

# BUENAS PRÁCTICAS PREVENTIVAS EN EL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



30/12/2022

Código de buenas prácticas preventivas en el sector  
de las energías renovables

Esta guía marca las directrices a seguir en las diferentes actividades de sector de las energías renovables con el objetivo de garantizar la seguridad y salud laboral.

## Plan General de Actividades Preventivas 2022

# Índice

0.	Introducción	2
1.	Objetivos de la guía	2
2.	Concepto de empleos verdes	2
3.	Energías renovables. Tipos	3
4.	Análisis de la situación actual al sector de las energías renovables	5
5.	Identificación de las fases de desarrollo productivo en el sector de las energías renovables	6
6.	Factores de riesgo en el sector de las energías renovables	7
	6.1. Factores de riesgo y medidas preventivas en el sector de la energía solar	8
	6.1.1 Fase de fabricación de paneles solares	
	6.1.2 Fases de instalación, mantenimiento y desmantelamiento	
	6.1.3 Fase de transporte de instalaciones de energía solar	
	6.2. Factores de riesgo y medidas preventivas en el sector de la energía eólica	13
	6.2.1 Fase de fabricación de aerogeneradores o turbinas eólicas	
	6.2.2 Fase de transporte de aerogeneradores o turbinas eólicas	
	6.2.3 Fases de instalación y desmantelamiento	
	6.2.4 Fases de puesta en marcha y mantenimiento de aerogeneradores o turbinas eólicas	
	6.3. Factores de riesgo y medidas preventivas en el sector de la biomasa	
	6.3.1 Factores de riesgo físicos presentes en una central de biomasa	
	6.3.2 Factores de riesgo químicos en el sector de la biomasa	
	6.3.3 Factores de riesgo ergonómicos en el sector de la biomasa	
7.	Conclusiones	25
8.	Bibliografía	27

## 0. Introducción.

Los efectos del cambio climático ya son evidentes (sequías, olas de calor, lluvias torrenciales que conllevan inundaciones, pérdida de la biodiversidad, etc.) y suponen una clara amenaza para nuestro ecosistema, nuestra economía y nuestra salud.

Nuestro deber como sociedad es el compromiso de establecer estrategias para proteger nuestro planeta, **reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero** (a través del **uso** de recursos naturales como son las **energías renovables**), el **ahorro** y la **eficiencia energética**.

Este nuevo enfoque tendrá asociado un nuevo modelo de producción y consumo, desencadenante de un claro impacto en el ámbito laboral que afectará, de forma directa, a las condiciones de trabajo de los sectores afectados (tradicionales o nuevos), repercutiendo en la **seguridad y salud** de las personas trabajadoras.

## 1. Objetivos de la guía.

Proporcionar buenas prácticas preventivas en el sector de las energías renovables, de tal manera que todos los puestos de trabajo que se puedan desarrollar en las distintas actividades integradas a lo largo de todo el proceso productivo de cada sector energético (diseño, fabricación, instalación, puesta en marcha, mantenimiento, seguimiento, control y desmantelamiento de las instalaciones de producción de energías renovables) lo hagan en unas condiciones de trabajo óptimas y sostenibles, garantizando la seguridad y la salud laboral.

## 2. Concepto de empleos verdes.

La Organización Internacional del trabajo (O.I.T.) define los **empleos verdes** como *aquellos empleos decentes que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente, ya sea en los sectores tradicionales (como la manufactura o la construcción) o en nuevos sectores emergentes como las energías renovables y la eficiencia energética, entre otros.*

El avance hacia una economía descarbonizada, mediante el uso de energías renovables, es necesario tanto para frenar el cambio climático, como para el crecimiento económico, a través de la creación de millones de empleos verdes, enfocados a la protección del medio ambiente y a la minimización del impacto sobre la salud del planeta.

Los empleos verdes pueden desarrollarse en distintos sectores productivos, en distintos ambientes y, por lo tanto, con distintas condiciones de trabajo. Pero en todos ellos se mantienen unas características comunes:

- **Escasez de mano de obra altamente cualificada.** Ante la altísima demanda de empleo para responder a la necesidad del nuevo mercado productivo o cambios en los ya

existentes para adaptación al mismo, en un tiempo record, surge una falta de capacitación y cualificación profesional acorde a cada puesto y a todas las tareas desarrolladas en el mismo, viéndose comprometida la seguridad y salud laboral por desconocimiento, de aspectos en materia preventiva para hacer frente a la exposición de nuevos riesgos emergentes.

- **Descentralización y dispersión geográfica** de los procesos productivos en distintos y pequeños centros de trabajo, lo que puede provocar una dificultad en el control de las medidas de seguridad y salud de los trabajadores y trabajadoras desplazados en los distintos centros de trabajo.
- **Subcontratación de empresas especializadas** durante el proceso productivo, lo que implicará el llevar a cabo una correcta implantación de Coordinación de Actividades Empresariales (CAE).
- **Innovación y automatización**, los rápidos avances en materia de innovación y automatización puede, por un lado apartar a las personas trabajadoras de los trabajos peligrosos pero por otro lado puede llegar a comprometer la seguridad y salud en el trabajo (mayor complejidad de los procedimientos, la interfaz entre personas y máquinas, la incorporación de robots colaborativos en la fabricación y el exceso de confianza en la tecnología, etc.).
- **Uso de nuevas tecnologías**, que conlleven el uso de nuevas sustancias y materiales. Aún se desconocen los riesgos para muchos de ellos: los nanomateriales, compuestos, biomateriales, materiales cerámicos, inteligentes, cuánticos, materiales organometálicos y la electrónica plástica. El uso de materiales reciclados u orgánicos también podría presentar peligros.
- **Puede existir conflicto entre las medidas adoptadas para contribuir a la protección de medio ambiente y las medidas adoptadas para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores y trabajadoras.** La sustitución de sustancias peligrosas por otras que lo sean menos para el medio ambiente, no tiene por qué implicar que también lo sean para la salud del colectivo trabajador.
- **Mayor exposición a sustancias químicas** (pegamentos, resinas, adhesivos, pinturas, disolventes, etc.) en ciertos procesos productivos (fabricación de palas eólicas o placas fotovoltaicas).
- **El calentamiento global** agravará los riesgos de trabajo existentes en muchos procesos productivos.

### 3. Energías renovables. Tipos.

Una **energía es renovable** cuando su fuente de energía se basa en la utilización de recursos naturales inagotables, como son el Sol, el viento, el agua o la biomasa. Son capaces de renovarse ilimitadamente y no producen gases de efecto invernadero ni emisiones de gases contaminantes.

Los beneficios del uso de las energías renovables son:

- **Disminuyen la contaminación** del medio ambiente (y sus efectos perjudiciales para la salud) y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, luchando contra el cambio climático.
- **Reducen el consumo de energías no renovables** por combustión de combustibles fósiles limitando la dependencia de los productores de electricidad, gas, petróleo o energía nuclear.
- Son fuente de **creación de empleos verdes**, teniendo una clara repercusión en el desarrollo rural.
- Favorece el **desarrollo tecnológico I+D+i**.

**Tipos de energías renovables:**

Energía renovable	Fuente	Tecnologías, equipos e instalaciones	Aplicaciones
<b>Energía solar</b>	Sol	Fotovoltaica, térmica	Electricidad, calefacción, refrigeración
<b>Energía eólica</b>	Viento	Turbinas eólicas	Electricidad
<b>Energía hidráulica</b>	Agua	Centrales hidroeléctricas	Electricidad
<b>Energía geotérmica</b>	Tierra	Sistemas geotérmicos superficiales y bombas de calor	Electricidad, calefacción y refrigeración
<b>Bioenergía</b>	Biomasa	Combustión de biomasa, plantas de biogás, uso de biocarburantes	Electricidad, transporte calefacción y refrigeración

- **Energía solar** es una energía renovable obtenida a partir de la **radiación electromagnética del sol**.

