adquisición) y para los documentos de consulta de subcontratación:

- Las solicitudes de presupuesto describen todos los requisitos comerciales en detalle, incluidos los Términos y Condiciones de Compra desarrollados para el contrato. Los requisitos técnicos se detallan en la solicitud de material que lo acompaña; las normas y especificaciones que los acompañan y que figuran en la Solicitud de Presupuesto.
- Los documentos de consulta de subcontratación incluyen solicitudes técnicas y documentos de apoyo, preparados por ingenieros especializados con calendarios de precios y términos comerciales preparados por el grupo de subcontratos.

4.4 PREPARACIÓN DE TABULACIONES DE OFERTAS

Las Ofertas de Proveedores (Cotizaciones) serán evaluadas por la aceptabilidad técnica, la calidad, el costo, la entrega y la aceptabilidad. La evaluación técnica inicial se llevará a cabo dentro del grupo de compras, con la evaluación técnica detallada que está llevando a cabo el proyecto de origen / ingeniero especialista. La Evaluación Comercial será llevada a cabo por el grupo de compras.

Las secciones comerciales de las Ofertas de subcontratistas serán revisadas por el Coordinador de Subcontratos y las secciones no comerciales por otros miembros del Equipo del Proyecto.

Después de la evaluación, se completarán las Tabulaciones de Ofertas (Resumen de Presupuestos / Resumen de Ofertas e Informe de Licitación). Esta es una comparación completa de todas las ofertas evaluadas con un proveedor/subcontratista recomendado.

Cuando esté justificado por la complejidad técnica o comercial de un pedido/subcontrato, IGNIS organizará una reunión previa a la reserva con el posible proveedor/contratista para garantizar que exista un entendimiento completo. Se informará a todos los demás departamentos involucrados de la reunión y representación acordada. Se elaborarán notas completas de la reunión para proporcionar un registro formal de los debates.

4.5 PREPARACIÓN DE SOLICITUDES DE COMPRA

El grupo de ingeniería preparará una solicitud de material para la compra. Esto se basará en la solicitud de consulta original desarrollada para incluir todas las aclaraciones y revisiones acordadas con el proveedor seleccionado.

4.6 PROCEDIMIENTOS ADJUDICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE ÓRDENES DE COMPRA

El formulario Pedido de compra de materiales es un documento comercial. Las Instrucciones y Condiciones de Compra Específicas del Proyecto se incorporarán en el formulario, que también indicará las condiciones de pago y las condiciones de entrega.

Los requisitos técnicos se detallarán completamente en la solicitud de material y los anexos que se incluirán en el pedido de compra. Cartas de intención de fax pueden ser emitidas según la situación lo dicta. Los pedidos de compra requerirán autorización de acuerdo con los procedimientos específicos del proyecto.

El contrato se desarrollará a partir de la solicitud de consulta e incluirá condiciones que cubren seguridad, inducción, alcance del trabajo, responsabilidades contractuales, detalles de la interfaz del cronograma de construcción, etc.

El procedimiento y los formularios para las modificaciones de pedidos de compra y la variación de precios de subcontratación serán similares a los empleados para las órdenes de compra originales / contrato.

4.7 PROCEDIMIENTOS “EXPEDITING”

El “Expediting” de la información del Vendedor comenzará al inicio de las actividades de adquisición y continuará a lo largo de la vida de un pedido. Todos los aspectos de una orden serán investigados rutinariamente. Se buscarán pruebas justificativas para las reclamaciones de progreso. Cualquier deslizamiento, o posible deslizamiento, en la entrega de documentación o material será investigado con el proveedor o sus subproveedores junto con posibles acciones correctivas. Si el expeditor no puede obtener ninguna mejora, el personal superior de gestión de materiales de la oficina pondrá en marcha medidas adicionales. Los compradores y los expedidores internos / externos tendrán que progresar y agilizar la documentación como parte de sus operaciones normales.

Como base para monitorear el desempeño de un Vendedor, IGNIS obtendrá programas de producción. En caso de que una modificación del pedido afecte a la entrega debido a modificaciones o cambios, se obtendrá un programa actualizado del Vendedor para justificar cualquier cambio en la fecha de entrega.

Para los artículos importantes y críticos, los proveedores deberán proporcionar informes de progreso regulares que cubran ingeniería, sub-pedidos, fabricación y documentación.

Las visitas de aceleración serán coordinadas por el Coordinador de Aceleración en función de la criticidad del tema. Las visitas también pueden organizarse como resultado del juicio de Adquisición de la ejecución de un Vendedor a partir de la experiencia en otros contratos, o a petición de IGNIS o Gestión de Proyectos de Cliente.

