

Guía práctica para el climate proofing en proyectos de menos de 10 millones de euros

Febrero | 2026

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. OBJETIVO 3
2. INSTRUCCIONES DE USO 4
3. REQUISITOS DE APLICACIÓN DEL CLIMATE PROOFING 6
3.1. INVERSIONES QUE REQUERIRÁN REALIZAR EL CLIMATE PROOFING 6
3.2. INVERSIONES QUE NO REQUERIRÁN REALIZAR EL CLIMATE PROOFING 9
4. PILAR DE NEUTRALIDAD CLIMÁTICA / MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO 11
4.1. FASE 1: COMPROBACIÓN PREVIA 12
4.2. FASE 2: ANÁLISIS DETALLADO 15
5. PILAR DE RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO/ ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 20
5.1. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE CLÚSTER 21
5.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD 25
5.3. HERRAMIENTA HEDIVA 28
5.3.1. Características de la Herramienta 28
5.3.2. Cálculo de la Exposición del Proyecto 32
5.3.3. Cálculo de la Sensibilidad del Proyecto 34
5.3.4. Cálculo de la Vulnerabilidad del Proyecto 35
5.4. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN 36
6. BIBLIOGRAFÍA 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipo de evaluación de climate proofing de acuerdo con el presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia 2

Figura 2. Árbol de decisión para determinar la necesidad de aplicar el proceso de **climate proofing en proyectos de menos de 10 millones** de euros. Fuente: Elaboración propia 6

Figura 3. Árbol de decisión sobre la aplicación del pilar de Neutralidad Climática / Mitigación. Fuente: Elaboración propia 11

Figura 4. Árbol de decisión sobre la Fase 2: Análisis detallado del pilar de Neutralidad Climática / Mitigación. Fuente: Elaboración propia 16

Figura 5. El concepto de alcance en el marco de la metodología de la huella de carbono. Fuente: Orientaciones Técnicas. 17

Figura 6. Metodología de la Evaluación Simplificada para proyectos de menos de 10 millones de euros con el uso de la herramienta HEDIVA. Fuente: Elaboración propia 20

Figura 7. Imagen panorámica de la Herramienta Digital Interactiva de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en España (HEDIVA). Fuente: Elaboración propia 28

Figura 8. Distribución de la sección Capas de la herramienta HEDIVA. En el recuadro en rojo se muestra donde es necesario hacer clic para acceder a esta información. Fuente: Elaboración propia 29

Figura 9. Imagen panorámica de los diferentes tipos de mapas bases de HEDIVA. Fuente: Elaboración propia 29

Figura 10. Representación de la capa de exposición Variabilidad de la temperatura extrema (Tmax). Fuente: Elaboración propia 30

Figura 11. Representación de las capas de zonas inundables de origen fluvial con período de retorno de 10 (arriba) y 100 (abajo) años. Fuente: Elaboración propia 31

Figura 12. Representación de la capa de deslizamientos de tierra. Fuente: Elaboración propia 32

Figura 13. Representación del formulario de ubicación del proyecto y localización en el mapa. En el recuadro en rojo se muestra donde es necesario hacer clic para acceder al formulario. Fuente: Elaboración propia 33

Figura 14. Resultados de la exposición a nivel municipal y por coordenadas geográficas. Fuente: Elaboración propia 34

Figura 15. Representación de la selección del clúster de Energía solar para el análisis de sensibilidad y ficha resultado. Fuente: Elaboración propia 34

Figura 16. Resultados del cálculo de la vulnerabilidad para el clúster de Energía solar en una ubicación del municipio de Málaga, provincia Málaga. En el recuadro en rojo se muestra el botón de Descargar Informe de Vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia 35

Figura 17. Ejemplos de contenidos de la pestaña de Medidas de adaptación indicativas para el clúster de Energía solar en el municipio de Málaga en la provincia de Málaga. Fuente: Elaboración propia 37

Figura 18. Representación del botón de Descargar Documento de Medidas Indicativas (recuadro en rojo) para obtener el documento con las medidas de adaptación propuestas (indicativas y no exhaustivas). Fuente: Elaboración propia 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisito de evaluación de la huella de carbono por tipo de infraestructura para algunas de las principales categorías de proyectos con coste elegible de la operación inferior a 10 millones de euros. Fuente: Guía Española de Climate Proofing y elaboración propia 12

Tabla 2. Coste sombra del carbono por año en EUR/tCO_2e, precios de 2016. Fuente: Orientaciones Técnicas ... 18

Tabla 3. Tipos de clústeres propuestos de acuerdo con el sector y tipología de infraestructura. Fuente: Elaboración propia 22

Tabla 4. Clasificación de sensibilidad. Fuente: Elaboración propia 26

Tabla 5. Clasificación de la exposición. Fuente: Elaboración propia 27

Tabla 6. Matriz de vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia 27

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático representa uno de los principales desafíos para la sostenibilidad, resiliencia y funcionalidad de las infraestructuras presentes y futuras. En este contexto, se hace imprescindible integrar el enfoque de protección frente al cambio climático (*climate proofing*) en todas las fases del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura, desde su planificación y diseño hasta la operación y el mantenimiento.

El Reglamento de disposiciones comunes (RDC) [Reglamento (UE) 2021/1060 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de junio de 2021] define la «**protección frente al cambio climático**» (*climate proofing*) como el proceso para evitar que las infraestructuras sean vulnerables a posibles efectos climáticos a largo plazo garantizando al mismo tiempo la observancia del principio de primacía de la eficiencia energética y asegurándose de que el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del proyecto sea coherente con el objetivo de neutralidad climática en 2050 (artículo 2, punto 42).

Por otro lado, el artículo 73, apartado 2, letra j), del RDC encomienda a las autoridades de gestión, en el contexto de la selección de operaciones, garantizar la **protección frente al cambio climático** de las inversiones en las **infraestructuras cuya vida útil sea como mínimo de cinco años**. En consecuencia, debe asegurarse la aplicación del ***climate proofing***, requisito obligatorio, para todas las inversiones en infraestructuras que cumplan con ese criterio.

El artículo 74.1 del RDC encomienda a las autoridades de gestión realizar verificaciones de gestión para corroborar que los productos y servicios cofinanciados se han entregado y prestado, que la operación cumple el Derecho aplicable, las condiciones del programa y las condiciones para que la operación reciba ayuda, lo que incluye la comprobación de la protección frente al cambio climático. Además, el artículo 74.2 del RDC especifica que las verificaciones incluirán comprobaciones administrativas y comprobaciones de las operaciones sobre el terreno.

Las **"Orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el período 2021-2027 de la Comisión Europea"**[1], en lo sucesivo denominada **Orientaciones Técnicas**, constituye una guía que propone un marco metodológico para la correcta aplicación del *climate proofing*.

