EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO

EKONOMIAREN GARAPEN, JASANGARRITASUN ETA INGURUMEN SAILA

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE

PLAN TERRITORIAL SECTORIAL DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EUSKADI

DOCUMENTO PARA APROBACIÓN DEFINITIVA

Documento VIII – Anexos

Anexo I: Pautas para el diseño, ejecución y explotación de proyectos de energía renovable

Octubre 2026

ÍNDICE

1. CRITERIOS, MEDIDAS Y DIRECTRICES PARA EL DISEÑO, EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS DE ENERGÍAS RENOVABLES 1

1.1 Criterios generales 1

1.1.1 Normativa aplicable 1

1.1.2 Fase de diseño 1

1.1.2.1 Estudios previos de servidumbre 2

1.1.2.2 Configuración de la instalación 2

1.1.2.3 Estudios de viabilidad 2

1.1.2.4 Estudios específicos de emplazamiento 3

1.1.2.5 Estudios derivados del trámite ambiental 5

1.1.2.6 Diseño de las instalaciones y las infraestructuras asociadas 5

1.1.3 Fase de construcción 10

1.1.3.1 Medidas de carácter general durante las obras 12

1.1.3.2 Medidas de prevención de riesgos laborales 13

1.1.3.3 Medidas de carácter ambiental 14

1.1.4 Fase de puesta en marcha 16

1.1.5 Fase de explotación 17

1.1.5.1 Medidas de prevención de riesgos 17

1.1.5.2 Mantenimiento de las instalaciones 18

1.1.5.3 Medidas de carácter ambiental 18

1.1.6 Fase de desmantelamiento 19

1.2 Criterios específicos 20

1.2.1 Energía fotovoltaica 20

1.2.1.1 Parques solares 21

1.2.1.2 Instalaciones en cubierta 24

1.2.1.3 Otras alternativas de plantas solares 26

1.2.2 Energía solar térmica 31

1.2.2.1 Fase de diseño 31

1.2.2.2 Fase de construcción 33

1.2.2.3 Fase de puesta en marcha 33

1.2.2.4 Fase de explotación 34

1.2.2.5 Fase de desmantelamiento 34

1.2.3 Energía eólica 34

1.2.3.1 Eólica terrestre 35

1.2.4 Energía geotérmica 40

1.2.4.1 Fase de diseño 40
1.2.4.2 Fase de construcción 42
1.2.4.3 Fase de puesta en marcha 44
1.2.4.4 Fase de explotación 44
1.2.4.5 Fase de desmantelamiento 44
1.2.5 Energía de la biomasa 45
1.2.5.1 Biomasa térmica 45
1.2.5.2 Biomasa eléctrica 47
1.2.6 Energía oceánica 50
1.2.6.1 Fase de diseño 50
1.2.6.2 Fase de construcción 52
1.2.6.3 Fase de puesta en marcha 52
1.2.6.4 Fase de explotación 52
1.2.6.5 Fase de desmantelamiento 53
1.2.7 Energía minihidráulica 53
1.2.7.1 Fase de diseño 53
1.2.7.2 Fase de construcción 55
1.2.7.3 Fase de puesta en marcha 56
1.2.7.4 Fase de explotación 56
1.2.7.5 Fase de desmantelamiento 56
1.3 Criterios relativos a evaluación de impacto ambiental de proyectos renovables 57

1. CRITERIOS, MEDIDAS Y DIRECTRICES PARA EL DISEÑO, EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS DE ENERGÍAS RENOVABLES

El desarrollo de proyectos de infraestructuras de energías renovables puede entrañar ciertos riesgos tanto técnicos, sociales como ambientales. Para evitar o minimizar estos riesgos, así como garantizar el correcto funcionamiento y el máximo rendimiento de las instalaciones, en el presente apartado se establecen criterios, medidas y directrices para cada una de las fases que componen un proyecto de estas características. Estas son:

- Fase de Diseño.
- Fase de Construcción.
- Fase de Puesta en marcha.
- Fase de Explotación.
- Fase de Desmantelamiento.

Enfocando el documento desde un punto de vista técnico, se tendrá en consideración el correcto desarrollo de los trabajos pertinentes en cada una de las fases, con el fin de evitar los posibles riesgos laborales, además de asegurar la buena gestión de los recursos y un buen funcionamiento de las instalaciones.

Por otro lado, desde el punto de vista ambiental, se tendrán en consideración los valores ambientales de relevancia presentes en el entorno cercano, no solo en lo relativo a la presencia o ausencia de valores ambientales concretos sino también desde una perspectiva global de cara a preservar las funciones ecosistémicas de los mismos. Con ello, se pretende integrar estos criterios ambientales en cada una de las fases a fin de evitar posibles afecciones al medio como consecuencia de la ejecución, funcionamiento y desmantelamiento de este tipo de infraestructuras.

No obstante, cabe mencionar que las pautas y criterios expuestos a lo largo del documento son meramente orientativos, sin perjuicio de las medidas y pautas concretas que se establezcan en el diseño y tramitación ambiental de cada proyecto en concreto, las cuales deberán ser planteadas y diseñadas atendiendo a la particularidad de cada caso.

1.1 Criterios generales

1.1.1 Normativa aplicable

Para cada una de las tecnologías deberá conocerse la legislación vigente aplicable en cada fase, así como asegurar y justificar su cumplimiento. Esta normativa deberá quedar reflejada en la documentación técnica del proyecto en función de la tecnología utilizada y su aplicación. Se considerará toda la normativa que pueda influir durante el desarrollo de la instalación, desde el momento de su diseño hasta la finalización de su desmantelamiento, se contemplará la normativa en materia de riesgos laborales, construcción, instalaciones eléctricas, instalaciones térmicas, ordenación del territorio, medio ambiente, etc.

Además de la normativa de obligado cumplimiento existen multitud de normas UNE que, en principio, no son de obligado cumplimiento salvo que la administración competente las haga obligatorias mediante ley, decreto, reglamento, o exija su cumplimiento en los pliegos de prescripciones técnicas de los proyectos o en los contratos de suministros.

1.1.2 Fase de diseño

El objetivo será obtener un diseño que refleje las preferencias de la tecnología a seleccionar, la óptima configuración de las instalaciones y que además incorpore los aspectos ambientales específicos del emplazamiento, así como el posible impacto medioambiental de la instalación. El

diseño deberá responder a las necesidades de generación y transformación, cuando esta se trate de energía eléctrica, de manera que haga viable el suministro al mismo tiempo que implique la menor afección ambiental posible y respete las normas nacionales y los requerimientos aplicables en los campos principales: obra civil, transporte en carretera, electricidad, etc.

En el proyecto deberán quedar definidos los materiales que serán usados además de la localización de cada uno de los elementos que componen la instalación, estando acompañado de los planos necesarios para su correcta interpretación.

La fase de diseño de las instalaciones de producción de energías renovables se puede dividir en las siguientes partes:

1.1.2.1 Estudios previos de servidumbre

Deberá conocerse la situación de las instalaciones existentes tanto en suelo y subsuelo como aéreas, con el fin de respetar la normativa aplicable (distancias de seguridad…) y tenerse en consideración los servicios y servidumbres necesarios para las fases posteriores. Además de ello habrá que asegurarse respetar los servicios y servidumbres existentes en el emplazamiento pertinente y, en caso contrario, estos deberán ser repuestos.

1.1.2.2 Configuración de la instalación

El proceso de diseño para la configuración de una instalación de producción de energía renovable consistirá en primer lugar en la búsqueda de información, comprensión y estudio de todo lo relacionado con los sistemas a instalar (componentes, características, tipos…) y en segundo lugar en el estudio de las distintas configuraciones o escenarios con el fin de comparar diferentes aspectos y elegir cuál es el más idóneo para la instalación de producción en relación a la tecnología y el espacio disponibles.

La toma de decisiones deberá fundamentarse en las condiciones del recurso disponible, las conclusiones de los estudios realizados, las servidumbres detectadas y otras restricciones propias del terreno como la accesibilidad al emplazamiento (existencia de caminos y sus características), la ubicación del punto de conexión, la propiedad de los terrenos, etc.

1.1.2.3 Estudios de viabilidad

La valoración de la viabilidad del posible proyecto se comenzará con la identificación del emplazamiento idóneo, disponibilidad del recurso, riesgos vinculados a las tecnologías, necesidad de mano de obra capacitada, disponibilidad de proveedores de tecnología, garantías de rendimiento, etc.

Una vez identificados todos los factores anteriores se procederá al "Estudio de Permisos, Licencias y Autorizaciones" el cual incluye todas las autorizaciones administrativas necesarias que deberán ser completadas para que la etapa de construcción pueda comenzar. Estos permisos incluirán la aprobación del proyecto, autorización administrativa, autorización medioambiental, licencias, etc.

Para que un proyecto pueda tener una oportunidad real de obtener financiación, la rentabilidad es un requisito importante, por lo que será necesario un estudio financiero con el fin de estimar la rentabilidad de las inversiones, de modo que pueda determinarse la posibilidad real de llevar a cabo un proyecto de estas características, teniendo en cuenta todas las restricciones o los condicionantes detectados. Además, podrá servir de base para determinar el atractivo del proyecto para los inversores potenciales.

Un estudio de viabilidad evaluará la siguiente información:

- La tecnología de la instalación.

- Conexión a la red y la tecnología asociada cuando sea pertinente.
- Participación de los agentes implicados.
- Incorporación en la ordenación del territorio.
- Los suministros y trabajos de construcción.
- Gestión de la cadena de suministro.
- Logística.
- La evaluación financiera principal.
- Los potenciales impactos ambientales.
- La opinión pública.

1.1.2.4 Estudios específicos de emplazamiento

Para determinar el emplazamiento de la instalación de producción de energía renovable habrá que realizar todos o algunos de los estudios reflejados a continuación en función del tipo de energía, la dimensión y la ubicación de la instalación:

- Estudios topográficos.
- Estudios geotécnicos.
- Estudios estructurales.
- Estudios batimétricos.
- Estudios de las condiciones del agua.
- Estudios de tráfico aéreo.
- Estudios de tráfico marítimo.
- Estudio de los principales condicionantes meteorológicos.
- Estudio de Impacto Ambiental o Documento Ambiental, en su caso.

El alcance de estos estudios se adecuará a las características propias del lugar y al grado de desarrollo del proyecto, a continuación de hace un breve desarrollo del objetivo de cada uno de los estudios:

- Estudios topográficos

El objetivo principal de este estudio es examinar la superficie cuidadosamente teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también las alteraciones existentes en el mismo y que se deban a la intervención del hombre (construcción de taludes, excavaciones, canteras…) y realizar un plano que refleje el mayor detalle y exactitud posible del terreno en cuestión.

Un mapa topográfico detallado del emplazamiento es muy útil tanto para la fase de diseño como para la de la construcción de la instalación.

- Estudios geotécnicos

El objetivo principal de un estudio geotécnico es la determinación de las características del suelo o roca sobre el que se va a asentar el proyecto. Este análisis del terreno es muy importante para poder entender su comportamiento en relación con los cambios que van a ocurrir en su estado tensional.

Por tanto, el estudio geotécnico sirve como herramienta esencial para recoger todos los detalles geológicos y geotécnicos del área de trabajo, así como para definir las recomendaciones a nivel de diseño de, por ejemplo, la estructura a construir y el talud a excavar.

Estos estudios (topográfico y geotécnico) permiten realizar una selección adecuada de los materiales y un correcto posicionamiento de los componentes de la instalación minimizando al mismo tiempo los movimientos de tierra.

De igual manera, estos estudios deberán permitir reconocer la existencia en el emplazamiento de formaciones geológicas de elevado valor o interés que sea necesario respetar.

- Estudios estructurales

El estudio estructural se realizará en las instalaciones situadas en edificios existentes donde será necesario conocer la información relevante sobre la estructura del edificio (antigüedad, dimensiones, inclinación, materiales…) para determinar si es posible o no la implantación de la instalación por motivos estructurales.

- Estudios batimétricos

El objetivo de los estudios batimétricos es el conocimiento de las profundidades acuáticas, ya sean de ríos, de balsas o del mar.

En el medio marino, estos estudios son la base principal para iniciar cualquier proyecto que necesite el conocimiento de la cartografía marina. Con estos estudios se obtendrán información de las profundidades marinas e información detallada sobre la forma y estructura del lecho marino sobre cómo es su estructura geológica y geomorfología.

- Estudios de las condiciones del agua

Estos estudios se realizarán con el fin de conocer las propiedades y características del agua con la que estará en contacto la instalación (pH, temperatura, salinidad…). En función de las condiciones del agua estas pueden ser más o menos agresivas para la instalación y esto influirá en la durabilidad de ciertos componentes, su conocimiento ayudará a la selección de materiales, detección de posibles incompatibilidades con el terreno, etc.

- Estudios de tráfico marítimo

Estos estudios deberán incluir el tráfico marítimo existente, el conocimiento de esto influirá en la selección del emplazamiento, ya que se intentará interferir lo menos posible con otras actividades.

- Estudio de los principales condicionantes meteorológicos

El conocimiento de los condicionantes meteorológicos consistirá en conocer la climatología y meteorología del emplazamiento, en algunas ocasiones será útil para determinar la configuración y materiales de las instalaciones, además de que en ocasiones se podrá aproximar la producción de las mismas.

Las conclusiones obtenidas en el estudio de los principales condicionantes meteorológicos existentes en el emplazamiento deberán ser incorporadas en el diseño de la instalación debido a que pueden condicionar algunas decisiones.

Conforme a lo establecido en el artículo 21.4 de las normas de aplicación del PTS, se incluirá un apartado relativo a la selección del emplazamiento de las instalaciones eólicas, fotovoltaicas y de biomasa de manera que se contemplen diferentes alternativas de localización de la instalación con respecto al punto de acceso y conexión, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Además de la sensibilidad del área/s de posible implantación, se tendrán en cuenta la distancia a zonas de exclusión y otros espacios con elevada sensibilidad ambiental (espacios protegidos, rutas migratorias, territorios de nidificación, alimentación o refugio de especies protegidas, paisajes sobresalientes, humedales, patrimonio cultural, etc.), así como la distancia a núcleos de población.
- Asimismo, para la selección del emplazamiento se valorará su accesibilidad (al objeto de minimizar los movimientos de tierra y la afección a la vegetación), la distancia al punto de acceso y conexión (al objeto de reducir la longitud de las líneas eléctricas, cuyo trazado será preferentemente soterrado), así como la posibilidad de realizar la evacuación a través de líneas existentes o a través de corredores con concentración de líneas eléctricas

1.1.2.5 Estudios derivados del trámite ambiental

- Estudio de Impacto Ambiental o Documento Ambiental

La incorporación en el proyecto de los aspectos ambientales de manera preventiva desde una fase temprana de diseño, evita o mitiga la aparición de los principales impactos asociados a las instalaciones de energía renovable y sus infraestructuras asociadas, al tiempo que reduce las medidas correctoras y/o compensatorias a aplicar. Sin embargo, en ocasiones algunos aspectos del proyecto o bien no se encuentran definidos en suficiente detalle en el momento de elaboración de los estudios previos que forman parte de estos documentos o bien sufren modificaciones en fases avanzadas del procedimiento de evaluación de impacto ambiental. Por ejemplo, debidas al avance tecnológico, de manera que para ciertos proyectos renovables la tramitación ambiental se prolonga tanto que el avance tecnológico (ej: modelo de turbina más eficiente) provoca cambios en el diseño del proyecto antes de finalizarse el propio trámite ambiental. En estos casos, los pertinentes Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) o Documento Ambiental (DA) deberán adaptarse al último diseño, y en caso de haber sido ya tramitados, se deberá justificar que las modificaciones habidas no son sustanciales respecto de lo evaluado y contemplado en dichos documentos.

En lo relativo a la evaluación de impacto ambiental ordinaria, los EsIA deberán cumplir como mínimo con los contenidos establecidos en el artículo 35 y Anexo VI de la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental* (modificada por *Ley 9/2018, de 5 de diciembre*) o normativa que la sustituya, además de con las consideraciones que se establezcan en el Documento de Alcance en caso de que el promotor decidiera potestativamente realizar un documento de inicio (art 34 *Ley 21/2013 de 9 de diciembre*).

En el caso de la evaluación de impacto ambiental simplificada, el DA deberá contemplar los contenidos establecidos en el artículo 45 de la citada ley.

Asimismo, Euskadi cuenta con una legislación propia en materia de evaluación de impacto ambiental (*Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi*), la cual deberá a su vez ser tenida en cuenta en el proceso de tramitación ambiental de proyectos de energías renovables.

Por último, en línea con los criterios establecidos en la Declaración Ambiental Estratégica de la Estrategia Energética de Euskadi 2030[1], en la que se manifiesta la necesidad de incorporar determinaciones que eviten las afecciones producidas por el desarrollo de las energías renovables en el futuro, se entiende oportuno elaborar unas prescripciones que establezcan un marco de referencia a la hora de redactar EsIAs o DAs de proyectos renovables en todo el territorio de Euskadi (ver apartado 1.3).

Estas prescripciones son coherentes con el contenido establecido por la normativa aplicable en materia de evaluación ambiental, tratando de enfocar la evaluación de las repercusiones hacia las energías renovables y sus impactos asociados, de manera que se garantice una evaluación adecuada y un marco homogéneo para todos los proyectos, teniendo en cuenta las características intrínsecas y riesgos propios de cada tipo de energía renovable.

1.1.2.6 Diseño de las instalaciones y las infraestructuras asociadas

Además de las medidas específicas a adoptar en cada emplazamiento derivadas de los estudios antedichos, se deberán considerar las siguientes medidas y criterios a aplicar de forma general en el diseño de las instalaciones de producción de energía renovable y sus infraestructuras

[1] *Resolución de 4 de julio de 2016, de la Directora de Administración Ambiental, por la que se formula la declaración ambiental estratégica de la Estrategia Energética de Euskadi 2030, promovida por el Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad del Gobierno Vasco.*

asociadas, sin perjuicio de todos aquellos otros criterios que puedan surgir derivados del trámite ambiental:

- Medidas y criterios de carácter general
  - Se procurará que las superficies de ocupación sean las mínimas e imprescindibles. Para ello se seguirán las siguientes pautas:
    - Se aprovecharán lo máximo posible las infraestructuras y los servicios preexistentes.
    - Cuando sea posible se procurará compartir las estructuras de nueva creación que sean comunes a otras instalaciones (subestación, tendidos eléctricos, caminos de acceso, canalizaciones…).
    - Los acopios de materiales se realizarán en aquellas superficies que se vayan a ver afectadas necesariamente, como accesos y plataformas, o en aquellas que se acondicionen específicamente para este fin, siendo entonces objeto de recuperación y/o restauración.
    - Se priorizará la ocupación de zonas previamente degradadas y de escaso valor ambiental.
    - Para disminuir la afección a la fauna y a la vegetación del lugar, se reducirán las superficies de ocupación no definitivas sobre terreno natural al mínimo imprescindible, previéndose en el proyecto su restitución a las condiciones iniciales preoperacionales.
    - Se incorporarán las medidas protectoras y correctoras necesarias para reducir en la medida de lo posible los impactos sobre los valores naturales del entorno, haciendo especial hincapié en la protección de ecosistemas de valor y de las especies que en ellos habitan, así como en lo relativo al impacto visual que estas estructuras pudieran generar.
    - Según lo establecido en la Declaración Ambiental Estratégica de la Estrategia Energética de Euskadi 2030, sin perjuicio de lo dispuesto en los planes de gestión de las especies incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina del País Vasco (aprobado por el *Decreto 167/1996, de 9 de julio*), en el caso de que se prevea la presencia de alguna de estas especies en el área de actuación, se diseñarán y aplicarán medidas específicas desde la fase de diseño y redacción de cada proyecto concreto para evitar la afección a las poblaciones de dichas especies (tales como sistemas anticolisión y electrocución de aves en tendidos eléctricos, calendarios de obras que limiten las actividades de mayor impacto durante los periodos críticos, posibles translocaciones de individuos en trabajos en cauce, etc.) y para la reposición y mejora de sus hábitats de acuerdo con los criterios de restauración expuestos a continuación.
    - Desde la propia fase de diseño, se elaborará un plan de revegetación para la reposición de las superficies afectadas cuya ocupación no sea necesaria durante la fase de explotación:
      - Estos planes de revegetación deberán estar orientados hacia la restauración del entorno, empleando siempre especies vegetales autóctonas, adaptadas al entorno concreto y similares a las encontradas en el área de actuación. Se plantearán preferiblemente técnicas de bioingeniería en caso de que sean necesarias y la revegetación se completará introduciendo elementos puntuales que favorezcan el desarrollo de la vida salvaje (colocación de tocones como lugar de refugio, acondicionamiento de ciertas zonas de terreno para la herpetofauna, acondicionamiento de pequeños rodales con plantas de flor adecuadas para polinizadores, etc.).
      - Cuando se afecte a zonas o rodales de vegetación de alto interés naturalístico, el plan de revegetación deberá abarcar la zona afectada teniendo en cuenta no solo la superficie, sino también el estado y la funcionalidad ecológica de la vegetación. En su caso, deberán adoptarse medidas compensatorias, de forma que en ningún caso se produzca una pérdida neta de patrimonio natural.
      - En el caso de que la instalación renovable se localice en las inmediaciones de cursos fluviales y se prevean afecciones sobre los mismos, en el plan de

revegetación se prestará especial atención y se orientará hacia la recuperación de la función de conectividad que presentan este tipo de entornos, mediante la adopción de medidas compensatorias (acondicionamiento de zonas de refugio, alimentación y reproducción para fauna, restauración de zonas de ribera degradadas, etc.).