4.8 TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

IGNIS será responsable de la prestación de servicios de transporte, despacho de aduanas y transporte de mercancías. Se nombrarán empresas de envío y transporte de carga debidamente calificadas. El personal de coordinación de envíos de IGNIS se ubicará en Home Office y Field Offices.

4.9 ADQUISICIÓN DE PIEZAS DE REPUESTO

Las recomendaciones de piezas de repuesto se solicitarán a los proveedores en la etapa de consulta y se confirmarán después de la emisión de la orden de compra.

La recepción, aprobación y pedido de piezas de repuesto serán coordinadas por un coordinador de piezas de repuesto con sede en el grupo de trabajo de Gestión de Materiales.

IGNIS confirmaría su acuerdo con el requisito de que los proveedores proporcionen recomendaciones de piezas de repuesto a precios (pagos de operación / puesta en marcha / reemisión) en las órdenes de consulta y compra de los equipos respectivos, cumpliendo plenamente con los requisitos de piezas de repuesto identificados.

El nombramiento de un Coordinador de Piezas de Repuesto refleja los procedimientos operativos estándar empleados por IGNIS en apoyo de la ejecución del proyecto, el Coordinador se considera un miembro integral del Grupo de Trabajo de Gestión de Materiales asignado al contrato.

4.10 PLAN Y PROCEDIMIENTOS SUBCONTRATACIÓN

Al inicio del proyecto se elaborará un Plan de Subcontratación como parte del Plan general de Construcción. El plan indicará:

- Números y división propuesta entre contratos
- Tipos de contrato propuestos
- Estructuras de precios propuestas

Una vez acordado el Plan, se preparará un Calendario de Subcontratación detallado y procedimientos en coordinación con la ingeniería y la planificación que indicarán las fechas planificadas, reales y previstas de las actividades en los períodos de investigación, licitación, aprobación de adjudicación y construcción. Este calendario se actualizará periódicamente a lo largo del Proyecto.

5 ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE EMPLEO Y EVALUACIÓN DE SU IMPACTO

En lo que se refiere a la generación de empleo de los proyectos de energía solar fotovoltaica, debe señalarse que la ejecución de una planta solar de las características indicadas contribuye a crear un número relevante de puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, especialmente durante el período de construcción y puesta en marcha de la misma, cuyo plazo aproximado es de 18 meses, pero también durante el período de explotación, cuya duración se estima en un total de 35 años.

Asimismo, debe señalarse que la cualificación técnica y profesional de los mencionados proyectos varía dependiendo de la fase en la que se encuentren, de tal forma que durante el período previo a la construcción se precisan perfiles más técnicos, y durante la misma y a lo largo de la fase de explotación y mantenimiento de la planta son necesarios perfiles menos cualificados.

Lo anterior se traduce en las cifras que se indican a continuación.

5.1 DESARROLLO, CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN DE LA PLANTA

En la fase previa a la construcción (desarrollo), y durante la construcción, puesta en marcha de la planta solar y operación de la misma, estimamos las siguientes cifras de creación de empleo, directo e indirecto, por ámbito geográfico:

Número de empleados				
Fase	Duración	Local	Regional	Nacional
Creación de Empleo previa a la construcción	24 meses	0	0.5	0.5
Creación de Empleo durante la construcción	18 meses	20	34	14
Creación de Empleo en O&M	35 años	1	0	0
Creación de Empleo Indirecto	35 años	1	0	0
Total	-	22	35	15

Tabla 3. Previsión de creación de empleo directo e indirecto para una planta solar de 20 MW.

Tal y como se desprende de la tabla anterior, se prevé que el empleo directo creado durante la fase de construcción, de 18 meses de duración, alcance un número aproximado de 68 empleados (hasta 350 empleos por parque de 100 MW).

Adicionalmente, aun cuando el mayor número de empleos no sea de larga duración, es decir, tengan un período determinado, se estima que el incremento de la potencia ofertada para proyectos de energía renovables y, en particular, de energía solar fotovoltaica, en todo el territorio nacional, implicará asimismo que se produzca un fuerte

aumento de la demanda de perfiles de empleados que hayan trabajado en la construcción de este tipo de instalaciones.

Por tanto, el presente proyecto puede contribuir a crear, en el municipio en el que se lleve a cabo la construcción de la planta solar fotovoltaica, una población activa joven especializada en la ejecución de esta tipología de proyectos, circunstancia que permitiría contar con perfiles con la experiencia necesaria para llevar a cabo las labores de construcción en otros proyectos ubicados en todo el territorio nacional, dado el impulso que pretende darse a las energías renovables y que se conformará como sector de referencia para las próximas décadas.