Hay dos tipos de energía solar:

1. La **energía solar fotovoltaica**, que corresponde a la electricidad producida por instalaciones solares fotovoltaicas.
2. La **energía solar térmica**, que corresponde al calor generado por los colectores solares.

La energía solar es **una de las fuentes de energía renovables más fáciles de producir**, especialmente la solar fotovoltaica.

- **Energía eólica**, que es aquella energía renovable que aprovecha el viento para generar energía.
- **Energía hidroeléctrica o hidráulica** se obtiene de la explotación del agua mediante corrientes marinas, molinos o presas. El **movimiento del agua** impulsa las turbinas que generan electricidad. Cuanta más alta es la presión del agua, más energía se produce.
- **Energía geotérmica** es aquella que aprovecha las **altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie terrestre** para la generación de energía a través del calor.
- **Energía de biomasa o bioenergía** consiste en la **combustión de residuos orgánicos de origen animal o vegetal**. Se usa para crear **biogás** que se utiliza para producir electricidad. Esta energía es **una de las formas más económicas y ecológicas para generar energía eléctrica** en una central térmica.

#### 4. Análisis situación actual sector energías renovables.

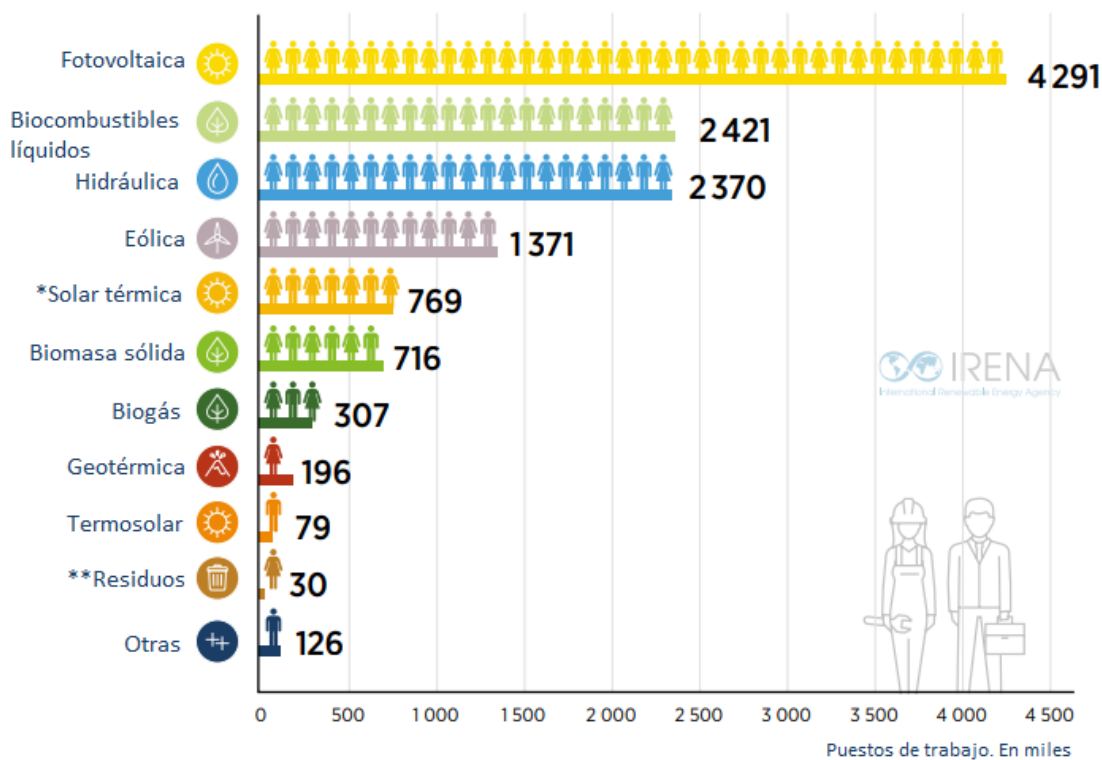
La Directiva vigente sobre fuentes de energía renovables debe actualizarse para **ajustar los objetivos energéticos de la Unión Europea (UE)** al compromiso de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos el 55 % de aquí a 2030, conforme con lo establecido en el paquete de medidas “Objetivo 55”, pactado en el Consejo de la UE, donde se abordan los aspectos energéticos de la transición climática de la UE: *la Directiva sobre fuentes de energía renovables y la Directiva de eficiencia energética*.

El nuevo objetivo de la UE para 2030 será **casi el doble de la cuota actual de energías renovables** de la UE, con lo que ascenderá al 40 % del consumo total de energía. Ello implica que **la UE en su conjunto** prevé que, de aquí a 2030, al menos el 40 % de toda la energía que consume procederá de fuentes renovables.

Cada Estado miembro debe contribuir a alcanzar el objetivo fijado para las energías renovables. Los países han fijado sus objetivos nacionales de energía renovable para 2030 en sus **planes nacionales de energía y clima**.

El informe “Energías renovables y empleo: revisión anual 2022” elaborado por la Agencia Internacional de la Energías Renovables (IRENA), en colaboración con la Organización Internacional del trabajo (OIT) detalla que en el año 2021, en un ámbito geográfico global, el sector de las energías renovables alcanzó 12,7 millones de empleos (directos e indirectos), suponiendo un incremento de 700.000 nuevos puestos en un solo año. El sector solar es el sector energético con mayor crecimiento.

Empleo en el sector de las energías renovables, por tecnología, 2021



Fuente: IRENA (Agencia Internacional Energías Renovables)

Dentro de este informe se detalla que la situación de España se caracteriza por la creación, durante el año 2021, de 31.500 y 23.900 puestos de trabajo en el sector energético solar fotovoltaico y el sector energético eólico respectivamente, pudiendo continuar al alza esos números. De acuerdo con algunas proyecciones el mercado de las energías renovables podría generar 468.000 puestos de trabajo durante la próxima década. De los cuales casi la mitad de los trabajos podrían ser creados en solo tres comunidades autónomas: Andalucía, Castilla y León y Aragón.

## 5. Identificación de las fases de desarrollo productivo en sector energías renovables

Las actividades vinculadas al sector de las energías renovables pueden estar integradas en diversos ámbitos de trabajo si consideramos todo el proceso de **diseño, construcción, montaje, mantenimiento y desmontaje de las instalaciones de producción** de energías renovables.