- En el caso de que en la zona de actuación existan poblaciones de especies invasoras que pudieran verse afectadas por la ejecución de las obras, se evitará su eliminación mediante desbroces al uso debido a la alta probabilidad de rebrotes y dispersión derivadas del empleo de este tipo de técnicas. Consecuentemente, se procederá a su erradicación mediante técnicas validadas con el objetivo de asegurar su completa eliminación, incluyendo en la propia fase de diseño el protocolo a seguir para su erradicación.
- Siempre que sea posible, se evitará instalar cerramientos y si no fuera posible por razones de seguridad, los mismos deberán disponer de dispositivos para asegurar la permeabilidad de la fauna, tales como portillos basculantes o pasillos libres de paso.
- Para la ejecución de tendidos eléctricos, las nuevos tendidos aéreos proyectados, y especialmente aquellos que discurran por las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas aéreas de alta tensión establecidas en la Orden de 6 de mayo de 2016, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves amenazadas y se publican las zonas de protección para la avifauna en las que serán de aplicación las medidas para la salvaguarda contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión, deberán cumplir los requisitos establecidos en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión o normativas que las sustituyan.
- Cualquier actuación en las zonas de protección de las carreteras deberá contar con autorización de la Diputación foral correspondiente o Las instalaciones en ZLS deben ubicarse librando siempre la línea de edificación de carreteras;
- En el caso de la eólica, se debe respetar que la distancia a la arista exterior de la calzada más próxima debe ser superior a 1,5 veces la altura máxima del aerogenerador en punta de pala;
- Los trabajos necesarios para explanación de parcelas afectadas y cerramientos perimetrales se deberán ejecutar librando la zona de servidumbre de las carreteras de la red foral. Previamente se deberán definir los accesos a las nuevas instalaciones cumpliendo con la normativa vigente; se habla de servidumbres en general: otras servidumbres
- Incorporar especificaciones relativas a los accesos en los proyectos

- Medidas y criterios en la selección de la tecnología a utilizar
  - Se dará prioridad a la selección de componentes que empleen soluciones técnicas más eficaces en la producción de energía.
  - En los casos en los que existan impactos paisajísticos acumulativos con otras instalaciones análogas se procurará seleccionar máquinas de características cromáticas similares a las preexistentes para armonizar el conjunto.
  - Se priorizarán tecnologías que pongan especial atención en el ciclo de vida de los componentes de las instalaciones, de manera que maximicen el número de componentes reciclables (reemplazando materiales no reciclables por reciclables siempre que sea posible); estandarización de diseños que sigan estándares ecológicos; fabricación que minimice los impactos medioambientales, selección de suministradores considerando el desempeño ambiental de los mismos o que la producción se realice cerca del área de desarrollo para limitar el transporte.
  - En el caso de instalaciones de producción de energía térmica, una parte importante será el diseño de la red hidráulica, en la que se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La característica más importante a la hora de la elección del acumulador, el material con el que está fabricado, deberá elegirse el más apropiado para la instalación.
- Las válvulas deberán estar diseñadas para trabajar con agua de consumo, usando materiales como acero inoxidable, bronce o aleaciones especiales.
- La elección de las bombas será independiente para el circuito primario (circuito cerrado y menos agresivo) y para el circuito secundario (circuito abierto y por tanto más agresivo), además para este segundo las bombas deberán estar diseñadas para trabajar con agua de consumo.
- Tanto las tuberías como los accesorios y uniones de las mismas deberán ser compatibles con el fluido, ser capaces de soportar la presión de la instalación y mantenerse estables con las temperaturas de trabajo.
- Deberán instalarse purgadores fácilmente accesibles en la parte superior del circuito.

- Medidas y criterios de diseño de la línea de evacuación y de las canalizaciones eléctricas

  Esta medida es común a todas las energías renovables de producción eléctrica, las cuales incluyen la energía fotovoltaica, eólica, biomasa eléctrica, oceánica y minihidráulica.

  En cuanto a las líneas de evacuación de la electricidad:

  - Las líneas de evacuación se proyectarán preferentemente de forma soterrada o compactadas con otras líneas existentes, especialmente en los proyectos de instalaciones fotovoltaicas.
  - En todo caso, se cumplirá la normativa aplicable a instalaciones de baja y alta tensión.
  - Se priorizará en la medida de lo posible el soterramiento de la línea de evacuación eléctrica frente a otras soluciones de evacuación, al menos en lo relativo a las líneas internas de la instalación hasta la subestación.
  - El trazado de la línea de evacuación que se diseñe en soterrado, salvo en tramos justificados, discurrirá por la cuneta o por los taludes de la pista que se vaya a utilizar, llegando incluso a transitar por la misma, cuando lo anterior no sea posible. Para ello se podrán emplear técnicas de entubado y hormigonado.
  - La sección transversal de las zanjas a realizar para el tendido de cables deberá ser de aproximadamente 90 cm de profundidad por 50 cm de ancho. Se colocarán bandas de plástico u otro tipo de protecciones y señalizaciones 20 cm por encima de los cables aproximadamente. Alrededor de los cables de potencia se rellenará con arena cribada de manera que se eviten aristas y piezas que puedan dañar los cables.

  En caso de que resulte inevitable realizar parte o la totalidad de la evacuación mediante tendido aéreo, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

  - Los desbroces de mantenimiento bajo las líneas respetarán el arbolado autóctono, en la medida de lo posible.
  - Las instalaciones eléctricas aéreas que discurran por terrenos incluidos en la Categoría de Ordenación de Especial Protección habrán de cumplir las siguientes prescripciones técnicas:

    - En zonas montañosas o de relieve accidentado, los soportes de las líneas aéreas no sobrepasarán los cierres visuales del paisaje desde cualquiera de sus posibles puntos visuales. Cuando ello sea inevitable, el tendido de las líneas se hará siempre por la cota más baja, siguiendo la topografía del relieve.
    - En general, el recorrido de las instalaciones seguirá las cotas topográficas del relieve y se adaptará a la geomorfología del terreno. Los trazados rectilíneos únicamente se permitirán en zonas llanas.
    - Preferentemente, seguirán un recorrido paralelo y a corta distancia de otras infraestructuras lineales existentes como carreteras, ferrocarril, etc., evitando abrir nuevos trazados en el territorio y respetando siempre las distancias de seguridad.
    - Siempre que existan otras líneas cercanas, se priorizará el desdoblamiento de las existentes ante la construcción de una línea nueva. Cuando esto no sea posible por razones técnicas justificadas, se instalará la nueva línea lo más cerca posible de la

ya existente a fin de aprovechar el mismo corredor y manteniendo las distancias de seguridad.
  - El diseño de los soportes tendrá en cuenta la minimización del impacto paisajístico como un factor determinante, adaptándose al terreno y reduciendo la necesidad de explanaciones y movimientos de tierra en la medida de lo posible.

- Medidas y criterios de diseño de los viales
  - El trazado de los viales se adaptará a la morfología del terreno, procurando seguir las curvas de nivel, evitando los trazados lineales y minimizando la creación de taludes que puedan sufrir procesos de inestabilidad o iniciar procesos erosivos.
  - Los caminos se ajustarán lo máximo posible a los preexistentes. En los tramos en los que esto no sea posible, se procurará afectar a las formaciones vegetales de menor valor ambiental del entorno.
  - La anchura de los caminos que transcurran en terreno natural se ajustará lo máximo posible, siendo esta mayor en las curvas que lo exijan por su radio de curvatura para permitir el paso de los transportes de montaje.
  - Se procurará que los viales incorporen técnicas que favorezcan la permeabilidad de la fauna. Cuando los estudios previos realizados así lo aconsejen, este requisito será de obligado cumplimiento.

- Medidas y criterios de diseño del sistema de drenaje
  - Se deberán reducir al máximo las alteraciones en el sistema hidrológico y de drenaje superficial del emplazamiento en el caso que este se viera comprometido.
  - Se procurará que los sistemas de drenaje incorporen técnicas que permitan la movilidad de los pequeños vertebrados. Cuando los estudios previos realizados así lo aconsejen, este requisito será de obligado cumplimiento.

- Medidas y criterios de diseño correspondientes a la ubicación de instalaciones auxiliares
  - De ser posible, no se establecerán locales técnicos en el propio emplazamiento o se reutilizarán las edificaciones preexistentes.
  - Se evitará situar las instalaciones auxiliares con posibilidades de generar contaminación (almacén temporal de residuos, casetas de sanitarios, parque de maquinaria, zonas de acopio, zonas de limpieza de los camiones hormigonera, etc.) en las proximidades de aguas superficiales (charcas, cursos fluviales, bebederos…), zonas balizadas por poseer interés ambiental, zonas de uso recreativo, etc.
  - Se habilitará/n zona/s de almacenamiento de los residuos que se generen durante la fase de obras, preferiblemente dentro del área de actuación de la misma y excepcionalmente en superficies contiguas degradadas de forma previa (zonas de acopio de madera o pistas sin uso, etc.).
  - La superficie destinada al parque de maquinaria y al mantenimiento cumplirá los siguientes requisitos:
    - Estará aislada de la red de drenaje natural.
    - Dispondrá de solera impermeable.
    - Los residuos peligros se almacenarán bajo techado, en cualquier caso.
    - Contará con un sistema de recogida de efluentes/derrames para evitar contaminar el suelo y las aguas por la acción de los aceites y combustibles.

- Medidas y criterios de diseño específicos para minimizar la afección a la avifauna
  - Se seguirán las indicaciones señaladas en el/los estudio/s de avifauna que se realice/n específicamente para cada emplazamiento.
  - Se utilizarán preferentemente torres meteorológicas autoportantes, de tipo tubular.
  - Excepcionalmente, en caso de que no se pueda evitar el uso de torres meteorológicas arriostradas con cables, o de celosía, es conveniente seguir las siguientes medidas para reducir la mortalidad por colisión de las aves:
    - Limitar al máximo el número de torres meteorológicas.

  - Aumentar la visibilidad de los cables marcándolos con dispositivos salvapájaros o de desvío de vuelo o reducir lo máximo posible la altura de las torres meteorológicas.
  - En la selección de ubicaciones de máquinas y en la selección del modelo de aerogenerador a emplear, se tendrán en cuenta las recomendaciones de los estudios de avifauna que se realicen específicamente para cada emplazamiento.

- Medidas y criterios de diseño específicas para minimizar la afección a los quirópteros
  - Se seguirán las indicaciones señaladas en el/los estudio/s de quirópteros que se realice/n específicamente para cada emplazamiento.
- Medidas y criterios de diseño específicas para el sosiego público
  - Todas las instalaciones renovables han de ubicarse a una distancia tal de edificaciones residenciales que no suponga una superación de los valores límite acústicos establecidos en la normativa de aplicación.
- Participación de las partes interesadas

  Las autoridades locales deberán estar involucradas en el núcleo del proyecto que influya en la organización del territorio. En este sentido, las partes interesadas pueden:
  - Proporcionar tierras comunitarias en base de concesión.
  - Constituir el derecho de la construcción en terrenos de la comunidad.
  - Firmar un contrato de alquiler.
  - Dar la opción de realizar una unión público-privada.

Asimismo, los beneficios potenciales pueden ser de tipo muy directo, por lo que se procurará beneficiar a la comunidad local en su conjunto, en lugar de a unos pocos individuos específicos dentro de ella.

En consecuencia, el inversor de cada proyecto deberá considerar la posibilidad de implicar al entorno y, en la medida de lo posible, invitar a la población local a participar en el proyecto, de manera que los rendimientos generados sean compartidos colectivamente.

En el diseño del plan de participación para el proyecto de la instalación de energía renovable serán seleccionados una serie de aspectos que se adapten al contexto y a los potenciales participantes. Esto significa que dentro del plan de participación podrán ser utilizadas diferentes estrategias para cada una de las partes interesadas, tales como: información, consulta, participación, colaboración y capacitación.

La elección de estas acciones para el diseño del plan de participación obliga a referirse al grado en que los interesados influirán en la toma de decisiones para la planificación, ejecución y evaluación del proyecto.

1.1.3 Fase de construcción

Esta sección está dirigida a definir el alcance, la calidad y los requisitos técnicos y ambientales para el suministro y la construcción de las instalaciones.

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, así como todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva y el Pliego de Prescripciones Técnicas del mismo.

Para la obra civil se utilizará el personal y la maquinaria necesaria en cada proyecto concreto. Todos los componentes y materiales que vayan a ser utilizados deberán tener una calidad y durabilidad acorde al proyecto, de manera que resistan las condiciones a las que serán expuestos y, sobre todo, a las condiciones exteriores (lluvia, humedad, radiación UV, corrosión, etc.). Cualquier cambio de componentes, sobre lo previsto en el proyecto, debería ser previamente aprobado.

Todos los componentes del sistema deberán ser posicionados correctamente de acuerdo a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto. Para todo el equipamiento instalado, será de suma importancia contar con una buena accesibilidad y espacio, de modo que su mantenimiento, reparación o desmontaje sea lo más sencillo posible.

El programa general de trabajo que se deberá seguir en cada uno de los proyectos destinados a la producción de energía a partir de fuentes renovables se presenta a continuación:

- Replanteo del emplazamiento

Antes del comienzo de las obras con el asesoramiento de técnicos en la materia, se realizará un replanteo en campo y ajuste previo de la localización de las infraestructuras, a recoger en el replanteo definitivo, de modo que se minimicen las afecciones al medio natural y se eviten afecciones al patrimonio. Estos replanteos de campo sirven para localizar los elementos de interés y abordar su señalización a llevar a cabo al inicio de las obras. Este proceso requiere que se revise, durante la fase de obra, todo el contenido del proyecto de detalle y en particular:

  - Espacios disponibles para ubicación de los componentes de la instalación.
  - Previsiones de espacios para trazados de circuitos.
  - Sistemas de apoyo y sujeción establecidos.
  - Procedimientos de montaje previstos.
  - Medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la instalación.
  - Accesibilidad a toda la instalación, tanto para el montaje como para operaciones posteriores de mantenimiento.

- Consideración de los factores ambientales

Durante la fase de construcción serán de aplicación todas aquellas consideraciones definidas en la propia fase de diseño pasa esta fase, las cuales se encontrarán incluidas en los diversos documentos de carácter ambiental que acompañen a cada proyecto concreto, como el Estudio de Impacto Ambiental, Documento Ambiental, Estudios previos, etc.

- Replanteo y estaquillado definitivo (en su caso)

Introduciendo, de ser necesario, los cambios obligados por los condicionantes detectados.

- Vallado y señalización

Por parte del contratista se señalizarán las zonas o estructuras a proteger, vallándose en caso de ser necesario. Habrá que tener en cuenta las siguientes especificaciones:

  - Los postes de vallados y señalizaciones que se sitúen en terreno natural son recomendables que sean de madera, siguiéndose en todo caso las indicaciones de los técnicos de la Diputación Foral que corresponda.
  - En zonas ventosas y/o con presencia de ganado se utilizará cuerda balizada evitando el empleo de cintas de plástico.
  - Para permitir el paso de fauna en el caso de zonas con interés conector en el sistema de vallado se utilizarán pequeños círculos de malla y estacas de madera.
  - Antes del comienzo de la obra, se instalarán señales y paneles informativos por zonas, con información sobre necesidades de limpieza, uso de contenedores, respeto al entorno, carácter de la zona, etc.

- Los desbroces, talas y podas se efectuarán con los permisos público-privados correspondientes y bajo el asesoramiento y control del equipo técnico ambiental.

- Entrada de maquinaria.

Una vez haya entrado la maquinaria, y en cuanto se prevea que se vayan a generar residuos con destino a vertedero, se instalarán contenedores de forma previa a su generación.

Utilizando la información que se ha recopilado para el proyecto, incluyendo la información geotécnica, las condiciones ambientales y climáticas, la topografía del emplazamiento, etc., se deberá establecer el conjunto de especificaciones de construcción en los lugares específicos del proyecto.

Será imprescindible respetar esta secuencia en todos los casos para una misma zona, no pudiendo comenzar un paso hasta finalizar el siguiente. En cambio, sí se podrán solapar para zonas distintas cuando no se interfiera en el avance de la obra.

- Actividades de construcción

Las actividades de construcción se iniciarán con la preparación del emplazamiento, incluyendo la construcción de caminos de acceso desde la vía pública de transporte más cercana. De igual manera, si fuese necesario, se procederá a la clasificación y nivelación del terreno, y al establecimiento de las instalaciones necesarias durante la etapa de construcción. Deberá facilitarse el acceso a los medios de transporte que trasladan los equipos y a la maquinaria que se requiera en la instalación de los mismos.

Una vez finalizada la construcción pesada, si es necesario, se deberán nivelar los caminos, añadir zahorra y compactar donde sea necesario. Parte de la tierra y rocas proveniente de la nivelación deberá expandirse de manera que se obtenga la pendiente natural del emplazamiento.

Durante las obras será imprescindible seguir una serie de medidas generales con el fin de que estas se desarrollen correctamente y evitar accidentes o malas prácticas.

1.1.3.1 Medidas de carácter general durante las obras

Las medidas generales a seguir durante las obras están enfocadas a prevenir riesgos laborales o accidentes, provocar la menor afección posible al medio ambiente, cumplir las especificaciones de la memoria descriptiva de cada proyecto y conseguir el mejor resultado en la finalización de la obra, siempre teniendo en cuenta la normativa aplicable de obligado cumplimiento, así como todas aquellas prescripciones que surjan del trámite ambiental. Las medidas, presentadas a continuación, deberán ser adaptadas a los proyectos renovables en función de su envergadura e incidencia.

