



Plan estratégico inicial de Engie España sobre el impacto en el empleo local y oportunidades para la cadena de valor industrial de acuerdo al Artículo 9 de la Resolución de 10 de diciembre de 2020 por la que se convoca la primera subasta para el otorgamiento del Régimen Económico de Energías Renovables



## ÍNDICE:

1. Objeto del plan .....	3
2. Descripción general de las inversiones .....	4
2.1. Fase de desarrollo .....	4
2.2. Fase de construcción .....	5
2.3. Fase de operación y mantenimiento.....	5
2.4. Desglose de la inversión .....	6
3. Estrategia de compras y contratación.....	7
3.1 Fase de desarrollo .....	7
3.2 Fase de construcción .....	8
3.3 Fase de operación y mantenimiento.....	8
4. Estimación sobre la creación de empleo: directo e indirecto .....	9
5. Estrategia de economía circular .....	12
5.1. Módulos fotovoltaicos .....	12
5.2. Estructuras metálicas.....	13
5.3. Estaciones de potencia y resto de equipos eléctricos .....	13
5.4. Cableado y elementos de conexión .....	13
6. Oportunidades para la cadena de valor industrial .....	14
7. Análisis huella de carbono .....	17
8. Bibliografía .....	20

## 1. Objeto del plan

El Grupo ENGIE, guiado por su propósito de actuar para acelerar la transición hacia una económica neutra en carbono, mantiene su estrategia de convertirse en el líder en la transición energética y climática.

Bajo este objetivo ENGIE se enfrenta con su actividad a los principales desafíos que afronta el planeta y la sociedad actual como son el calentamiento global, el acceso a la energía para todos y la movilidad.

Desde el año 2016, ENGIE ha descarbonizado significativamente su cartera de generación y ha evolucionado sus servicios e inversiones para dar forma a un futuro más sostenible.

Un claro ejemplo del compromiso de ENGIE con la sostenibilidad del planeta es la adjudicación de 85MW de tecnología solar fotovoltaica como resultado de la participación en la pasada subasta del 26 de enero convocada por el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico.

Es por ello que con la finalidad de dar cumplimiento al Artículo 9 de la Resolución de 10 de diciembre de 2020 al amparo de lo dispuesto en la Orden TED/1161/2020 de 4 de diciembre, por la que se convoca la primera subasta para el otorgamiento del Régimen Económico de Energías Renovables y así llevar a cabo la inscripción en estado de preasignación, se presenta en este documento un plan mediante el cual se pretende estimar el impacto en los distintos aspectos económico, social y ambiental que dichas instalaciones de generación renovable, generarán desde la fabricación de sus equipos, durante su construcción y hasta el final de su vida útil a nivel local, regional, nacional y comunitario.

El volumen de potencia adjudicada, previsiblemente, se instalará en tres parques fotovoltaicos repartidos de tal forma que dos de ellos se ubicarán en el término municipal de Córdoba y el otro en el término municipal de Huévar del Aljarafe (Sevilla). En cualquier caso, estas ubicaciones no serán definitivas ni vinculantes hasta que se proceda a su identificación conforme a lo especificado en el artículo 14 de la Orden TED/1161/2020.

Según el mismo Artículo, el actual Plan Estratégico será actualizado y concretado en planes específicos para cada una de las instalaciones fotovoltaicas una vez que se hayan identificado.

## 2. Descripción general de las inversiones

Habitualmente un proyecto fotovoltaico se puede dividir en tres fases principales:

- Fase de desarrollo: el principal objetivo de la fase de desarrollo consiste en obtener todos aquellos permisos, licencias y autorizaciones necesarios para que la planta fotovoltaica alcance el denominado estado de Ready-to-Build (RTB). Además, en esta fase se realizarán los estudios de viabilidad (técnica, ambiental, legal...) que permitirán, o bien, identificar posibles elementos que comprometan la ejecución del proyecto, o bien, definir los requerimientos básicos para su construcción.
- Fase de construcción: una vez definido el diseño básico del proyecto y alcanzado el estado de RTB se procede a la construcción de la planta. Esta fase comprende, a grandes rasgos, el diseño e ingeniería de detalle, la recepción y montaje de los equipos, trabajos de obra civil (eléctrica y mecánica) y trabajos de interconexión eléctrica de la planta con las redes de transporte o distribución. Se regulará mediante la formalización de un acuerdo de ingeniería, suministro, construcción y puesta en marcha (en adelante EPC, por sus siglas en inglés).
- Fase de operación y mantenimiento: en la que tiene lugar la producción de energía eléctrica y que comienza una vez obtenidas las autorizaciones pertinentes de la Administración competente y del Operador del Sistema. En esta fase, el operador de la planta se responsabilizará del mantenimiento predictivo y correctivo, así como de la operación y monitorización de la planta durante toda su vida útil.

Como puede observarse, estas fases tienen un alcance muy diferente, por lo que la inversión a realizar en cada una de ellas es de índole muy distinta, siendo durante la construcción donde se centra el grueso de la inversión del proyecto.

En los siguientes apartados, se detallarán las inversiones que es necesario acometer en función de la fase en la que se encuentre el proyecto:

### 2.1. Fase de desarrollo

A la hora de desarrollar el proyecto, uno de los primeros pasos que se deben dar es asegurar los **terrenos** donde se construirán las plantas, ya sea mediante compra o arrendamiento. En este sentido, los acuerdos de arrendamiento (figura elegida para asegurar los terrenos de los proyectos a los que hace referencia este documento) suponen, por un lado, un coste recurrente en las sociedades proyecto, y por otro, un ingreso para los propietarios de las fincas.

De igual manera, es imprescindible para la viabilidad del proyecto asegurar su **conexión a la red de transporte o distribución**. En este sentido, dependiendo de la estructura y naturaleza de la conexión, puede dar lugar diferentes tipos de inversiones por parte del promotor, ya sean (i) trabajos de refuerzo o adecuación en las infraestructuras de conexión, (ii) convenios de resarcimiento en infraestructuras existentes y/o (iii) construcción de infraestructuras privadas de conexión

Una vez los terrenos están asegurados y el gestor de la red ha otorgado al promotor el punto de conexión, se inicia la **tramitación de los expedientes administrativos** necesarios para que cada proyecto pueda alcanzar el RTB.

Durante esta etapa del desarrollo se necesitarán realizar memorias, análisis, estudios, proyectos, etc... para cumplir con los requerimientos administrativos, por un lado, y para asegurar la factibilidad técnica del proyecto por otro.