Atendiendo al proceso general, podemos distinguir claramente las siguientes fases de desarrollo:

- Labores de **diseño**, tanto de las plantas de producción como de los equipos generadores de energía y auxiliares, siendo una actividad de ingeniería industrial que incluye el diseño de equipos, elaboración de proyectos técnicos y económicos y construcción y prueba de prototipos.
- Etapa de producción industrial. Una vez testados y verificada la viabilidad de la maquinaria, pasamos a una segunda fase, pudiéndose realizar una **fabricación** unidad a unidad o en serie de los equipos generadores de energía. En este punto, dado que se trata de un sector que requiere de alta cualificación tecnológica y una alta especialización de los puestos de trabajos para llevar a cabo las labores de fabricación y ensamblaje que se desarrollan en ellos.
- Tras fabricar los equipos, llegamos a la fase de **logística y transporte**. Normalmente, los equipos que se han fabricado requieren de un desplazamiento con altas exigencias, y sólo se podrá llevar a cabo con equipos y personal especializado, dada la alta fragilidad y cuidado de algunos equipos electrónicos, planchas solares, etc., o bien por las grandes dimensiones de algunos componentes como los rotores, torres y palas de los molinos eólicos.
- Una vez que los equipos han sido desplazados, comienza la fase de **montaje**. Esta fase implica trabajos de **construcción de las instalaciones o plantas de generación de energía renovable**, con un alto grado de especialización de la maquinaria a utilizar y alta cualificación y experiencia del personal que lo ejecuta. Nos encontramos en actividades muy especializadas de cimentación, conducción eléctrica, construcción de torres de plantas termosolares, o montaje de las torres y aspas de los molinos eólicos.
- Tras la puesta en marcha de la planta de generación de energías renovables, tendrá periódicamente una serie de actividades de **seguimiento, control y mantenimiento** de las instalaciones, con procesos ligados a la supervisión de la generación de la energía y trabajos técnico- mecánicos de mantenimiento de los equipos.
- Finalmente, cuando la planta haya llegado al fin de su vida útil tendrá lugar el **desmontaje** de la misma. Ésta debe llevarse a cabo igualmente por empresas especializadas en obra civil, y así, a continuación proceder al traslado de los equipos-materiales a centros especializados de tratamiento de residuos (en muchas ocasiones los materiales incluyen componentes tóxicos y metales pesados que deben tratarse y gestionarse correctamente como residuos peligrosos).
- Como en cualquier otra ocupación, los trabajadores/as se encontrarán dentro del ámbito de **aplicación de la Ley 31/1995, Ley de Prevención de Riesgos Laborales y de su desarrollo legislativo**, lo que significa que les aplican todos los derechos y obligaciones definidos en la misma. Todo ello sin perjuicio de la regularización de cualquier otra normativa, estatal y/o autonómica, específica aplicable, en distintos ámbitos, a cada tipo de sector o actividad económica.



## 6. Factores de riesgo en el sector de las energías renovables.

El empleo verde se enfrenta a rápidos y constantes cambios derivados de procedimientos y métodos de trabajo imprescindibles para la adaptación o creación de nuevos procesos industriales, pudiendo repercutir de manera negativa en la seguridad y salud laboral.

Es necesario considerar que, además de los riesgos presentes en los trabajos tradicionales, se prevé la aparición de nuevos riesgos asociados a este sector productivo y ocupacional.

La Agencia Europea para la seguridad y la Salud en el trabajo (2010) define un "**riesgo emergente**" como cualquier riesgo laboral que puede ser "nuevo" o "en aumento". Por lo tanto, los empleos verdes están expuestos a dichos riesgos emergentes.

Muchos factores de riesgo y riesgos asociados a los empleos verdes, están ya identificados y son conocidos porque están presentes en distintos sectores de actividad convencionales (caídas de personas a distinto nivel, riesgo de contactos eléctricos, sobrecarga mental, exposición a agentes químicos, factores de riesgo psicosocial, etc.), pero aun así, pueden verse agravados por la diversidad, características y circunstancias de estos puestos de trabajo.

Es por ello que sería conveniente adoptar un enfoque sectorial a la hora de estudiarlos, aunque dentro de un mismo sector puede haber incluso distintos tipos de empleos verdes con condiciones específicas que deben tenerse en cuenta.

En esta guía **analizaremos de forma no exhaustiva los riesgos asociados** a aquellos sectores o actividades económicas en los que **los empleos verdes tienen un mayor impacto** tanto en la creación de empleo, y como debe llevarse a cabo una correcta gestión de la seguridad y salud de los trabajadores y trabajadoras.

Las energías renovables comprenden la energía solar, la energía eólica, la energía hidroeléctrica, la energía geotérmica y la bioenergía. De todas ellas, la **energía solar**, la **energía eólica** y la **bioenergía** son energías que se utilizan con más frecuencia.

### 6.1. Factores de riesgo y medidas preventivas en el sector de la energía solar.

Actualmente, en función del tipo de tecnología que hacen uso de la energía solar se pueden distinguir a pequeña escala o de uso doméstico: la energía solar térmica mediante agua (calentadores de agua por medio del sol) y la energía solar fotovoltaica; y a gran escala la energía solar por concentración.

- Los **sistemas fotovoltaicos** son los más habituales y emplean **celdas** para convertir la radiación solar en electricidad (sin posibilidad de interrumpirla). Los materiales utilizados para la fabricación de celdas fotovoltaicas, como semiconductores, están compuestos por sustancias peligrosas y dañinas para la salud. Incluyen sílice cristalina, sílice amorfa, telurio

de cadmio, diseleniuro de cobre e indio, y el disulfuro de cobre-indio-galio. Las instalaciones de estos sistemas fotovoltaicos suelen llevarse a cabo en los tejados o cubiertas de las casas y edificios.

- Los **calentadores solares de agua o térmicos** convierten la luz solar en calor para la generación de agua caliente o calefacción.

A diferencia de los sistemas fotovoltaicos, en la energía solar térmica no utiliza materiales tóxicos, explosivos, corrosivos ni materiales potencialmente cancerígenos y el sistema no implica riesgos eléctricos, pero sí contactos con partes calientes de las diferentes partes de la instalación.

- En la **energía solar por concentración** se aprovechan los rayos solares para calentar un receptor que crea energía mecánica para generar electricidad (a diferencia del sistema fotovoltaico, que utiliza la transformación directa con semiconductores). Las centrales termoeléctricas no sólo disponen de sistemas de captación de energía, sino que también existen sistemas de transformación de energía la calorífica recogida del sol en energía eléctrica (turbinas y condensadores).

Los riesgos laborales más relevantes asociados al sector de la energía solar (a efectos prácticos nos vamos a referir específicamente a instalaciones de pequeña escala) se pueden identificar en las distintas fases:

### 6.1.1 Fase de fabricación de paneles solares.

A diferencia de los paneles térmicos, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos se utilizan un número importante de materiales y productos químicos peligrosos (más de 15), que determinan los principales riesgos relacionados con la seguridad e higiene a los que están expuestas la personas trabajadoras.

- **Riesgos relacionados con la seguridad en el trabajo.**

- Incendio y explosión. Utilización de diferentes productos con propiedades inflamables y explosivos en la producción de las distintas celdas:

Celdas de sílice amorfo: **Silano, fosfina, diborano.**

Celdas de sílice cristalino: **Triclorosilano, oxiclورو de fósforo.**

Celdas de cobre, indio y selenio: **Hidruro de selenio.**

- **Medidas de prevención y protección.**

- Establecer procedimientos específicos de manipulación de estos productos para minimizar este riesgo.
- Formación específica y continuada de la plantilla, as.
- Establecer medidas de alarma y protección contra incendios adecuadas.

- Cumplimiento normativa ATEX en las instalaciones.
- Establecimiento de plan de emergencia.

### ➤ Riesgos higiénicos.

El riesgo químico viene determinado por las características de los compuestos químicos empleados en los distintos tipos de celdas fotovoltaicas manufacturadas, así como en las condiciones de los procesos utilizados en su elaboración. La mayoría de los químicos utilizados son tóxicos y algunos de ellos tienen propiedades carcinogénicas, tales como el Cadmio.