- Se contará con la presencia de un equipo técnico medioambiental, con funciones de vigilancia, control y asesoramiento a la Dirección de Obra, de forma que se garantice la no ejecución de prácticas agresivas innecesarias hacia el medio, así como el establecimiento de las medidas de corrección y prevención señaladas en el Estudio de Impacto Ambiental, Documento Ambiental, en el Programa de Vigilancia y en las autorizaciones pertinentes (Declaración de Impacto Ambiental e Informe de Impacto Ambiental).
- Se realizará un control del patrimonio cultural durante las fases de estaquillado y remoción de tierras por parte de personal especializado, con labores de vigilancia durante las excavaciones en previsión de hallazgos desconocidos. Asimismo, el equipo se encontrará a disposición de la Dirección de Obra para cualquier consulta relacionada con sus disciplinas (arqueología, etnografía, historia, etc.).
- Se controlará que la ejecución de las obras se efectúe dentro del área mínima indispensable para la realización del proyecto. Para ello, se restringirá al máximo la circulación de maquinaria y vehículos fuera de las pistas, utilizando los caminos habilitados para tal fin y áreas de aparcamiento.
- Se realizará un replanteo en campo y ajuste previo de la localización de las infraestructuras a recoger en el replanteo definitivo, de modo que se minimicen o eviten las afecciones ambientales.
- Las operaciones de carga/descarga de combustible, cambios de aceite y otros mantenimientos de los vehículos de obra susceptibles de provocar vertidos accidentales, así como las actividades propias de taller, no se realizarán en zonas distintas a las señaladas.

- Balizamiento de las zonas de trabajo, restringiendo la circulación de vehículos externos a la obra.
- Adecuación de superficies de acopio de materiales e instalación de caseta de obra si fuese necesario.
- Eliminación de los materiales sobrantes y de las instalaciones provisionales.
- Realización de estructuras civiles (edificios y fosas) con diferentes materiales de construcción, como morteros, hormigones, maderas, materiales cerámicos u otros.
- Labores de limpieza y lavado de las cucharas, palas y otros elementos de la maquinaria necesaria para la obra.
- A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, estas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en cada caso.
- Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.
- El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.
- Las aperturas de conexión de todos los aparatos y maquinarias deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta que no se proceda a su unión. Esto se realizará mediante elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.
- Se tendrá especial cuidado con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.
- Asimismo, al final de la obra, se deberán limpiar perfectamente todos los equipos, cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc., de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.
- Una vez instalados los equipos se procurará que las placas de características de estos sean visibles.
- Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de recortes de conducciones y cables.
- Almacenamiento y trasiego de aceites y combustibles.
- Uso de vehículos y maquinaria específica.
- Se realizarán las excavaciones de las zanjas para albergar las canalizaciones de cables necesarias. El trazado de zanjas se realizará de manera que se optimicen los recorridos de los cables, con el fin de reducir la caída de tensión, reducir costes y como fin aumentar la productividad. La disposición de las canalizaciones deberá estar a unas distancias mínimas concretas de profundidad y entre ellas, pudiéndose dar el caso de tener que instalarlas en varios planos para que no interfieran unos cables con otros, siempre cumpliendo las especificaciones recogidas en la normativa aplicable.

1.1.3.2 Medidas de prevención de riesgos laborales

Las medidas generales a tomar en materia de prevención de riesgos laborales se presentan a continuación:

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos existentes en el trabajo y las medidas de control que deben seguirse, así como impartir la formación necesaria para la realización de cada tarea.
- Disponer de personal formado para los trabajos que se requieran: personal capacitado y/o autorizado para trabajos eléctricos, trabajos en alturas, etc.
- Dotar la obra con instalaciones higiénicas y de descanso que cubran las necesidades de todas las personas que trabajan en ella.
- Establecer procedimientos de emergencia instalando los medios necesarios contra incendios (extintores, vías de evacuación, etc.) y de primeros auxilios.

- Instalar los montacargas y elevadores de manera que su solidez y estabilidad estén garantizadas.
- Asignar el montaje, desmontaje y modificación de andamios a personas formadas para ello. Comprobar periódicamente su estado de seguridad, sobre todo después de mal tiempo. Instalar en ellos barandillas, rodapiés y redes para evitar la caída de personas y objetos.
- Formar de manera específica a los conductores de los vehículos mencionados (deben disponer de un documento acreditativo). Además, es necesario que el trabajador tenga la autorización expresa de la empresa.
- Usar los dispositivos obligatorios de seguridad de las máquinas (señales sonoras y protectores) y revisar su buen funcionamiento.
- Utilizar equipos mecánicos de manipulación de carga y eliminar, en lo posible, la manipulación manual. Formar a las personas que trabajan sobre como levantar cargas con seguridad.
- Almacenar de forma segura las sustancias peligrosas siguiendo las indicaciones de las Fichas de Datos de Seguridad.
- Utilizar los equipos de protección personal que sean necesarios: casco, guantes, calzado, cinturón, mascarillas contra la exposición al polvo (madera, silicatos, etc.).
- Instalar protecciones colectivas contra caídas en todos los lugares que sea necesario (barandillas, cobertura de huecos, redes de seguridad, etc.). Identificar los techos y partes frágiles de la obra y proteger los agujeros con cubiertas marcadas y fijas para evitar las caídas.
- Instalar protecciones que eviten que las personas o los vehículos caigan en las excavaciones: vallas señalizadas (balizamientos) a 1,50 m mínimo del borde del vaciado; barandillas en zonas de paso a 0,60 m del borde del vaciado; topes de seguridad para vehículos, etc.

1.1.3.3 Medidas de carácter ambiental

De manera previa, señalar que las medidas que se presentan a continuación tienen un carácter general, muy ligadas a una obra civil tipo, sin perjuicio de las medidas específicas establecidas en las pertinentes resoluciones ambientales de cada proyecto concreto. Asimismo, entre estas medidas generales, se han considerado las establecidas en la Declaración Ambiental Estratégica de la Estrategia Energética de Euskadi 2030[2], en la que se manifiesta la necesidad de incorporar determinaciones que eviten las afecciones producidas por el desarrollo de las energías renovables en el futuro.

Con todo ello, las medidas generales de carácter ambiental a adoptar en la fase de construcción de proyectos energéticos renovables son las siguientes:

- Se vallarán y señalizarán las zonas o elementos naturales o patrimoniales a proteger.
- Todos los trabajos que se efectúen en emplazamientos próximos a cauces en superficie o subterráneos y a masas boscosas autóctonas, se desarrollarán con especial cuidado evitando ocasionar daños en los mismos.
- Medidas de control de emisiones tales como: sistemas de control de emisiones de polvo y ruido; sistemas de riego planificados en viales de obra, accesos y zonas de acopios térreos en periodos secos para evitar la resuspensión de partículas; dispositivos de limpieza de maquinaria en puntos estratégicos (accesos a obra); cubrición de transportes de materiales pulverulentos y de zonas de acopio; establecimiento de límites de velocidad a

[2] *Resolución de 4 de julio de 2016, de la Directora de Administración Ambiental, por la que se formula la declaración ambiental estratégica de la Estrategia Energética de Euskadi 2030, promovida por el Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad del Gobierno Vasco*

la circulación; y evitar el desarrollo de forma simultánea de actividades generadoras de emisiones y ruidos.

- Medidas de gestión de residuos.
  - Para la correcta gestión de los residuos generados en obra el contratista deberá redactar un "Plan de Gestión de Residuos" acorde con el Estudio de Gestión de Residuos incluido en el propio proyecto en cumplimiento del *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*, y del *Decreto 112/2012 del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición* o normativa que los sustituya.
  - Dada la posibilidad de aparición durante las excavaciones de materiales sospechosos de contaminación de los que se desconoce su naturaleza, estos deberán ser correctamente caracterizados[3] para determinar el tipo de residuo al que pertenecen, y así determinar el destino final de este material contaminado, para proceder a su correcta gestión mediante un gestor autorizado por la administración de la comunidad autónoma.
  - Se dispondrá de dispositivos específicos de tratamiento de las aguas residuales generadas durante la actividad para evitar afecciones indeseables sobre el suelo y los recursos hidrológicos tales como sistemas de limpieza de hormigoneras, sistemas de tratamiento de las aguas generadas y aguas de escorrentía (balsas de decantación, zanjas de tratamiento, etc.), dispositivos separadores de grasas, etc.
  - Se priorizará la valorización de los residuos generados frente a su eliminación, siempre que resulte técnica, económica y ambientalmente viable. A este respecto, a fin de fortalecer el cumplimiento de la jerarquía comunitaria de gestión de residuos, y en aplicación de lo dispuesto en *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular,* únicamente podrán destinarse a valorización energética los residuos cuyo destino prioritario (preparación para la reutilización y reciclado) no resulta técnica, económica o medioambientalmente viable.

- En el caso de que en el entorno cercano a la ejecución de las obras existan masas de aguas superficiales (ríos, embalses, lagunas, etc.), estas deberán ser correctamente protegidas mediante el uso de sistemas de protección de vertidos (barreras de retención de sedimentos, geotextiles, etc.) a fin de evitar modificaciones en las condiciones físico-químicas de estas masas.
- La ejecución de actividades de gran impacto ambiental tales como desbroces o voladuras serán ejecutadas siempre teniendo en consideración los aspectos ambientales tales como periodos de actuación o la distancia a zonas sensibles, incorporando las medidas de protección necesarias frente al ruido y la flora y fauna de interés del entorno. Se reducirán las ocupaciones de terrenos naturales planificándolas de manera previa y garantizando la protección de la vegetación autóctona mediante el uso de balizamientos y restricciones al paso de la maquinaria.
- En el caso de que sea necesario el cruzamiento de aguas superficiales, estas se ejecutarán en todo momento en los periodos de menor caudal (siempre que esta cuestión no entre en conflicto con los periodos críticos de especies amenazadas), y minimizando al máximo las afecciones sobre los ecosistemas de ribera, los cuales presentan una especial fragilidad, evitando la ocupación de este espacio y adoptando medidas protectoras de la vegetación como el uso de balizamientos y restricciones al paso de maquinaria.
- Se deberá garantizar la protección del patrimonio cultural presente en el entorno de las obras mediante la adopción de medidas de protección tales como balizamientos,

[3] Se toma como base la "*Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero"* y la *Ley 4/2015, de 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo* y *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.*

señalización y limitando las actuaciones en el entorno cercano a estos elementos de interés cultural.

- Se realizará la reposición de las superficies afectadas cuya ocupación no sea necesaria durante la fase de explotación de acuerdo con el plan de revegetación definido en el propio proyecto durante la fase de diseño. La revegetación se realizará lo antes posible a fin de evitar la implantación de especies exóticas invasoras sobre los terrenos desnudos y los procesos erosivos.
- En ocasiones, durante la ejecución de cualquier obra, las ocupaciones del terreno y superficies afectadas por la misma varían en su ubicación final o exceden los límites establecidos en el proyecto. Es por ello, que cuando en la fase de construcción se afecte a zonas o rodales de vegetación de alto interés naturalístico no previstos en la fase de diseño ni en el correspondiente plan de revegetación, se deberá restaurar la zona afectada teniendo en cuenta no solo la superficie, sino también el estado y la funcionalidad ecológica de la vegetación, adoptándose medidas compensatorias, de forma que en ningún caso se produzca una pérdida neta de patrimonio natural.
- A pesar de que en la fase de diseño no se haya detectado presencia de especies exóticas invasoras en las zonas de actuación, es posible que en el momento de inicio de la fase de construcción se identifiquen individuos invasores en el entorno dada la elevada capacidad prolífica de estas especies en periodos reducidos de tiempo. Es por ello que, siendo el caso, se deberá proceder a su erradicación, evitando su eliminación mediante desbroces al uso debido a la alta probabilidad de rebrotes y dispersión derivadas del empleo de este tipo de técnicas. En su lugar, se emplearán técnicas validadas con el objetivo de asegurar su completa eliminación.
- Se adoptarán todas las medidas que sean necesarias para prevenir, contener y reparar accidentes ambientales asociados a la ejecución de las obras, elaborando protocolos de actuación efectivos, garantizando la seguridad de las zonas de almacenaje de productos y empleando medidas de impermeabilización y anticontaminación.
- En todo momento deberá garantizarse la limpieza de la zona de obras y se impartirá formación al personal de obra sobre los aspectos relacionados con la limpieza, gestión de residuos y protección de los valores ambientales del entorno.
- Se adoptarán medidas del control de emisiones de polvo y ruido, estableciendo criterios adecuados de mantenimiento, revisando periódicamente el estado de la maquinaria, protegiendo los transportes de materiales pulverulentos, respetando los límites de velocidad de circulación y evitando el desarrollo, de forma simultánea, de actividades generadoras de emisiones y ruidos.

1.1.4 Fase de puesta en marcha

La puesta en funcionamiento de todas las instalaciones que se construyan se realizará según los parámetros indicados en los contratos de suministro y de diseño. Se deberán comprobar todos los equipos para iniciar el período de garantía especificado en los contratos de suministro y construcción.

Una vez que se complete la construcción, comenzará la puesta en marcha. La definición de "puesta en marcha" no es estándar, pero en general abarca todas las actividades después de instalar todos los componentes de la instalación de producción de energía renovable.

En general las pruebas de puesta en marcha implicarán pruebas estándar para la infraestructura de la planta, así como la electrónica asociada. También se incluirá la inspección de los registros de calidad de la obra, montaje mecánico e hidráulico, etc. Las pruebas deberán ser lo suficientemente meticulosas para entregar y mantener una instalación de buena calidad.

En caso de que la instalación se conecte a la red de distribución o transporte eléctrico es muy importante vincular la puesta en marcha de la infraestructura a la propia infraestructura de conexión a la red, de lo contrario se podría retrasar de manera significativa la operabilidad de la planta.

1.1.5 Fase de explotación

Durante la operación de cada instalación deberán cumplir las medidas necesarias para el mantenimiento, ambientales y de prevención de riesgos garantizando así la seguridad de las operaciones, la integridad física de los activos de las instalaciones y la optimización de la generación de energía.

Las distintas instalaciones que se contemplan a lo largo del documento son muy heterogéneas, por lo que las labores de funcionamiento, mantenimiento y medidas de seguridad también son distintas. Las instalaciones destinadas al autoconsumo necesitarán únicamente revisiones periódicas cada cierto tiempo mientras que instalaciones de mayor envergadura como pueden ser los parques eólicos, fotovoltaicos, instalaciones undimotrices, etc., necesitarán siempre presencia de operarios para asegurar su correcto funcionamiento.

De forma general, a continuación, se incluyen medidas que deberán cumplirse a nivel de prevención de riesgos, mantenimiento y de carácter ambiental en todas las instalaciones contempladas, si bien es cierto que deberán adaptarse a las necesidades de cada una.

1.1.5.1 Medidas de prevención de riesgos

La Norma Vasca de Autoprotección (*Decreto 277/2010, de 2 de noviembre*, modificado por el *Decreto 21/2019*), por el que se regulan las obligaciones de autoprotección exigibles a determinadas actividades, centros o establecimientos para hacer frente a situaciones de emergencia) pretende mejorar el nivel de seguridad de la sociedad vasca estableciendo obligaciones de autoprotección a los titulares de ciertas actividades, centros o establecimientos, enumeradas en el Anexo I.

En el apartado 2c del Anexo I mencionado se incluyen las siguientes actividades:

> *"2. Actividades sin reglamentación sectorial específica.*
>
> *c) Actividades e infraestructuras energéticas:*
>
> *Las Infraestructuras Hidráulicas resultantes de la aplicación del contenido del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses para las cuencas intracomunitarias.*
>
> *Centros o Instalaciones destinados a la Producción de Energía Eléctrica: los de potencia nominal superior a 50 MW.*
>
> *Instalaciones de generación y transformación de energía eléctrica en alta tensión."*

Por tanto, las instalaciones de generación con energías renovables que se encuentren dentro del marco especificado en el apartado anterior, deberán disponer de un plan de autoprotección, elaborado por personal técnico acreditado, registrarlo en el Registro General de Planes de Autoprotección de Euskadi, implantarlo y mantener su eficacia mediante la realización de ejercicios y simulacros.

- Plan de autoprotección

Se entiende como plan de autoprotección al sistema de acciones y medidas encaminadas a prevenir y controlar los riesgos sobre las personas y los bienes, a dar respuesta adecuada a las posibles situaciones de emergencia y a garantizar la integración de estas actuaciones con el sistema público de protección civil. Estas acciones y medidas deben ser adoptadas por los titulares de las actividades, públicas o privadas, con sus propios medios y recursos, dentro de su ámbito de competencia.

- Plan de emergencias

Parte del plan de autoprotección que establece unos criterios básicos de actuación del personal, para una rápida y ordenada actuación, en función del tipo de emergencia. El plan de emergencias responderá, pues, a las preguntas ¿qué se hará?, ¿cuándo se hará? ¿cómo y dónde se hará? y ¿quién lo hará?

Este plan debe contemplar actuaciones o consignas dirigidas a prevenir potenciales situaciones de emergencia.

1.1.5.2 Mantenimiento de las instalaciones

Las labores de mantenimiento de una instalación de generación de energía renovable se basan en el seguimiento periódico del funcionamiento de sus componentes para detectar y solucionar fallos que puedan originarse. Se pueden establecer medidas de mantenimiento de distintos tipos:

- Medidas de mantenimiento predictivas: las actuaciones son en función de la condición y están programadas.
- Medidas de mantenimiento preventivas: las intervenciones son periódicas e independientes del estado de la máquina.
- Medidas de mantenimiento correctivas: las actuaciones son después de la rotura o falle e inminentes al producirse el mismo.

Las directrices básicas que se deberán seguir durante la operación de los sistemas son las siguientes:

- Deberán seguirse las recomendaciones emitidas por los fabricantes originales de los equipos.
- Deberán conservarse todas las garantías de los equipos y de los componentes y reducir la posibilidad de fallo o de degradación.
- Deberá cumplirse con las obligaciones legales correspondientes (frecuencia de las inspecciones, tipo de inspección a realizar…).
- Disponer del personal de operación preparado, piezas de repuesto, etc.
- Reparación de canalizaciones subterráneas y fallos en la instalación.
- Reparación de averías en la electrónica de control.
- Almacenamiento de recambios de elementos críticos y materiales de mantenimiento.
- Uso de áreas de mantenimiento y servicios.
- Uso de accesos asociados a la instalación.
- Límite de consumo acorde a las recomendaciones técnicas.
- Permitir solo aquellas extensiones de líneas y nuevas aplicaciones que cumplan especificaciones de potencia y voltaje.
- Controladores de carga no puenteados.
- Prestar atención regularmente a las señales de aviso de los controladores de carga.
- Si se reemplazan cargas o se realizan otras tareas en la instalación, prestar atención a la carga máxima permisible por el sistema.
- Reparación o sustitución si fuese necesario de elementos que fallen (controladores de carga, cableado, accesorios, etc.).
- Se eliminarán los residuos.
- El acceso a las instalaciones se mantendrá en buenas condiciones.
- Los equipos de seguridad de las plantas se revisarán con periodicidad para asegurar su buen estado.
- Se mantendrán calibrados los sensores de las instalaciones.
- La infraestructura eléctrica necesitará un exhaustivo mantenimiento:
  - Inspección visual, limpieza y comprobación conexiones: auxiliares, cables, terminales, etc.
  - Comprobación del aislamiento eléctrico.
  - Lectura de contadores, limpieza de elementos aislantes, bornas de conexión, tornillería, anclajes, limpieza de soportes y comprobación de puesta en tierra, etc.

1.1.5.3 Medidas de carácter ambiental

De manera previa, señalar que las medidas que se presentan a continuación tienen un carácter general sin perjuicio de las medidas específicas establecidas en las pertinentes resoluciones ambientales de cada proyecto concreto. Asimismo, entre estas medidas generales, se han considerado las establecidas en la Declaración Ambiental Estratégica de la Estrategia Energética de Euskadi 2030, en la que se manifiesta la necesidad de incorporar determinaciones que eviten las afecciones producidas por el desarrollo de las energías renovables en el futuro.