Merece la pena destacar que todos estos trabajos a realizar durante la fase de desarrollo del proyecto conllevan generalmente, la externalización de ciertos servicios como pueden ser el asesoramiento medioambiental, la realización de los estudios y análisis en campo o la gestión del patrimonio arqueológico entre otros, que suponen una inversión a acometer por el promotor y un foco de generación de empleo para empresas locales con un conocimiento muy específico de la zona.

Además, en esta fase tendrá lugar la mayoría del **pago de tributos** que se abonarán con el objetivo principal de obtener la licencia de obras y así poder dar paso a la siguiente fase del proyecto, la construcción.

## 2.2. Fase de construcción

Una vez que el proyecto ha alcanzado el estado de RTB se inicia la construcción de la planta. Esta fase engloba principalmente la realización de los siguientes trabajos:

- Ingeniería de detalle de la instalación.
- Compra y montaje de equipos principales (módulos fotovoltaicos, estructuras, inversores, SCADA y transformador de potencia).
- Obra civil: se incluyen trabajos relacionados con movimientos de tierras, cimentaciones, vallado, zanjas, etc.
- Montaje eléctrico: engloba la instalación eléctrica requerida por las condiciones técnicas del proyecto, desde las líneas internas de evacuación en media tensión hasta el conexionado final de la instalación al nudo correspondiente entre otros.
- Puesta en marcha y comisionado: donde se realizará la energización de la planta y se llevan a cabo los ensayos de verificación de la instalación y de los parámetros de diseño.

Todos estos trabajos hacen que sea en el EPC donde el promotor realiza la mayor parte de la inversión del proyecto.

## 2.3. Fase de operación y mantenimiento

De las mencionadas tres fases en las que se puede dividir un proyecto fotovoltaico, la fase de operación es la que tiene una mayor duración. Se inicia una vez ha terminado la fase de construcción y se han obtenido las autorizaciones necesarias para evacuar la energía a la red, y finaliza con el desmantelamiento de la planta, al final de su vida útil, la cual suele rondar los 30-35 años aproximadamente.

En esta fase la planta fotovoltaica inicia su producción de energía eléctrica y da comienzo el contrato de operación y mantenimiento que representa un coste recurrente que debe asumir el proyecto durante toda su vida útil.

## 2.4. Desglose de la inversión

Una vez descritas las distintas fases en las que puede dividirse un proyecto fotovoltaico, así como las principales inversiones a acometer en cada una de ellas, se facilita a continuación una estimación porcentual de las mismas:

		Estimación de la inversión (%)
<b>Fase de Desarrollo</b>	Tramitación	5
	Impuestos y tasas	10
	<b>Total fase desarrollo</b>	<b>15%</b>
<b>Fase de Construcción</b>	Infraestructura de evacuación	5
	EPC	80
	<b>Total fase construcción</b>	<b>85%</b>

*Tabla 1. Estimación porcentual de la inversión inicial de una planta fotovoltaica*

En cuanto a los costes operacionales, y por tanto recurrentes, asociados al proyecto que se prolongarán a lo largo de toda la vida útil de la planta, se muestra a continuación una estimación del reparto proporcional de los mismos:

		Estimación costes operacionales (%)
<b>Fase de Operación y mantenimiento</b>	Operación y mantenimiento	50%
	Arrendamiento terrenos	25%
	Otros: Contratos de gestión del activo, contrato de venta de energía, tributos (IBI, IAE...)	25%

*Tabla 3. Estimación porcentual de los costes recurrentes de una planta fotovoltaica*

### 3. Estrategia de compras y contratación

En líneas generales, la Política de Compras implantada por el Grupo ENGIE persigue garantizar el desempeño de los proveedores en línea con las necesidades del negocio, estableciendo requisitos y compromisos para su conformidad con aspectos clave como son la salud y seguridad laboral, el medio ambiente y los derechos humanos.

Adicionalmente, en los acuerdos con los proveedores se incluye una cláusula ética en la que se debe garantizar que este cumple con las leyes nacionales e internacionales aplicables al contrato, incluidos los principios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Más allá del establecimiento de requisitos contractuales, en los procesos de contratación de suministros y servicios necesarios para el desarrollo de las plantas de generación de ENGIE se aplica una estrategia que persigue:

- ✓ Garantizar la independencia de roles entre el solicitante del pedido, el comprador y el contable para así evitar situaciones que puedan dar lugar a un conflicto de interés o que puedan constituir infracciones penales (como tráfico de influencias, adquisición ilegal de derechos, favoritismos, soborno, etc...).
- ✓ Optimizar costes mediante la homologación y evaluación de los proveedores disponiendo así de una amplia cartera nacional categorizada en función de ratios económicos-financieros, así como, de capacidad para atender a determinados requisitos técnicos y de cumplimiento de plazos de entrega y ejecución lo cual permite realizar una selección competitiva que mejora la rentabilidad.
- ✓ Digitalización del proceso.

A este respecto, para los proyectos previstos se aplicará esta estrategia a la hora de externalizar los suministros y/o servicios que serán necesarios a lo largo de toda la vida útil de las plantas.

En los siguientes apartados se mostrará en detalle los servicios a contratar en cada una de las fases del proyecto.

#### 3.1 Fase de desarrollo

Los principales servicios que son susceptibles de ser contratados en esta fase se resumen a continuación:

- Estudios de prefactibilidad del terreno.
- Estudio del recurso solar y evaluación de la producción de la planta.
- Servicios de consultoría.
- Estudios topográficos, geotécnicos e hidrológicos de los terrenos donde se ubica el proyecto.
- Asesoramiento medioambiental y gestión de la documentación requerida por el organismo de control ambiental del proyecto tal como, un Estudio del Impacto Ambiental, informe de suelos contaminados, estudio de sinergias, etc.

- Servicios de ingeniería tanto para llevar a cabo el diseño preliminar de las plantas como para adaptar el mismo a posibles modificaciones que pudieran surgir.
- Otros: estudios arqueológicos, trabajos de campo, adecuación de caminos y accesos...

En el caso de externalizar alguno de estos servicios se harán de acuerdo con la política de compras de ENGIE descrita anteriormente.

### **3.2 Fase de construcción**

En esta fase tanto la compra de equipos como la subcontratación de los servicios necesarios para la construcción se centralizarán en la figura del EPC que aplicará siempre la política de compras del Grupo, a la vez que en paralelo intenta dar cumplimiento a los plazos definidos para la ejecución de cada uno de los trabajos que se engloban dentro de la construcción del proyecto.