A modo de resumen:

Tipo de celda	Compuesto químico	Exposición
Cd_Tel	Cadmio	Muy tóxico. Vía respiratoria ya sea en forma de polvo, o aerosoles líquidos o sólidos. Cancerígeno para los pulmones.
CIS	Hidruro de selenio	Muy tóxico. Irritante, de los ojos y las vías respiratorias. La inhalación puede producir pneumonitis.
Sílice amorfa	Silano (SiH <sub>4</sub> )	Moderadamente tóxico por inhalación y es irritante para la piel, ojos y membranas mucosas. La inhalación produce dolor de cabeza, náuseas, sensación de asfixia.
	Fosfina (PH <sub>3</sub> )	Muy tóxico. Exposición por inhalación Fuertemente irritante para los pulmones (edemas), piel, ojos.
	Diborano (B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	Fuertemente irritante, vía respiratoria, contacto con la piel, ojos.
Sílice cristalina	Triclorosilano (SiHCl <sub>3</sub> )	Moderadamente tóxico Fuertemente irritante, vía respiratoria, contacto con la piel, ojos.
	Oxicloruro de fósforo	Fuertemente irritante para los pulmones (edemas), piel, ojos. Vía de entrada principal por inhalación. Daño pulmonar grave por exposición aguda.
	Ácido clorhídrico	Fuertemente irritante para los pulmones (edemas), piel, ojos. Vía de entrada principal por inhalación. Daño pulmonar grave por exposición aguda.

### ➤ Medidas de prevención y protección.

- La principal medida de prevención siempre que sea posible técnicamente, es proceder a la sustitución de los agentes químicos más tóxicos, por otros de menos peligrosidad.
- Empleo de sistemas cerrados y automáticos en los procesos de producción de las placas fotovoltaicas.
- Sistemas de ventilación y extracción
- Sistemas de alarma y detección frente a fugas de gases tóxicos.

- Equipos de protección individual adecuados.
- Formación e información específicas (Fichas de datos de seguridad Química).
- Establecimiento de plan de emergencia. Medidas de actuación en caso de fuga de gases tóxicos.

#### ➤ **Riesgos ergonómicos.**

Tanto en las placas térmicas como fotovoltaicas, los riesgos ergonómicos básicamente, se producen en las tareas de ensamblaje de los diferentes componentes que forman las placas.

- Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas en las tareas.
- Exposición a movimientos repetitivos extremidades (brazos y manos).

#### ➤ **Medidas de protección y prevención**

- Automatizar los procesos en la medida de lo posible.
- Factores organizativos (pausas, rotación de puestos, etc.).
- Formación e información específica sobre manipulación manual de cargas y ergonomía postural.

### **6.1.1. Fases de instalación, mantenimiento y desmantelamiento.**

Placas térmicas y fotovoltaicas.

#### ➤ **Riesgos relacionados con la seguridad en el trabajo.**

- El principal riesgo es la caída en altura. Puede ser ocasionada por diversas causas:  
Resbalones debido a la presencia de humedad, agua, hielo, suciedad, musgo, en la superficie de trabajo.  
Rotura de la superficie de trabajo (tejados frágiles, cubiertas en mal estado), inclinación, etc.  
Un incorrecto uso de los medios auxiliares utilizados (escaleras de mano, andamio, plataformas elevadoras).
- Caídas de objetos por manipulación.
- Contacto eléctrico. En las placas fotovoltaicas, por contacto directo (por mal funcionamiento del sistema eléctrico y contacto con partes que siempre están en tensión o por contacto con líneas de alta tensión próximas a la zona de trabajo) o indirecto (daños o defectos que causan falta de aislamiento en los revestimientos protectores de los componentes con tensión). Es importante señalar que los sistemas fotovoltaicos no se

pueden apagar y las labores de mantenimiento se deben efectuar con la instalación en tensión.

En las placas térmicas el principal riesgo presente sería el trabajar en las proximidades de una línea de alta tensión.



#### > **Medidas de protección y prevención.**

- Procedimientos de trabajo específicos para trabajar en altura, en este tipo de superficies (tejados, cubiertas), en aplicación al Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Uso obligatorio de sistemas de protección individual (sistemas anticaídas individual que consta de arnés, elementos de amarre y conectores), y colectiva (barandillas, redes etc.) en trabajo en altura.
- Instrucciones y procedimientos para el correcto uso de los elementos auxiliares.
- Mantenimiento preventivo de los sistemas de protección individual y colectivo.
- Formación e información específica.
- No llevar a cabo trabajos en altura cuando las condiciones meteorológicas sean desfavorables.
- Aplicación del Real Decreto 614/2001 que establecen las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### > **Riesgos relacionados con la higiene en el trabajo.**

- Exposición a temperaturas extremas. Trabajos a la intemperie en condiciones climatológicas adversas (Frío, calor).

- Exposición a radiaciones solares. Riesgo de quemaduras, lesiones oculares, la exposición solar a largo término puede desarrollar melanomas.
- **Medidas de protección y prevención.**
  - Usar ropa adecuada a la temperatura.
  - Establecer periodos de descanso durante la jornada laboral, o bien la rotación de puestos de trabajo, especialmente si los trabajos demandan un esfuerzo físico.
  - Ingestión frecuente de líquidos no alcohólicos (agua o refrescos).
  - Uso de barreras de protección que protejan la piel frente al sol, como cremas solares.
- **Riesgos relacionados con la ergonomía en el trabajo.**
  - Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.
  - Adopción de posturas forzadas durante tiempos prolongados.
  - Ejecución de movimientos repetitivos de extremidades superiores (brazos y manos).
- **Medidas de protección y prevención.**
  - Empleo de medios mecánicos.
  - Medidas organizativas (rotación de personal, ejecución de manipulación de cargas pesadas entre dos o más personas, realización de pausas y descansos).

### 6.1.2. Factores de riesgo y medidas preventivas en fase de transporte de instalaciones de energía solar.

Riesgos laborales en la fase de **transporte**: el transporte de piezas o de instalaciones pequeñas de energía solar desde la fábrica hasta las instalaciones no es un aspecto crítico.

*Se seguirá la normativa correspondiente que regule el transporte de mercancías.*

## 6.2. Factores de riesgo en el sector de la energía eólica.

La energía eólica se extrae del viento mediante **aerogeneradores o turbinas de energía eólica** (de tierra o mar, aunque en esta guía nos centraremos en las terrestres), que están compuestos principalmente por la torre, el rotor compuesto por el buje y las palas (en tierra generalmente tres) y la góndola. La energía cinética del viento se convierte primero en energía mecánica por los rotores de las turbinas y luego en electricidad que se transfiere a la red.

La góndola juega el papel más importante encargada de transformar la energía mecánica del rotor en energía eléctrica que será inyectada en la red. Contiene el eje principal, la caja de cambios, el generador, el transformador y el sistema de control.



A lo largo de toda la torre se dispone una escala que da acceso a la góndola, situada en la cumbre del aerogenerador, con 26 alturas comprendidas entre los 30 y 100 metros donde se realizan muchas de las maniobras de mantenimiento y que será el lugar de trabajo de los operarios que acceden a ella.

Existe una serie de componentes eléctricos que componen el aerogenerador (celdas, armarios, transformadores, generadores, etc.) ubicados a diferentes alturas, en plataformas intermedias situadas a lo largo de la torre que generan un riesgo eléctrico importante.

Por lo tanto, los principales riesgos laborales asociados al **sector** de la **energía eólica** se pueden identificar en las distintas fases comprendidas a lo largo de todo el ciclo de vida:

### 6.2.1. Factores de riesgo en la fase de fabricación de aerogeneradores o turbinas eólicas.

**Fabricación** de los aerogeneradores está marcada por la exposición a una variedad de riesgos derivados de utilización de componentes de turbinas, manipulación de cargas, los derivados por el uso de maquinaria y equipos, riesgo eléctrico y exposición al ruido.

Aunque la exposición a sustancias químicas peligrosas es el factor de riesgo más relevante. Los productos químicos que se utilizan para la fabricación de turbinas son resinas a base de epoxi y el plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV).