Con todo ello, las medidas generales de carácter ambiental a adoptar en la fase de explotación de proyectos energéticos renovables son las siguientes:

- Los residuos generados serán correctamente almacenados y gestionados de acuerdo con la legislación vigente, garantizando la no afección ambiental de los mismos derivados de su almacenaje sobre soleras impermeabilizadas y techadas, y evitando su depósito en zonas que dificulten el acceso. Asimismo, se promoverá la valorización de los mismos a fin de incorporar los criterios de economía circular en el proceso.
- En la fase de explotación también será necesario contar con protocolos de actuación frente a accidentes ambientales para prevenir, contener y reparar los mismos, que deberán de ser conocidos por todos los operarios de mantenimiento.
- El entorno deberá mantenerse limpio mediante la ejecución de limpiezas periódicas no solo de las zonas donde se ejecuten los mantenimientos sino también en las zonas de almacenaje de materiales y productos, y se impartirá formación al personal de obra sobre los aspectos relacionados con la limpieza, gestión de residuos y protección de los valores ambientales del entorno.
- Respecto de la protección de la flora y fauna presentes, los vehículos y maquinaria de mantenimiento deberán circular por los viales existentes y definidos para tal fin quedando prohibida la circulación fuera de los mismos. Se respetarán las zonas identificadas como de especial protección de flora y fauna evitando en la medida de lo posible las actuaciones sobre las mismas y empleando en todo caso técnicas menos agresivas para labores de poda y desbroce como el empleo de maquinaria manual y limitando las actuaciones a lo estrictamente necesario. En el caso de detectar presencia de especies exóticas en las zonas restauradas se procederá a su eliminación mediante protocolos o técnicas selectivas evitando las afecciones a las especies naturales autóctonas presentes.

1.1.6 Fase de desmantelamiento

- La vida media de una instalación de generación de energía renovable oscila entre los 20 y los 25 años dependiendo de las condiciones y el tipo de energía, aunque este periodo podría alargarse si se procede a la sustitución de ciertas partes de las instalaciones. En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta se deberá retirar todas las partes de la instalación y restaurar los terrenos afectados. Deberá existir el compromiso por parte de la empresa explotadora de desmantelar las instalaciones y de restaurar las superficies abandonadas.

El tratamiento será de reposición, de forma que las superficies afectadas queden del modo más similar posible a como se encontraban antes de la realización del Proyecto. Estas superficies se corresponden con las ocupadas por los elementos de la instalación de generación, instalaciones asociadas y, en caso de requerirlo las administraciones competentes, también los viales, ya que pueden ser útiles para labores de extinción de incendios, acceso, etc.

Será de especial importancia el concepto de economía circular tras el desmantelamiento final de las instalaciones. Algunas de las soluciones para los distintos componentes son su reutilización en su forma actual para los mismos u otros propósitos, la utilización de partes del componente en otros ámbitos, el reciclado, la recuperación y la conversión de los materiales del componente para otros fines. Si los elementos desmantelados no se reutilizan se deberán gestionar por parte de una empresa autorizada para ello. En todo caso, la fase de desmantelamiento habrá de ser prevista desde el propio diseño de la instalación con un plan de desmantelamiento, actualizado a medida que la tecnología ligada al reciclaje avance, y partiendo de un análisis del ciclo de vida de cada proyecto que lo requiera; de manera que se pueda prever un potencial de

recuperación de materiales que sea el máximo posible atendiendo siempre a las Mejores Técnicas Disponibles conocidas en cada momento.

- El proceso de desmantelamiento se realizará de forma inversa al de construcción, llevando a cabo los mismos trabajos y podrán requerir maquinaria especializada. En general, el proceso de levantamiento podrá ser más rápido que el de la instalación porque los daños causados a los componentes serán menos críticos. Si los componentes han de reciclarse en lugar de reutilizarse, en algunos casos se podrá incluso tener menos cuidado en cuanto al estado de los componentes, lo que podría permitir el uso de un equipo diferente o la realización de operaciones en un entorno operativo más amplio.

Se respetarán siempre las especificaciones de la legislación vigente para realizar el proceso de desmantelamiento.

Todo el proceso de desmantelamiento se deberá ejecutar respetando en todo momento las labores de restauración previas que se hubieran realizado durante la fase de construcción, en su caso, a fin de evitar afecciones sobre la cubierta vegetal ya asentada y desarrollada durante la fase de explotación de las instalaciones. Asimismo, se deberán considerar los criterios de protección de la fauna salvaje expuestos en la fase de construcción, planificando las actuaciones fuera de los periodos críticos para las especies amenazadas presentes en el entorno de las instalaciones.

Respecto de la restauración vegetal y paisajística de la zona una vez desmantelada la instalación, se deberá contar con un plan de revegetación acorde con las actuaciones previas realizadas en fase de construcción, seleccionando especies autóctonas similares y adaptadas al entorno, reduciendo los periodos en los que el terreno se encuentre desnudo a fin de evitar procesos erosivos y el desarrollo de especies vegetales exóticas. Si durante las labores de desmantelamiento se hubiese afectado a zonas o rodales de vegetación de alto interés naturalístico, se deberán cumplir nuevamente las especificaciones descritas en el apartado relativo a la fase de diseño y construcción, restaurando la zona afectada teniendo en cuenta no solo solo la superficie, sino también el estado y la funcionalidad ecológica de la vegetación, adoptando si fuera necesario medidas compensatorias a fin de evitar una pérdida neta de patrimonio natural.

Asimismo, la composición vegetal planteada deberá garantizar la integración paisajística del entorno evitando la inclusión de elementos discordantes con la estética de la zona. También se recomienda, del mismo modo que en la fase de construcción, la introducción de elementos favorecedores de la vida salvaje tales como zonas de refugio de fauna o la creación de pequeños espacios idóneos para la herpetofauna y los insectos polinizadores.

Cuando en la ejecución del proyecto se hubiese afectado a zonas o rodales de vegetación de alto interés naturalístico, una vez finalice la vida útil de la instalación y se proceda a su desmantelamiento, se deberá restaurar la zona afectada teniendo en cuenta no solo la superficie, sino también el estado y la funcionalidad ecológica de la vegetación. En su caso, deberán adoptarse medidas compensatorias, de forma que en ningún caso se produzca una pérdida neta de patrimonio natural.

1.2 Criterios específicos

De forma general se han desarrollado las buenas prácticas en cada una de las fases, pero cada tipo de instalación de producción de energía renovable es completamente diferente por lo que son necesarias unas medidas enfocadas a cada una de las energías. A continuación, se presentan de forma individual las particularidades de cada una de las diferentes energías en cuanto a buenas prácticas se refiere.

1.2.1 Energía fotovoltaica

1.2.1.1 Parques solares

1.2.1.1.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones fotovoltaicas son las siguientes:

1.2.1.1.1.1 Configuración de la instalación

- El proceso de diseño para la configuración fotovoltaica consistirá en seleccionar los módulos fotovoltaicos y su posición en el emplazamiento, de forma que se obtenga la mayor producción de energía posible manteniéndose los requerimientos externos (garantía de suministro, no interferencia con otras servidumbres, impacto ambiental, etc.).
- Los módulos fotovoltaicos deberán estar conectados correctamente para que el voltaje se adecue al tipo de instalación y el rendimiento sea el óptimo. Asimismo, deberá haber una distancia mínima entre módulos, definida por el ángulo de inclinación de los mismos con el fin de evitar sombras en las filas posteriores y de este modo no interfieran unos módulos con otros en la producción de energía. Por último, la orientación de los módulos fotovoltaicos deberá ser la correcta, la superficie deberá estar lo más perpendicular posible a los rayos del sol. Para ello se puede optar por ubicar instalaciones de tipo fijo con la inclinación óptima, con seguidores de un eje (movimiento sobre el eje horizontal de la estructura) o de dos ejes (movimiento sobre el eje horizontal y el vertical de la estructura).
- Las instalaciones sobre suelo no podrán ubicarse a menos de 50 m de una edificación residencial a no ser que sea receptoras de las energía suministrada por dicha planta.

Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones fotovoltaicas se deberán tener en consideración, al menos, los siguientes aspectos:

- Radiación solar.
- Requerimientos de distancias (parcelas urbanas, ríos, ferrocarriles, carreteras, entre los propios módulos, etc.).
- Conocer las propiedades de los terrenos.
- Accesibilidad.
- Condicionantes meteorológicos.
- Sombras y obstáculos.
- Evacuación de la generación eléctrica del parque fotovoltaico.
- Ausencia de interferencia con otras servidumbres.

1.2.1.1.1.2 Diseño de las instalaciones fotovoltaicas en suelo y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación fotovoltaica son:

- Capacidad máxima instalable.
- Orientaciones (preferiblemente se buscarán orientaciones sur, las cuales maximizan el rendimiento de las instalaciones).
- Pendientes (se logrará una mayor eficiencia con pendientes menores del 15 %).
- Criterios de distancias para asegurar la interferencia mínima entre módulos fotovoltaicos y la máxima producción esperada.
- Límites o fronteras de la zona, uso del terreno y propiedad de este.
- Acceso y caminos internos.
- Distancia para la conexión a red.
- Planificación espacial.
- Distancias (carreteras, autopistas, límites de propiedad, líneas eléctricas…).
- Restricciones de carácter ambiental.

En las instalaciones fotovoltaicas se deberán considerar las siguientes medidas y criterios para realizar un correcto diseño de la planta:

- Medidas y criterios de diseño de las estructuras de soporte:
  - La dimensión de la estructura de soporte dependerá del criterio del fabricante de los módulos fotovoltaicos y del tamaño de los mismos.
- Medidas y criterios de diseño de la cimentación:
  - El diseño de la cimentación de la estructura que soporta los módulos se adaptará a las características geotécnicas de los suelos en los que se encuentran, teniendo en cuenta los estudios realizados.
- Medidas y criterios de diseño y disposición de los módulos fotovoltaicos:
  - Los módulos fotovoltaicos deberán orientarse lo más perpendicular posible a los rayos solares para que la producción sea la máxima.

1.2.1.1.2 Fase de construcción

Para la construcción de una planta fotovoltaica, además de las medidas generales previamente citadas en el apartado de "criterios generales 1.1.3.", será necesario aplicar las siguientes:

- La superficie utilizada para la instalación de los módulos fotovoltaicos y casetas de inversores y transformadores quedarán vallados en todo su perímetro.
- En función de la orografía del terreno será o no necesario realizar trabajos de desmonte y nivelación o de desbroces para preparar el terreno que albergará las estructuras de paneles fotovoltaicos.
- Se utilizará maquinaria especializada para cada trabajo y será usada por personal preparado para su utilización.
- Para minimizar el impacto sobre el terreno y la afección del suelo fértil, se reducirá el uso de hormigón en las instalaciones siempre que sea viable técnicamente, y se priorizará el hincado directo de las vallas y de las estructuras.

1.2.1.1.3 Fase de puesta en marcha

Los pasos clave en la puesta en marcha de la subestación y el cableado incluirán la inspección visual, pruebas mecánicas, pruebas de protección, pruebas de aislamiento eléctrico, comprobaciones previas a la activación, pruebas de disparo y comprobaciones de carga.

Antes de poner en funcionamiento el sistema, se deberán realizar los siguientes procesos y comprobaciones para asegurar el buen funcionamiento de la instalación:

- Revisión del apriete de la tornillería de sujeción de los paneles a las estructuras metálicas.
- Configuración de los inversores.
- Medición de los parámetros del inversor solar.
- Comprobación de las conexiones eléctricas.
- Comprobación de cada eslabón de las cadenas de sistemas de seguridad y emergencia.
- Configuración del equipo de comunicación con la instalación fotovoltaica.
- Pruebas de funcionamiento de la instalación.

1.2.1.1.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una planta solar fotovoltaica, las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.1.1.4.1 Medidas de integración ambiental

Además de las medidas generales de carácter ambiental descritas en el apartado 1.1.5, relativas a la protección de elementos naturales y culturales de valor presentes en el entorno de las instalaciones durante las labores de mantenimiento en fase de explotación, se deberá incorporar en lo relativo a esta energía las siguientes:

- Para evitar desplazar actividades ganaderas de la zona donde se construyan las instalaciones, se fomentará el uso del terreno de la instalación para pasto, siempre que sea técnicamente viable y en función de la cercanía de dichas actividades ganaderas. Asimismo, en las zonas que sea viable, se fomentará el uso "agrovoltaico[4]" del mismo, el cual combina la producción energética solar con la actividad agrícola, siendo especialmente beneficioso en zonas áridas gracias a la regulación hídrica que ejercen estas estructuras en la superficie. Además, siguiendo con la línea de la eficiencia del uso del suelo y evitar el desplazamiento de funciones ecológicas de los ecosistemas, se estudiará la posibilidad de crear hábitats favorables para las especies polinizadoras (bajo las instalaciones fotovoltaicas o en las superficies libres) mediante la implantación de especies de flor adecuadas para las mismas.
- Se minimizará el uso de agua para limpieza de paneles utilizando las tecnologías y técnicas más eficientes y priorizando, siempre que sea posible, el uso de agua reciclada sin productos químicos que afecten la calidad ecológica del terreno. En todo caso, el agua usada para limpieza servirá como riego mejorando las condiciones hidrológicas del terreno. Será altamente recomendable el empleo de productos ecológicos de limpieza de los paneles fotovoltaicos y respetuosos con el medio ambiente, y se valorará la posibilidad de limpieza en seco.
- En el caso de que se pueda producir un almacenamiento de la energía generada, con el fin de evitar posibles vertidos de los componentes líquidos de las baterías de electrolito líquido durante su manipulación, esta se ejecutará sobre una superficie impermeabilizada que permita recoger de manera fácil y segura estas sustancias, las cuales posteriormente deberán ser gestionadas de manera adecuada por un gestor de residuos autorizado, dada la prejudicialidad y toxicidad para la salud humana y el medio ambiente de sus componentes.
- Se promoverá el parque cero emisiones fomentando la implementación de medidas que reduzcan la huella de carbono de la construcción y el mantenimiento de la instalación de generación, como el uso de vehículos eléctricos e híbridos para las operaciones de mantenimiento, siempre que sea posible.
- El vallado de las instalaciones deberá ser permeable para el paso de la fauna en algunos puntos, o bien preverse pasillos de desplazamiento entre vallados.
- En zonas de elevada accesibilidad visual, se procederá a realizar un apantallamiento de las partes más visibles de la instalación.
- Se valorará la posibilidad de realizar "pastoreo solar" atendiendo a la carga ganadera de la zona.
- Siempre que haya movimientos de tierras y no hincados directos, se procurará que la siembra de herbáceas cree un cierto mosaico con cubierta herbácea diversa y en la medida de lo posible se creen parcelas para beneficiar a los polinizadores.
- En las zonas de inundabilidad de T=100 años para la fotovoltaica, es condición necesaria la ubicación de las placas solares fotovoltaicas sobre pilares o postes hincados en el terreno y sin resaltes ni modificaciones de la orografía del entorno de manera que estas estructuras se dispongan a una cota que no sea alcanzable por la zona de inundabilidad de

[4] Grupo de investigación Barron-Gafford, de la universidad de Arizona. Barron-Gafford, G. A., Pavao-Zuckerman, M. A., Minor, R. L., Sutter, L. F., Barnett-Moreno, I., Blackett, D. T.… & Macknick, J. E. (2019). Agrivoltaics provide mutual benefits across the food-energy-water nexus in drylands. Nature Sustainability, 2(9), 848-855.

https://www.barrongafford.org/agrivoltaics.html

T=500 años, además de que el vallado perimetral será permeable y deberá situarse fuera de la zona de servidumbre de DPH y debiendo ser informado favorablemente por URA.

- Será necesario aplicar medidas relativas a la reutilización de la capa de suelo vegetal para la regeneración vegetal y dotar de una red de drenaje al conjunto de la planta fotovoltaica para canalizar la escorrentía de la zona hacia puntos de desagüe natural. Se debe de disponer de los sistemas más eficientes para la recogida y evacuación de aguas de lluvia, con el fin de evitar que las aguas de escorrentía que atraviesan el recinto pudiera arrastrar contaminantes (producción de lixiviados).
- Es necesario evitar que la impermeabilización del terreno por la implantación de la PFV pueda contribuir a incrementar la posibilidad de daños por escorrentía en el entorno agrícola o rural.
- En cuanto a su ubicación, en todo momento se deberán respetar los retiros y limitaciones de uso establecidos en los instrumentos de planificación correspondientes tales como el PTS de Ordenación de Ríos y Arroyos de la CAPV y, en su caso, los planes de gestión de espacios protegidos.

1.2.1.1.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta fotovoltaica se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la planta.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6. de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de plantas fotovoltaicas se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Retirada de los módulos fotovoltaicos y posteriormente las estructuras que los soportan.
- Desmontaje del sistema de inversores y cableado.
- Retirada de los elementos prefabricados (casetas de inversores y transformadores).
- Retirada del cerramiento perimetral.
- Demolición de las diferentes cimentaciones (casetas y cerramiento perimetral).
- La subestación se retirará de forma inversa a su instalación.
- Retirada de capas de zahorra compactada.
- Reposición de tierras para capa vegetal.
- Arado de las tierras repuestas.
- Ejecución de la restauración ambiental y la gestión de los residuos se hará acorde con los criterios generales del apartado 1.1.6.

1.2.1.2 Instalaciones en cubierta

1.2.1.2.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones fotovoltaicas en cubierta son las siguientes:

1.2.1.2.1.1 Configuración de la instalación

El diseño de la configuración de la instalación fotovoltaica en cubierta consiste en seleccionar los módulos fotovoltaicos y su posición en el emplazamiento, de forma que se obtenga la mayor producción de energía posible, a la vez que se mantienen los requerimientos externos (garantía de suministro, no interferencia con otras servidumbres, impacto ambiental…).

En cuanto a los módulos fotovoltaicos, estos deberán estar **conectados** correctamente para que el voltaje se adecue al tipo de instalación y el rendimiento sea el mayor posible. Asimismo,

deberá haber una **distancia mínima** entre módulos definida por el ángulo de inclinación de los mismos con el fin de evitar sombras en las filas posteriores y de este modo que no interfieran unos módulos con otros en la producción de energía. Por último, la **orientación** de los módulos deberá ser la correcta, de manera que la superficie se encuentre lo más perpendicular posible a los rayos del sol. Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones fotovoltaicas en cubierta se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Radiación solar.
- Requerimientos de distancias (entre los propios módulos, otras instalaciones, etc.).
- Condiciones de la cubierta (antigüedad, estado, dimensiones, orientación, servidumbres, etc.).
- Accesibilidad.
- Condicionantes meteorológicos.
- Sombras y obstáculos.

1.2.1.2.1.2 Diseño de las instalaciones fotovoltaicas en cubierta y las infraestructuras asociadas.

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación fotovoltaica en cubierta son:

- Superficie disponible en la cubierta.
- Criterios de distancias para asegurar la interferencia mínima con otros servicios o entre los propios módulos fotovoltaicos.
- Accesibilidad.
- Planificación espacial.

En las instalaciones fotovoltaicas se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios de diseño de las estructuras de montaje
  - La dimensión de la estructura dependerá del criterio del fabricante de los módulos fotovoltaicos y del tamaño de los mismos.
- Medidas y criterios de diseño de la cimentación
  - El diseño de la sujeción de cada módulo fotovoltaico se adaptará a las características estructurales.
- Medidas y criterios de diseño y disposición de los módulos fotovoltaicos
  - Los módulos fotovoltaicos deberán orientarse lo más perpendicular posible a los rayos solares para que la producción sea la máxima.
  - Integración arquitectónica. En este sentido, se promoverá preferiblemente la ubicación de los paneles de forma coplanar, especialmente en las cubiertas a diferentes aguas a fin de lograr una mayor integración arquitectónica y visual de las mismas.

1.2.1.2.2 Fase de construcción

La envergadura que supone una instalación fotovoltaica en cubierta es mucho menor que la instalación de un parque fotovoltaico en terreno, por tanto, las medidas generales previamente citadas en el apartado de 1.1.3 deberán ser seleccionadas, ya que algunas de ellas no se requerirán, o ser adaptadas.

1.2.1.2.3 Fase de puesta en marcha

- Antes de poner en marcha el sistema, se deberán realizar los siguientes procesos y comprobaciones para asegurar el buen funcionamiento de la instalación:
- Revisión del apriete de la tornillería de sujeción de los paneles a las estructuras metálicas.