El proceso se articula en torno a dos pilares:

- **Mitigación** del cambio climático / neutralidad climática, que incluye una comprobación previa y un análisis detallado.
- **Adaptación** al cambio climático / resiliencia climática, también dividido en una fase de comprobación previa y una fase de análisis detallado.

Las consideraciones sobre cambio climático, especialmente las del pilar de Adaptación, deben integrarse preferentemente desde el comienzo del proyecto, aunque su inclusión en fases posteriores sigue siendo válida cuando no sea posible hacerlo antes.

[1] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021XC0916(03)

De acuerdo con lo expresado en la **"Nota metodológica: principios para la protección frente al cambio climático de los proyectos de infraestructura en España para el período 2021-2027"**[2], de noviembre de 2024, denominada en adelante **Guía Española de Climate Proofing**, se espera que los proyectos con un **coste total de inversión igual o superior a 10 millones** de euros se sometan a una **evaluación completa** de la resiliencia frente al cambio climático con arreglo a la metodología de las Orientaciones Técnicas.

No obstante, para los proyectos cuyo coste total de inversión sea **inferior a 10 millones de euros**[3], se espera que se sometan a una evaluación de la resiliencia frente al cambio climático en la que el tiempo, el coste y el esfuerzo dedicados sean proporcionales a los beneficios (en adelante, **evaluación simplificada**).

Para ello se ha elaborado la presente **Guía Práctica**, que constituye una **evaluación simplificada** del *climate proofing* para los proyectos de coste inferior a 10 millones de euros y se fundamenta igualmente en la metodología de las Orientaciones Técnicas. Esta evaluación simplificada se centra en el análisis de vulnerabilidad y en la propuesta de medidas de adaptación, sin incluir un análisis de riesgos completo.

Los beneficiarios de estos proyectos de menos de 10 millones de euros también pueden utilizar, además de esta **Guía Práctica**, las herramientas Excel desarrolladas por JASPERS para algunos tipos de proyectos pequeños (edificios, sector del agua y de las aguas residuales y regeneración urbana, disponibles en https://fondoseuropeos.gob.es/)) o realizar otro tipo de evaluación que satisfaga el requisito de la protección frente al cambio climático del RDC. Esto podría basarse en un enfoque cualitativo y más descriptivo.



Figura 1. Tipo de evaluación de climate proofing de acuerdo con el presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia

[2] https://fondoseuropeos.gob.es/es-ES/contactoparticipacion/Documents/Principios%20para%20protección%20frente%20cambio%20climático%20de%20proyectos%20infraestructuras%20España%2021-27.pdf

[3] Para calcular el umbral de los 10 millones de euros, se considerará que la cifra a tomar como referencia es el coste total elegible de la operación, sin incluir el IVA cuando este no sea elegible (con IVA incluido si este es elegible). El campo de referencia en F2127 sería el de Coste total admisible según DECA (campo 56).
En el caso en que la operación incluya más de un tipo de infraestructura o incluya una infraestructura y algún otro elemento (por ejemplo, equipamiento), se podrá tomar como referencia el coste total elegible de la infraestructura individualizada.

Las instrucciones recogidas en esta **Guía Práctica** han sido desarrolladas sobre la base de la tipología de infraestructuras cofinanciadas por los programas FEDER y FTJ en el período de programación 2021-2027.

La **Guía Práctica y la Herramienta HEDIVA** han sido desarrolladas en el marco del apoyo de EIB Advisory (bajo el mandato de JASPERS[4]) al Ministerio de Hacienda-Fondos Europeos en "Aplicación de la guía nacional de climate proofing para las inversiones que se financiarán con Fondos de la UE en 2021-27 en España", y con el apoyo de TYPSA.

1.1. Objetivo

Dada la importancia de un correcto análisis del *climate proofing* en proyectos de menos de 10 millones de euros, el presente documento tiene como **objetivo principal**:

- Desarrollar una Guía, práctica y clara, que explique de forma detallada los requisitos y pasos necesarios para realizar el análisis de *climate proofing* en proyectos de infraestructura cofinanciados por FEDER o FTJ con una vida útil de al menos cinco años y un coste total elegible de la operación inferior a 10 millones de euros. Sirviendo como documento de referencia para la correcta aplicación del proceso de análisis del *climate proofing* durante la formulación, evaluación y seguimiento de las inversiones.

De esta forma, la Guía muestra cómo identificar si el proyecto debe realizar o no el proceso de *climate proofing* y qué pasos hay que seguir para desarrollar el análisis tanto en el pilar de mitigación como en el de adaptación. Para este último pilar, se ha puesto a disposición una herramienta digital interactiva (HEDIVA) que permite realizar el análisis de forma automática y brindar una lista de medidas de adaptación indicativa y no obligatoria que se pueden aplicar a los diferentes proyectos.

La Guía se estructura en los siguientes apartados:

1. Introducción
2. Instrucciones de uso del documento
3. Requisitos de aplicación del climate proofing
4. Pilar de neutralidad climática / Mitigación del cambio climático
5. Pilar de resiliencia frente al cambio climático / Adaptación al cambio climático
6. Bibliografía, con las principales referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo de la Guía.
7. Anexos, que incluyen una descripción detallada de los clústeres, la explicación sobre la metodología para categorizar la exposición de los peligros climáticos y el catálogo de propuestas de medidas de adaptación indicativas.

[4] JASPERS es una iniciativa conjunta del Banco Europeo de Inversiones (BEI) y la Comisión Europea que proporciona servicios de asesoramiento, evaluación y apoyo al desarrollo de capacidades para la preparación y ejecución de programas y proyectos financiados por la política de cohesión de la UE, incluidos el Fondo de Transición Justa y el Mecanismo «Conectar Europa» (MCE). Para más información, consulte: *https://jaspers.eib.org/*

2. INSTRUCCIONES DE USO

Público objetivo: Esta **Guía Práctica** está dirigida a Organismos Intermedios de programas de FEDER y FTJ, organismos promotores/gestores de proyectos de infraestructuras y, en general, personal técnico relacionado con la gestión de proyectos financiados por FEDER y FTJ.

Estructura de la Guía

En lo que se refiere al proceso para realizar el análisis de climate proofing el documento se organiza en tres bloques principales:

1. **Requisitos del *Climate Proofing*:** Define las tipologías de infraestructuras que deben someterse al proceso de *climate proofing* y aquellas que no lo requieren.

2. **Pilar de Neutralidad climática / Mitigación del cambio climático:** Describe el proceso de este pilar y cada una de sus fases: Comprobación Previa y Análisis Detallado. Se presenta una tabla con diferentes tipos de proyectos de infraestructura y si deben realizar o no el cálculo de huella de carbono. Además, explica la metodología que hay que seguir para realizar este cálculo.

3. **Pilar de Resiliencia frente al cambio climático / Adaptación al cambio climático:** Describe el proceso para **identificar el tipo de clúster**[5] al que se asocia el proyecto y las **etapas de la evaluación simplificada** (análisis de vulnerabilidad y definición de medidas de adaptación). Además, presenta la herramienta digital interactiva (**HEDIVA**) que facilita la realización de este análisis guiando al usuario en cada paso.