6 OPORTUNIDADES PARA LA CADENA DE VALOR INDUSTRIAL

El desarrollo de plantas solares fotovoltaicas tiene un alto impacto sobre la cadena de valor industrial tanto a nivel local y regional como nacional y comunitario.

Este tipo de plantas se deben a la tecnología que emplean para transformar la energía solar en electricidad, teniendo un impacto la fabricación de equipos y su montaje del 76% sobre la cadena de valor industrial en la fase de construcción de la planta. En esta fase el principal impacto en la cadena de valor industrial se produce a nivel comunitario seguido del nivel local.

En la fase de operación de la planta el principal impacto en la cadena de valor industrial se deriva de la operación y mantenimiento de la misma, que representa en términos anuales un 58% del valor de la cadena industrial estimado para esta fase. A diferencia de la fase de construcción, durante la operación el principal impacto en la cadena de valor industrial se produce a nivel local seguido del nivel nacional.

Todo lo anterior se traduce en las cifras estimativas que se indican a continuación.

6.1 DESARROLLO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA

Durante la fase de desarrollo y construcción de la planta tiene lugar el mayor impacto en la cadena de valor industrial, como consecuencia principalmente de la fabricación de equipos y del montaje de los mismos.

El impacto por prestación realizada y ámbito geográfico durante esta fase se traduce en las siguientes cifras:

Desarrollo y Construcción de la planta				
Fase	Local	Regional	Nacional	Comunitaria
Construcción	22%	17%	17%	36%
- Equipos	0%	0%	9%	36%
- Suministros	1%	3%	4%	0%
- Montajes	18%	12%	1%	0%
- Transportes	3%	3%	3%	0%
Desarrollo	0%	3%	3%	0%
Tasas	2%	0%	0%	0%
Total	24%	20%	20%	36%

Tabla 4. Impacto económico de las prestaciones realizadas durante la fase de desarrollo y construcción de la planta sobre la inversión total a realizar.

La inversión inicial realizada en esta fase viene a rondar los 529,999 € por MWp, cuyo impacto se reparte principalmente en tres conceptos:

- Equipos Principales (Paneles solares, Seguidores e Inversores y Líneas): 45%

- EPC y Obra Civil: 38%
- Transporte y otros costes: 9%

El resto de la inversión inicial se reparte entre:

- Impuestos, tasas y medidas compensatorias de carácter municipal principalmente: 2%
- Costes de desarrollo en ingenierías, tramitación, avales, estructura, etc.: 6%

Finalmente cabe señalar que, tal y como se desprende de la tabla anterior, el impacto en la cadena de valor industrial de la fabricación de equipos se produce principalmente a nivel comunitario (36%), mientras que el EPC y la Obra Civil impacta esencialmente a nivel local (19%) seguido del regional (15%).

En cuanto a los impuestos y tasas tiene un carácter principalmente municipal lo que se traduce en un impacto local del 2%, por el contrario, el desarrollo impacta esencialmente a nivel regional (3%) y nacional (3%).

6.2 OPERACIÓN DE LA PLANTA

En cuanto a la explotación del proyecto, se desarrollará en función de las decisiones finales que se adopten al respecto y la posible optimización de costes a partir de la dimensión final de la instalación, por lo que, en este momento, adoptaremos unas cifras generales estimativas que se indican a continuación.

Operación de la planta (base anual)				
Fase	Local	Regional	Nacional	Comunitaria
Operación y Mantenimiento	14%	0%	43%	0%
Alquiler de terrenos	20%	0%	0%	0%
Tasas e impuestos	14%	0%	0%	0%
Otros costes	0%	2%	2%	4%
Total	49%	2%	45%	4%

Tabla 5. Impacto económico de las prestaciones realizadas durante la fase de operación de la planta sobre el total del valor de la cadena industrial para esta fase.

La inversión anual realizada en esta fase viene a rondar los 13.800 € por MWp, cuyo impacto se reparte principalmente en cuatro conceptos:

- Operación y mantenimiento: 58%
- Alquiler de terrenos: 20%
- Impuestos, tasas y medidas compensatorias de carácter municipal principalmente: 14%
- Otros costes: 7%

De lo anterior se desprende que, en la fase de operación de la planta solar fotovoltaica, el principal valor proviene de la operación y mantenimiento que supone el 58% de los costes anuales previstos para esta fase.

Si bien, se debe tener en cuenta que los costes de operación y mantenimiento de este tipo de instalaciones son reducidos dado que la tecnología utilizada no es muy compleja. Para una planta solar de las características indicadas el coste anual de operación y mantenimiento supone un 1,5 % de la inversión total a realizar.