- Configuración de los inversores.
- Medición de los parámetros del inversor solar.
- Comprobación de las conexiones eléctricas.
- Configuración del equipo de comunicación con la instalación fotovoltaica.
- Pruebas de funcionamiento de la instalación.

1.2.1.2.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una instalación solar fotovoltaica en cubierta las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.1.2.4.1 Medidas de integración ambiental

Al tratarse de instalaciones en cubierta, las afecciones sobre el medio natural se ven muy reducidas, no obstante, se recomienda la adopción de las siguientes medidas durante la ejecución de estas actuaciones:

- En el caso de se pueda producir un almacenamiento de la energía generada, para evitar posibles vertidos de los componentes líquidos de las baterías de electrolito líquido durante su manipulación, esta se ejecutará sobre una superficie impermeabilizada que permita recoger de manera fácil y segura estas sustancias, las cuales posteriormente deberán ser gestionadas de manera adecuada por un gestor de residuos autorizado, dada la prejudicialidad y toxicidad para la salud humana y el medio ambiente de sus componentes.
- En el caso de ser necesaria la limpieza de los paneles fotovoltaicos debido a la acumulación de partículas de polvo y suciedad, será altamente recomendable el empleo de productos ecológicos de limpieza y respetuosos con el medio ambiente y se minimizará al máximo posible el consumo de agua.

1.2.1.2.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta fotovoltaica en cubierta se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la planta.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6 de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de plantas fotovoltaicas en cubierta se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Retirada de los módulos fotovoltaicos y posteriormente las estructuras que los soportan.
- Desmontaje del sistema de inversores, cableado y sistema de baterías, si lo tuviera.

1.2.1.3 Otras alternativas de plantas solares

Se consideran otras alternativas de plantas solares las instalaciones fotovoltaicas flotantes e instalaciones fotovoltaicas sobre cubiertas de aparcamientos.

1.2.1.3.1 Instalaciones fotovoltaicas flotantes

1.2.1.3.1.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones fotovoltaicas flotantes son las siguientes:

1.2.1.3.1.1.1 Configuración de la instalación

El diseño de la configuración de la instalación fotovoltaica flotante consiste en seleccionar los módulos fotovoltaicos y su posición en el emplazamiento de forma que se obtenga la mayor producción de energía posible a la vez que se mantienen los requerimientos externos (garantía de suministro, no interferencia con otras servidumbres, impacto ambiental…).

En cuanto a los paneles, estos deberán estar conectados correctamente para que el voltaje se adecue al tipo de instalación y el rendimiento sea el mayor posible. Asimismo, debe haber una distancia mínima entre módulos definida por el ángulo de inclinación de las mismas con el fin de evitar sombras en las filas posteriores y de este modo que no interfieran unos módulos con otras en la producción de energía. Por último, la orientación de los módulos debe ser la correcta. La superficie deberá estar lo más perpendicular posible a los rayos del sol.

Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones fotovoltaicas flotantes se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Radiación solar.
- Requerimientos de distancias (a los bordes de la balsa, entre los propios módulos, espacio para mantenimiento…).
- Nivel del llenado de la balsa.
- Accesibilidad.
- Condicionantes meteorológicos.
- Sombras y obstáculos.
- Ausencia de interferencia con otras servidumbres.

Además de los factores anteriores, para este tipo de instalación en concreto, se han de tener en cuenta factores de diseño relacionados con las características funcionales de la balsa.

- Tipología y materiales de las plataformas flotantes: se deberán usar materiales con versatilidad dimensional y mecánica, y preparado para no deteriorarse en un medio húmedo.
- La inclinación de los módulos tendrá influencia sobre los esfuerzos provocados por el viento.
- La geometría y las características del emplazamiento afectarán a la disposición de los módulos que, a su vez, podrá afectar a la producción de energía del sistema solar fotovoltaico.

1.2.1.3.1.1.2 Diseño de las instalaciones fotovoltaicas flotante y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación fotovoltaica flotante son:

- Capacidad máxima instalable.
- Criterios de distancias para asegurar la interferencia mínima entre módulos fotovoltaicos y la máxima producción esperada.
- Límites o fronteras de la zona.
- Acceso.
- Planificación espacial.
- Restricciones de carácter ambiental.
- Restricciones por el vaciado de la balsa para labores de mantenimiento.

En las instalaciones fotovoltaicas flotantes se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios de diseño de las plataformas sobre las que se situarán los módulos solares y amarres:
  - La dimensión de las plataformas y los anclajes dependerá del criterio del fabricante de los módulos, del tamaño de las mismas y de las condiciones y geometría de la balsa.
  - Tendrán que ser aptos para cumplir los requerimientos de la instalación, además de soportar las condiciones externas.
  - Se evitará dañar la balsa con las plataformas o amarres, ya que en ciertos casos la impermeabilidad de la balsa puede verse comprometida.
  - Deberá poder desmontarse con facilidad para tareas de mantenimiento y vaciado de la propia balsa.
- Medidas y criterios de diseño y disposición de los módulos fotovoltaicos:
  - Los módulos fotovoltaicos solares deberán orientarse lo más perpendicularmente posible a los rayos solares para que la producción sea la máxima.

1.2.1.3.1.2 Fase de construcción

Para la construcción de una planta fotovoltaica flotante, además de las medidas generales previamente citadas en el apartado 1.1.3, será necesario aplicar las siguientes:

- No se dañará la impermeabilidad de la balsa.
- En primer lugar, se realizarán los montajes de los distintos componentes y se ensamblarán unos con otros (boyas, plataformas, módulos fotovoltaicos).
- Antes de transportar a la superficie del agua la plataforma junto con los módulos fotovoltaicos, estos deberán ser colocados.
- Será necesaria una zona de acceso a la balsa adecuada para transportar la instalación al interior de la misma.
- Los inversores deberán tener un fácil acceso por lo que en el caso de situarse sobre el agua deberá ser en la periferia de la instalación.

1.2.1.3.1.3 Fase de puesta en marcha

Antes de poner en funcionamiento el sistema, se deberán realizar los siguientes procesos y comprobaciones para asegurar el buen funcionamiento de la instalación:

- Revisión del apriete de la tornillería de sujeción de los paneles a las estructuras metálicas.
- Configuración de los inversores.
- Medición de los parámetros del inversor solar.
- Comprobación de las conexiones eléctricas.
- Configuración del equipo de comunicación con la instalación fotovoltaica.
- Pruebas de funcionamiento de la instalación.

1.2.1.3.1.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una planta solar fotovoltaica flotante las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.1.3.1.4.1 Medidas de integración ambiental

De manera general, las balsas de regadío se localizan en entornos rurales con gran presencia de cultivos agrícolas, es por ello que, durante las labores de mantenimiento de los módulos solares flotantes, además de las medidas de carácter general expuestas en el apartado 1.1.5.3 se deberán adoptar las siguientes medidas específicas:

- Si se ejecutan las instalaciones sobre masas de agua destinadas a cultivos para consumo humano, se deberán adoptar buenas prácticas en las labores de mantenimiento para la protección de la calidad de aguas, siendo especialmente escrupuloso en cuanto a la manipulación de baterías y otros elementos con componentes tóxicos se refiere, evitando en la medida de los posible posibles vertidos contaminantes.
- En la limpieza de los módulos se emplearán productos de limpieza ecológicos y respetuosos con el medio ambiente para evitar alteraciones de la calidad de las aguas.
- En caso de instalarse sobre aguas del dominio público hidráulico, se tendrán en cuenta todas aquellas restricciones ambientales que se establezcan en la normativa de aplicación.
- Deberán garantizarse el aislamiento de la parte eléctrica para evitar la mortalidad por electrocución de especies de fauna.

1.2.1.3.1.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta fotovoltaica flotante se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la planta.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6 de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de plantas fotovoltaicas flotantes se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Retirada de los módulos fotovoltaicos y posteriormente las estructuras flotantes que los soportan y sus anclajes.
- Desmontaje del sistema de inversores y cableado.
- Retirada de los elementos prefabricados (casetas de inversores y transformadores).
- Retirada del cerramiento perimetral en caso de que existiera.
- Demolición de las diferentes cimentaciones (casetas y cerramiento perimetral).
- Reposición de tierras para capa vegetal.
- Arado de las tierras repuestas.
- Se procederá a la gestión de los residuos generados y a la restauración ambiental de las zonas ocupadas por estructuras auxiliares (como pueden ser las casetas), de acuerdo con los criterios generales descritos en el apartado 1.1.6, empleando siempre especies autóctonas similares a las existentes en el entorno cercano y a la mayor brevedad posible a fin de evitar posibles procesos erosivos y la colonización del terreno desnudo por parte de especies exóticas.

1.2.1.3.2 Instalaciones fotovoltaicas sobre cubiertas de aparcamientos

1.2.1.3.2.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones fotovoltaicas sobre cubiertas de aparcamientos son las siguientes:

1.2.1.3.2.1.1 Configuración de la instalación

El diseño de la configuración de la instalación fotovoltaica sobre cubiertas de aparcamientos consiste en seleccionar los módulos fotovoltaicos y su posición en el emplazamiento de forma que se obtenga la mayor producción de energía posible a la vez que se mantienen los requerimientos externos.

En cuanto a los módulos fotovoltaicos, deberán estar conectados correctamente para que el voltaje se adecue al tipo de instalación y el rendimiento sea el mayor posible. Cada estructura de soporte estará cubierta al completo por los módulos fotovoltaicos. Por último, la orientación

de los módulos deberá ser la correcta. La superficie deberá estar lo más perpendicular posible a los rayos del sol.

Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones fotovoltaicas se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Radiación solar.
- Estructura de soporte.
- Área de aparcamiento disponible.
- Condicionantes meteorológicos.
- Sombras y obstáculos.
- Ausencia de interferencia con otras servidumbres.

1.2.1.3.2.1.2 Diseño de las instalaciones fotovoltaicas sobre cubiertas de aparcamientos y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación fotovoltaica sobre cubiertas de aparcamientos son:

- Superficie disponible en el parking.
- Localización de inversores y en el caso de existir puntos de recarga para vehículos eléctricos se tendrán en cuenta las baterías.

Estas instalaciones fotovoltaicas se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios de diseño de las estructuras de soporte
  - La dimensión de la plataforma dependerá del criterio del fabricante de los módulos y del tamaño de las mismas.
  - En anclaje de los soportes de los módulos deberán ser los adecuados en función del material y condiciones de la cubierta.
  - El diseño deberá ser capaz de evacuar sin problema el agua de lluvia.
- Medidas y criterios de diseño de la cimentación
  - Se deberá lograr un coste razonable, aunque siempre siguiendo las normas de seguridad nacional e internacional y de acuerdo con las exigencias de los fabricantes de sus equipos.
- Medidas y criterios de diseño y disposición de los módulos fotovoltaicos
  - Los módulos solares deberán orientarse lo más perpendicular posible a los rayos solares para que la producción sea la máxima.
  - La conexión entre paneles será en paralelo serie o mixta en función de los requerimientos de la instalación.

1.2.1.3.2.2 Fase de construcción

La envergadura que supone una instalación fotovoltaica sobre cubiertas de aparcamientos es mucho menor generalmente que la instalación de un parque fotovoltaico en terreno, por tanto, las medidas las medidas generales previamente citadas en el apartado 1.1.3 deberán ser seleccionadas y/o adaptadas.

1.2.1.3.2.3 Fase de puesta en marcha

Antes de poner en funcionamiento el sistema, se deberán realizar los siguientes procesos y comprobaciones para asegurar el buen funcionamiento de la instalación:

- Revisión del apriete de la tornillería de sujeción de los paneles a las estructuras metálicas.
- Configuración de los inversores.
- Medición de los parámetros del inversor solar.
- Comprobación de las conexiones eléctricas.

- Configuración del equipo de comunicación con la instalación fotovoltaica.
- Pruebas de funcionamiento de la instalación.

1.2.1.3.2.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una planta solar fotovoltaica en parkings las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.1.3.2.4.1 Medidas de integración ambiental

- En el caso de existir puntos de recarga para el vehículo eléctrico se deberán evitar posibles vertidos de los componentes líquidos de las baterías de electrolito líquido, para ello su manipulación se ejecutará sobre una superficie impermeabilizada que permita recoger de manera fácil y segura estas sustancias, las cuales posteriormente deberán ser gestionadas de manera adecuada por un gestor de residuos autorizado, dada la prejudicialidad y toxicidad para la salud humana y el medio ambiente de sus componentes.
- En el caso de ser necesaria la limpieza de los paneles fotovoltaicos debido a la acumulación de partículas de polvo y suciedad, será altamente recomendable el empleo de productos ecológicos de limpieza y respetuosos con el medio ambiente. Minimizando al máximo posible el consumo de agua.

1.2.1.3.2.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta fotovoltaica flotante se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la planta.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6. de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de plantas fotovoltaicas sobre cubiertas de aparcamientos se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Retirada de los módulos fotovoltaicos y posteriormente las estructuras que los soportan, aunque en ocasiones estas estructuras formarán parte del parking y no será necesaria su retirada.
- Desmontaje del sistema de inversores y cableado.
- Retirada de los elementos prefabricados (casetas de inversores y transformadores).
- Demolición de las diferentes cimentaciones (casetas y cerramiento perimetral).
- La subestación se retirará de forma inversa a su instalación.

1.2.2 Energía solar térmica

1.2.2.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones solares térmicas son las siguientes:

1.2.2.1.1 Configuración de la instalación

El proceso de diseño para la configuración de la instalación solar térmica consistirá en seleccionar los captadores solares, la instalación hidráulica y su posición en el emplazamiento de forma que se obtenga la mayor producción de energía posible y mantenimiento de los

requerimientos externos (garantía de suministro, no interferencia con otras servidumbres, impacto ambiental…).

En cuanto a los captadores solares, se conectarán en serie, paralelo o mixto según convenga en la instalación. De la misma forma que en las instalaciones fotovoltaicas deberá haber una distancia mínima entre captadores definida por el ángulo de inclinación de los mismos con el fin de evitar sombras en las filas posteriores y de este modo que no interfieran unos captadores con otros en la producción de energía. Por último, la orientación de los captadores deberá ser la correcta, estando la superficie lo más perpendicular posible a los rayos del sol.

En cuanto al circuito hidráulico, se elegirá el camino más corto posible siguiendo las especificaciones de la normativa, y teniendo en cuenta cada caso concreto (servidumbres, incompatibilidades…).

Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones solares térmicas se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Radiación solar.
- Requerimientos de distancias (entre los propios captadores, etc.).
- Condiciones de la cubierta (antigüedad, estado, dimensiones, orientación, servidumbres, etc.).
- Accesibilidad.
- Condicionantes meteorológicos.
- Sombras y obstáculos.
- Instalación hidráulica.
- Ausencia de interferencia con otras servidumbres.

1.2.2.1.2 Diseño de las instalaciones solares térmicas en cubierta y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación solar térmica en cubierta son:

- Superficie disponible en cubierta.
- Criterios de distancias para asegurar la interferencia mínima con otros servicios o entre los propios captadores solares.
- Accesibilidad.
- Planificación espacial.

En las instalaciones solares térmicas en cubierta se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios de carácter general
  - Deberán conocerse los datos energéticos del edificio (Potencia pico, energía demandada anualmente, curva de demanda).
- Medidas y criterios de diseño de las estructuras soporte de montaje
  - La dimensión de la estructura soporte dependerá del criterio del fabricante de los captadores y del tamaño de los mismos.
  - Los anclajes de los soportes de los captadores deberán ser los adecuados en función del material y condiciones de la cubierta.
- Medidas y criterios de diseño y disposición de los captadores solares
  - Los captadores solares deberán orientarse lo más perpendicular posible a los rayos solares para que la producción sea la máxima.
  - La conexión entre captadores será en paralelo, serie o mixta en función de los requerimientos de la instalación.

- De igual forma que en las instalaciones fotovoltaicas, se optará preferiblemente por disposiciones en formato coplanar, especialmente sobre aquellas cubiertas con diferentes aguas a fin de reducir el impacto visual y lograr una mayor integración arquitectónica.
- La distribución y las características de los captadores solares deberán procurar la integración de la instalación en el paisaje. Para ello, se deberán considerar los siguientes criterios orientativos:
  - Se evitarán disposiciones desordenadas e interrupciones en la continuidad visual de módulos.
  - Se recomienda eliminar las máquinas anómalas en cuanto a su cota de partida, es decir, aquellas que presenten diferencias sustanciales en cuanto a su cota respecto del resto, por atraer la atención del observador.

1.2.2.2 Fase de construcción

De la misma forma que en las instalaciones fotovoltaicas en cubierta en la fase de construcción de las instalaciones solares térmicas será necesario seleccionar o adaptar las medidas generales previamente citadas en el apartado 1.1.3. Así mismo a continuación se presentan medidas que se deben llevar a cabo especialmente en instalaciones solares térmicas:

- Debido a las elevadas temperaturas que pueden alcanzar los componentes del campo de colectores, se deberá dejar espacio para la dilatación térmica de los materiales. Se recomienda, además, evitar que los perfiles queden tapados y, cuando sea necesario, agregar perforaciones para evitar las retenciones de agua.
- Las conexiones del colector no deberán ser forzadas ya que en algunos casos se podrían dañar los componentes internos.
- En edificios existentes y cuando sea necesario realizar agujeros para fijar la instalación, deberá requerirse la asistencia de personal especialista en impermeabilizaciones para tener total garantía del perfecto acabado.
- Es preferible que el manejo e instalación de los colectores se realice después que se haya terminado la instalación de las estructuras que los soportan.
- Se recomienda realizar el trabajo en el techo por secciones.
- Para estos trabajos es muy importante evitar los periodos de lluvia.
- Para evitar posibles vertidos o fugas accidentales de la mezcla de agua destilada y anticongelante que recorrerá los paneles solares térmicos durante su construcción, esta se ejecutará sobre una superficie impermeabilizada que permita recoger de manera fácil y segura esta mezcla, evitando su vertido directo al terreno, la cual posteriormente deberán ser gestionadas de manera adecuada por un gestor de residuos autorizado, dada la prejudicialidad y toxicidad para la salud humana y el medio ambiente de sus componentes.
- Será altamente recomendable el empleo de productos ecológicos de limpieza de los paneles fotovoltaicos y respetuosos con el medio ambiente.

1.2.2.3 Fase de puesta en marcha

Antes de poner en funcionamiento el sistema, se deberán realizar los siguientes procesos y comprobaciones para asegurar el buen funcionamiento de la instalación:

- Limpieza de los captadores solares.
- Limpieza del circuito de tuberías.
- Carga del intercambiador de calor con anticongelante.
- Presurización de la instalación.
- Purga del aire de la instalación.
- Verificación de las condiciones de diseño: presión y caudal.

- Será recomendable el uso de productos ecológicos de limpieza respetuosos con el medio ambiente.

1.2.2.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una instalación solar térmica las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.2.4.1 Medidas de integración ambiental

Al tratarse de instalaciones en cubierta, las afecciones sobre el medio natural se ven muy reducidas, no obstante, se recomienda la adopción de las siguientes medidas durante la ejecución de estas actuaciones:

- En el caso de que sea necesaria la sustitución de captadores, estos serán gestionados de manera adecuada de acuerdo con la legislación vigente a través de gestores autorizados.
- Para evitar posibles vertidos o fugas accidentales de la mezcla de agua destilada y anticongelante que recorrerá los colectores solares térmicos durante su mantenimiento, este se ejecutará sobre una superficie impermeabilizada que permita recoger de manera fácil y segura esta mezcla, evitando su vertido directo al terreno, el cual posteriormente deberá ser gestionado de manera adecuada por un gestor de residuos autorizado, dada la prejudicialidad y toxicidad para la salud humana y el medio ambiente de sus componentes.
- Será altamente recomendable el empleo de productos ecológicos de limpieza de los paneles fotovoltaicos y respetuosos con el medio ambiente.