¿Cómo utilizar la Guía?

1. **Lea la introducción y el objetivo** para comprender el alcance y objetivo del proceso de análisis del *climate proofing* (**Introducción** y **Objetivo**).

2. **Identifique si a su proyecto de infraestructura le aplica** el proceso, consultando el **Capítulo 3. "Requisitos de aplicación del climate proofing"** y los dos apartados: **"Inversiones que requerirán realizar el climate proofing"** e **"Inversiones que no requerirán realizar el climate proofing"**.

3. **Siga el bloque correspondiente**:

   - **Mitigación:** consulte el **Capítulo 4. Pilar de neutralidad climática / Mitigación del cambio climático**:

     - **Realice la Fase 1: Comprobación previa.** Determine si debe realizar un cálculo de huella de carbono atendiendo a las explicaciones del **apartado 4.1**.

     - Si debe realizar un cálculo de huella de carbono, **realice la Fase 2: Análisis detallado** atendiendo a la metodología explicada en el **apartado 4.2**.

[5] Los clústeres constituyen una clasificación que agrupa los distintos tipos de proyectos de infraestructura identificados en el marco de los Programas FEDER, en función de sus características funcionales y la sensibilidad frente al cambio climático.

- Adaptación: consulte el **Capítulo 5. Pilar de resiliencia frente al cambio climático/ Adaptación al cambio climático.** Revise los Anexos correspondientes para consultar las descripciones detalladas de los clústeres, la metodología seguida para determinar la exposición y todo el catálogo de medidas de adaptación para su tipo de proyecto.

    - **Identifique el tipo de clúster o clústeres** (si el proyecto incluye diferentes tipos de infraestructura) siguiendo las recomendaciones del **apartado 5.1. Identificación del tipo de clúster**. Lea el **Anexo 1. Descripción de los clústeres propuestos** para consultar las descripciones detalladas de estos.

    - Pase al **apartado 5.2. Análisis de vulnerabilidad,** para conocer los peligros climáticos que analiza esta Guía y las fases del análisis de vulnerabilidad.

    - **Utilice la Herramienta HEDIVA** descrita en el **apartado 5.3.** para el cálculo automatizado de la **vulnerabilidad**. Tenga en cuenta que debe realizar el análisis para cada tipo diferente de infraestructura incluido en su proyecto.

    - **Lea atentamente el apartado 5.4** para identificar cuándo y cómo es necesario implementar **Medidas de Adaptación**. **Utilice la herramienta** para obtener las **medidas de adaptación indicativas**.

      Esta lista indicativa de medidas de adaptación **no debe considerarse exhaustiva** ni utilizarse como lista de control, es una lista meramente indicativa, y **será el gestor o promotor del proyecto el que deberá de justificar qué medidas ha integrado del listado u otras y por qué,** en caso de ser necesarias, basado en la gestión del riesgo que quiera hacer en su proyecto concreto.

4. **Prepare la documentación relativa a la protección contra el cambio climático para su presentación,** de acuerdo con los requisitos de la autoridad de gestión.

3. REQUISITOS DE APLICACIÓN DEL CLIMATE PROOFING

Desde la perspectiva de esta Guía Práctica, las inversiones contempladas en los programas FEDER y FTJ pueden agruparse en dos grandes categorías (sin olvidar que esta Guía se limita a los proyectos de menos de 10 millones de euros):

- Inversiones que incluyen infraestructura
- Inversiones que no incluyen infraestructura

Esta distinción es clave, ya que determina la obligatoriedad de aplicar el proceso de análisis del *climate proofing*. Es decir, **únicamente las inversiones que incluyen infraestructura cuya vida útil sea como mínimo de cinco años deben someterse a este análisis**. Por ello, resulta fundamental definir con precisión qué tipos de actuaciones se consideran infraestructuras y cuáles no.

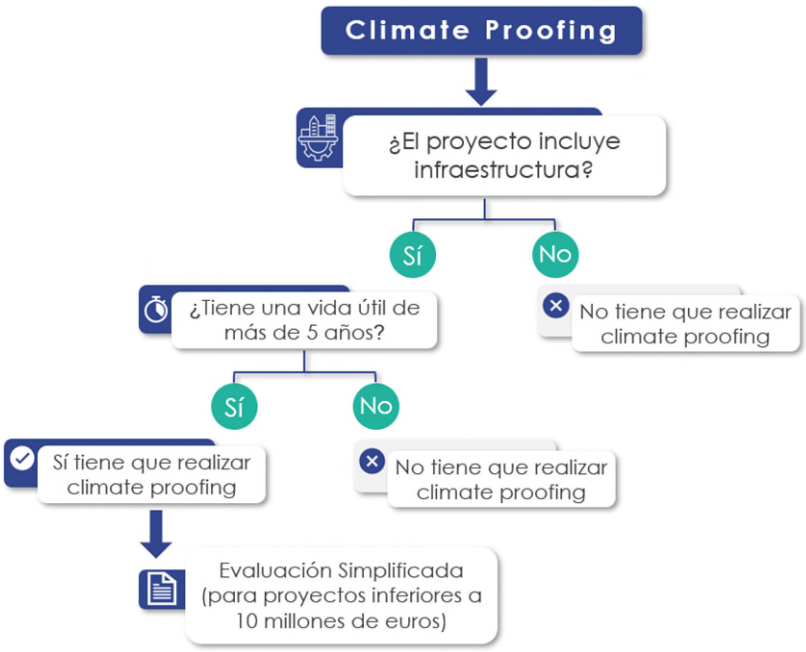


*Figura 2. Árbol de decisión para determinar la necesidad de aplicar el proceso de **climate proofing en proyectos de menos de 10 millones** de euros. Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo con las **Orientaciones Técnicas,** el término infraestructura es un concepto amplio que abarca edificios, infraestructuras basadas en la naturaleza, infraestructuras de redes (energéticas, transporte, tecnologías de la información y la comunicación, agua), infraestructura «verde» y, gestión de los residuos, entre otras.

Con el objetivo de facilitar esta clasificación, a continuación, se explicarán qué actuaciones pueden considerarse como infraestructura y cuáles no.

3.1. Inversiones que requerirán realizar el climate proofing

Las inversiones que deben realizar el proceso de análisis del *climate proofing* son aquellas que implican, en general, la construcción, renovación importante o ampliación de **activos materiales con una vida útil de al menos 5 años**.

Es decir, si el proyecto implica crear o mejorar estructuras o instalaciones que estarán en uso durante varios años. Por ejemplo, obras como la construcción o ampliación de un edificio, la construcción de parques solares o la mejora de una red de distribución, son proyectos típicos de infraestructura porque implican activos materiales duraderos que requieren inversión y mantenimiento a largo plazo.