Por último cabe señalar que, mientras que el impacto en la cadena de valor industrial de la operación y mantenimiento se produce principalmente a nivel nacional (43%) seguido del local (14%), el alquiler de terrenos y las tasas e impuestos impactan esencialmente a nivel local un 20% y un 14%, respectivamente.

7 ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR Y CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA PLANTA

7.1 MARCO LEGAL

A continuación, se enumeran las normas que se han tenido en cuenta para la redacción del presente apartado siguiendo un orden de aparición por fecha:

- Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

7.2 ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN RELACIÓN CON EL TRATAMIENTO DE LOS EQUIPOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL

7.2.1 La economía circular en el sector fotovoltaico

De acuerdo al Parlamento Europeo, la Economía Circular “es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido”. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende.

En la práctica, implica reducir los residuos al mínimo. Cuando un producto llega al final de su vida, sus materiales se mantienen dentro de la economía siempre que sea posible. Estos pueden ser productivamente utilizados una y otra vez, creando así un valor adicional.

Contrasta con el modelo económico lineal tradicional, basado principalmente en el concepto “usar y tirar”, que requiere de grandes cantidades de materiales y energía baratos y de fácil acceso.”

Por tanto, se da un cambio a nivel conceptual y a nivel práctico en el consumo de materias primas y en la generación y gestión de residuos. En la fotovoltaica debe primar la reutilización y reparación de equipos, para reducir al mínimo la generación de residuos, la mayoría de los cuales deben ser reciclados y no desechado. Esto contribuye a alcanzar la meta del residuo “cero”. Para alcanzar estos objetivos, es primordial contar con proveedores que diseñen y conciben productos pensados para favorecer su reutilización o reparación.

Los paneles fotovoltaicos tienen una larga vida útil, de unos 25-30 años, por lo que su reciclaje no ha suscitado un gran interés hasta la fecha no habiendo por tanto un tejido industrial alrededor de este proceso, si bien se prevé su desarrollo, así como aumento en la eficiencia en el proceso de reciclado.

IRENA (International Renewable Energy Agency) estimó en 2016 que habrá hasta 8 millones de toneladas de residuos de paneles fotovoltaicos en 2030 y 78 millones de toneladas en 2050. IGNIS, consciente de lo preocupante de estos datos asume su responsabilidad fomentando la economía circular, priorizando la reducción sobre la reutilización y a su vez sobre el reciclaje, realizando una búsqueda constante de proveedores con un diseño de componentes que favorezcan la economía circular.

El reciclaje de paneles fotovoltaicos es técnicamente viable. De hecho, los paneles fotovoltaicos presentan altas tasas de reciclado frente a otros residuos electrónicos. Un módulo fotovoltaico de silicio (el 90% del mercado) está principalmente compuesto de vidrio (78%), aluminio (10%), plásticos (7%) y metales y semiconductores (5%). Simplemente recuperando el marco de aluminio y el vidrio de la parte delantera se habrá reciclado más del 80% de su peso. Para el proceso de reciclado actualmente hay dos tipos de procesos, los mecánicos y los termomecánicos.

Sirva como ejemplo actual de reciclaje la planta de Veolia en Rousset, planta diseñada específicamente para el reciclaje de paneles fotovoltaicos. En ella, se alcanza una tasa de recuperación de material del 95%. El proceso desarrollado consiste en primero eliminar la caja de conexiones, cables y marco de aluminio. Posteriormente se tritura el resto del laminado y se separan las piezas resultantes por tamaño. Esas piezas son una mezcla de vidrio, EVA, la lámina trasera, conexiones de cobre revestidas y células solares. El vidrio de desecho se utiliza como materia prima en la industria del vidrio, el marco de aluminio se lleva a las refinerías de aluminio y el silicio, el principal componente conductor de los paneles, vuelve a los canales de metales preciosos. Los cables y conectores se trituran y se venden en forma de granalla de cobre, una mezcla de gránulos que se puede utilizar para fabricar nuevos cables y componentes electrónicos.

No hay que olvidar que actualmente hay materiales de los paneles que a menudo no se reciclan, como el silicio o la plata, para los cuales se están llevando a cabo trabajos de investigación y desarrollo y se están revisando los procesos actuales, sobre todo con financiación de la Comisión Europea, como los proyectos FRELP y ELSI. Por su parte, el Instituto Nacional de Energía Solar (INES) de Francia, está desarrollando un proceso mecánico. Se están explorando multitud de vías para recuperar los metales como el uso de fluidos supercríticos o líquidos iónicos. IGNIS hará un seguimiento de los avances tecnológicos y estado del arte, así como una validación de proveedores de servicios, ya sea en la adquisición de producto como en la gestión de este una vez alcanzado el fin de su vida útil, para asegurar que dichos proveedores cumplen y están comprometidos con la economía circular.