### ➤ Riesgos higiénicos.

La exposición a productos químicos peligrosos en la fabricación de turbinas eólicas es derivada de:

Compuesto químico	Propiedades y efectos de exposición
Resinas epoxi (solidas)	Irritante y sensibilizante. Provoca problemas en los ojos y en la piel (alergia por contacto y dermatitis)
Resinas epoxi (liquidadas)	Irritante y sensibilizante. Provoca mayor problema en la piel por su naturaleza "pegajosa" (alergia por contacto y dermatitis)
Aminas alifáticas y cicloalifáticas	Irritante y sensibilizante. Provoca problemas en los ojos y en la piel (alergia por contacto y dermatitis). Tóxicos por inhalación. Daños en el sistema respiratorio
Aminas aromáticas	Irritante y sensibilizantes. Provoca problemas en los ojos y en la piel (alergia por contacto y dermatitis). Puede absorberse por la piel provocando efectos sistémicos (hígado, etc.)
Endurecedor epoxi	Nocivo en contacto con la piel y por ingestión. Tóxico por inhalación. Provoca quemaduras. Posible riesgo de perjudicar la fertilidad o durante el desarrollo del feto
Isocianatos	Nocivo en caso de inhalación. Provoca irritación cutánea. En exposiciones prolongadas causa enrojecimiento, formación de ampollas y quemaduras. Se sospecha puede causar efectos perjudiciales en la fertilidad o en el desarrollo del feto. Inflamable
PRFV (Poliéster reforzado de fibra de vidrio)	Nocivo en caso de inhalación. Provoca irritación ocular grave. Provoca irritación cutánea. En exposiciones prolongadas causa daños en los órganos. Se sospecha puede causar efectos perjudiciales en la fertilidad o en el desarrollo del feto. Inflamable
Estireno	Nocivo por inhalación. Irritante de piel y ojos. Es posible sustancia carcinógena. Inflamable
Disolventes orgánicos	Nocivos por inhalación, ingestión. Irritante de piel y ojos. Pueden provocar somnolencia, mareos. En exposiciones prolongadas causa daños en los órganos. Puede absorberse por la piel provocando efectos sistémicos (hígado, riñones, etc.) Posible riesgo de perjudicar la fertilidad o durante el desarrollo del feto. Inflamable

### ➤ Medidas de prevención y protección.

- La principal medida de prevención siempre que sea posible técnicamente, es proceder a la sustitución de los agentes químicos más peligrosos, por otros de menos peligrosidad.
- Empleo de sistemas cerrados y automáticos en los procesos de producción de las palas de aerogeneradores.



- Sistemas de ventilación y extracción (cabinas de pulverización robótica o moldeo por transferencia de resina asistido por vacío).
- Sistemas de alarma y detección frente a fugas de gases tóxicos e inflamables.
- Equipos de protección individual adecuados.
- Formación e información específicas (Fichas de datos de seguridad Química).
- Establecimiento de plan de emergencia. Medidas de actuación en caso de fuga de gases tóxicos e inflamables.

### > Riesgos ergonómicos

Durante proceso de fabricación de aerogeneradores pueden existir factores de origen ergonómico derivado principalmente de la realización de tareas de ensamblaje de las distintas piezas.

- Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas en las tareas (cargas muy pesadas y voluminosas).
- Exposición a movimientos repetitivos extremidades (brazos y manos).

### > Medidas de protección y prevención

- Automatizar los procesos en la medida de lo posible.
- Factores organizativos (pausas, rotación de puestos, descansos etc.).
- Formación e información específica sobre manipulación manual de cargas y ergonomía postural.

## 6.2.2. Factores de riesgo en fase de transporte de aerogeneradores o turbinas eólicas

Riesgos laborales en la fase de **transporte**: el transporte de componentes o partes de grandes dimensiones de la turbina, incluso de los equipos elevadores necesarios para su instalación a zonas a menudo remotas y de difícil acceso dificulta la tarea.

### > Medidas de protección y prevención.

Se seguirá la normativa correspondiente que regule el transporte de este tipo de mercancías y especialmente se llevará a cabo un análisis la ruta de barrido antes del transporte para poder anticipar y evitar situaciones peligrosas, estableciendo medidas como necesidad de escoltas, planes de contingencia, rutas de acceso restringido, pendientes pronunciadas, corredores viales confinados, tracción vial, puntos de giro limitados o formas de comunicación que se necesitarán.

### 6.2.3. Fase de instalación y desmantelamiento

**Instalación y desmantelamiento** de los aerogeneradores. Es la etapa más complicada y más peligrosa. Implica la instalación (cimentación y montaje) de los distintos componentes de la turbina.

#### > **Riesgos relacionados con la seguridad en el trabajo.**

- El principal riesgo es la caída en altura. Puede ser ocasionada por diversas causas:
  - ✓ Resbalones debido a la presencia de viento, humedad, lluvia, hielo, suciedad, en el lugar de trabajo.
  - ✓ Un incorrecto uso de los medios auxiliares utilizados (plataformas elevadoras).
- Caídas de objetos por desplome y/o desprendidos durante operaciones de izaje o desmantelamiento mediante el uso de grúas torre portátiles (por sobrecarga, movimiento involuntario de la pluma, mal asentamiento o apoyo inadecuado por falta de resistencia del terreno).
- Contacto eléctrico:
  - ✓ Por contacto directo (por mal funcionamiento del sistema eléctrico y contacto con partes que siempre están en tensión o por contacto con líneas de alta tensión próximas a la zona de trabajo)
  - ✓ Por indirecto (daños o defectos que causan falta de aislamiento en los revestimientos protectores de los componentes con tensión). Contacto de las grúas torre portátiles por contacto con líneas o tendidos eléctricos próximos. Impacto por rayos.

#### > **Medidas de protección y prevención.**

- Procedimientos de trabajo específicos para trabajar en altura, en aplicación al Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Uso obligatorio de sistemas de protección individual (sistemas anticaídas individual que consta de arnés, elementos de amarre y conectores), y colectiva (barandillas, redes etc.) en trabajo en altura.
- Mantenimiento preventivo de los sistemas de protección individual y colectivo.
- No llevar a cabo trabajos en altura cuando las condiciones meteorológicas sean desfavorables.
- Instrucciones y procedimientos para el correcto uso de los medios auxiliares para llevar a cabo trabajos en altura.

- Instrucciones y procedimientos para el correcto uso de los aparatos de transporte-elevación de cargas.
  - Formación e información específica.
  - Aplicación del Real Decreto 614/2001 que establecen las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
  - La instalación (construcción) de plantas eólicas supone la realización de una obra y por lo tanto debe de cumplir **las disposiciones establecidas en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por la que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.**
- **Riesgos relacionados con la higiene en el trabajo.**
- Exposición a temperaturas extremas. Trabajos a la intemperie en condiciones climatológicas adversas (frío, calor).
  - Exposición a radiaciones solares. Riesgo de quemaduras, lesiones oculares, la exposición solar a largo término puede desarrollar melanomas.
- **Medidas de protección y prevención.**
- Usar ropa adecuada a la temperatura.
  - Establecer periodos de descanso durante la jornada laboral, o bien la rotación de puestos de trabajo, especialmente si los trabajos demandan un esfuerzo físico.
  - Ingestión frecuente de líquidos no alcohólicos (agua o refrescos).
  - Uso de barreras de protección que protejan la piel frente al sol, como cremas solares.
- **Riesgos relacionados con la ergonomía en el trabajo.**
- Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.
  - Adopción de posturas forzadas durante tiempos prolongados.
  - Ejecución de movimientos repetitivos de extremidades superiores (brazos y manos).
- **Medidas de protección y prevención.**
- Empleo de medios mecánicos.
  - Medidas organizativas (rotación de personal, ejecución de manipulación de cargas pesadas entre dos o más personas, realización de pausas y descansos).