Pueden existir proyectos que incluyan más de un tipo de infraestructura. En estos casos, los beneficiarios deberán utilizar todos los clústeres necesarios para abarcar todas las infraestructuras incluidas en su proyecto, tal y como se explica en el apartado **5.1. Identificación del tipo de clúster.**

A continuación, se recoge una explicación de los nueve sectores establecidos, con una explicación de ellos y ejemplos representativos de cada uno. Esto permitirá al usuario considerar si su proyecto incluye una infraestructura (o varias) y ubicar en qué tipo de sector puede estar relacionado, lo que facilitará posteriormente la identificación del clúster. Es importante destacar que en el Anexo 1 se recoge información adicional sobre los diferentes clústeres.

Los sectores están divididos de la siguiente forma:

- **Infraestructura de edificios**: Incluye todas aquellas intervenciones en edificaciones, tales como la construcción, ampliación, rehabilitación integral o reforma total de edificios destinados a investigación, sanidad, educación, vivienda, oficinas, entre otros.

  La protección frente al cambio climático debe aplicarse tanto a los edificios nuevos como a las «renovaciones importantes». Con arreglo a la legislación española, se entiende por «**renovación importante**» los proyectos de construcción que estén incluidos en las siguientes categorías de reforma: rehabilitación integral; reforma total.

  Para facilitar la identificación de las renovaciones de edificios que necesitan aplicar el análisis de climate proofing, este documento ha adoptado la simplificación establecida en la ***Guía de apoyo para la implementación de la prueba climática de infraestructuras de Galicia***[6], en adelante **Guía de Galicia,** como referencia para su implementación:

  - *Para los efectos de la aplicación práctica de esta guía se considerará que se produce una rehabilitación integral del edificio siempre que se aborde dentro de la ejecución de la actuación el aislamiento de la fachada y de la cubierta, con independencia del resto de actuaciones que se lleven a cabo.*

  En lo referente a los **edificios patrimoniales**, aunque requieren la aplicación del *climate proofing,* debido a su alto valor histórico y cultural y a la existencia de normativas específicas de conservación, no están incluidos dentro de esta evaluación simplificada ni en el alcance de esta Guía Práctica. Corresponde a los beneficiarios justificar cómo se implementa el *climate proofing* en cada caso específico.
- **Desarrollo urbano**: Son los proyectos centrados en espacios públicos al aire libre, como plazas/espacios abiertos, parques infantiles, instalaciones deportivas, entre otras. Este tipo de

[6] https://igape.gal/images/08-oficina-virtual/250131_Gua_Climate_Proofing_Galicia_11.pdf

proyectos pueden incluir otros tipos de infraestructuras como edificios, transporte, etc. y estas deben tratarse dentro del clúster correspondiente.

- **Infraestructura de transporte:** Engloba las redes vinculadas a la movilidad de personas y mercancías. Estas infraestructuras son esenciales para la conectividad territorial y se encuentran expuestas a distintos impactos climáticos. Puede clasificarse en:
  - **Transporte urbano:** metro, tranvía, carriles BUS/VAO, vías ciclistas, sendas peatonales.
  - **Transporte por carretera:** construcción y mejora de carreteras interurbanas, actuaciones para la mejora de la seguridad vial y reacondicionamiento de infraestructuras existentes.
  - **Transporte ferroviario:** actuaciones en ramales ferroviarios.
  - **Transporte portuario:** actuaciones en terminales portuarias y otras infraestructuras relacionadas.
  - **Helipuertos:** redes de bases para helicópteros y red de pistas de aterrizaje.
- **Infraestructura de residuos:** Comprende instalaciones fijas destinadas al tratamiento de residuos sólidos urbanos. Se incluyen puntos limpios, centros de recogida y clasificación, plantas de compostaje, instalaciones de valorización de biorresiduos y centros de preparación para la reutilización o reciclaje.
- **Infraestructura de agua y saneamiento:** Reúne las instalaciones asociadas a la gestión del ciclo del agua, tanto en lo relativo al abastecimiento como al tratamiento. Incluye redes de distribución, depósitos, estaciones de tratamiento y bombeo, estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), infraestructuras de reutilización de agua tratada, actuaciones en regadíos y obras de conservación del recurso hídrico.
- **Infraestructura energética:** Comprende instalaciones destinadas a la producción, distribución o almacenamiento de energía. Entre ellas se incluyen sistemas solares fotovoltaicos y térmicos, plantas eólicas, de biomasa o geotérmica, electrolizadores de hidrógeno verde, así como infraestructuras de almacenamiento energético, fundamentales para la resiliencia del sistema eléctrico. **Proyectos de energías renovables cuyo autoconsumo** (de acuerdo con lo previsto en la **Ley 24/2013 del Sector Eléctrico**[7]) **esté vinculado a actividades industriales (instalaciones industriales) deben realizar el climate proofing** (ver apartado 3.2 para el caso de instalaciones de energía renovable de carácter no industrial)**.**
- **Infraestructura de telecomunicaciones:** Abarca intervenciones que implican el despliegue físico de redes y sistemas tecnológicos, como redes de banda ancha y fibra óptica. Estas actuaciones se consideran infraestructura siempre que conlleven obras físicas u obras de instalación permanentes.
- **Infraestructura verde:** Red planificada de espacios naturales y seminaturales diseñada para proporcionar servicios ecosistémicos, mejorar la biodiversidad y aumentar la resiliencia frente al cambio climático en entornos urbanos y rurales.
  Debido a la gran heterogeneidad de las actuaciones que se pueden clasificar dentro de este tipo de infraestructura, para determinar si una actuación debe llevar *climate proofing* es necesario consultar los criterios y consideraciones establecidos en el clúster específico de infraestructura verde que se detalla en el Anexo 1.8.
- **Infraestructura de protección y gestión de desastres por inundaciones:** incluye todas aquellas infraestructuras físicas cuya finalidad principal es la protección frente a inundaciones, ya sean de

[7] https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-13645

origen fluvial, pluvial o costero. Ejemplos típicos de este tipo de infraestructuras son los diques de contención, las motas, muros, espigones, rompeolas, gaviones, escolleras, entre otros.

Estas categorías representan actuaciones que **sí deben someterse al proceso de *climate proofing***, ya que involucran elementos físicos sensibles a los efectos del cambio climático.

3.2. Inversiones que no requerirán realizar el climate proofing

Los tipos de actuaciones que no se consideran infraestructura y, que, por tanto, no requieren realizar el proceso de análisis del *climate proofing,* son aquellas inversiones, que, aunque importantes para el logro de los objetivos estratégicos de los programas, no implican la construcción, rehabilitación ni ampliación de activos físicos.

A continuación, se describen las principales categorías de proyectos que suelen quedar fuera del proceso de análisis del *climate proofing*. Esta lista no es exhaustiva, por lo que pueden quedar tipos de proyectos sin mencionar.