7.2.2 Los paneles fotovoltaicos al final de su vida útil

Una vez ha concluido la vida útil del proyecto será necesario la restauración de los terrenos a las condiciones anteriores a su construcción, minimizando así la afección al medio ambiente y recuperando el valor ecológico de la zona afectada.

En esta fase de desmontaje se realizarán, entre otras, las siguientes operaciones:

- Retirada de los paneles. Comprende la desconexión, desmontaje y transporte hasta centro de reciclado de todos los paneles fotovoltaicos de la planta.
- Desmontaje de la estructura soporte. Consistente en el desensamblaje y posterior transporte hasta centro de gestión autorizado de la estructura soporte que sostiene los paneles.
- Desmontaje de bloques de potencia. Se procederá a la desconexión, desmontaje y retirada del inversor y resto de equipos instalados en los bloques de potencia. Además, se realizará la demolición y/o transporte hasta vertedero de las casetas prefabricadas donde se alojaron los equipos.

El reciclaje de paneles fotovoltaicos es obligatorio en España desde la entrada en vigor del Real Decreto 110/2015, que transpone la Directiva de 2012 sobre la correcta gestión medioambiental de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

La Directiva RAEE 2012/19 está basada en el concepto de Responsabilidad Ampliada del Productor. El 'productor' es la persona física o jurídica que, con independencia de la forma de venta fabriquen y vendan aparatos eléctricos y electrónicos y/o pilas con marcas propias, pongan en el mercado con marcas propias los productos fabricados por terceros y los que los realicen adquisiciones comunitarias o importen de terceros países.

Es decir, este 'productor' puede ser tanto el propio fabricante del panel, como su distribuidor, el EPC o la empresa instaladora si en el contrato de compra de los equipos se ha incluido la cesión de la responsabilidad.

Los paneles fotovoltaicos grandes (con una dimensión exterior superior a 50 cm) con silicio forman una subcategoría propia de aparatos eléctricos y electrónicos (en adelante AEE) en el ANEXO III del RD 110/2015.

Una vez finalizada su vida útil que se estima de 25 años, tienen la consideración de RAEE de origen profesional, no peligroso y se corresponde con el código LER 160214 "Residuos de equipos eléctricos y electrónicos: Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13."

Durante la fase de construcción también es probable que se genere RAEE por avería, rotura o defecto de fabricación. Por este motivo, se deberá habilitar un área de almacenamiento de placas solares rotas o defectuosas que deberán ser retiradas y transportadas por una empresa gestora autorizada.

7.2.3 Tratamiento de los equipos

En el Anexo XIII del RD 110/2015 se especifican los procedimientos específicos para el tratamiento de los paneles fotovoltaicos, que constarán de 3 fases:

- **Fase 0. Recepción de los aparatos y desmontaje previo.**

En esta fase 0 se realizarán los siguientes pasos:

1. Cumplimiento de requisitos recogidos en los apartados a) y b) de la parte B de este anexo.
2. Clasificación de los RAEE recibidos dentro de la misma categoría. Separación de los paneles fotovoltaicos con silicio del resto de RAEE.
3. Retirada de las partes más accesibles de los paneles, como el cristal protector del panel, la carcasa exterior, el cableado, cajas de conexiones, etc., facilitando la preparación para la reutilización y el reciclado de componentes y materiales, respetuosos con el medio ambiente, teniendo en cuenta la información disponible de los productores de AEE.

- **Fase 1. Tratamiento.**

Una vez retiradas las partes más accesibles de los módulos fotovoltaicos en la Fase 0, se eliminarán los revestimientos plásticos como el EVA (etileno vinil acetato) y otros tipos de láminas plásticas que se usan como aislamiento de las celdas fotovoltaicas mediante tratamiento térmico o técnica equivalente.

El tratamiento térmico o técnica equivalente utilizada (si aplica) deberá contar con un sistema de extracción de gases durante el proceso de combustión dotado con las medidas de seguridad adecuadas.

- **Fase 2. Separación del resto de fracciones.**

En esta fase se retirarán las obleas de silicio del resto de fracciones valorizables. Todos los componentes retirados y las fracciones valorizables obtenidos en cada una de las fases de tratamiento se depositarán en contenedores separados para ser enviados a gestores autorizados para el tratamiento específico de cada uno de ellos.