Las subcontratas seleccionadas en esta fase pueden a su vez, siempre y cuando cumplan con el límite de grados de subcontratación marcado por la legislación vigente, subcontratar mano de obra que podría ser local fomentando con ello el empleo en la zona. Adicionalmente y si fuera necesario, se podría dar una formación específica para asegurar la correcta ejecución de los trabajos durante la construcción garantizando siempre que se cumplan todas las medidas en materia medioambiental y de seguridad y salud laboral.

### **3.3 Fase de operación y mantenimiento**

Durante la etapa de explotación del proyecto, el mantenedor será el responsable de la compra de los repuestos y consumibles indispensables para el correcto mantenimiento de la planta, centralizándose en esta figura la gestión de la externalización de servicios tales como, la realización del mantenimiento tanto preventivo como correctivo de los equipos principales, componentes eléctricos y específicos, limpieza de módulos, desbroces, seguimiento ambiental...

En ocasiones, estos trabajos supondrán la firma de acuerdos de larga duración (sobre todo de cara a garantizar el mantenimiento de ciertos equipos principales de la planta), mientras que en otros consistirán simplemente en la ejecución de trabajos puntuales. En cualquier caso, siempre se aplicará la política de compras de ENGIE descrita anteriormente.



## 4. Estimación sobre la creación de empleo: directo e indirecto

Como se ha ido introduciendo a lo largo del documento, en cada una de las fases del proyecto se externalizará una parte o el total de los trabajos a llevar a cabo.

Las subcontrataciones que tienen lugar durante la **fase de desarrollo** suponen un impulso económico para empresas regionales especializadas por tener un amplio conocimiento de la zona, sin embargo, es en la **fase de construcción** donde se genera un impacto más significativo en la creación directa e indirecta de empleo.

Según se ha venido adelantando, durante esta fase se realizan una amplia variedad de trabajos que requieren disponer de un gran número de trabajadores con diferentes perfiles profesionales, hecho que hace que en la mayoría de las ocasiones sea necesaria su externalización. Esta generación de empleo se produce de manera temporal, es decir, dependiendo de la duración de los trabajos, que, para las plantas previstas será de aproximadamente de diez meses.

En este sentido y basándonos en la experiencia de proyectos similares, se ha plasmado mediante la siguiente gráfica la evolución, tanto del número de trabajadores externos de los que es necesario disponer, como del número de empresas que intervienen a lo largo de los diez meses en los que se estima tienen lugar las construcciones de las plantas:

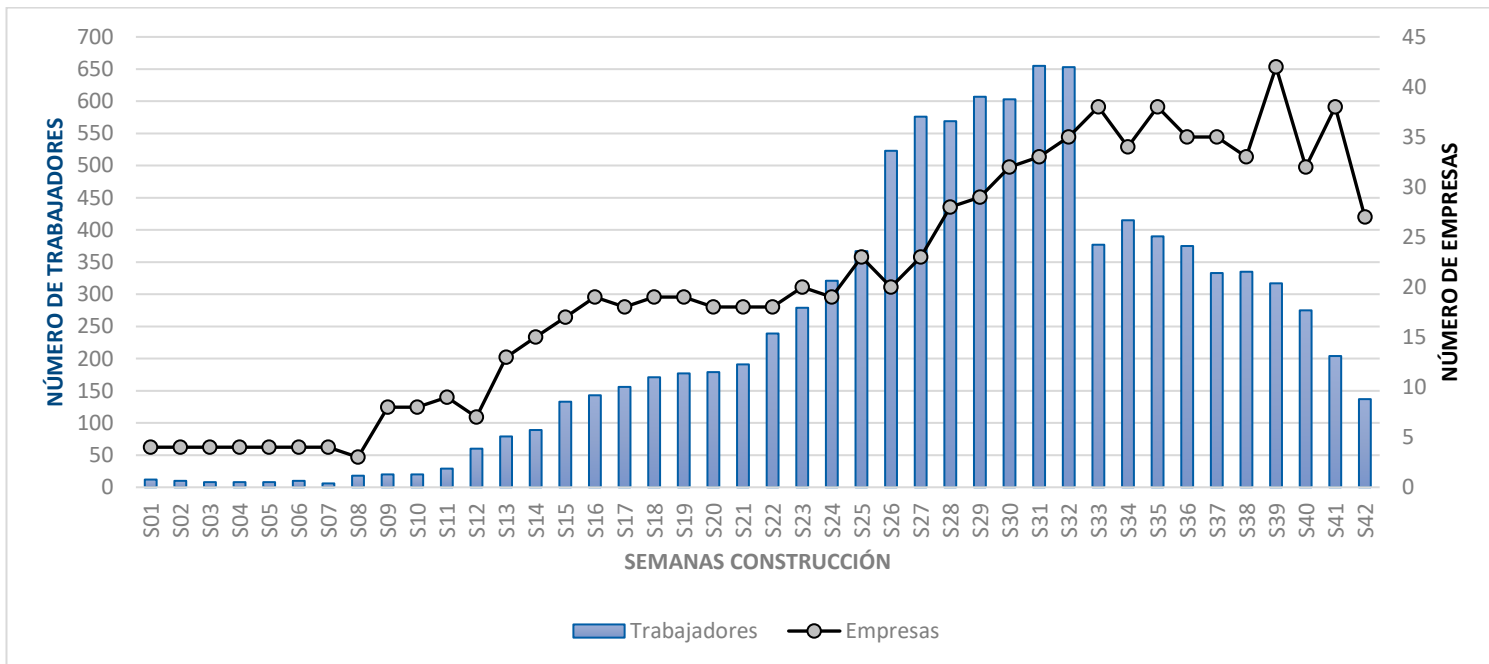


Figura 1. Impacto temporal de la creación directa de empleo durante la fase de construcción

Teniendo en cuenta la información aportada por la gráfica se distinguen claramente tres etapas en la creación directa de empleo:

- **Primera etapa:** abarca las primeras semanas de la construcción del proyecto y es donde tiene lugar la realización de trabajos muy preliminares como pueden ser los correspondientes a la

preparación del terreno, ingeniería de detalle, adecuación de caminos de acceso, apertura de zanjas, cimentaciones, etc.

El número de trabajadores externos necesarios y por tanto de empresas involucradas en la ejecución del proyecto crece muy lentamente.