## 6.2.4. Factores de riesgo en fase de puesta en marcha y mantenimiento de aerogeneradores o turbinas eólicas

La puesta en marcha y operaciones de mantenimiento de los aerogeneradores está marcada por la exposición a riesgos de tipo **eléctrico, trabajos en altura y espacios confinados**. Además tiene riesgos más generales asociados a situaciones de emergencia (como incendios por presencia de focos de ignición eléctrico y mecánico), riesgos físicos (golpes o atrapamientos con distintos órganos móviles del aerogenerador, caídas, cortes, etc.), exposición al ruido y sobreesfuerzos por manipulación de cargas pesadas, mantenimiento durante tiempos prolongados de posturas forzadas en espacios de trabajo reducidos y esfuerzo físico en el ascenso de la torre.

En los programas de mantenimiento de las turbinas se revisan los componentes de las mismas según los parámetros establecidos por el fabricante. Se distinguen dos tipos de mantenimiento: mecánico (apriete de diferentes componentes de la máquina con empleo de herramientas manuales, sustitución de filtros, comprobación de desgaste de coronas, etc.) y eléctrico (comprobación de aislamiento de circuitos, verificación de elementos, revisión programada del centro de transformación y el cambio de componentes en circuitos en baja o alta tensión).

### ➤ Riesgos relacionados con la seguridad en el trabajo.

- El principal riesgo es la caída en altura. Puede ser ocasionada por diversas causas:
  - ✓ Resbalones debido a la presencia de viento, humedad, lluvia, hielo, suciedad, en el lugar de trabajo.
  - ✓ Subir y/o bajar las escaleras de la torre del aerogenerador.
  - ✓ Falta de protecciones de aberturas, huecos, trampillas abiertas, fallo de la estructura, etc. durante tareas de mantenimiento en las zonas de la góndola (interior o exterior). Operaciones de mantenimiento en la zona del buje y palas por sobrecarga, desplome de la fibra por mal estado, etc.
- Caídas de objetos desprendidos al elevar cargas.
- Contacto y/o atrapamiento de partes móviles en operaciones de mantenimiento de las distintas partes o instalaciones del aerogenerador.
- Acceso a espacios confinados con medios de acceso muy limitados y mala ventilación (góndola, buje, palas, base del aerogenerador y/o distintas plataformas habilitadas a lo largo de la torre).
- Contacto eléctrico, durante las operaciones de mantenimiento en las distintas partes de las instalaciones, por contacto directo (por mal funcionamiento del sistema eléctrico y contacto con partes que siempre están en tensión o por contacto con líneas de alta tensión próximas a la zona de trabajo) o indirecto (daños o defectos que causan falta de aislamiento en los revestimientos protectores de los componentes con tensión). Impacto por rayos.

- Incendios y /o explosiones por presencia de focos de ignición eléctricos y mecánicos. Impacto por rayos. Polvo de lijado de las palas. Sobrecalentamiento de distintos elementos, etc.

➤ **Medidas de protección y prevención.**

- Las escaleras fijas de la torre estarán provistas en todo su recorrido de una jaula de seguridad.
- Uso obligatorio de sistemas de protección individual (sistemas anticaídas individual que consta de arnés, elementos de amarre y conectores), y colectiva (barandillas, redes etc.) en trabajo en altura.
- Mantenimiento preventivo de los sistemas de protección individual y colectivo.
- Aplicación del Real Decreto 1215/1997 que establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de equipos de trabajo.
- Llevar a cabo un correcto mantenimiento preventivo de las instalaciones.
- Instrucciones y procedimientos para el correcto uso de los aparatos de transporte-elevación de cargas.
- Instrucciones y procedimientos para trabajos en espacios confinados.
- Cumplimiento normativa ATEX en las instalaciones.
- Garantizar una adecuada ventilación en el lugar de trabajo.
- Establecimiento de plan de emergencia.
- Establecer medidas de alarma y protección contra incendios adecuadas.
- Formación e información específica y continuada a los trabajadores, as.
- No llevar a cabo operaciones en el exterior del aerogenerador cuando las condiciones meteorológicas sean desfavorables.
- Aplicación del Real Decreto 614/2001 que establecen las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

➤ **Riesgos relacionados con la higiene en el trabajo.**

- Exposición a productos químicos (fluidos hidráulicos, grasas, productos de limpieza, humos de soldadura, presencia de polvo por lijado de las palas, etc.) durante operaciones de mantenimiento y limpieza.
- Exposición a ruido emitido por el funcionamiento del aerogenerador.
- Exposición a temperaturas extremas. Trabajos a la intemperie en condiciones climatológicas adversas (frío, calor).
- Exposición a radiaciones solares. Riesgo de quemaduras, lesiones oculares, la exposición solar a largo término puede desarrollar melanomas.

➤ **Medidas de protección y prevención.**

- Sistemas de ventilación y extracción
- Establecimiento de plan de emergencia.

- Equipos de protección individual adecuados.
  - Formación e información específicas (Fichas de datos de seguridad Química).
  - Usar ropa adecuada a la temperatura.
  - Establecer periodos de descanso durante la jornada laboral, o bien la rotación de puestos de trabajo, especialmente si los trabajos demandan un esfuerzo físico.
  - Ingestión frecuente de líquidos no alcohólicos (agua o refrescos).
  - Uso de barreras de protección que protejan la piel frente al sol, como cremas solares.
- **Riesgos relacionados con la ergonomía en el trabajo.**
- Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.
  - Adopción de posturas forzadas durante tiempos prolongados.
  - Ejecución de movimientos repetitivos de extremidades superiores (brazos y manos).
- **Medidas de protección y prevención.**
- Empleo de medios mecánicos.
  - Medidas organizativas (rotación de personal, ejecución de manipulación de cargas pesadas entre dos o más personas, realización de pausas y descansos).

### 6.3. Factores de riesgo en el sector de la energía bioenergía.

Se entiende como biomasa toda la **materia orgánica** originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

La Directiva UE 2018/2001 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables define biomasa como *“la fracción biodegradable de los productos, los residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal, de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos, incluidos los residuos industriales y municipales de origen biológico”*:

La biomasa está constituida principalmente por los siguientes elementos: carbono (50%), oxígeno (43%), hidrógeno (6%) y otros elementos en forma minoritaria como nitrógeno, azufre y otros. Estos elementos están organizados en moléculas biológicas como por ejemplo celulosa, hemicelulosa, lignina, lípidos, proteínas, azúcares simples, almidón, y otros hidratos de carbono, por mencionar sólo algunos.

➤ **La biomasa se puede clasificar en tres grandes grupos, según se obtenga:**

- **Biomasa natural.** Es la que se produce en la naturaleza sin la intervención humana.

- **Biomasa residual.** Son los residuos orgánicos que provienen de las actividades de las personas. Algunos ejemplos son los residuos urbanos, residuos agrícolas generados por la poda de plantas, residuos silvícolas y ganaderos, así como residuos de la industria agroalimentaria como bagazos, cáscaras, vinazas, etc., industria de transformación de la madera como por ejemplo aserraderos, fábricas de papel y muebles.
- **Biomasa producida.** Son los cultivos energéticos, es decir, campos de cultivo donde se produce un tipo de especie concreto con la única finalidad de su aprovechamiento energético. Por ejemplo el biogás obtenido de la digestión de la biomasa residual húmeda, el biodiesel, el bioetanol, las briquetas y los pellets.

Cuando la biomasa se procesa para uso energético se convierte en un **biocombustible**, que puede ser **sólido** (pellets, astillas, madera y residuos), **líquido** (biocarburantes líquidos como biodiesel o bioetanol) o **gaseoso** (biogás o gas de síntesis).