- **Adquisición de equipamiento y material rodante**: Compras de maquinaria, vehículos, trenes, autobuses u otros bienes móviles que no constituyen infraestructura fija, aunque puedan estar relacionados con su operación.
- Los proyectos que implican la **instalación de tecnologías de energías renovables de carácter no industrial**, como paneles solares o bombas de calor, en edificios o lugares localizados para autoconsumo se consideran equipamiento y no requieren *climate proofing*. Algunos ejemplos típicos de proyectos considerados como equipamiento son aquellos en los que la generación solar está destinada a satisfacer directamente la demanda energética de un edificio, complejo residencial, instalación comercial o aparcamiento. Se espera que la mayoría de los proyectos de importe inferior a 10 M€ de energía renovable que se cofinancien con FEDER y FTJ estén en esta categoría de equipamiento.
- **Proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)**: Aquellos centrados en la generación de conocimiento o desarrollo de tecnologías sin construcción de infraestructuras físicas (por ejemplo, estudios, simulaciones, o desarrollo de prototipos digitales).
- **Servicios de asesoramiento y formación**: Acciones orientadas a la capacitación técnica, profesional o institucional, sin intervención en el entorno construido. Su impacto se canaliza a través de mejoras en capacidades, no en activos materiales. Por ejemplo, programas de formación profesional y desarrollo de contenidos educativos digitales.
- **Transformación digital y plataformas tecnológicas**: Iniciativas que promueven la digitalización o la mejora de la gestión mediante soluciones informáticas (por ejemplo, desarrollo de software, plataformas en línea, automatización de procesos, entre otros), sin implicar obras ni construcciones físicas.
- **Acciones de sensibilización, comunicación y promoción**: Campañas, talleres, publicaciones u otras actividades destinadas a modificar comportamientos, fomentar productos sostenibles o aumentar la conciencia social, sin requerir infraestructuras. Por ejemplo, actividades de promoción empresarial y campañas de sensibilización y concienciación sobre cambio climático y sostenibilidad.
- **Proyectos empresariales e innovadores**: Inversiones destinadas al fomento del emprendimiento, nuevas líneas de negocio o innovación social y económica, siempre que no

conlleven construcción de edificios o instalaciones. Por ejemplo, el fomento de la colaboración entre empresas tecnológicas para el desarrollo de nuevos productos o procesos.

- **Elaboración de planes, directrices y estrategias**: Incluye documentos estratégicos, estudios técnicos o planes regionales, cuya elaboración no supone ejecución material de obras. Por ejemplo, la redacción de planes de prevención y gestión de sequías, incendios forestales y otras catástrofes.

Asimismo**, no necesitarán *climate proofing* aquellas infraestructuras derivadas de planes de adaptación al cambio climático**, o aquellas que puedan ser consideradas como parte de estos, dado que ya deben contar con un estudio previo de riesgos climáticos actuales y futuros. Por ejemplo, la construcción de un dique costero diseñado para proteger un puerto frente al aumento del nivel medio del mar.

Para este tipo de proyectos se debe haber realizado con anterioridad un análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos donde se haya señalado la inundación costera y el incremento del nivel del mar como riesgos significativos atendiendo a las proyecciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)[8].

[8] El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es el principal órgano internacional encargado de evaluar el conocimiento sobre el cambio climático. Fue creado en 1988 para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

4. PILAR DE NEUTRALIDAD CLIMÁTICA / MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con las Orientaciones Técnicas, el pilar de neutralidad climática está dividido en dos fases principales:

- **Fase 1 - Comprobación previa:** En esta fase se establece si el proyecto debe realizar o no un cálculo de huella de carbono (HC) de acuerdo con la "Lista de comprobación previa de las Orientaciones Técnicas"[9]. Todos los proyectos de infraestructura tienen que realizar esta fase.
- **Fase 2 - Análisis detallado:** En esta fase deben realizar el cálculo de huella de carbono los proyectos de infraestructura que se hayan determinado en la Fase 1.
  - Si las emisiones absolutas o relativas superan el límite de 20.000 toneladas equivalentes de CO_2/año (positivas o negativas), será necesario realizar:
    - una **monetización de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Es importante mencionar que si el proyecto tiene un análisis coste beneficio (CBA) deben de incluirse en ese CBA la monetización de las emisiones**
    - y una evaluación de la **coherencia con los objetivos de mitigación del cambio climático para 2030 y 2050 para España,** por ejemplo, teniendo en cuenta el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC).

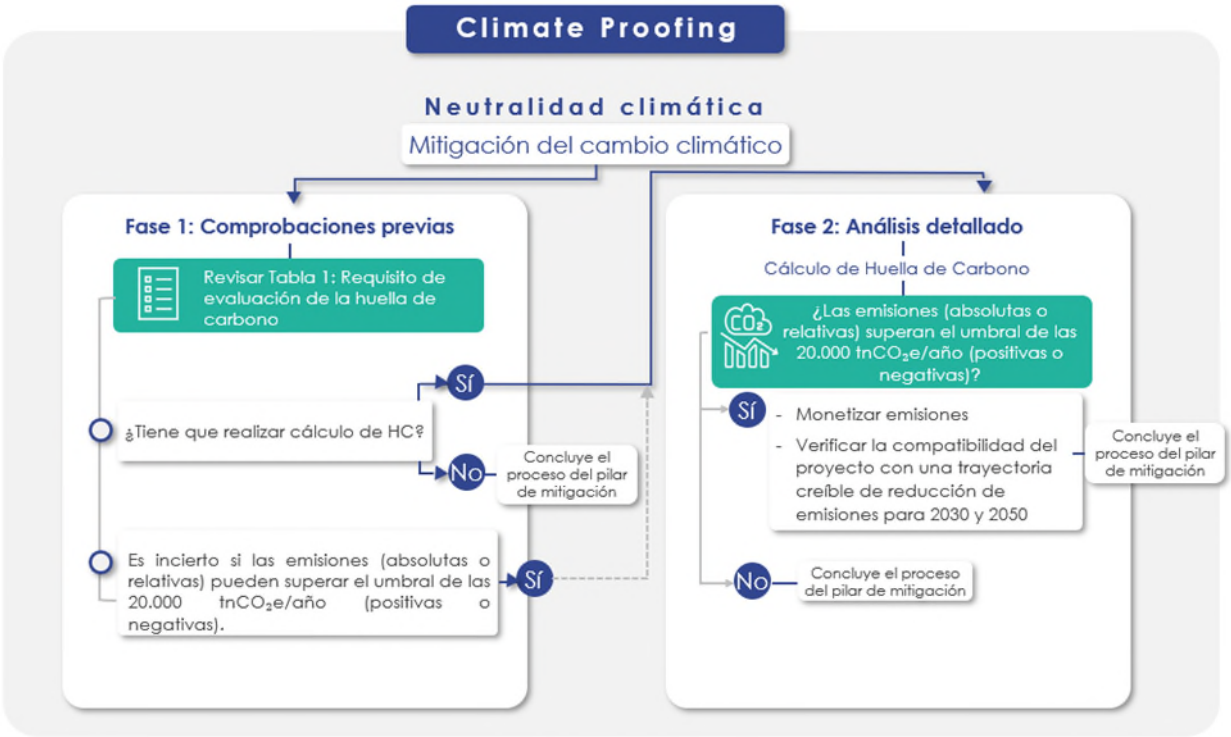


Figura 3. Árbol de decisión sobre la aplicación del pilar de Neutralidad Climática / Mitigación. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explican detalladamente cada una de estas fases.