Antes de su envío, se anotarán en el archivo cronológico las cantidades depositadas en estos contenedores, su destino y tratamiento, de cara a conocer el grado de cumplimiento de los objetivos de reciclado y valorización del anexo XIV.

Balance de masas (G6).

Entradas = Σ entradas en el proceso.

- a) Código LER-RAEE: (160214-71).
- b) Cantidad en toneladas (t).

Salidas = Σ componentes extraídos o retirados + Σ fracciones valorizables + Σ fracciones no valorizables.

- a) Código LER/descripción.
- b) Destino:
 - Valorización energética: cantidad (t) y operación (R1, R2, etc.).
 - Reciclado: cantidad (t) y operación (R1, R2, etc.).
 - Eliminación: cantidad (t) y operación (D1, D2, etc.).
 - Gestor de destino: nombre, NIMA y provincia.

Pérdidas durante el proceso = entradas – salidas – stock.

Lista de comprobación (G6).

Se comprobará lo siguiente:

Fase 0:

- Registro de equipos e información adicional (incidencias) de entrada en la Fase 0 y su correlación con los códigos LER-RAEE incluidos en esta categoría de tratamiento (160214-71).
- Registro de paneles recepcionados en mal estado.
- Condiciones de almacenamiento de acuerdo con el anexo VIII.
- Proceso de desmontaje manual previo.
- Registro de tipos de componentes extraídos, residuos generados, por códigos LER.
- Almacenamiento de las fracciones obtenidas en contenedores adecuados.

Fase 1:

- Proceso de eliminación de polímeros plásticos y sistema de extracción de gases.
- Control de emisión de gases a la atmósfera y/o vertidos, en cumplimiento de la normativa sectorial vigente de aplicación.
- Funcionamiento de equipos y de los protocolos de mantenimiento.
- Registro de tipos y cantidades de sustancias extraídas, materiales y componentes generados en la Fase 1, por códigos LER, destino y operación de tratamiento de los mismos.

Fase 2:

- Desmontaje obleas de silicio.
- Almacenamiento de las fracciones obtenidas en contenedores adecuados.
- Registro de tipos y cantidades de fracciones separadas, por código LER, para su valorización.

- Registro del gestor autorizado al que se destinan las fracciones valorizables y operación de tratamiento.

7.2.4 Estrategia de economía circular de IGNIS

El incremento en el mercado fotovoltaico supondrá una mayor necesidad de prevenir la degradación de los paneles y gestionar el gran volumen de residuos generados. En el futuro es factible que surjan formas innovadoras y alternativas de reducir el uso de materiales y la degradación del módulo, así como oportunidades para reparar, reutilizar y reciclar los paneles fotovoltaicos al final de su vida útil en el marco de una economía circular y aplicando la jerarquía de residuos (reducir, reutilizar y reciclar).

IGNIS apostará por procesos mecánicos o termomecánicos según el avance tecnológico recurriendo a uno u otro proceso que permita en cada momento no solo una mayor recuperación de los materiales sino además con un nivel más alto de pureza. Igualmente, se adaptará en cada momento a los nuevos procesos de reciclado que surjan de aquí al fin de vida útil de las instalaciones, calculado en más de 25 años.

IGNIS valorará la idoneidad de cumplir individualmente o de forma colectiva a través de un SCdeRAP (Sistema Colectivo de Responsabilidad Ampliada del Productor) con las siguientes obligaciones como 'productor':

- Diseñar y producir los aparatos de forma que no contengan sustancias peligrosas en cantidades superiores a las determinadas y que se facilite su desmontaje, reparación y su reutilización y reciclaje.
- Adoptar las medidas necesarias para que los residuos de productos por él puestos en el mercado sean recogidos de forma selectiva y tengan una correcta gestión ambiental, mediante marcado, información a su canal de venta, colaboración con el sistema de recogida, etc.
- Financiar los costes de dicha gestión.
- Inscribirse en los Registros Nacionales de Productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y de Pilas y Acumuladores gestionados por el Ministerio de Industria, denominados RII-AEE y RII-RPA.
- Declarar a dichos Registros de forma trimestral información relativa a las cantidades de productos puestas en el mercado nacional.

7.3 HUELLA DE CARBONO DURANTE EL CICLO DE VIDA DE LA PLANTA

7.3.1 Producción de energía y mitigación del cambio climático

En el caso de la generación de electricidad, la producción eléctrica en plantas térmicas convencionales provoca la emisión a la atmósfera de CO₂, SO₂, NO_x y partículas. En el

caso de la producción eléctrica en plantas nucleares, además de los impactos radiológicos derivados de la emisión de radionucleótidos, cabe considerar como impactos negativos adicionales los que se derivan de la propia gestión de los residuos de alta, media y baja actividad y del largo período de permanencia de dichos residuos.