- Segunda etapa: momento en el que se realizan los trabajos de hincado de las estructuras soporte, el montaje de los paneles o la construcción de la subestación entre otros.

Abarca las semanas centrales de la fase de construcción del proyecto en las que se observa un rápido crecimiento tanto en el número de recursos como de empresas necesarias. Es en esta etapa donde se alcanza el “pico de la construcción” y por lo tanto donde más recursos se necesitan y empresas intervienen. Podemos estar hablando de aproximadamente 650 personas y 42 empresas funcionando en paralelo.

- Etapa final: comprende las últimas semanas de la construcción del proyecto. El grueso de la planta ya está construido a falta de la realización de remates, trabajos de puesta en marcha y comisionado. Es por ello por lo que se observa un progresivo descenso en el número de trabajadores necesarios, así como de empresas involucradas.

Para el caso de los equipos principales (inversores, estructuras, SCADA, transformador de potencia) es el propio personal técnico del suministrador el encargado de llevar a cabo estos trabajos.

Así mismo respecto a la creación de empleo indirecto se replica la tendencia observada en la creación de empleo directo<sup>1</sup>:

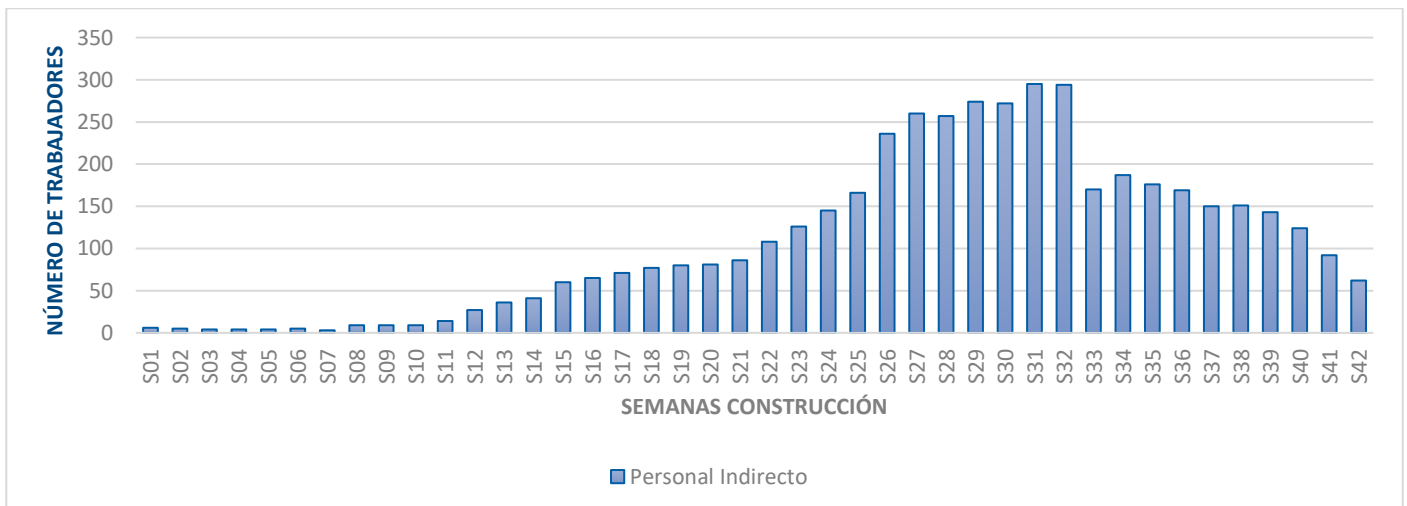


Figura 2. Impacto temporal de la creación de empleo indirecto durante la fase de construcción

<sup>1</sup> Para la estimación del empleo indirecto se ha empleado el coeficiente de generación de empleo determinado por el IDAE en su estudio técnico “Empleo asociado al impulso de las energías renovables” que permite calcular el empleo indirecto que se genera en función de los datos del empleo directo.

Cabe destacar que toda esta creación de empleo contribuirá a la reintegración de personal desempleado, especializado o no, que será formado en caso de ser necesario.

Por otro lado, ubicando geográficamente esta generación temporal de puestos de trabajo durante la fase de construcción se estima que en torno al 75% de la generación de empleo será de tipo local o regional.

Por último, cuando la planta comienza su **régimen de explotación**, se inician las labores de operación y mantenimiento. Esta fase, como ya se ha comentado anteriormente, es la que tiene una mayor duración y es de gran importancia, ya que de ella depende un buen aprovechamiento de las instalaciones y una prolongación de su vida útil.

Para la fase de operación se prevé la contratación de cinco recursos especializados en los trabajos de monitorización y mantenimiento preventivo y correctivo de plantas fotovoltaicas. Se dará preferencia a aquellos perfiles que, cumpliendo con los requisitos técnicos que el puesto requiere, sean de origen local o regional con la finalidad de promover el empleo a largo plazo las zonas en las que se ubican las plantas. Resaltar que este empleo será de larga duración y representará una estabilidad para el trabajador ya que este rol es necesario durante toda la vida útil de la instalación.

En la gestión del mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, se externalizarán ciertos trabajos como tales como:

- Mantenimiento de los equipos principales para el que se firman acuerdos de servicios a largo plazo (LTSA por sus siglas en inglés) con las empresas suministradoras.
- Mantenimiento de los componentes eléctricos para el que se seleccionan empresas del ámbito regional/nacional con cierta experiencia.
- Mantenimiento específico como puede ser la limpieza de módulos o la limpieza de la vegetación. Para estos trabajos se contacta con empresas locales, o bien, regionales.

## 5. Estrategia de economía circular

En ENGIE hemos incorporado la economía circular a nuestra cultura, apostando por un nuevo modelo económico sostenible que nos permita preservar los recursos a la vez que generamos prosperidad económica.

La filosofía de ENGIE a la hora de llevar a cabo la construcción de una planta solar es integrar la economía circular a lo largo de toda la cadena de valor a través del uso sostenible de los recursos y de la valorización de los activos al final de su ciclo de vida.

Por ello y con la finalidad de tratar de forma eficiente y respetuosa con el medio ambiente todos los elementos que conforman nuestros parques de generación, ENGIE establece como principio básico la economía circular durante todo el ciclo de vida del proyecto. Para ello, se tendrá en cuenta la jerarquía en la gestión de residuos prevista en la Ley 22/2011 de Residuos y resto de normativa vigente.