[9] La "Lista de comprobación previa de las Orientaciones Técnicas" es una tabla recogida en las Orientaciones Técnicas (Tabla 2, pp 20) que establece la necesidad de realizar o no un cálculo detallado de la huella de carbono en función de la tipología de los proyectos y de la cantidad de emisiones previstas.

4.1. Fase 1: Comprobación previa

Para el análisis correspondiente al pilar de Mitigación, de conformidad con las Orientaciones Técnicas, **todas las inversiones en infraestructuras deben someterse a la Fase 1: Comprobación previa del pilar de Mitigación**.

A continuación, se presenta una tabla resumen elaborada a partir de la "Lista de comprobación previa de las Orientaciones Técnicas" y la Guía Española de Climate Proofing que facilita la identificación de los proyectos que deben o no pasar a la **Fase 2: Análisis detallado**. Es en esta Fase 2 donde se debe realizar el cálculo de la huella de carbono.

De manera general, la mayoría de los proyectos pequeños con coste elegible de la operación inferior a 10 millones de euros no se espera que requieran el cálculo de la huella de carbono.

La siguiente tabla ofrece orientaciones sobre algunos de los principales tipos de proyectos de infraestructura divididos por sectores.

Tabla 1. Requisito de evaluación de la huella de carbono por tipo de infraestructura para algunas de las principales categorías de proyectos con coste elegible de la operación inferior a 10 millones de euros. Fuente: Guía Española de Climate Proofing y elaboración propia

Tipo de infraestructura	Requisito de evaluación de la huella de carbono
Sector Edificios	
Nueva construcción: Construcción de nuevas infraestructuras de edificación con fines de educación, investigación, cultura, deporte, salud y bienestar social	Solo se requiere el cálculo de la HC si el proyecto engloba un gran número de edificios o si se trata de un proyecto de desarrollo urbano de gran envergadura que supera el umbral de las emisiones absolutas o relativas de 20.000 toneladas de CO_2e/año (positivas o negativas)[10].
Eficiencia energética de los edificios	Solo se requiere el cálculo de la HC si se trata de un proyecto de eficiencia energética que engloba un gran número de edificios y supera el umbral de las emisiones absolutas o relativas de 20.000 toneladas de CO_2e/año (positivas o negativas). Aunque se espera que las emisiones estén por debajo del umbral, se prevé que estos proyectos calculen la huella de carbono, ya que se les solicitará informar sobre los ahorros.
Intervenciones en edificios existentes (para mejora o reutilización)	Solo se requiere el cálculo de la HC si se trata de un proyecto de desarrollo urbano de gran envergadura que supera el umbral de las emisiones absolutas o relativas de 20.000 toneladas de CO_2e/año (positivas o negativas)[10].
Sector Desarrollo Urbano	

[10] La Guía de Galicia estableció un umbral mínimo de **500.000 m²** de superficie total edificada, con el objetivo de excluir aquellos proyectos que no superen dicho valor y que por tanto no tienen que realizar la Fase 2 de Mitigación. Este criterio se definió tomando como base el **consumo eléctrico en función de la superficie construida**.

Tipo de infraestructura	Requisito de evaluación de la huella de carbono
Intervenciones para la mejora de espacios públicos como parques o lugares de interés cultural.	No se requerirá una evaluación de la HC.
Sector Transporte	
Metro	Se requerirá una evaluación de la HC.
Electrificación de la red ferroviaria	Se requerirá una evaluación de la HC.
Desarrollo de la red ferroviaria de larga distancia/suburbana	Se requerirá una evaluación de la HC. (Las medidas relativas a la reducción del ruido del transporte de mercancías por ferrocarril podrían quedar exentas).
Infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos	Podrá requerirse una evaluación de la HC en el caso de los proyectos que impliquen grandes redes de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos, dada la posibilidad de que dichos proyectos superen el umbral de las emisiones absolutas o relativas de 20.000 toneladas de CO_2e/año (positivas o negativas).
Construcción, mejora de puertos	Se requerirá una evaluación de la HC.
Red de carreteras nacional, regional y local	Se requerirá una evaluación de la HC. (Con arreglo a las Orientaciones Técnicas, las medidas relativas a la seguridad vial podrían quedar exentas).
Infraestructuras ciclistas y peatonales urbanas	No se requerirá una evaluación de la HC.
Mejoras relativas a la seguridad vial	No se requerirá una evaluación de la HC.
Helipuertos	No se requerirá una evaluación de la HC[11].
Sector Residuos Sólidos	
Puntos de recogida, clasificación y reciclaje de residuos sólidos	No se requerirá una evaluación de la HC.
Plantas de valorización de residuos	No se requerirá una evaluación de la HC.
Compostaje	No se prevé que se requiera una evaluación de la HC.
Plantas de tratamiento mecánico-biológico de residuos sólidos	En general, dependiendo de la escala del proyecto, no se requerirá una evaluación de HC.

[11] Los helicópteros tienen unas emisiones de entre 30 y 300 kg de CO_2 por cada ciclo LTO (ciclo de aterrizaje-despegue). Un helipuerto debería por tanto tener entre 120.000 y 1.200.000 operaciones anuales, circunstancia que no ocurre en ningún helipuerto del mundo. Como orden de magnitud, las operaciones de helicópteros de un aeropuerto grande como el de Palma de Mallorca fueron aproximadamente 1.200 en 2023. Fuente: Guía de Galicia pp 13 (*https://igape.gal/images/08-oficina-virtual/250131_Gua_Climate_Proofing_Galicia_11.pdf*)