1.2.2.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la instalación solar térmica se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la misma.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6. de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de plantas solares térmicas se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Retirada de los colectores solares posteriormente las estructuras que los soportan.
- Retirada del cableado.
- Desmontaje del sistema hidráulico.
- Se adoptarán medidas de prevención de posibles vertidos de la mezcla de agua destilada y anticongelante que recorren los paneles solares térmicos durante su desmantelamiento dada su elevada peligrosidad para la salud humana y el medio ambiente. Entre ellas se encuentra la impermeabilización de la zona de actuación o la ejecución de circuitos auxiliares para la evacuación de la mezcla hacia bidones o dispositivos de recolección de la misma para su posterior tratamiento.

1.2.3 Energía eólica

1.2.3.1 Eólica terrestre

1.2.3.1.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones eólicas terrestres son las siguientes:

1.2.3.1.1.1 Estudios previos de servidumbre

Ciertos servicios de telecomunicaciones, por las frecuencias y modulaciones que utilizan, pueden resultar afectados por el funcionamiento de un parque eólico, por ello se deberá estudiar la posible influencia de una instalación eólica sobre los servicios de telecomunicaciones existentes en el emplazamiento escogido, de forma que los resultados puedan ser tenidos en cuenta en el *micrositing*.

Además, se deberán estudiar las servidumbres aeronáuticas de los aeropuertos cercanos que puedan afectar al emplazamiento, ya que en ese caso se requerirá autorización del organismo competente.

1.2.3.1.1.2 Configuración de la instalación

En el diseño de *layout* o *micrositing* se seleccionará preferentemente el tipo de aerogenerador y su posición en el emplazamiento de forma que se obtenga la mayor producción de energía posible con la menor ocupación de espacio, manteniendo los requerimientos externos (garantía de suministro, no interferencia con otras servidumbres, impacto ambiental…).

La toma de decisiones por tanto, deberá fundamentarse en las condiciones del viento detectadas en el emplazamiento, los estudios de avifauna y de quirópteros realizados, las conclusiones del estudio de integración paisajística, la posible interferencia con los servicios de telecomunicaciones y con las servidumbres aeronáuticas y otras restricciones propias del terreno como la proximidad de viviendas, la accesibilidad al emplazamiento (existencia de caminos y sus características), la ubicación del punto de conexión a la red eléctrica, la propiedad de los terrenos, etc.

Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones eólicas se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Condiciones de viento.
- Requerimientos de distancias (viviendas, antenas, entre los propios aerogeneradores…).
- Conocer la propiedad de los terrenos.
- Accesibilidad.
- Condicionantes meteorológicos.
- Distancias entre aerogeneradores.
- Evacuación de la generación eléctrica del parque eólico.
- Ausencia de interferencia con los servicios de telecomunicación.
- Interferencia con servidumbres aeronáuticas.
- Ausencia de interferencia con otras servidumbres.

1.2.3.1.1.3 Diseño de las instalaciones eólicas y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación eólica son:

- Capacidad máxima instalable.
- Criterios de distancias para asegurar la interferencia mínima entre aerogeneradores y la máxima producción esperada.
- Límites o fronteras de la zona, uso del terreno y propiedad de este.
- Acceso y caminos internos.
- Distancia para la conexión a red.
- Planificación espacial.
- Distancias (carreteras, autopistas, límites de propiedad, líneas eléctricas, etc.).

- Ubicación de las viviendas que puedan ser afectadas por el ruido y/o por los efectos de las sombras.
- Restricciones asociadas a las comunicaciones de radio, radar y luces de navegación.
- Restricciones de carácter ambiental.

En las instalaciones eólicas se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios en la selección de la tecnología a utilizar
  - Se utilizará el tipo de máquina más grande que permita el emplazamiento (dependiendo de las características del viento y de condicionantes técnicos y ambientales), ya que, en el contexto tecnológico actual, existe una relación directa entre el tamaño del aerogenerador y la potencia y energía generadas, de modo que se pueden alcanzar los mismos valores de potencia con un menor número de máquinas, con lo que se reducen los impactos ambientales y el coste de las infraestructuras asociadas.
  - Se dará prioridad a los aerogeneradores que empleen soluciones técnicas más eficaces en el aprovechamiento del viento, además de a los aerogeneradores que incorporen la electrónica más adecuada para la entrega de energía de la mayor calidad a la red.
  - Los rotores de las máquinas serán preferiblemente tripala, ya que se consideran más adecuados que los bipala y los monopala.
- Medidas y criterios de diseño de los viales
  - Se procurará evitar los cambios bruscos de dirección y rasante para facilitar el transporte de elementos de gran tamaño como grúas, palas y algunas secciones de la torre.
  - Aunque las pendientes dependen del fabricante del aerogenerador, que establece las pendientes del camino para el caso más restrictivo, con carácter general, los viales de acceso e interiores tendrán una pendiente media inferior al 12 % y solo excepcionalmente superarán el 14 %. Se podrán autorizar pendientes superiores cuando el incremento de la pendiente implique reducir la longitud de los trazados o aprovechar caminos existentes, minimizando el impacto visual y ambiental, aunque para ello se deberá contar con las medidas de seguridad pertinentes.
  - Por lo general se evitará el hormigonado de los caminos, aunque en los tramos de pendiente superior al 12 %, puede ser necesario hormigonar pequeños tramos para evitar la erosión y mejorar la tracción de los transportes.
- Medidas y criterios de diseño de las plataformas de montaje
  - La dimensión de la plataforma dependerá del criterio del fabricante de aerogeneradores y del tamaño del aerogenerador.
  - En los casos en los que sea técnicamente posible, las plataformas de montaje se dispondrán de tal manera que el vial forme parte de las mismas.
  - En caso de ser necesario situar las plataformas en media ladera, si se considera adecuado, se diseñarán escolleras con el objeto de reducir las superficies de ocupación.
- Medidas y criterios de diseño de la cimentación
  - El diseño de la cimentación de cada aerogenerador se adaptará a las características geotécnicas de los suelos en los que se encuentran para lo que se tendrá en cuenta el estudio geológico realizado.
  - Se procurará invisibilizar las cimentaciones cubriéndolas con tierra vegetal, de forma que se facilite el éxito de la restauración. De no ser esto posible, se aprovechará la orografía para ocultar el pedestal de hormigón de forma que no sobresalga del suelo más de 20 cm.
  - Ya desde la fase de diseño, para minimizar el impacto sobre el terreno y la afección del suelo fértil, se plantearán soluciones que reduzcan el uso de hormigón en las instalaciones, siempre que sea viable técnicamente, priorizando el hincado directo de las vallas y de las estructuras.

- Medidas y criterios de diseño y disposición de los aerogeneradores:
  - Los aerogeneradores mantendrán las distancias necesarias entre ellos, tanto en la dirección perpendicular del viento como paralelamente a él, para evitar que estos interfieran entre ellos por sus estelas u otros factores.
  - En el diseño de las instalaciones eólicas se adoptarán, entre otros, los siguientes criterios: c.1. Se procurará guardar una distancia de 1 km entre los aerogeneradores y los núcleos de población parar garantizar el sosiego público.
  - La distribución y las características de los aerogeneradores deberán procurar la integración de la instalación en el paisaje. Para ello, se deberán considerar los siguientes criterios orientativos:
    - En la medida de lo posible, se evitarán disposiciones desordenadas e interrupciones en la continuidad visual de los aerogeneradores.
    - Se recomienda dejar espacio suficiente entre los aerogeneradores para evitar el efecto barrera producido por una línea visualmente continua.
    - Se deberán seguir las siguientes recomendaciones relacionadas con el tipo de relieve:
      - En terrenos sensiblemente llanos se recomiendan distribuciones sencillas, si es posible, en forma de malla ortogonal con máquinas equidistantes (dentro de las filas).
      - En emplazamientos de relieves suaves, con pequeñas ondulaciones la distribución de los aerogeneradores se intentará adaptar en planta a esas estructuras topográficas simples, evitando las posiciones de máquinas que rompan las alineaciones principales que se tracen en el terreno. Para evitar una imagen confusa, se procurará agruparlos.
      - En terrenos abruptos se recomienda que la posición de las máquinas siga las cumbres principales. En cualquier caso, se deberá evitar la instalación de las máquinas que rompan con la alineación principal por estar a una cota muy alta o baja de los demás aerogeneradores.
      - Para evitar la fragmentación del territorio en la medida de lo posible se tratará de modular las densidades y adoptar disposiciones orgánicas en entornos naturales y se intentará seguir los trazados de la estructura parcelaria y sus ritmos, evitando interrumpir la red hidrográfica o los caminos existentes en los entornos agrícolas.
      - Se evitará afectar a las visuales importantes para la preservación del significado de los bienes patrimoniales, su predominancia visual y las vistas principales de los bienes.
      - La disposición morfológica entre parques eólicos cercanos deberá ser coherente para lograr una armonía visual.
    - Los aerogeneradores que integren una misma instalación eólica deberán ser similares en cuanto al tipo y al tamaño, ya que parece demostrado que el observador siente mayor rechazo ante diseños heterogéneos. Del mismo modo, este criterio deberá seguirse en caso de que se produzca covisibilidad con otras instalaciones eólicas.
    - Los aerogeneradores que integren una misma instalación eólica deberán girar en el mismo sentido en la medida de lo posible, ya que parece demostrado que la presencia en un mismo emplazamiento de rotores con diferente sentido de giro resulta más llamativa para el observador.
    - Las torres de los aerogeneradores no serán de celosía metálica, ya que se asocian a elementos industriales, además de que pueden resultar perjudiciales para las especies de aves al quedar atrapadas dentro de las mismas.
    - Todas las partes del aerogenerador se pintarán en colores neutros, dentro de una gama comprendida entre el blanco y el gris, ya que estos tonos parecen ser los que mejor difuminan la máquina sobre el fondo del cielo sobre el que en general se recortan, salvo criterio contrario de AESA (Agencia Española de Seguridad Aérea).

  - Se aplicará pintura anti-reflectante para evitar el reflejo del sol sobre las palas. o El alumbrado de la instalación eólica deberá limitarse a lo estrictamente necesario y procurará mantener el sincronismo dentro del mismo parque y con los existentes en su entorno.

- Medidas y criterios de diseño correspondientes a la ubicación de instalaciones auxiliares
  - La superficie destinada al parque de maquinaria y al mantenimiento cumplirá los siguientes requisitos:
    - Estará aislada de la red de drenaje natural.
    - Dispondrá de solera impermeable.
    - Contará con un sistema de recogida de efluentes/derrames para evitar contaminar el suelo y las aguas por la acción de los aceites y combustibles.
- Medidas de carácter ambiental
  - Además de todas las medidas y consideraciones generales expuestas en el apartado 1.1, se deberán elaborar los estudios previos descritos en 1.3.2 a fin de garantizar la protección de la fauna más vulnerable y la correcta integración paisajística de los parques eólicos.

1.2.3.1.2 Fase de construcción

Así mismo a continuación se presentan medidas que se deben llevar a cabo especialmente en instalaciones eólicas terrestres:

- Debido a las dimensiones de las piezas que componen el parque y su dificultad para transportarlas a la zona de implantación, durante el transporte hay que tener en cuenta distintos criterios técnicos:
  - Radios de curvatura mínimos.
  - Pendientes.
  - Anchos.
  - Sobre anchos.
- Será importante cumplir con las recomendaciones de prevención de riesgos laborales, el trabajo en altura, con máquinas eléctricas y otras características intrínsecas de estas instalaciones hacen que el trabajo en las mismas sea de alto peligro.

1.2.3.1.3 Fase de puesta en marcha

Los pasos clave en la puesta en marcha de la subestación y el cableado incluirán la inspección visual, pruebas mecánicas, pruebas de protección, pruebas de aislamiento eléctrico, comprobaciones previas a la activación, pruebas de disparo y comprobaciones de carga.

Las pruebas de puesta en marcha se realizan en turbinas eólicas , cimientos y componentes del sistema eléctrico para demostrar su funcionamiento seguro y adecuado.

Asumiendo que la conexión a la red del parque eólico está completa, para llevar a cabo la puesta en marcha de cada turbina eólica del parque se realizarán, entre otras, las siguientes pruebas:

- Inspección visual y documentación.
- Comprobación de los sistemas mecánicos y de las conexiones.
- Prueba del generador de turbina eólica mientras está conectado a la red (unas pocas horas).
- Prueba del generador de turbina eólica mientras se produce la pérdida de la red.
- Prueba de vibración de aerogeneradores.
- Prueba del sistema de yaw.

- Prueba de sistemas de *pitch*.

Para llevar a cabo la puesta en marcha de la infraestructura eléctrica y los cimientos se realizarán, entre otras, las siguientes pruebas:

- Inspección visual y documentación.
- Comprobación de las conexiones.
- Prueba del sistema de potencia.
- Pruebas de tensión.
- Pruebas de los equipos de enfriamiento de los transformadores.
- Pruebas de los equipos de control.
- Pruebas de conductividad del hormigón.
- Pruebas de conexión a tierra.

1.2.3.1.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una planta eólica las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.3.1.4.1 Medidas de integración ambiental

Además de las medidas generales de carácter ambiental descritas en el apartado 1.1 relativas a la protección de elementos naturales y culturales de valor presentes en el entorno de las instalaciones durante las labores de mantenimiento en fase de explotación, y los estudios específicos a elaborar en esta fase y detallados en el apartado 1.3, se deberá incorporar:

- Para evitar desplazar actividades ganaderas de la zona donde se construyan las instalaciones, se fomentará el uso del terreno de la instalación para pasto, sin vallado permanente, siempre que sea viable en función de la cercanía de dichas actividades ganaderas.
- En el caso de detectarse zonas de alto riesgo para la avifauna o quiropterofauna, se tomarán las medidas mitigadoras que sean necesarias para la reducción de dicho riesgo, como por ejemplo los sistemas automáticos de detección y disuasión o las restricciones operativas en determinadas circunstancias de riesgo elevado.
- En cuanto a las sombras producidas por los aerogeneradores, se procurará que no se superen las 30 h/año 0 30 min/día sobre receptores constituidos en edificaciones residenciales, y en caso de superaciones se deberá hacer el seguimiento oportuno y tomar las medidas adecuadas.
- Para el cálculo de la viabilidad de las instalaciones eólicas, los promotores tendrán en cuenta la posible restricción de arranque de los aerogeneradores en épocas y horarios de máxima actividad de los quirópteros, que se sitúa en torno a los 5 m/
- Se guardará una distancia de 200 m entre los aerogeneradores y las masas forestales circundantes como medida protectora para los quirópteros

1.2.3.1.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento del parque eólico se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje del mismo.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6. de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de parques eólicos terrestres se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.

- Retirada de las palas, el hub, la góndola y la torre.
- Desmontaje del sistema de cableado.
- Retirada de los elementos prefabricados.
- Retirada del cerramiento perimetral.
- Demolición de las diferentes cimentaciones (casetas, cerramiento perimetral y aerogeneradores).
- La subestación se retirará de forma inversa a su instalación.
- Retirada de capas de zahorra compactada.
- Reposición de tierras para capa vegetal.
- Arado de las tierras repuestas.
- Ejecución de la restauración ambiental y la gestión de los residuos se hará de acuerdo con los criterios generales expuestos en el apartado 1.1.6.

1.2.4 Energía geotérmica

1.2.4.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones geotérmicas son las siguientes:

1.2.4.1.1 Configuración de la instalación

- El proceso de diseño para la configuración de una instalación geotérmica consistirá en seleccionar la tecnología adecuada y su posición en el emplazamiento de todos los componentes de la instalación. Las instalaciones geotérmicas en ocasiones formarán parte de una red de calor y frio (*district heating and cooling*) en función de la zona a la que abastezcan. Según el tipo de instalación las distintas configuraciones para las tuberías serán: horizontal, vertical o *Slinky*, además, podrán conectarse en serie o paralelo. La elección de una u otra dependerá de la superficie de terreno disponible, la potencia a disipar y los costes de instalación.

Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones geotérmicas se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Gradiente térmico.
- Requerimientos de distancias (entre las propias tuberías, etc.).
- Condiciones subterráneas.
- Accesibilidad.
- Condicionantes meteorológicos.
- Obstáculos.
- Instalación hidráulica.
- Ausencia de interferencia con otras servidumbres.
- Demanda térmica a abastecer.

1.2.4.1.2 Diseño de las instalaciones geotérmicas y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación geotérmica son:

- Superficie disponible.
- Criterios de distancias para asegurar la interferencia mínima con otros servicios o entre los componentes de la propia instalación.

- Accesibilidad.
- Planificación espacial.

En las instalaciones geotérmicas se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios de carácter general
  - Deberán conocerse los datos energéticos del edificio (Potencia pico, energía demandada anualmente, curva de demanda).
  - Se evitará en lo posible ubicar la instalación del intercambiador en la zona de afección de otros servicios enterrados.
  - El cruce de otros servicios con tuberías del intercambiador siempre será superior, de forma que, si se tuvieran que realizar trabajos de reparación de estos, nunca quedará al descubierto la tubería de intercambiador enterrado. La distancia entre la generatriz superior de la tubería geotérmica y la generatriz inferior del otro servicio será superior a 40 cm. Es recomendable interponer entre ambos servicios elementos de protección como pueden ser placas de polipropileno, placas de fibrocemento o incluso, una losa de hormigón.
  - En el paralelismo con otros servicios se mantendrá una distancia superior a 40 cm entre generatrices. Los casos de paralelismo nunca podrán darse en el interior de la configuración del intercambiador, es decir, nunca se podrá interponer una tubería de otro servicio entre los colectores de ida y retorno de la instalación geotérmica.
  - La separación mínima entre pozos será de 8 metros.
  - La profundidad de los pozos oscilará entre los 100 y 150 metros.
  - Si en su dimensionamiento la instalación resulta viable (para instalaciones superiores a 30 kW obligatorio) se realizará un Test de Respuesta Térmica) el cual consiste en un ensayo que se realiza en la primera perforación, con el fin de determinar las propiedades del terreno y de esta forma ajustar el dimensionamiento al recurso real existente.
  - Se deberán incorporar en la fase de diseño las medidas protectoras de los suelos y las aguas subterráneas necesarias para evitar posibles fugas de los fluidos de trabajo (normalmente compuestos por una mezcla de agua y anticongelante) y posteriores lixiviados.
  - Medidas y criterios en la selección de la tecnología a utilizar
    - Las especificaciones de la bomba de calor fijan varios parámetros de diseño del intercambiador de calor enterrado, ya que nos determinan el calor intercambiado con el suelo y el caudal circulante por el intercambiador de calor, además de fijar el rendimiento del sistema de acuerdo con sus curvas características de potencia-temperatura.
    - Para la selección de la bomba de circulación del intercambiador de calor enterrado se tendrá en cuenta el caudal fijado por la bomba de calor seleccionada y la caída de presión del ramal del intercambiador más desfavorable. Muchos modelos de bombas de calor para estas aplicaciones llevan ya incorporada una bomba de circulación para el bucle enterrado.
    - El fluido circulante por el intercambiador de calor enterrado es agua o agua con anticongelante y su elección está condicionada por las temperaturas límite de diseño. Se empleará anticongelante si se prevé en diseño que el intercambiador geotérmico pueda tener riesgo de congelación (elevado funcionamiento en calefacción, temperaturas frías de terreno, etc.). Además, para la elección del fluido se tendrán en cuenta las características de transferencia térmica, el punto de congelación, los requerimientos de presión por rozamiento y su corrosividad, toxicidad e inflamabilidad.
    - Se pondrá especial atención en que la calidad de los tubos sea la mejor posible ya que la reparación o sustitución de esta parte de la instalación lleva asociada alta complejidad y coste en comparación al resto de la instalación.

- El material de los tubos por lo general será de polietileno (PE) y polibutileno (PB) ya que ambos son flexibles a la vez que resistentes y pueden unirse mediante fusión por calor para formar empalmes más fuertes que el tubo mismo.