➤ **Otra clasificación se puede realizar en función de su transformación en los procesos industriales es:**

- **Métodos termoquímicos.**

Es la manera de utilizar el calor para transformar la biomasa. Los materiales que funcionan mejor son los de menor humedad (madera, paja, cáscaras, etc.). El uso de biocombustibles en calderas, estufas, hornos o chimeneas produce calor para climatización (calor y frío), agua caliente sanitaria o electricidad (el vapor que se produce en las calderas se aprovecha en una turbina para generar electricidad. La generación de otros gases como el biogás, formado por metano y dióxido de carbono, se utiliza para generar energía eléctrica).

- **Métodos bioquímicos.**

Se llevan a cabo utilizando diferentes microorganismos que degradan las moléculas. Se utilizan para biomasa de alto contenido en humedad.

➤ **Aplicaciones prácticas de la biomasa:**

Si a la gran variedad de biomasa existente se aplican distintas tecnologías de transformación, como acabamos de ver, el resultado es **energía** que puede utilizarse de diferentes formas. En función de su utilidad podemos distinguir:

- **Producción de energía térmica.**

Son sistemas de combustión directa. Se utilizan para dar calor, que se puede utilizar directamente para, por ejemplo, cocinar alimentos o secar productos agrícolas. También se pueden aprovechar para generar vapor en procesos industriales y por tanto, electricidad. Su mayor inconveniente es la contaminación que generan.

- **Producción de biogás.**

La finalidad es conseguir combustible, principalmente el metano, muy útil para aplicaciones térmicas para el sector ganadero u agrícola, suministrando electricidad y calor.

- **Producción de biocombustibles.**

Son una alternativa a los combustibles tradicionales del transporte. Existen dos tipos de biocombustibles:

**Bioetanol.** Sustituye a la gasolina. En el caso del etanol actualmente se obtiene de cultivos tradicionales como el cereal, el maíz y la remolacha.

**Biodiesel.** Su principal aplicación va dirigida a la sustitución del gasoil. En un futuro servirá para variedades orientadas a favorecer las calidades de producción de energía.

- **Producción de energía eléctrica.**

Es posible obtener energía eléctrica a partir de biomasa que se quema en calderas para producir vapor, este vapor se aprovecha en turbinas, que unidas a un generador producirá electricidad. Se pueden obtener potencias de hasta 50MW.

Con independencia de que la biomasa sea sólida, líquida o gaseosa, también suscita problemas medioambientales y de seguridad y salud en el trabajo.

### 6.3.1. Factores de riesgo presentes en una central de biomasa.

- **Riesgos relacionados con la seguridad en el trabajo: principalmente incendio y explosión.**

La biomasa es capaz de explotar si se encuentra confinada en un equipo de proceso y si se producen básicamente las siguientes condiciones:

- Generación de nube de polvo, con tamaño de partícula inferior a 0,5 mm).
- La concentración de polvo debe encontrarse dentro del rango de explosividad (entre  $30 \text{ g/cm}^3$  –  $2.000 \text{ g/cm}^3$ ).
- Existencia de fuente de ignición y presencia de oxígeno

El riesgo de incendio y explosión puede tener lugar en el proceso de:

- Carga y descarga de la biomasa. Por ejemplo, en la descarga de la biomasa del camión en el foso de recepción, pueden formarse nubes de polvo que dependiendo de las condiciones presentes puede dar lugar a un riesgo importante de explosión.
- Almacenamiento de la biomasa en condiciones que pueden aumentar el riesgo de explosión (largos periodos de tiempo y en condiciones altas de humedad ya que se puede generar un fenómeno denominado como 'smoldering nest' o nido incandescente).
- En los elementos (cangilones) que transportan mecánicamente la biomasa para cargar los silos de almacenamiento.
- En el proceso de pretratamiento (molienda) de la biomasa.

- **Medidas de prevención y protección**



- Aplicación normativa ATEX. Clasificación zonas ATEX con todo lo que ello implica.
- No almacenar la biomasa por largos periodos de tiempo y en condiciones altas de humedad.
- Sistemas de aspiración de filtro de mangas y paneles de venteo en las fosos de recepción de la biomasa.
- En los silos de almacenamiento sensores de temperatura con enclavamiento a paro de emergencia.
- Utilizar cangilones de plástico alternados con los metálicos puede evitar la formación de chispas.
- Puesta a tierra de todos los elementos del elevador.
- Sistemas de filtración en la zona de superior del elevador o en la zona del pie del mismo.
- Plan de autoprotección, donde se detallen por un lado los medios humanos y materiales, y por el otro los protocolos de actuación a llevar a cabo en situaciones de emergencia. Todo personal estará formado en materia preventiva sobre actuación en caso de emergencias

Cuando la biomasa se utiliza para la producción de biocombustibles, biogás, el riesgo de incendio y explosión se incrementa debido a las características de los compuestos químicos utilizados. Por ejemplo, en las plantas de biodiesel se mezcla metanol con aceite refinado. El metanol tiene una temperatura de inflamabilidad de 10°C, por lo que es altamente inflamable.

En las plantas de producción de biocombustibles, en caso de incendio, para minimizar el riesgo de transmisión del fuego es crucial que los ambientes de producción estén separados de los depósitos de materia prima mediante muros cortafuegos, con una resistencia mínima al fuego de 2 horas.

Las cantidades de biocombustibles en la zona de producción deben ser limitadas al máximo.

Especial atención a operaciones de mantenimiento que se puedan realizar en las instalaciones como por ejemplo soldaduras, en este sentido es importante disponer de una remesa de trapos húmedos y limpios, es decir, que no estén impregnados de aceite y que suelen generar incendios por autocombustión.

Los medios de extinción dependerán de los productos empleados en las plantas de biomasa, por ejemplo, en las de biodiesel se debe contar como mínimo:

- Fuente de agua (cisterna y bombas) de adecuada confiabilidad y caudal.
- Sistema de refrigeración de tanques.
- Sistema de extinción en base a espuma para solventes polares (líquidos inflamables).
- Sistema de extinción en base a agua.

En muchos casos las plantas de biodiesel se encuentran integradas a plantas de extracción de aceite con solventes. Habrá que considerar por tanto que, tienen otros factores críticos de riesgos relacionados con los vapores de hexano y la autocombustión de la materia prima.

## 6.3.2. Factores de riesgo químicos en el sector de la bioenergía.

### > Riesgos higiénicos.

Contaminantes químicos y biológicos:

- Riesgo de inhalación de polvos metálicos de aluminio, arsénico, plomo, cadmio, manganeso, etc. con efectos sobre el sistema nervioso, efectos sistémicos, así como efectos irritantes en las vías respiratorias.
- Se ha referenciado exposición a sílice cristalino.
- Exposición a gases de hidrocarburos aromáticos policíclicos, compuestos orgánicos volátiles, dióxido de azufre, monóxido de carbono, amoníaco, óxido de nitrógeno, ácido sulfhídrico.
- Potencial exposición a endotoxinas y hongos agentes asociados a trastornos respiratorios.

### > Medidas de prevención y protección.

- La principal medida de prevención siempre que sea posible técnicamente, es proceder a la sustitución de los agentes químicos más tóxicos, por otros de menos peligrosidad.
- Empleo de sistemas cerrados y automáticos en la medida de lo posible.
- Sistemas de ventilación y extracción
- Sistemas de alarma y detección frente a fugas de gases tóxicos.
- Equipos de protección individual adecuados.
- Formación e información específicas (Fichas de datos de seguridad Química).
- Dentro del plan de autoprotección las medidas de emergencia tendrán presentes las medidas de actuación en caso de fuga de gases tóxicos.