Al proponer soluciones que preserven el valor de los activos, ENGIE se basa en varios principios:

- El primer principio a tener en cuenta es la prevención como la mejor opción a la hora de generar residuos. Aunque los equipos están diseñados para facilitar su reparación y evitar al máximo su sustitución por otros equipos, una buena prevención prolonga la vida útil y retrasa por tanto el momento del desmantelamiento.
- Preparación para la reutilización. Una vez se desmantele la planta, o deba sustituirse algún equipo, el tratamiento preferente será siempre la reutilización, directa o con algún grado de modificación, por algún otro agente, en la medida de lo posible, y teniendo en cuenta la lógica degradación de los equipos debida al uso.
- Reciclaje (valorización material). Si no es posible la reutilización, los residuos generados se destinarán a reciclaje, transformando dichos residuos en nuevos materiales útiles para nuevas instalaciones o usos.
- Valorización energética. Ciertos componentes que no puedan valorizarse materialmente se podrán destinar a tratamientos de obtención de energía, obteniendo de tales residuos un aprovechamiento útil.

Teniendo en cuenta estos principios y en el momento del desmantelamiento del proyecto, se procede a explicar a continuación para cada uno de los elementos que componen las plantas fotovoltaicas los posibles destinos analizados, así como el tratamiento que se llevará a cabo en aquellos casos en los que no sea posible su reutilización directa.

### 5.1. Módulos fotovoltaicos

Se valorará a partir del estado de funcionamiento de cada uno de ellos el destino final que tendrán, ya que por regla general nos encontraremos con módulos fotovoltaicos con una degradación del 20%, pero que producirán energía.

Tras la evaluación de estos módulos, aquellos que se encuentren bajo las condiciones adecuadas para su valorización, serán almacenados hasta su puesta en marcha en instalaciones rurales donde los

requerimientos de potencia y pérdidas son menores que en plantas de potencia de generación centralizada.

En el caso de que no fuera posible su reutilización, estos serán trasladados al gestor de residuos autorizado que se encuentre próximo a la instalación, para uso en la elaboración de nuevos módulos.

## **5.2. Estructuras metálicas**

En el caso de estructuras de soporte, una vez que se han realizado las operaciones de desatornillado y cortes pertinentes para eliminar cualquier residuo metálico, como seguidores o apoyos, las piezas obtenidas serán trasladadas a la gestora autorizada de residuos metálicos más próxima. Estos residuos podrán ser reciclados en su mayor parte y destinados a los mercados de metales.

## **5.3. Estaciones de potencia y resto de equipos eléctricos**

En cuanto a las estaciones de potencia, resto de equipos eléctricos y transformadores, estos serán aislados eléctricamente para posteriormente ser trasladados para su posterior reutilización y, si ésta no es posible, se llevarán a plantas de reciclaje.

## **5.4. Cableado y elementos de conexión**

En la instalación eléctrica se pueden considerar distintos tramos: un primer tramo de interconexión entre módulos con cables fijos a la estructura, un segundo tramo, desde las estructuras hasta la estación de inversión a media tensión y un tercer tramo, desde los centros de seccionamiento hasta la subestación.

En cada uno de los tramos se procederá primero a la desconexión, desmontaje y almacenamiento en una zona segura para su traslado.

Paralelamente, se recuperarán las cajas de conexiones, registros, arquetas y elementos auxiliares de las canalizaciones.

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos y el cobre será tratado como corresponde a cada residuo, priorizando siempre las opciones de valorización. Los tubos de PVC de las canalizaciones subterráneas correspondientes al cableado de comunicación junto con los demás residuos metálicos serán transportados para su reciclado o reutilización.

## 6. Oportunidades para la cadena de valor industrial

Se puede definir de forma genérica “cadena de valor industrial” como el conjunto interrelacionado de actividades creadoras de valor, que abarcan desde la obtención de las materias primas pasando por la entrega del producto terminado al consumidor final e incluyendo actividades posteriores como, el mantenimiento, las garantías o el reciclaje entre otros.

Aplicando esta definición, la cadena de valor industrial de una planta fotovoltaica se puede estructurar de forma genérica de la siguiente forma:



De aquí en adelante se va a enfocar el capítulo en los tres bloques centrales del anterior diagrama, que son, la fabricación de componentes y equipos, su transporte y distribución y la construcción de la planta, por ser aquellos en los que ENGIE puede contribuir de forma directa a crear un mayor valor dentro de la cadena industrial. Respecto al bloque de actividades posteriores, entendiéndose por tales el mantenimiento de la planta, su operación, desmantelamiento, etc., no se tratará en este capítulo por haberse comentado en puntos anteriores.

Una forma de reflejar la contribución de estos tres bloques a la cadena de valor industrial del proyecto es mediante la inversión. Para ello se van a identificar las siguientes actividades principales que de una u otra forma aportan valor a cada uno de los tres bloques comentados:

- Fabricación, suministro y montaje de equipos principales (módulos fotovoltaicos, estructuras, inversores, SCADA <sup>2</sup>)
- Fabricación y suministro de equipos secundarios y construcción de la planta.
- Fabricación, suministro de equipos y construcción de la subestación.

Se estima que para los proyectos fotovoltaicos previstos la inversión total en las tres actividades anteriormente mencionadas y por tanto su contribución a la cadena de valor industrial definida será de en torno a 50M€ repartidos porcentualmente de la siguiente manera:

---

<sup>2</sup> Se ha mencionado a lo largo del documento que el transformador de potencia está tipificado como uno de los equipos principales. Sin embargo, al haberse desglosado este apartado en función de las actividades principales (fabricación y suministro de equipos principales, secundarios y equipos de la subestación elevadora), el transformador de potencia se tendrá en cuenta dentro de la actividad de “Fabricación, suministro de equipos y construcción de la subestación”.