- Medidas y criterios de diseño de las perforaciones
  - En cuanto al dimensionamiento del número de pozos que serán necesarios en la instalación lo más importante será conocer la potencia de la bomba de calor y en base a esa potencia y sus datos técnicos (COP, ERR y temperaturas de trabajo) se estimará la potencia a extraer del terreno para cubrir la demanda prevista.
  - Deberá realizarse un plano de planta de la ubicación de las diferentes perforaciones.
  - Quedará definida la sección y profundidad y la previsión de acuíferos atravesados durante la perforación para una planificación adecuada del sistema de perforación.
  - Las perforaciones se sellarán de forma estanca y así no podrán rellenarse con materiales no inertes que puedan generar lixiviados.
  - Se mantendrá una distancia mínima entre perforaciones y otras propiedades colindantes.
  - En función de las condiciones del terreno (poco cohesionado, muy duro, etc.) variará la profundidad de la entubación.
  - Se tendrá en cuenta la profundidad de las perforaciones.
  - Medidas y criterios de diseño del relleno geotérmico
  - La selección del tipo de relleno y de su modo de ejecución estará determinada por las condiciones hidrogeológicas del sustrato.
  - Se deberá facilitar la transmisión térmica entre el fluido caloportador y el terreno, ofreciendo la mínima resistencia térmica posible.
  - Se asegurará una fijación efectiva entre el intercambiador geotérmico y el terreno, de modo que se alcance la máxima eficiencia en el intercambio de calor entre ellos.
  - Se protegerá la sonda de los esfuerzos mecánicos del terreno.
  - Se aislarán los distintos niveles de agua atravesados, evitando la comunicación entre acuíferos.

1.2.4.2 Fase de construcción

Para la construcción de una planta geotérmica, además de las medidas generales previamente citadas en el apartado 1.1.3, será necesario aplicar las siguientes:

- Durante la realización de las perforaciones se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:
  - La perforación se realizará mediante la tecnología más adecuada para cada tipo de terreno (rotopercusión, perforación con lodos, sistemas de entubación simultánea, etc.).
  - Preferiblemente se encamisará simultáneamente a los trabajos de perforación, empleando los medios adecuados para que la tubería metálica se pueda recuperar al finalizar la obra.
  - En el caso de que no se pueda recuperar la camisa, el perforador realizará los trabajos de adecuación de los pozos una vez introducidas las tuberías, cortando la tubería de encamisado sobrante.
  - En el caso de que fuera necesario introducir tubería metálica en los primeros metros de la perforación para estabilizar el horizonte orgánico, la capa de alteración y los rellenos antrópicos y permitir el comienzo de los trabajos, la longitud de la tubería metálica será la menor posible. El objetivo es facilitar su extracción una vez realizada la zanja de los colectores y no dañar las sondas geotérmicas.
  - Será necesaria maquinaria especializada para la realización de las perforaciones.
  - Las perforaciones deberán ser entubadas hasta terreno estable y se harán las necesarias para asegurar la estabilidad de los taludes.
  - Las perforaciones deberán ser entubadas hasta terreno estable y se harán las necesarias para asegurar la estabilidad de los taludes.

  - Dado que existe el peligro de que los fluidos profundos arrastren emisiones que pueden ser tóxicas o afectar a la flora, fauna y recursos hídricos del lugar; entre ellos el ácido sulfúrico o el azufre, se deberá llevar a cabo una monitorización de las posibles emisiones de sustancias tóxicas durante estas labores a fin de poder disponer de un mayor tiempo de respuesta para la aplicación de medidas correctoras del impacto producido.

- Inmediatamente después de la retirada del varillaje se procederá a la introducción de las sondas geotérmicas en la perforación, rellenas de la cantidad suficiente de agua que permita su puesta en obra sin peligro según la posición del nivel en el sondeo.
  - La introducción de las sondas se realizará por gravedad, bien manualmente o bien ayudándose de un desenrollador u otro dispositivo mecánico.
  - La manipulación de las tuberías se realizará con cuidado de no dañarlas, introduciendo la sonda por el centro de la perforación, sin que entre en contacto con la tubería metálica de encamisado o emboquillado.
  - Las soldaduras entre tubos deberán ser herméticas y resistentes a la presión de trabajo.
  - La unión entre el tubo envolvente y la roca será hermética mediante el empleo de relleno geotérmico con el fin de asegurar una buena transferencia de calor y aislar la perforación de flujos de agua.
  - Durante la realización de las zanjas se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:
    - En el caso de zanjas para colectores de ida y retorno de las perforaciones verticales, los trabajos se realizarán sin dañar las tuberías verticales instaladas y la camisa metálica de protección.
    - Una vez finalizada la zanja, se procederá a cortar o eliminar la camisa de las perforaciones.
    - Para la ejecución de un buen relleno que asegure la correcta transmisión de calor y evitar daños en la tubería, es necesario refinar las paredes y el fondo de zanja, es decir, eliminar las rocas presentes en la parte inferior de la zanja para evitar cualquier daño a las tuberías.
    - Lecho de arena según la sección tipo correspondiente.
    - El relleno con materiales procedentes de la excavación previamente seleccionados (sin cantos punzantes, con diámetros inferiores a 5 cm, etc.). El relleno se realizará a tongadas de espesor reducido para obtener un mayor grado de compactación, con el objetivo de aumentar la humedad del suelo y disminuir el contenido de aire.
    - Nunca se hormigonará o pavimentará la superficie donde se instale el intercambiador horizontal, con el objetivo de asegurar un buen intercambio de calor.

- Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista (instalaciones, rocas…) o construcciones que traspasen los límites del vaciado se comunicará antes de continuar con la excavación.
- En las excavaciones realizadas con el objeto de encontrar firme de cimentación, es el director de la obra el encargado de señalar la cota de fondo de excavación, determinando dicha cota en obra en función del material aparecido.
- Se evitará el acceso de agua a zanjas excavadas, evacuando la misma inmediatamente en caso de no poder evitarse. Estas aguas de obra procedentes de escorrentías o a consecuencia del afloramiento del nivel freático deberán ser tratadas de manera adecuada mediante sistemas de decantación y filtración previo a su vertido, asegurando así las condiciones físico-químicas y la calidad de las mismas para evitar la contaminación del suelo y de los recursos hidrológicos cercanos, tanto superficiales como subterráneos.
- Se tomarán las medidas necesarias para que no caigan materiales de excavados u otros a la zanja o pozo.
- Es muy importante realizar una correcta evacuación del detritus, por lo que el perforador deberá prever los elementos necesarios: zanjas, balsas de lodos, bomba de achique, plásticos para cubrir elementos constructivos circundantes, etc.
- Para estos trabajos es muy importante evitar los periodos de lluvia.

- Se cumplirán la normativa aplicable en cuanto a prevención de riesgos laborales.
- Se procederá, siempre que sea posible, a la revegetación de las zonas ocupadas por instalaciones auxiliares, empleando especies autóctonas y procurando no extender en el tiempo el periodo en el que el suelo se encuentre desnudo para evitar la implantación de especies invasoras en la zona.

1.2.4.3 Fase de puesta en marcha

Antes de poner en funcionamiento el sistema, se deberán realizar los siguientes procesos y comprobaciones para asegurar el buen funcionamiento de la instalación:

- Limpieza del circuito de tuberías.
- Purga del aire de la instalación.
- Verificación de las condiciones de diseño: presión y caudal.
- Carga del intercambiador de calor con anticongelante (cuando sea necesario).
- Presurización de la instalación.
- Puesta en marcha de la bomba de calor y comprobación de parámetros.

1.2.4.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una instalación geotérmica las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.4.4.1 Medidas de integración ambiental

Además de las medidas generales de carácter ambiental descritas en el apartado 1.1.5, relativas a la protección de elementos naturales y culturales de valor presentes en el entorno de las instalaciones durante las labores de mantenimiento en fase de explotación, se deberán adoptar las siguientes premisas:

- En el caso de que los fluidos de trabajo tengan que ser sustituidos se adoptarán buenas prácticas ambientales en cuanto a su manipulación y tratamiento se refiere. Se deberá impermeabilizar adecuadamente la zona de trabajo para evitar vertidos, de ser necesario se ejecutarán circuitos auxiliares para su evacuación hacia dispositivos estancos de almacenamiento y posteriormente deberán ser correctamente gestionados por un gestor autorizado por la comunidad.

1.2.4.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta geotérmica se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la planta.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6. de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de instalaciones geotérmicas se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Levantamiento de zanjas para la retirada del sistema de tuberías.
- Retirada del cableado.
- Retirada del resto de los componentes.
- Reposición de tierras para capa vegetal.
- Se adoptarán medidas de prevención de posibles vertidos de los fluidos de trabajo que recorren la instalación geotérmica durante su desmantelamiento dada su elevada

peligrosidad para la salud humana y el medio ambiente. Entre ellas se encuentra la impermeabilización de la zona de actuación o la ejecución de circuitos auxiliares para la evacuación de la mezcla hacia bidones o dispositivos de recolección de la misma para su posterior tratamiento.

1.2.5 Energía de la biomasa

1.2.5.1 Biomasa térmica

Se contemplan en este apartado instalaciones de autoconsumo por biomasa térmica y no instalaciones industriales, no previstas en el PTS de Energías Renovables:

1.2.5.1.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones de biomasa térmicas son las siguientes:

1.2.5.1.1.1 Configuración de la instalación

El proceso de diseño para la configuración de una instalación de biomasa térmica consistirá en seleccionar la tecnología adecuada y su posición en el emplazamiento de todos los componentes de la instalación. Las instalaciones de biomasa térmicas en ocasiones formarán parte de una red de calor y frio (*district heating and cooling*) en función de la zona a la que abastezcan.

Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones de biomasa térmicas se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de recuso y/o de los proveedores de combustibles cercanos.
- Disponibilidad del espacio necesario para ubicar los elementos principales (caldera, silo, depósito de inercia…).
- Accesibilidad al silo.
- Condicionantes meteorológicos.
- Obstáculos.
- Instalación hidráulica.
- Ausencia de interferencia con otras servidumbres.

1.2.5.1.1.2 Diseño de las instalaciones de biomasa térmicas y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación de biomasa térmica son:

- Superficie disponible.
- Criterios de distancias para asegurar la interferencia mínima con otros servicios o entre la propia instalación.
- Accesibilidad.
- Planificación espacial.

En las instalaciones de biomasa térmica se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios de carácter general
  - Deberán conocerse los datos energéticos del edificio a suministrar energía (potencial, energía demandada anualmente, curva de demanda…).
- Medidas y criterios en la selección de la tecnología a utilizar

  - Las calderas deberán ser de alto rendimiento con un aislamiento térmico eficiente, protección contra el retorno de llama, sistema de limpieza de cenizas medidores de presión y temperatura, buen rendimiento, apropiada para el combustible a utilizar, etc.
  - El sistema de alimentación a la caldera, deberá ser apropiado para las características técnicas del combustible seleccionado, incluso compatible para varios tipos de combustibles.

- Medidas y criterios ambientales
  - El sistema de evacuación de humos deberá cumplir con la legislación vigente en materia de emisiones, integrando sistemas de filtrado adecuados que garanticen que las emisiones cumplen con la legalidad (en cuanto al contenido de partículas y otras sustancias como compuestos nitrogenados o de azufre) y que no se produce una modificación sustancial de la calidad del aire.
  - El sistema de recogida y almacenamiento de residuos (cenizas) será adecuado para facilitar la gestión del mismo.

1.2.5.1.2 Fase de construcción

Para la construcción de una planta de biomasa térmica, además de las medidas generales previamente citadas en el apartado 1.1.3, será necesario aplicar las siguientes:

- El aislamiento de las tuberías caloportadoras no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

1.2.5.1.3 Fase de puesta en marcha

Antes de poner en funcionamiento el sistema, se deberán realizar los siguientes procesos y comprobaciones para asegurar el buen funcionamiento de la instalación:

- Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.
- Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.
- Preparación y limpieza de las redes de tubería.
- Pruebas de estanquidad y resistencia mecánica.
- Reparación de fugas si se detectara alguna.
- Pruebas de libre dilatación.
- Pruebas de recepción de redes de conductos de aire.
- Pruebas de estanqueidad de chimeneas.
- Verificación de las condiciones de diseño: presión y caudal.
- Presurización de la instalación.
- Ajustes de la combustión.

1.2.5.1.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una instalación de biomasa térmica las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.5.1.4.1 Planificación de suministro de biomasa

En calderas que cuentan con un silo de almacenamiento, habrá que tener en cuenta los siguientes puntos:

- El número de cargas anuales, independientemente del número de veces que se rellene el silo en un año, el silo a efectos de tamaño, deberá cumplir con la reglamentación que le aplique y será adecuado dimensionarlo para minimizar el número de cargas anuales.
- Será necesario realizar un seguimiento adecuado al consumo de combustible, existen sistemas de telecontrol que pueden facilitar avisos para realizar la gestión con el suministrador de combustible con antelación de manera adecuada. En función del biocombustible no consumido y del que se prevé consumir, en la inspección semanal (que puede llevarse a cabo por el usuario) se calculará las necesidades de biomasa previstas y se avisará con suficiente antelación al suministrador.
- Es conveniente realizar, igualmente, una inspección visual para confirmar las mediciones.
- Deberá controlarse la humedad del silo de almacenamiento ya que la presencia de humedad en la biomasa reducirá el rendimiento de la instalación.
- El combustible, si es de origen forestal, debe ser procedente de explotaciones gestionadas de manera sostenible, verificando el combustible mediante sistemas de certificación ambiental.

1.2.5.1.4.2 Medidas de integración ambiental

Además de las medidas generales de carácter ambiental descritas en el apartado 1.1, se deberán adoptar las siguientes premisas:

- Las cenizas generadas durante su funcionamiento deberán ser correctamente gestionadas. No obstante, dado que la biomasa térmica se encuentra fuertemente ligada al autoconsumo, una manera eficaz de valorizar estas cenizas es mediante su uso como fertilizante para tierras de cultivo, huertos y plantas de hogar, dado su alto contenido en potasio, fósforo, magnesio y calcio, y su capacidad corregir y enriquecer los sustratos.

1.2.5.1.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta de biomasa se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la planta.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6. de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de instalaciones de biomasa térmica se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Desmontaje y la retirada de la caldera y el resto de los componentes.
- Retirada del cableado.
- Desmontaje del sistema hidráulico.

1.2.5.2 Biomasa eléctrica

1.2.5.2.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones de biomasa eléctricas son las siguientes:

1.2.5.2.1.1 Configuración de la instalación

El proceso de diseño para la configuración de una instalación de biomasa para la generación eléctrica consistirá en seleccionar la tecnología adecuada y su posición en el emplazamiento de todos los componentes de la instalación.

Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones de biomasa eléctrica se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de recuso.
- Requerimientos de distancias (caldera, silo…).
- Accesibilidad.
- Evacuación de la generación eléctrica de la instalación de biomasa eléctrica.
- Aprovechamiento de calor residual.
- Condicionantes meteorológicos.
- Obstáculos.

1.2.5.2.1.2 Diseño de las instalaciones de biomasa eléctricas y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación de biomasa eléctrica son:

- Superficie disponible.
- Criterios de distancias para asegurar la interferencia mínima con otros servicios o entre la propia instalación.
- Límites o fronteras de la zona, uso del terreno y propiedad de este.
- Líneas de evacuación eléctrica.
- Sistemas de recuperación de calores residuales.
- Acceso y caminos internos.
- Planificación espacial.
- Restricciones de carácter ambiental.
- Bienes de patrimonio cultural.

En las instalaciones de biomasa para la generación eléctrica se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios en la selección de la tecnología a utilizar
  - La zona de acopio o playa deberá dimensionarse en función de la biomasa que se vaya a consumir para que se disponga de cierta autonomía.
  - Los generadores de calor deberán ser de buena calidad con un aislamiento térmico eficiente, protección contra el retorno de llama, sistema de limpieza de cenizas medidores de presión y temperatura, apropiadas para el combustible utilizado, con un alto rendimiento, etc.
  - El generador de calor se seleccionará en función de la biomasa que se quiera quemar.
  - La turbina deberá poseer las características para que su durabilidad sea máxima (resistente a la oxidación, etc.).
  - Considerar el aprovechamiento del calor residual por usuarios cercanos a la instalación.
  - La selección de los sistemas de filtrado de humos deberá efectuarse siempre acorde con la legislación vigente en materia de emisiones atmosféricas en función de los volúmenes de combustión de la caldera, garantizando que las emisiones producidas cumplen con la legalidad (en cuanto al contenido de partículas y otras sustancias como compuestos nitrogenados o de azufre) y que no se produce una modificación sustancial de la calidad del aire.
  - Dado que las centrales eléctricas de biomasa contemplan sistemas de refrigeración abastecidos mediante el empleo de agua, se deberán establecer sistemas que controlen y regulen las condiciones de las aguas de vertido, de manera que su temperatura y otros parámetros físico-químicos sean acordes con lo establecido en la Autorización de Vertido correspondiente y el Plan Hidrológico aplicable; para el caso de instalaciones sin vertido cero.

1.2.5.2.2 Fase de construcción

Para la construcción de una planta de biomasa eléctrica, además de las medidas generales previamente citadas en el apartado 1.1.3, será necesario aplicar las siguientes:

- Las soldaduras entre tubos deberán ser herméticas y resistentes a la presión de trabajo.
- Se preferirá el uso de conexiones soldadas sobre las bridas. En todos los casos, el sellado deberá ser el adecuado.
- Los materiales constructivos de los equipos deberán ser los adecuados para soportar las condiciones de presión y temperatura que deberán soportar.

1.2.5.2.3 Fase de puesta en marcha

Los pasos clave en la puesta en marcha de la subestación y el cableado incluirán la inspección visual, pruebas mecánicas, pruebas de protección, pruebas de aislamiento eléctrico, comprobaciones previas a la activación, pruebas de disparo…

Antes de poner en funcionamiento el sistema, se deberán realizar los siguientes procesos y comprobaciones para asegurar el buen funcionamiento de la instalación:

- Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.
- Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.
- Preparación y limpieza de las redes de tubería.
- Pruebas de estanquidad y resistencia mecánica.
- Reparación de fugas si se detectara alguna.
- Pruebas de libre dilatación.
- Pruebas de recepción de redes de conductos de aire.
- Pruebas de estanqueidad de chimeneas.
- Presurización de la instalación.
- Verificación de las condiciones de diseño: presión y caudal.
- Comprobación de los elementos electromecánicos.
- Comprobación de las conexiones y las comunicaciones.
- Comprobación de cada eslabón de las cadenas de sistemas de seguridad y emergencia.

1.2.5.2.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una planta de biomasa eléctrica las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.5.2.4.1 Medidas de integración ambiental

Además de las medidas de protección ambiental de carácter general expuestas en el apartado 1.1.5.3, deberán llevarse a cabo los siguientes controles con el objeto de garantizar una mínima afección sobre el medio durante la explotación y mantenimiento de este tipo de instalaciones:

- Seguimiento de los niveles de emisión a la atmósfera acorde a los establecido en la legislación vigente y en la Autorización Ambiental Integrada o Unificada en su caso
- Seguimiento de los niveles sonoros en el entorno de la planta.
- Seguimiento de los efluentes líquidos acorde a lo establecido en la Autorización de vertido y en el Plan Hidrológico, en su caso.
- Seguimiento de la gestión de residuos. Tal y como se ha comentado en el apartado relativo a la biomasa térmica, una buena solución para la valorización de las cenizas generadas será la de su uso como fertilizante para tierras de cultivo, huertos, etc. Por lo tanto, estos residuos podrán ser puestos a disposición tanto de particulares o empresas relacionadas con el sector agrícola, así como para empresas dedicadas a la fabricación de enmiendas, abonos y fertilizantes. También pueden reincorporase las cenizas a la cadena productiva en la fabricación de Clinker para cemento.

- Seguimiento del grado de implantación de los sistemas previstos (calidad, medio ambiente, requisitos a proveedores y gestión forestal sostenible). De manera prioritaria, el recurso agroforestal empleado en la producción eléctrica deberá proceder de bosques y áreas gestionados de forma sostenible validados a través de diversos sistemas de certificación ambiental.