## 6.3.3. Factores de riesgo ergonómicos en el sector de la bioenergía.

### > Riesgos ergonómicos.

La cosecha manual de materias primas, denominados cultivos energéticos llevan consigo enormes esfuerzos físicos realizados habitualmente en entornos normalmente cálidos y húmedos, incrementando las consecuencias de los riesgos presentes por:

- Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas en las tareas.
- Exposición a movimientos repetitivos extremidades (brazos y manos).
- Adopción de posturas forzadas.

### > Medidas de protección y prevención.

- Automatizar los procesos en la medida de lo posible.
- Factores organizativos (pausas, rotación de puestos, etc.).
- Formación e información específica sobre manipulación manual de cargas y ergonomía postural.

## 7. Conclusiones.

- Nuestro deber como sociedad es el compromiso de establecer estrategias para proteger nuestro planeta, **reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero**, a través del **uso** de recursos naturales como son las **energías renovables**, el **ahorro** y la **eficiencia energética**.
- Este nuevo enfoque tendrá asociado un nuevo modelo de producción y consumo, desencadenante de un claro impacto en el ámbito laboral, mediante la creación de los **empleos verdes**. En ese sentido, son varios los sectores que tienen potencial para la creación de empleo verde, como el **sector energético de las energías renovables**. Dentro de este sector, la energía solar, la energía eólica y la tecnología de biomasa son los ámbitos que están experimentando un crecimiento más rápido.
- El empleo verde se enfrenta a rápidos y constantes cambios derivados de procedimientos y métodos de trabajo imprescindibles para la adaptación o creación de nuevos procesos industriales, pudiendo repercutir de manera negativa en la seguridad y salud laboral. Es necesario considerar que, además de los riesgos presentes en los trabajos tradicionales, se prevé la aparición de nuevos riesgos asociados a este sector productivo y ocupacional, denominados "**riesgos emergentes**". Nuevos riesgos (muchos de ellos aún en estudio sobre sus posibles efectos negativos en la salud de las personas y el establecimiento de medidas de actuación adecuadas sobre los mismos) derivados de los rápidos avances en materia de innovación y automatización de los procesos, el uso de nuevos materiales y nuevas tecnologías, etc.
- Dentro de las actividades que integran cualquier proceso del sector de las energías renovables (diseño, construcción, montaje, mantenimiento y desmontaje de las instalaciones de producción) la etapa inicial del **diseño** juega un papel crucial en la seguridad y salud de las personas trabajadoras, ya que esta etapa será condicionante de los factores de riesgo a los que se encuentren expuestos los trabajadores y/o trabajadoras en etapas posteriores.
- Como en cualquier otra ocupación, los trabajadores/as se encontrarán dentro del ámbito de **aplicación de la Ley 31/1995, Ley de Prevención de Riesgos Laborales y de su desarrollo legislativo**, lo que significa que les aplican todos los derechos y obligaciones definidos en la misma. Todo ello sin perjuicio de la regularización de cualquier otra normativa, estatal y/o autonómica, específica aplicable, en distintos ámbitos, a cada tipo de sector o actividad económica.
- La **etapa de fabricación** dentro de los distintos procesos de los diferentes tipos de energía renovable se caracteriza por la exposición a productos químicos derivados del uso de nuevas tecnologías y/o materiales, nocivos para la salud o "sospechosos" de su peligrosidad, muchos de ellos aún en estudio.
- La **instalación y desmontaje** como parte del proceso implica los siguientes riesgos más relevantes: caídas en altura, caída de objetos desprendidos o por desplome, contactos eléctricos, incendios, explosiones, exposición a productos químicos, sobreesfuerzos y otros

derivados de trabajos a la intemperie. Esta fase supone la realización de una obra y por lo tanto se debe de cumplir **las disposiciones establecidas en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por la que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**. El **plan de seguridad y salud y la implantación de una correcta coordinación de actividades empresariales** serán unas herramientas útiles e imprescindibles para la correcta gestión de la prevención de riesgos laborales en cada tipo de instalación. Durante la ejecución de la obra, el papel del coordinador de seguridad, así como de los recursos preventivos, juegan un papel fundamental para evitar riesgos.

- El **transporte** de componentes o partes de grandes dimensiones de las instalaciones, incluso de los equipos elevadores necesarios para su instalación a zonas a menudo remotas y de difícil acceso dificulta la tarea, es un riesgo relevante a tener en cuenta.
- La **puesta en marcha de las instalaciones y las tareas de mantenimiento** en los distintos procesos de los diferentes tipos de energía suponen riesgos como la caída en altura, contactos eléctricos, acceso a espacios confinados, contactos con partes calientes de las instalaciones, incendios y/o explosiones, otros derivados de trabajos a la intemperie, exposición a productos químicos y sobreesfuerzos.
- Muchas de las actividades anteriormente descritas, requieren, por lo general, una **alta cualificación y capacitación profesional**. En muchas ocasiones la mejor alternativa, en términos de seguridad es recurrir a la contratación de empresas especializadas.

## 8. Bibliografía

- [Análisis de los riesgos emergentes en el empleo verde: una guía práctica. Asociación de Entidades Preventivas Acreditadas y Comunidad de Madrid.](#)
- [Confederación de la Pequeña y Mediana Empresa Aragonesa \(CEPYME Aragón\) \(2013\). Medidas preventivas a adoptar por los instaladores de placas de energía solar fotovoltaica y fototérmica. CEPYME Aragón.](#)
- [Estudio de los riesgos en la instalación y mantenimiento de paneles solares fotovoltaicos en tejados y cubiertas ligeras. Juan Bernal Sandoval y Agustín Mínguez Samper. Instituto de Seguridad y Salud Laboral de Murcia.](#)
- [E-fact 68: la SST y las aplicaciones de energía solar a pequeña escala. Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo.](#)
- [E-fact 79: Occupational Safety and Health in the wind energy sector. Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo.](#)
- [Empleos verdes y Seguridad y Salud en el Trabajo. Estudio prospectivo sobre los riesgos nuevos y emergentes asociados a las nuevas tecnologías en 2020. Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo.](#)

- > [Formación para mandos intermedios en PRL energías renovables. La biomasa forestal. María Soledad Santamaría. Técnico en Prevención de Riesgos Laborales. Facultad de Derecho. Universidad de Zaragoza.](#)
- > [Green Jobs and occupational safety and health: Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020. Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo.](#)
- > [Guía técnica Instalaciones de biomasa térmica en edificios. Departamento de Biomasa y Residuos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía \(IDAE\).](#)
- > [Informe monográfico de seguridad y salud laboral en las energías renovables. Junta de Andalucía.](#)
- > [Los empleos verdes y la salud laboral. Una aproximación a los riesgos ocupacionales en el marco de una economía circular y descarbonizada. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud ISTAS-CCOO](#)
- > [Manual de metodología de estimación de empleo verde en la bioenergía. Sofía Rojo, Daniele Epifanio, Christoph Ernst y Carlos Romero. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Organización Internacional del Trabajo.](#)
- > [NTP 1023. Aerogeneradores \(II\): Riesgos laborales en operaciones de mantenimiento. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo \(INSST\).](#)
- > [NTP 1024. Aerogeneradores \(III\): Medidas de prevención y protección durante el mantenimiento. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo \(INSST\).](#)
- > [Nuevos Riesgos Biocombustibles. Leza, Escriña & Asociados. Consultores en Ingeniería de Riesgos y Valoraciones.](#)
- > [Prevención de riesgos en la instalación de energía solar térmica y fotovoltaica. ¡No te arriesgues! Instituto de Formación y Estudios Sociales de Castilla y León. IFES.](#)
- > [Promover la Seguridad y Salud en una economía verde. Organización Internacional del Trabajo.](#)
- > [Protocolo de actuaciones en zona de almacenamiento de pellets. Agropellets.](#)