Tipo de infraestructura	Requisito de evaluación de la huella de carbono
Descontaminación y restablecimiento de zonas e instalaciones degradadas	Para proyectos pequeños, no se prevé la necesidad de realizar una evaluación de la HC.
Sellado de vertederos	En general, dependiendo de la escala del proyecto, se requerirá una evaluación de la HC (principalmente debido al ahorro).
Sector Agua	
Sistemas de desagüe y plantas de tratamiento de aguas residuales	Depende de la población equivalente habitante (e-h) y del tipo de tratamiento utilizado (Revisar Cuadro 7 de la Guía Española de Climate Proofing, pp 31).
Gestión del agua potable, por ejemplo, bombeo, tratamiento, almacenamiento y distribución, control de fugas.	Resulta muy probable que los proyectos pequeños de suministro de agua se sitúen por debajo del umbral, pero en muchos casos se procede al cálculo de la HC para su utilización en el análisis coste-beneficio.
Desalinización	El proceso de desalinización requiere un alto consumo energético. Si la energía utilizada no es renovable ni procede de la valorización del calor residual (cogeneración), es posible que se requiera el cálculo de la HC (por ejemplo, en proyectos de desalinización que utilizan electricidad de red).
Recarga de acuíferos	Lo más probable es que no se requiera un cálculo de la HC.
Reciclado del agua	Lo más probable es que no se requiera un cálculo de la HC.
Redes de recogida de aguas pluviales	No se prevé que se requiera una evaluación de la HC.
Infraestructura de riego	Resulta muy poco probable que los proyectos pequeños requieran evaluar la HC pues no deben superar el umbral de las emisiones absolutas o relativas de 20.000 toneladas de CO_2e/año (positivas o negativas).
Sector Energía	
Fuentes de energía renovable	Se requerirá una evaluación de la HC (principalmente debido al ahorro).
Construcción de plantas de biomasa para calefacción urbana	Se requerirá una evaluación de la HC.
Construcción de una unidad de captura o recuperación de CO_2	Se requerirá una evaluación de la HC (principalmente debido al ahorro).
Energía geotérmica	Se requerirá una evaluación de la HC. En determinados casos, los yacimientos geotérmicos pueden tener niveles de emisiones muy elevados.
Líneas de transporte y distribución de energía eléctrica	Se requerirá una evaluación de la HC.
Sistemas de almacenamiento de energía en baterías (BESS)	Lo más probable es que no se requiera una evaluación de la HC en proyectos pequeños, puesto que no deben superar el

Tipo de infraestructura	Requisito de evaluación de la huella de carbono
	umbral de las emisiones absolutas o relativas de 20.000 toneladas de CO_2e/año (positivas o negativas)[12].
Sector Redes de Telecomunicaciones	
Desarrollo de redes de banda ancha de muy alta capacidad	Lo más probable es que no se requiera una evaluación de la HC.
Sector Infraestructura verde	
Desarrollo de Infraestructura verde	Lo más probable es que para los proyectos pequeños no se requiera una evaluación de la HC. Solamente en los casos en que el proyecto se considere como sumidero de carbono (principalmente debido al ahorro).
Sector Infraestructura de protección y gestión de desastres por inundaciones	
Obras de protección contra inundaciones en zonas urbanas y rurales	No se prevé que se requiera una evaluación de la HC.
Protección contra la erosión costera y de las riberas fluviales	No se prevé que se requiera una evaluación de la HC.

Si para el proyecto no es necesario realizar un cálculo de huella de carbono (HC), aquí finalizaría la comprobación previa del pilar de Mitigación.

4.2. Fase 2: Análisis detallado

Si el proyecto necesita realizar un cálculo de huella de carbono (HC), entonces es necesario pasar a la **Fase 2 de Análisis detallado**. Este **análisis detallado** incluye:

- el cálculo de las emisiones de CO_2e al año y, en el caso de que las emisiones absolutas o relativas superen el umbral de las 20.000 toneladas equivalentes de CO_2/año (positivas o negativas), será necesario:
  - realizar la monetización de las emisiones de GEI e incluir en el CBA si el proyecto lo tiene
  - evaluar la coherencia con los objetivos climáticos para 2030 y 2050 para España

[12] Se recomienda verificar si se supera el umbral en proyectos con una capacidad cercana a 10 MW/20 GWh al año.



Figura 4. Árbol de decisión sobre la Fase 2: Análisis detallado del pilar de Neutralidad Climática / Mitigación. Fuente: Elaboración propia

El **cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero** será distinto para cada tipología de proyecto. En las Orientaciones Técnicas se propone utilizar la **metodología del Banco Europeo de Inversión (BEI)**[13], donde se incluye el enfoque de cálculo de las emisiones para diferentes tipos de proyectos como: aguas residuales y depuración de lodos, instalaciones de gestión de tratamiento de residuos, vertedero de residuos sólidos municipales, transporte por carretera, ferroviario y urbano, reacondicionamiento de edificios, puertos y aeropuertos. También se podrá utilizar la metodología de cálculo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico u otras disponibles.

De forma general, las emisiones de un proyecto se calculan con la siguiente fórmula, expresada en toneladas de CO_2 equivalente (ton CO_2e):

$$Emisiones\ actividad\left(ton\frac{CO_2e}{año}\right) = Indicador\ actividad\left(\frac{unidad}{año}\right) * Factor\ de\ emisión\ de\ actividad\ (ton\frac{CO_2e}{unidad})$$

El **indicador de actividad** es la **medida cuantitativa del nivel de actividad que genera emisiones**, expresada como la cantidad de una acción o consumo realizado en un año. Puede ser consumo de electricidad (kWh/año), uso de combustible (litros de diésel o gasolina al año), transporte (km/año), entre otros.

El **factor de emisión** es el **valor que indica cuántas emisiones de gases de efecto invernadero se generan por cada unidad de una actividad.** Por ejemplo, para electricidad (kg CO_2e / kWh), uso de combustible (kg CO_2e / litro), transporte (kg CO_2e / km), entre otros. El Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO) brinda una serie de factores de emisión organizados en formato Excel[14].

[13] https://www.eib.org/attachments/lucalli/eib_project_carbon_footprint_methodologies_2023_en.pdf
[14] https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision_tcm30-542746.xlsx

La metodología de la huella de carbono utiliza el concepto de «**alcance**» definido por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol), tal y como se resume en la siguiente figura:

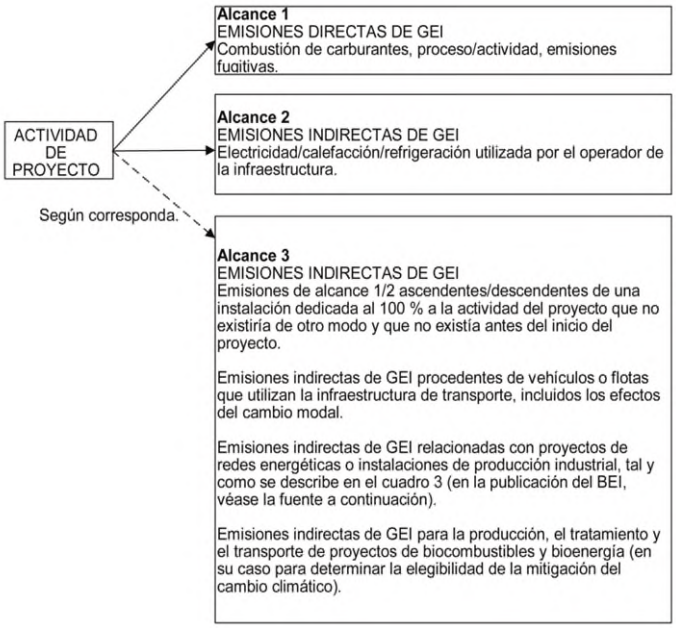


Figura 5. El concepto de alcance en el marco de la metodología de la huella de carbono. Fuente: Orientaciones Técnicas.