1.2.5.2.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta de biomasa se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la planta.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6. de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de instalaciones de biomasa eléctrica se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Retirada del generador de calor y de los componentes del ciclo de vapor.
- Retirada del resto de los componentes de la instalación.
- Retirada del cableado.
- Retirada de los elementos prefabricados.
- Retirada del cerramiento perimetral.
- Demolición de las diferentes cimentaciones.
- Se adoptarán medidas de prevención de posibles vertidos de los fluidos de trabajo que recorren la instalación durante el desmantelamiento.

1.2.6 Energía oceánica

1.2.6.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones undimotrices son las siguientes:

1.2.6.1.1 Configuración de la instalación

El proceso de diseño para la configuración de una instalación undimotriz consistirá en seleccionar la tecnología que se desea utilizar y su posición en el emplazamiento de forma que se obtenga la mayor producción de energía posible a la vez que se mantienen los requerimientos externos (garantía de suministro, no interferencia con otras servidumbres, impacto ambiental…).

Destacar que la producción de energía undimotriz se encuentra en fase de prototipado y a pesar de existir numerosas configuraciones ninguna ha alcanzado la madurez suficiente como para definir la configuración más idónea. Sin embargo, se ha estudiado que el potencial existente de la energía undimotriz en País Vasco se concentra en los espigones o diques de puertos, así como, en determinados proyectos singulares como BiMEP.

Las instalaciones undimotrices en espigones y puertos serán instalaciones terrestres, un ejemplo de esto es la planta de Mutriku, mientras que las áreas de proyectos singulares se localizan offshore, estas últimas quedan excluidas del análisis por no ser competencia de la Comunidad Autónoma de Euskadi. Por tanto, a pesar de tratarse de la misma energía las fases serán distintas en función de la ubicación de las instalaciones.

A pesar de esto, durante el diseño de la configuración de las instalaciones undimotrices de cualquier tipo se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Requerimientos de distancias (con otras servidumbres, entre los propios dispositivos…).
- Conocer la propiedad de los terrenos.
- Accesibilidad.
- Condicionantes meteorológicos.
- Condiciones marítimas.
- Evacuación de la generación eléctrica de la instalación undimotriz.

1.2.6.1.2 Diseño de las instalaciones undimotrices y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación undimotriz son:

- Condiciones de oleaje.
- Capacidad máxima instalable.
- Límites o fronteras de la zona, uso del terreno y propiedad de este.
- Planificación espacial.
- Restricciones de carácter ambiental.
- Distancia para la conexión a red.

En las instalaciones undimotrices se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios en la selección de la tecnología a utilizar
  - La energía undimotriz se encuentra todavía en fase de prototipado por lo que no se ha determinado una tecnología como la más adecuada para la producción de energía eléctrica.
  - Se elegirá la tecnología con las soluciones técnicas más eficaces, fundamentalmente para el aprovechamiento de la energía de las olas.
  - Las instalaciones deberán soportar las condiciones a las que estarán expuestas (temperatura, salinidad, humedad…).
  - Las piezas donde se instalarán los elementos electromecánicos (turbina, generador) podrán ser prefabricadas de hormigón armado con el fin de facilitar el proceso constructivo.

- Medidas y criterios de diseño de la línea de evacuación y de las canalizaciones eléctrica
  - Las líneas eléctricas de distribución en tierra generarán impactos sobre la calidad paisajística de la franja costera, los cuales pueden llegar a ser de gran relevancia dada la estrecha relación turística existente en estas zonas, por ello, su diseño y disposición en el terreno deberá estar integrado visualmente, evitando duplicidades de las líneas y tratando de alejar lo máximo posible su emplazamiento de las zonas más visitadas.

- Medidas y criterios de diseño y disposición de la instalación
  - Los dispositivos deberán orientarse de tal forma que aprovechen al máximo la energía de las olas.
  - En las instalaciones undimotrices que vayan a ser integradas en un dique estarán condicionadas por el propio dique, esto quiere decir que para la definición geométrica de la planta deberá hacerse un estudio de propagación de las olas hasta la ubicación del dique.
  - Se incorporarán en la fase de diseño las medidas pertinentes para evitar afecciones sobre la calidad de las aguas costeras como el uso de ataguías reutilizables y reciclables para la realización de trabajos en seco que impidan el aumento de la turbidez de las aguas, así como posibles vertidos de aguas de obras y otros fluidos de la maquinaria. Se tratará de evitar en la medida de lo posible la ejecución de dragados como consecuencia de los graves impactos que estos generan sobre los ecosistemas y especies marinas.
  - Se valorará en función de las características ecosistémicas que rodeen cada dique, la adopción de medidas de protección de la flora y fauna costera para la realización de los

trabajos en seco, planteando soluciones efectivas tales como traslocaciones de individuos que pudieran verse afectados.

- Se incorporarán dispositivos de contención (rejillas) en la boca de entrada de las aguas en el sistema para evitar incidentes con la fauna piscícola que pudiera acceder a las turbinas causando su mortalidad, cuya dimensión de luz deberá calcularse en función de las especies que habiten las inmediaciones de los diques. De este modo también se logrará proteger la integridad del sistema frente a roturas y atascos causados por diversos residuos suspendidos en las aguas cercanas.

1.2.6.2 Fase de construcción

A continuación, se presentan medidas que se deben llevar a cabo especialmente en instalaciones undimotrices:

- Los trabajos necesarios para la realización de las obras se deberán compaginar siempre con la explotación del puerto.
- Los dragados a efectuar en las proximidades de muelles u otras instalaciones, si fuesen necesarios, se ejecutarán de forma que no se produzca ningún daño o avería a los mismos, tanto por las propias operaciones del dragado como a consecuencia de corrientes, oleaje, etc., debiéndose tomar las debidas precauciones y respondiendo en todo caso a los daños que pudieran originarse.

1.2.6.3 Fase de puesta en marcha

Los pasos clave en la puesta en marcha de la instalación undimotriz y el cableado incluirán la inspección visual, pruebas mecánicas, pruebas de protección, pruebas de aislamiento eléctrico, comprobaciones previas a la activación…

Deberán hacerse las siguientes comprobaciones:

- Comprobaciones de los componentes y conexiones críticas.
- Comprobación mecánica y eléctrica.
- Energización de todos los subsistemas.
- Comprobación de cada eslabón de las cadenas de sistemas de seguridad y emergencia.
- Rotación lenta del rotor para confirmar el equilibrio y el buen funcionamiento del tren de accionamiento.
- Comprobación de los sistemas de comunicación (SCADA…).

1.2.6.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una instalación undimotriz las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.6.4.1 Medidas de integración ambiental

- Al estar en contacto con el medio hídrico, las labores de mantenimiento, especialmente las relacionadas con la limpieza de piezas y lubricación de las mismas deberá ejecutarse siempre y cuando se dispongan de las medidas de protección de la calidad de las aguas necesarias, evitando así vertidos accidentales y no deseables sobre el medio. Se dispondrá de sistemas de evacuación estancos e impermeabilizados para la sustitución de estos fluidos tóxicos, dirigiéndolos a recipientes adecuados para su posterior gestión por un gestor autorizado.

1.2.6.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta oceánica se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la planta.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6. de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de instalaciones oceánicas se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Retirada de los componentes de la instalación.
- En cuanto a los cimientos su desmantelamiento dependerá de la tecnología adoptada y de su conexión con el fondo marino. Es posible que, en algunas circunstancias, las estructuras puedan dejarse en la posición en la que soportan ecosistemas noveles que, en opinión del regulador, deben ser salvaguardados.
- Retirada del cableado.
- La subestación se retirará de forma inversa a su instalación.
- Se adoptarán medidas de prevención de posibles vertidos de fluidos que recorren la instalación durante su desmantelamiento dada su elevada peligrosidad para la salud humana y el medio ambiente. Entre ellas se encuentra la impermeabilización de la zona de actuación o la ejecución de circuitos auxiliares para la evacuación de la mezcla hacia bidones o dispositivos de recolección de la misma para su posterior tratamiento.

1.2.7 Energía minihidráulica

1.2.7.1 Fase de diseño

Las buenas prácticas adicionales asociadas a la fase de diseño de las instalaciones minihidráulicas son las siguientes:

1.2.7.1.1 Configuración de la instalación

El proceso de diseño para la configuración de una instalación minihidráulica consistirá en seleccionar la tecnología adecuada y su localización. La configuración de la instalación, así como sus componentes, dependerá del emplazamiento de la misma, y esta podrá ser:

- Centrales de agua fluyente: desvían parte del caudal del río, lo trasladan hacia la central y una vez utilizado, se devuelve al río.
- Centrales de pie de presa: se sitúan debajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros usos y aprovechan el desnivel creado por la propia presa.
- Centrales en canal de riego o de abastecimiento.

Además del tipo de central en emplazamiento también condicionará los elementos necesarios en la instalación, la que contará con todos o solo algunos de los siguientes:

- Azud.
- Toma.
- Canal de derivación.
- Cámara de carga.
- Tubería forzada.
- Edificio central y equipamiento electro-mecánico.
- Canal de descarga.
- Subestación y línea eléctrica.

Así, durante el diseño de la configuración de las instalaciones minihidráulicas se deberán tener en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Emplazamiento.
- Parámetros del salto (salto bruto, caudal, etc.).
- Requerimientos de distancias de los diferentes componentes.
- Propiedades de los terrenos y del flujo de agua.
- Accesibilidad.
- Evacuación de la generación eléctrica de la instalación hidráulica.
- Condicionantes meteorológicos.
- Meteorología.
- Ausencia de interferencia con otras servidumbres.

1.2.7.1.2 Diseño de las instalaciones minihidráulicas y las infraestructuras asociadas

Las principales restricciones o condicionantes para el diseño de una instalación minihidráulica son:

- Meteorología y evolución del flujo de agua.
- Límites o fronteras de la zona, uso del terreno y propiedad de este.
- Acceso.
- Distancia para la conexión a red.
- Planificación espacial.
- Restricciones de carácter ambiental.

En las instalaciones minihidráulicas se deberán considerar las siguientes medidas y criterios:

- Medidas y criterios en la selección de la tecnología a utilizar
  - Será importante la elección de un caudal de diseño adecuado para poder definir el equipamiento a instalar, de forma que la energía producida sea la máxima posible en función de la hidrología.
  - La tecnología seleccionada permitirá respetar los caudales ecológicos estipulados para cada cauce en el Plan Hidrológico correspondiente.
  - La turbina deberá ser la adecuada para el caudal y el salto definidos y poseer las características adecuadas para que su durabilidad sea máxima (resistencia a la oxidación, etc.).
  - En la cámara de carga habrá que evitar al máximo las pérdidas de carga y los remolinos que se puedan formar, tanto aguas arriba como en la propia cámara. Si la tubería forzada no está suficientemente sumergida, un flujo de este tipo puede provocar la formación de vórtices que arrastren aire hasta la turbina, produciendo una fuerte vibración que bajaría el rendimiento de la minicentral.
  - Los azudes deberán resistir el empuje del agua con su propio peso, aunque en ocasiones se colocará un anclaje al terreno con el fin de aumentar su estabilidad.
  - El material de los azudes será de hormigón, ladrillos, escollera o tierra.
  - Los tipos de presa utilizados serán la presa de gravedad y la presa en arco, el resto quedarán limitadas a su uso en grandes centrales hidroeléctricas.
  - Para evitar el peligro que podrían provocar las avenidas, las presas dispondrán de aliviaderos, compuertas o válvulas.
  - El diseño de la toma de agua deberá estar realizado para que las pérdidas de carga sean las mínimas.
  - La toma de agua dispondrá de una rejilla de luz suficiente con el fin de evitar la entrada de elementos sólidos y de especies de fauna en el canal.
  - Las conducciones superficiales se podrán realizar excavando el terreno, sobre la propia ladera o mediante estructura de hormigón.

- Los túneles y las tuberías irán bajo tierra (a excepción de la tubería forzada).
- Cuando la conducción entre la toma de agua y la cámara de carga se realice en presión, esta última será cerrada y tendrá además una chimenea de equilibrio, para amortiguar las variaciones de presión y protegerla de los golpes de ariete.
- La tubería forzada de la instalación vendrá definida por la orografía del terreno, factores ambientales, presión que soporte, etc.
- Los elementos de cierre y regulación deberán estar preparados para las condiciones de trabajo.

- Medidas y criterios de diseño y disposición de la instalación
  - Las turbinas deberán orientarse de tal forma que aprovechen al máximo la energía del agua.
  - El edificio de la central (lugar donde se situarán las turbinas, generadores, alternadores, cuadros eléctricos…) podrá ubicarse junto al azud o presa, al pie de este o construirse bajo tierra, pero siempre se tendrán que tener en cuenta los estudios topográficos, geológicos y geotécnicos.
  - Se reducirán al máximo posible las ocupaciones en el cauce y sus riberas, incorporándose medidas de protección de los ecosistemas fluviales y de ribera tales como jalonamientos de protección, ataguías reutilizables para trabajos en seco o dispositivos de protección de la calidad de las aguas (barreras de retención de sedimentos, zanjas de tratamiento de aguas de obra…).
  - En la propia fase de diseño se planteará un calendario de obras acorde con las exigencias ecológicas de las especies presentes en el entorno, limitando las actuaciones de mayor impacto (excavaciones y cualquier actividad que suponga un foco importante de ruido y de aumento de la turbidez de las aguas) en las épocas correspondientes a los periodos críticos de dichas especies. En este contexto, se tendrán en cuenta los ciclos biológicos no solo de las especies de ictiofauna sino también de anfibios, pequeños mamíferos y aves amenazadas que se desarrollen en el entorno (visón europeo, nutria euroasiática, avión zapador, etc.).
  - En cuanto a su ubicación, en todo momento se deberán respetar los retiros y limitaciones de uso establecidos en los instrumentos de planificación correspondientes tales como el Reglamento Público Hidráulico y, en su caso, los planes de gestión de espacios protegidos que pudieran afectar al cauce.

1.2.7.2 Fase de construcción

Los trabajos de construcción de una minicentral hidroeléctrica son muy reducidos en comparación con las grandes centrales hidroeléctricas, además de las medidas generales previamente citadas en el apartado de 1.1.3, será necesario aplicar las siguientes:

- En el caso de que la tubería forzada sea aérea deberá estar sujetada mediante apoyos, además de los anclajes necesarios en cada cambio de dirección de esta y la instalación de juntas de dilatación que compensen los esfuerzos originados por los cambios de temperatura.
- En el caso que la tubería forzada esté enterrada se dispondrá una cámara de arena en el fondo de la zanja sobre la que se apoyará la tubería, y se instalarán anclajes de hormigón en los cambios de dirección de la tubería. En este caso estará sometida a menos variaciones de temperatura, por lo que no será necesario, en general, la instalación de juntas de dilatación, aunque en función del tipo de terreno sí pueden sufrir problemas de corrosión.
- En el caso de que en la fase de diseño se establezca la necesidad de realización de trabajos en seco y siempre que se haya determinado la existencia de especies de interés, durante la fase de construcción se deberá contar con un equipo técnico cualificado que proceda a la traslocación de ejemplares aguas arriba, tanto de especies de peces como de anfibios y de cualquier especie de moluscos y crustáceos que puedan verse afectados por

la ejecución de estas labores (siendo de especial relevancia las náyades de río y el cangrejo de río autóctono –*Austropotamobius pallipes*–).
- Se cumplirán con todas las medidas de protección de la calidad de las aguas y de los ecosistemas fluviales y de ribera especificadas en el proyecto, prestando especial atención al manejo y tratamiento de las aguas de excavación y a la protección de la vegetación de ribera existente.
- Una vez ejecutadas las obras se procederá a la restauración ambiental de las zonas afectadas por las mismas, de acuerdo con los criterios generales establecidos en el apartado 1.1.

1.2.7.3 Fase de puesta en marcha

Los pasos clave en la puesta en marcha de la subestación y el cableado incluirán la inspección visual, pruebas mecánicas, pruebas de protección, pruebas de aislamiento eléctrico, comprobaciones previas a la activación, pruebas de disparo y comprobaciones de carga.

Antes de poner en funcionamiento el sistema, se deberán realizar los siguientes procesos y comprobaciones para asegurar el buen funcionamiento de la instalación:

- Comprobación del correcto funcionamiento de los elementos electromecánicos.
- Comprobación de cada eslabón de las cadenas de sistemas de seguridad y emergencia.
- Comprobación de las conexiones y las comunicaciones.
- Configuración del equipo de comunicación con la instalación minihidráulica.
- Pruebas de funcionamiento de la instalación.

1.2.7.4 Fase de explotación

Durante la fase de explotación de una instalación minihidráulica las buenas prácticas a las que habrá que prestar especial atención además de las expuestas previamente en los criterios generales son las siguientes:

1.2.7.4.1 Medidas de integración ambiental

Además de las medidas generales de carácter ambiental descritas en el apartado 1.1.5 de criterios generales, se deberán incorporar dispositivos de franqueo en cauces con gran presencia de poblaciones migradoras de ictiofauna, si los estudios previos han determinado la presencia de estas especies migradoras.

1.2.7.5 Fase de desmantelamiento

En el momento que se proceda al desmantelamiento de la planta minihidráulica se requerirá el mismo nivel de planificación y gestión de la salud y la seguridad que en el proceso de montaje de la planta.

Además de las medidas contempladas en el apartado 1.1.6. de criterios generales, en la fase de desmantelamiento de instalaciones minihidráulicas se incluirán entre otros y en la medida que se requieran los siguientes trabajos:

- Desconexión de la instalación.
- Retirada de la turbina.
- Desmontaje de las canalizaciones, tuberías….
- Retirada del cableado.
- Desmontaje de la caseta prefabricada.
- Demolición de cimientos.
- La subestación se retirará se forma inversa a su instalación.

- Asimismo, se adoptarán las siguientes medidas de carácter ambiental, además de las ya descritas en el apartado 1.1.6 de "criterios generales":
- Se adoptarán medidas de prevención de posibles vertidos de fluidos que recorren la instalación durante su desmantelamiento dada su elevada peligrosidad para la salud humana y el medio ambiente. Entre ellas se encuentra la impermeabilización de la zona de actuación o la ejecución de circuitos auxiliares para la evacuación de los fluidos hacia bidones o dispositivos de recolección de la misma para su posterior tratamiento.
- Las zonas afectadas por las labores de desmantelamiento serán correctamente restauradas siguiendo los criterios generales del apartado 1.1.6.

1.3 Criterios relativos a evaluación de impacto ambiental de proyectos renovables

Sin perjuicio de que el contenido, la amplitud y el nivel de detalle del Estudio de Impacto Ambiental para la evaluación de impacto ambiental ordinaria y el Documento Ambiental para la evaluación de impacto ambiental simplificada venga detallado en la legislación vigente en materia de impacto ambiental en cada momento, así como en las consultas que se realicen al órgano ambiental; los contenidos mínimos de los Estudios de Impacto Ambiental o Documentos Ambientales se regirán por lo establecido en el Anexo I del Estudio Ambiental Estratégico del presente PTS de Energías Renovables.

En dicho Anexo se establecen ciertos criterios marco a tener en cuenta durante la redacción del Estudio de Impacto Ambiental o Documento Ambiental, así como la documentación cartográfica y los estudios específicos que deben acompañar a los mismos, sin menoscabo del contenido que se encuentre determinado en el procedimiento de evaluación ambiental que corresponda según la legislación vigente; como un complemento al mismo. El objetivo es concretar el alcance que dichos documentos han de tener en cuenta a la hora de garantizar una adecuada evaluación de las repercusiones de los mismos sobre los diferentes factores ambientales, atendiendo a las características intrínsecas de cada tipo de energía renovable en concreto. Se trata por tanto de cuestión específicas para cada energía renovable, con hincapié en sus factores más relevantes, sin entrar en generalidades propias de todo proyecto de obra civil.