Para evaluar la mejora tecnológica, en términos de emisiones de CO2 evitadas a lo largo de la vida útil de la planta de producción renovable, se realiza una comparativa respecto a las emisiones asociadas a una moderna central de ciclo combinado a gas natural con unos rendimientos medios del 50%, utilizando la misma metodología de cálculo establecida en el Plan de Energías Renovables (PER).

Código de la Unidad de Adjudicación	Tecnología	Potencia (MW)	Horas equivalentes de funcionamiento anual	Generación anual (MWh/año)
UA_21_01_00008	Fotovoltaica (b.1.1)	20	1,960	39,200

Tabla 6. Producción estimada de los proyectos.

Para realizar esta estimación se han utilizado, además, las siguientes hipótesis:

- Producción estimada del proyecto: 39,200 MWh/año
- Vida útil de las plantas: 25 años
- Factores de emisión que se detallan en la siguiente tabla:

Tecnología	Factor de emisión	Unidades	Fuente	Año
Ciclo combinado	0,383	KgCO2eq/kWh	www.ree.es	2019
Fotovoltaica	0,00	KgCO2eq/kWh	www.ree.es	2019

Tabla 7. Factores de emisión de una central moderna de ciclo combinado y de una planta fotovoltaica. Fuente: REE.

Así, se prevé que gracias al proyecto adjudicado se evite la emisión de 15,014 t CO2/año, que durante 25 años de funcionamiento de las instalaciones conllevaría un ahorro de 375,340 t de CO2. Este hecho contribuye a la mitigación del cambio climático y a la consecución de los objetivos establecidos por el PNIEC 2021-2030 integrados en la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP 2050) para construir una Europa climáticamente neutra.

7.3.2 Análisis de la huella de carbono durante el ciclo de vida de la planta

Dado que la evaluación de los impactos medioambientales de cualquier producto debe realizarse considerando todas las etapas del ciclo de vida del mismo, complementariamente se ha procedido a calcular los impactos medioambientales de la producción de un kilovatio hora en función de la tecnología utilizada.

La amplitud que abarca este proyecto va desde la construcción de sus componentes hasta su desmantelamiento, por lo que el ciclo de vida de la instalación podría resumirse en las siguientes fases:

- Extracción y procesado de las materias primas necesarias para la fabricación de los componentes (paneles fotovoltaicos) y de todos los materiales auxiliares necesarios para su construcción.
- La propia fabricación de las partes del resto de instalaciones (seguidores, cables, centros de transformación, inversores, etc.), de toda su maquinaria y de los materiales (acero, cemento, etc.) necesarios para su construcción.
- La construcción y operación de las instalaciones.
- El desmantelamiento y gestión de los materiales y los residuos al final de su vida útil.

Así, para que la evaluación o cálculo de la huella de carbono abarque el conjunto del proyecto, se ha empleado el **Software de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) SimaPro 9.0.0.49** desarrollado por PRé Consultants en 1990 con usuarios en más de 60 países. Dispone de gran cantidad de datos de inventario (LCI) y una interface de usuario dispuesta siguiendo la metodología ISO 14040 y 14044.

El software SimaPro incorpora varias bases de datos. En este caso se ha aplicado como fuente de datos la BBDD de referencia en Europa por su transparencia e independencia Desarrollado por el Centro ecoinvent (Suiza): **Ecoinvent v3** que dispone de más de 4.000 referencias y 10.000 procesos. La incertidumbre de los datos se puede calcular en los procesos unitarios de Ecoinvent utilizando análisis de Monte Carlo.

Se ha trabajado con unit process para una mayor transparencia en base a la metodología de impacto europea **CML-IA baseline V3.05 / EU25**. El proceso evaluado ha sido:

“Electricity, low voltage {ES}| electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si | APOS, U” para plantas en suelo con similares características en España.

De esta forma, **la huella de carbono de la instalación teniendo en cuenta todo su ciclo de vida es de 62,481 toneladas de CO2.**

Código de la Unidad de Adjudicación	Tecnología	Potencia (MW)	Análisis de ciclo de vida (t de CO2eq)
UA_21_01_0008	Fotovoltaica (b.1.1)	20	62,481

Tabla 8. Resultados del análisis de la huella de carbono en base a un análisis de ciclo de vida (ACV).