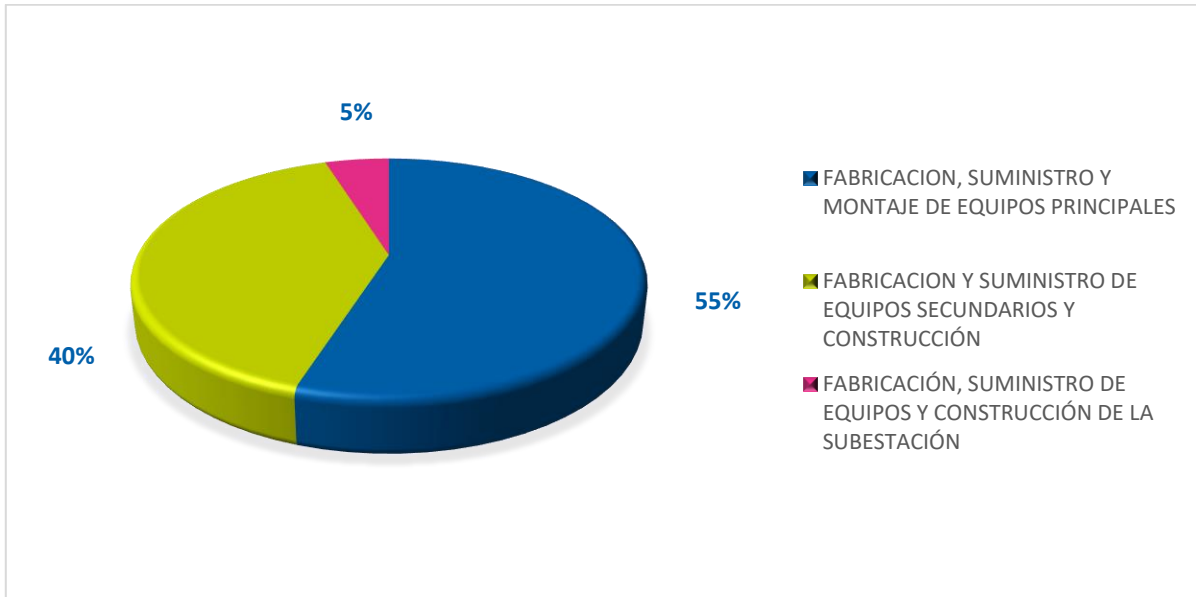


Figura 3. Distribución de la inversión en las actividades que integran cadena de valor industrial del proyecto

Como puede observarse, la mayor parte de la inversión se hace en la fabricación, suministro y montaje de equipos principales.

A su vez es interesante ver también como impacta a nivel territorial el global de la inversión a realizar en estas tres actividades:

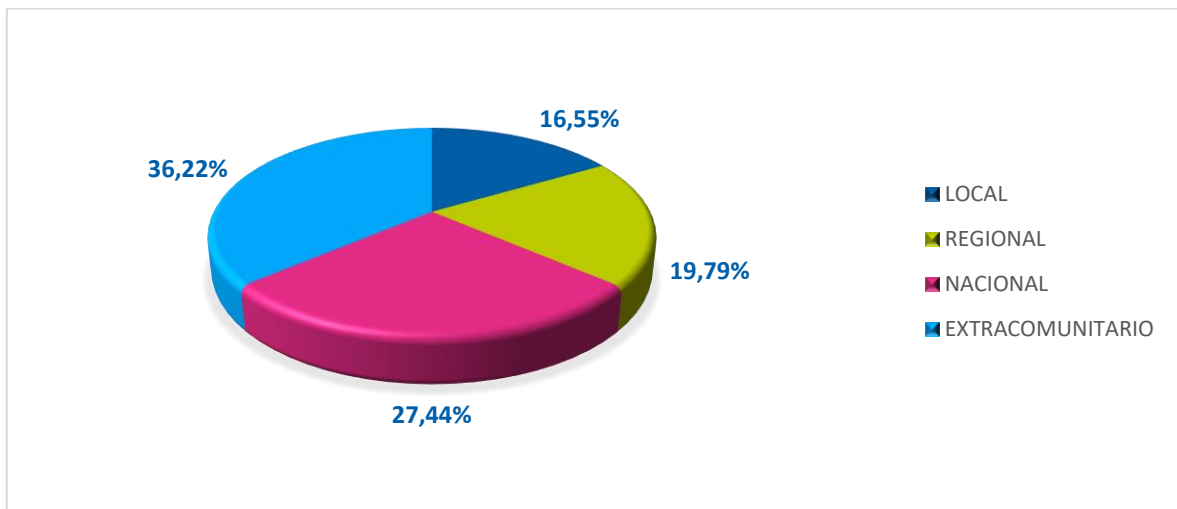


Figura 4. Distribución de la inversión en la cadena de valor industrial del proyecto a nivel territorial

Es importante mencionar que el 64% de la inversión se realiza dentro de territorio español mientras que el 36% restante, correspondiente a los módulos y al transformador tiene su origen en zona extracomunitaria, concretamente en China.

A continuación, y para hacer un análisis más profundo de la inversión a nivel territorial, se va a desglosar gráficamente el reparto de las inversiones que se van a realizar en cada una de las tres actividades principales para las plantas fotovoltaicas previstas en función del ámbito territorial en el que se lleven a cabo:

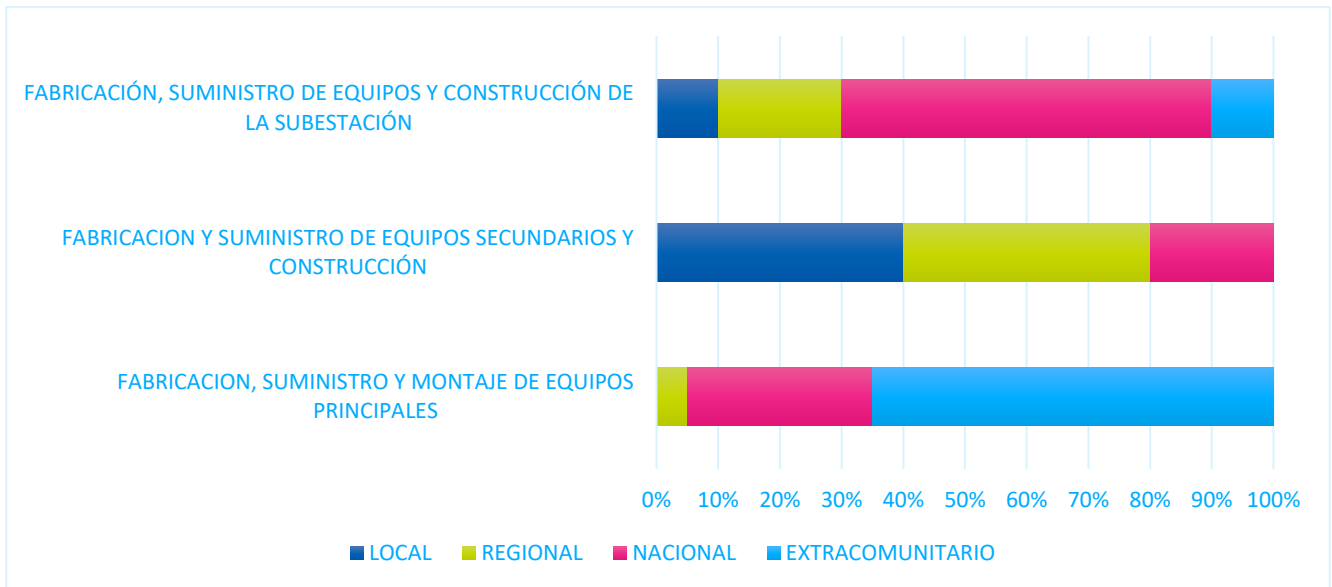


Figura 5. Distribución de la inversión en las actividades que integran cadena de valor industrial del proyecto a nivel territorial

- Fabricación, suministro y montaje de los equipos principales:

Como ya se ha introducido los equipos principales se componen de: módulos fotovoltaicos, estructuras, inversores, SCADA. La inversión asociada a su adquisición es la mayor inversión a realizar dentro de los tres bloques que conforman la cadena de valor industrial definida para el proyecto alcanzando el 55% del total de la inversión.

El 65% de dicha inversión se realiza a un nivel territorial extracomunitario y procede de la adquisición y el suministro de los módulos fotovoltaicos, cuyo origen se encuentra en China.

El 35% restante tiene un carácter nacional y regional y está asociado a la compra de los inversores, las estructuras soporte y el SCADA y al montaje de todos los equipos principales.

- Fabricación y suministro de equipos secundarios y construcción de la planta:

La inversión asociada a esta actividad es la segunda mayor a realizar dentro de la cadena de valor industrial propuesta para el proyecto después de la fabricación, suministro y montaje de los equipos principales alcanzando el 40% del total de la inversión.

Se puede observar que la totalidad de esta parte de la inversión se realiza en España, principalmente a nivel local y regional.

- Fabricación y suministro de los equipos que son necesarios para la subestación eléctrica y su construcción:

La inversión asociada a esta actividad es la menor de todas y asciende al 5% de la inversión total a realizar dentro de la cadena de valor industrial definida para el proyecto.

Al igual que ocurría en el caso anterior a nivel territorial predomina la inversión en territorio español salvo por un 10% que se destina a la adquisición de componentes a nivel extracomunitario y está ligado a la compra del transformador de potencia.



## 7. Análisis huella de carbono

El análisis de la huella de carbono de un proyecto está íntimamente ligado con su ciclo de vida.

Conociendo el ciclo de vida de una planta fotovoltaica se puede medir el impacto ambiental que esta genera a lo largo de toda su vida útil incluyendo durante la etapa de desmantelamiento.

Este se puede determinar y estructurar mediante una serie de “entradas” y “salidas” en cada una de las fases que definen el ciclo de vida de una planta y que permiten analizar y obtener unos resultados que reflejan los potenciales impactos ambientales del proyecto, con el objetivo de poder determinar estrategias para su reducción, de tal manera que:

- Inputs o entradas: representan el uso de recursos y materias primas, electricidad, energía, etc, que se tienen en cuenta en cada fase.
- Outputs o salidas: representan las emisiones al aire, al agua o al suelo, así como los residuos y los subproductos que se tienen en cuenta en cada fase. También denominada efluentes.

Teniendo todo esto en cuenta el ciclo de vida de una planta fotovoltaica conectada a red está formado, en general, por el flujo de proceso que se muestra en la siguiente imagen:

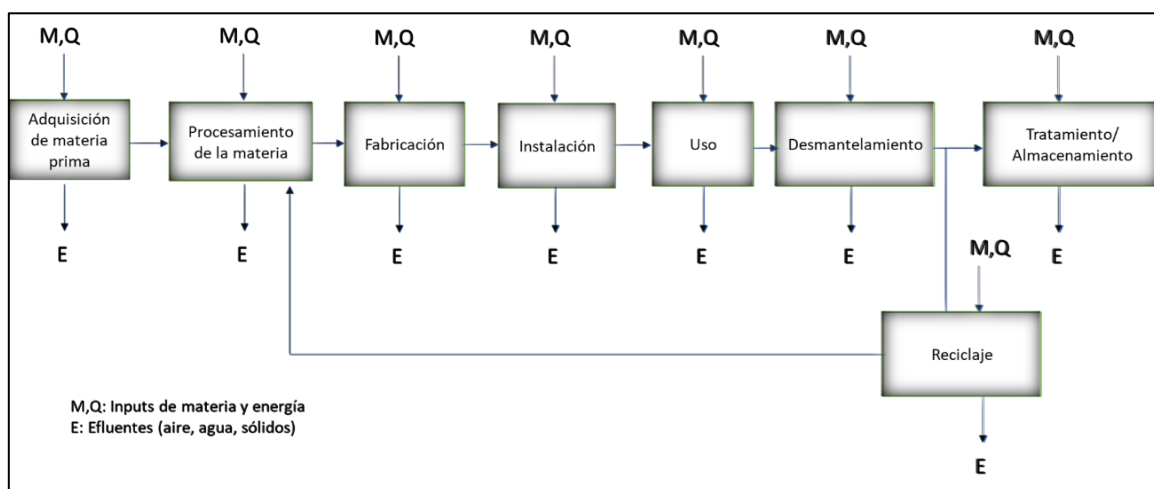


Figura 6. Figura basada en V.M. Fthenakis et al., 2011 sobre el flujo de las fases del ciclo de vida para sistemas fotovoltaicos

En este caso, con la finalidad de simplificar el estudio y cubrir los alcances requeridos en la Resolución del 10 de diciembre de 2020, se ha estructurado el proyecto en las distintas fases que se definen a continuación:

### 1. Fases de adquisición de materia prima, procesamiento y fabricación.

Se desglosa en las siguientes unidades:

#### - Unidad de Módulos:

Incluye la adquisición de la materia prima necesaria, su procesamiento, y la fabricación de los módulos.