La principal repercusión se corresponde con la producción de las células (silicio cristalino) que se corresponde con el 78% de las emisiones, quedando relegado el consumo en planta del resto de componentes a un 22%. Pero si además se contempla la emisión en los procesos de transporte y tratamiento de residuos, los porcentajes quedan enmarcados en la siguiente relación de proporciones:

Concepto	Porcentaje Repercusión Huella Carbono
Materia prima	91,00 %
Transporte de materia prima	8,70 %
Material auxiliar fabricación	0,02 %
Tratamiento de residuos	0,22 %
Consumo instalaciones	0,05 %
Transporte residuos	0,01 %

Tabla 9. Porcentajes de la huella de carbono en la producción de paneles solares.

Las dos primeras fases representan el 100 % de las emisiones de CO₂ equivalente de toda la vida útil de los paneles solares, a las que habría que sumar las emisiones durante la construcción del parque solar y su explotación; pero también restar las correspondientes a su desmantelamiento tras su vida útil debido a la posibilidad de recuperar materiales (evitando la extracción de materias primas).

7.3.3 Indicadores sobre la superficie ocupada

En relación con la superficie ocupada se indica la superficie vallada para la planta fotovoltaica y otros indicadores relacionados con las infraestructuras de evacuación:

Código de la Unidad de Adjudicación	Tecnología	Potencia (MW)	Superficie ocupada (ha)	Línea eléctrica (km)	Trazado
UA_21_01_00008	Fotovoltaica (b.1.1)	20	40.93	2	Aéreo

Tabla 10. Indicadores sobre la superficie ocupada de las instalaciones preasignadas.

7.3.4 Cálculo de la pérdida de la reserva de carbono orgánico contenida en el suelo y en la vegetación

Con el objetivo de cuantificar los efectos del proyecto sobre el cambio climático, en los Planes específicos de cada una de las instalaciones una vez finalizada la fase de identificación se valorará la pérdida del sistema ecosistémico de sumidero de CO₂ relacionada con la ocupación de suelo agrícola del proyecto.

Para ello se seguirá la metodología planteada en la “Decisión de la Comisión Europea de 10 de junio de 2010, sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo”, basada a su vez en la Guías del IPCC de naciones Unidas para inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para determinar la reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso del suelo, se aplicará la fórmula siguiente:

$$CS = COS + Cveg$$

Donde:

CS = 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);

COS = el carbono orgánico en suelo (medido como masa de carbono por hectárea)

Cveg = la reserva de carbono en la vegetación por encima y por debajo del suelo (medido como masa de carbono por hectárea)

Se presentarán los resultados de la reserva de carbono de toda la superficie afectada teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Región climática.
- Tipo de suelo.
- Usos de suelo actuales
- Usos de suelo previstos tras la implantación del proyecto.

La reserva de carbono del uso del suelo tras la implantación del proyecto se considerará del modo siguiente:

- en caso de pérdida de la reserva de carbono: la estimación de la reserva de carbono equilibrada que las tierras alcanzarán con su nuevo uso,
- en caso de acumulación de reserva de carbono: la reserva de carbono estimada tras 20 años o cuando el cultivo alcance madurez, si esta fecha es más reciente.

Los resultados de estos cálculos se incluirán en los Planes específicos de cada una de las instalaciones, una vez las instalaciones hayan sido identificadas.

7.3.5 Balance global

Tras el análisis realizado en este Plan Estratégico General y a falta de añadir los resultados de la variación de la capacidad sumidero de los terrenos a causa de la implantación del proyecto, el balance neto global del conjunto de la instalación **supondría evitar 313,325 t de Co₂eq emitidas a la atmósfera** a lo largo de los 25 años de vida útil del proyecto, fruto de la diferencia entre las emisiones evitadas respecto a un central de ciclo combinado y la huella de carbono de la instalación teniendo en cuenta todo su ciclo de vida.

En definitiva, a pesar de que la fabricación de los componentes y la construcción y operación de este tipo de proyectos conllevan unas emisiones de Gases de Efecto invernadero (GEI) asociadas, existe una amplia compensación por las emisiones evitadas gracias a la generación de electricidad a partir de esta fuente renovable frente a su generación con alternativas convencionales.

Concretamente, todas las emisiones de CO2 liberadas debido a la huella de carbono durante el ciclo de vida de la instalación son compensadas a partir del 5º año de funcionamiento tal y como se puede observar en el siguiente gráfico:



Tabla 11. Balance de emisiones de la instalación durante su vida útil.



IGNIS DESARROLLO SL

Cardenal Marcelo Spínola 4, 1D
28016 Madrid

91 005 97 75
www.ignisenergia.es