- **Unidad de Estructuras:**  
Tiene en cuenta la fabricación de las estructuras de soporte con seguidor.  
La estructura valorada es fabricada en España y está compuesta por acero galvanizado.
  - **Unidad de Infraestructura Eléctrica:**  
Esta unidad engloba la fabricación de los componentes eléctricos que conforman el resto de la planta. Incluye desde los inversores, cableado, barras transformador...  
También se incluye infraestructura complementaria como el edificio de control y las vallas metálicas que delimitan la instalación.
  - **Unidad de Transporte:**  
En el alcance de esta fase se incluye el traslado de los módulos, estructuras, componentes eléctricos, materiales de obra y resto de elementos necesarios para la instalación, desde las fábricas de producción hasta su destino.
- 2. Fase de Obra civil e Instalación:**  
Engloba los trabajos mecánicos y de cimentación necesarios para la construcción de la planta, así como la instalación de todos los equipos y resto de elementos que conforman las plantas.
- 3. Fase de explotación:**  
Este alcance cubre toda la fase de uso, operación y mantenimiento de la planta durante toda su vida útil.
- 4. Fase de Desmantelamiento:**  
Esta fase comprende los trabajos de reacondicionamiento de los terrenos para dejarlos en su situación inicial, así como, el traslado de material a centros de valorización.

Una vez definidas las fases que integran el ciclo de vida de una planta fotovoltaica nos centramos en aquellas que contribuyen al Calentamiento Global para poder calcular la huella de carbono generada por el proyecto durante toda su vida útil.

Para ello se ha tenido en cuenta el factor de emisión predeterminado basado en el estándar “CoM Default Emission Factors for the Member States of the European Union” (versión 2017). De acuerdo con este documento, para el ciclo de vida de plantas fotovoltaicas el factor de emisión es 0,030 tCO<sub>2</sub> eq/MWh.

En base a esto, la huella de carbono asociada a plantas previstas a lo largo de su vida útil teniendo en cuenta que su producción de energía será de aproximadamente **200.000 MWh/año** y que su vida útil es de **30 años**, es de **180.000 tCO<sub>2</sub>eq**.

Esta huella de carbono se genera principalmente en fases previas a la operación, siendo durante la fase de fabricación de los módulos en la que se generan más emisiones. Esto es debido a que esta fase incluye desde la minería de la materia prima (arena de cuarzo), su procesamiento metalúrgico y de purificación para obtener el Silicio, hasta el ensamblaje de las células para obtener los módulos. Estos procesos requieren sistemas que dependen de energía proveniente de combustibles fósiles y que, por tanto, sus emisiones diferirán en función del mix eléctrico que tenga el país de fabricación y los métodos con los que refinan los combustibles fósiles.

Hay que mencionar que la fase de instalación y desmantelamiento de la planta también se incluye en el cálculo de la huella de carbono ya que se utilizan camiones que operan con combustibles fósiles para el transporte de los equipos y materiales necesarios para realizar ambos trabajos.

A pesar de que pudiera considerarse que las emisiones generadas por las plantas fotovoltaicas previstas a lo largo de su ciclo de vida son elevadas, si comparamos estas con las emisiones generadas por plantas de generación eléctrica que emplean distintas tecnologías, se puede inferir que a pesar de que durante las etapas de fabricación de los módulos se produzcan emisiones de CO<sub>2</sub> significativas estas se ven compensadas a lo largo de la vida útil de la planta fotovoltaica con las emisiones que se evitan durante su operación tal y como se muestra en la siguiente imagen:

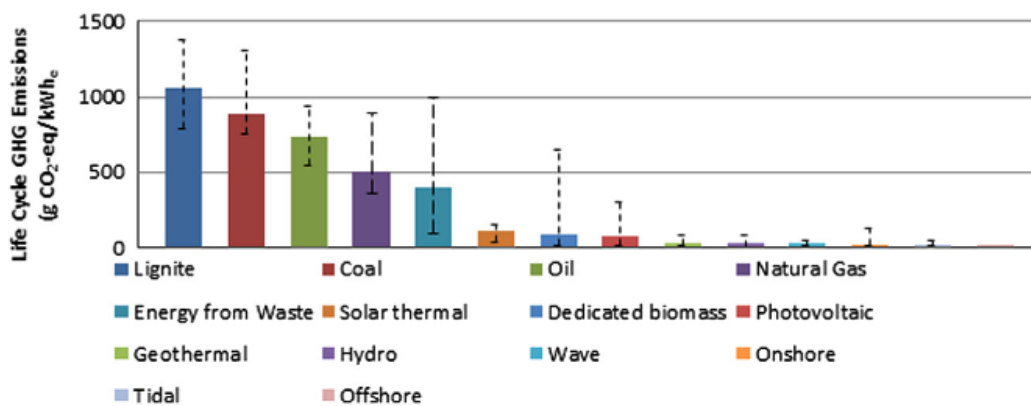


Figura 2. Niveles máximos de emisiones de gases de efecto invernadero asociados a los distintos métodos de generación eléctrica. Recuperado de: NanaYawAmponsah, Mads Troldborg, Bethany Kington, Inge Aalders, Rupert Lloyd Hough (2014). Green house gas emissions from renewable energy sources : A review of life cycle considerations

Es por ello que la generación fotovoltaica contribuye a la descarbonización de la generación eléctrica, operando de manera sostenible con el medio ambiente, a pesar de las emisiones generadas durante los procesos de producción de materias primas (silicio) y la fabricación de los módulos.

## 8. Bibliografía

ISTAS: Manuel Garí (dirección), Guillermo Arregui (coordinación), José Candela, Bruno Estrada, Bibiana Medialdea, Sara Pérez (2011). *Empleo asociado al impulso de las energías renovables. Estudio Técnico PER 2011-2020*. Disponible en la web de IDAE: [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_11227\\_e5\\_empleo\\_A\\_08df7cbc.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e5_empleo_A_08df7cbc.pdf)

CoM (2014), Reporting Guidelines on Sustainable Energy Action Plan and Monitoring [http://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/Reporting\\_Guidelines\\_SEAP\\_and\\_Monitoring.pdf](http://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/Reporting_Guidelines_SEAP_and_Monitoring.pdf)

CoM (2016), The Covenant of Mayors for Climate and Energy Reporting Guidelines [http://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/Covenant\\_ReportingGuidelines.pdf](http://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/Covenant_ReportingGuidelines.pdf)

CoM (2017), Default Emission Factors for the Member States of the European Union.

V.M. Fthenakis, H.C. Kim (2011). *Photovoltaics: Life-cycle analyses*

Nana Yaw Amponsah, Mads Troldborg, Bethany Kington, Inge Aalders, Rupert Lloyd Hough, 2014. Green house gas emissions from renewable energy sources :A review of life cycle considerations