La metodología de la **huella de carbono** consta de los siguientes pasos principales:

1) Definición de los límites del proyecto

2) Definición del período de evaluación

3) Determinación de los alcances de las emisiones que se han de incluir

4) Cuantificación de las emisiones absolutas del proyecto (Ab)

5) Determinación y cuantificación de las emisiones de referencia (Be)

6) Cálculo de las emisiones relativas (Re = Ab - Be)

Las **emisiones absolutas** son las emisiones del proyecto en un año típico de operación ('with the project emissions'), mientras que las **emisiones de referencia** son las emisiones si el proyecto no se llevara a cabo ('without the project emissions').

Por otra parte, las **emisiones relativas** es la diferencia entre las emisiones absolutas y las de referencia, es decir, el balance neto de emisiones como consecuencia de ejecutar el proyecto con respecto a las que habría sin él.

En la Guía Española de Climate Proofing (Anexo 2.2, pp 65) se presentan ejemplos detallados del cálculo de la huella de carbono explicando cada una de estas consideraciones[15].

[15] Guía Española de Climate Proofing: *https://fondoseuropeos.gob.es/es-ES/contactoparticipacion/Documents/Principios%20para%20protección%20frente%20cambio%20climático%20de%20proyectos%20infraestructuras%20España%2021-27.pdf*

Después del cálculo de la huella de carbono, si las emisiones absolutas y relativas son **inferiores a 20.000 toneladas** equivalentes de CO_2/año (positivas o negativas), entonces **finaliza el análisis detallado**.

En el caso de que los proyectos de infraestructura tengan emisiones absolutas o relativas **superiores a 20.000 toneladas** equivalentes de CO_2/año (positivas o negativas), **es necesario**:

- Monetizar las emisiones de GEI utilizando el coste sombra del carbono incluyéndolas en el CBA en caso de que el proyecto lo tenga.
- Verificar la compatibilidad del proyecto con una trayectoria creíble hacia los objetivos generales de reducción de emisiones de GEI para 2030 y 2050 para España.

Las Orientaciones Técnicas proponen utilizar el coste sombra del carbono publicado por el BEI como la mejor evidencia disponible sobre el coste de alcanzar el objetivo de temperatura establecido en el Acuerdo de París (es decir, 1,5 °C).

El coste sombra del carbono se mide en términos reales y se indica en precios de 2016, por lo que a su vez se hace necesario capitalizarlo para ajustar a los cambios en el mercado. Este cálculo debe ajustarse además a los años de vida útil del proyecto.

Tabla 2. Coste sombra del carbono por año en EUR/tCO_2e, precios de 2016. Fuente: Orientaciones Técnicas

Precio sombra ton/CO_2e																
Años	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
2016 - Referencia BEI (EUR/tCO_2e)	80	97	114	131	148	165	182	199	216	233	250	278	306	334	362	390
Años	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**	**2040**	**2041**	**2042**	**2043**	**2044**	**2045**	**2046**	**2047**	**2048**	**2049**	**2050**	
2016 - Referencia BEI (EUR/tCO_2e)	417	444	471	498	525	552	579	606	633	660	688	716	744	772	800	

El coste de las emisiones (monetización) se obtiene de la multiplicación de las emisiones relativas por un año dado por el precio sombra del carbono capitalizado, atendiendo a la siguiente fórmula:

$$Coste\ de\ emisiones\ (en\ un\ año\ dado) = Emisiones\ (tCO_2e) \times Precio\ sombra\ capitalizado\left(\frac{€}{tCO_2e}\right)$$

El promotor del proyecto, además, debe verificar la compatibilidad del proyecto con una trayectoria creíble en consonancia con los objetivos de reducción de emisiones de GEI de la Unión Europea (UE) para 2030 y 2050 y con los objetivos del Acuerdo de París y la Ley Europea del Clima.

En el marco de este proceso, para las infraestructuras con una vida útil más allá de 2050, el promotor debe verificar la compatibilidad del proyecto con, por ejemplo, la explotación, el mantenimiento y el desmantelamiento final en condiciones de neutralidad climática. Esto podría implicar la inclusión de consideraciones de economía circular en una fase temprana del ciclo de desarrollo del proyecto y la transición a fuentes de energía renovable.

Además, el Reglamento (UE) 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima (Reglamento sobre la gobernanza) establece un mecanismo de gobernanza basado en las estrategias a largo plazo, los planes nacionales integrados de energía y clima que abarcan períodos de diez años, con inicio en el período de 2021 a 2030, los correspondientes informes de situación nacionales integrados de energía y clima por parte de los Estados miembros y el seguimiento integrado por parte de la Comisión.

Para España, estos objetivos están recogidos en el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC, 2023-2030), el cual constituye la hoja de ruta del país para alcanzar los objetivos de energía y clima para 2030, alineada con las metas europeas y el Acuerdo de París.**

De forma general, el promotor del proyecto debe demostrar que las emisiones de gases de efecto invernadero del proyecto se limitarán de forma coherente con los objetivos generales de la UE y específicamente de España para 2030 y 2050, y con cualquier objetivo más ambicioso para el sector al que pertenezca el proyecto.

Después de la monetización (y en caso de que el proyecto tenga un CBA su inclusión en el mismo) y la verificación de la compatibilidad del proyecto, se finaliza el Pilar de Mitigación.

5. PILAR DE RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO/ ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El pilar de resiliencia / adaptación frente al cambio climático está dividido en dos fases:

- **Fase 1: Comprobación previa** (evaluación de la vulnerabilidad)
- **Fase 2: Análisis detallado** (evaluación de riesgos climáticos e identificación de medidas de adaptación).

El objetivo de la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos es la base para determinar, valorar y aplicar medidas de adaptación de la infraestructura al cambio climático para reducir el nivel de riesgo.

Para la implementación de este pilar de adaptación **en proyectos de infraestructura con un coste total elegible de la operación inferior a 10 millones de euros**, se propone realizar una **evaluación simplificada** que se centra en el **análisis de vulnerabilidad** y en la propuesta de medidas de adaptación indicativas. Esta evaluación representa una identificación de los riesgos potenciales.

Los beneficiarios de estos proyectos **con coste total elegible de la operación inferior a 10 millones de euros** (coste total admisible según DECA - campo 56 en la aplicación F2127) también pueden utilizar, las herramientas Excel desarrolladas por JASPERS para algunos tipos de proyectos pequeños (edificios, sector del agua y de las aguas residuales y regeneración urbana) o realizar otro tipo de evaluación que satisfaga el requisito de la protección frente al cambio climático del RDC. Esto podría basarse en un enfoque cualitativo y más descriptivo.

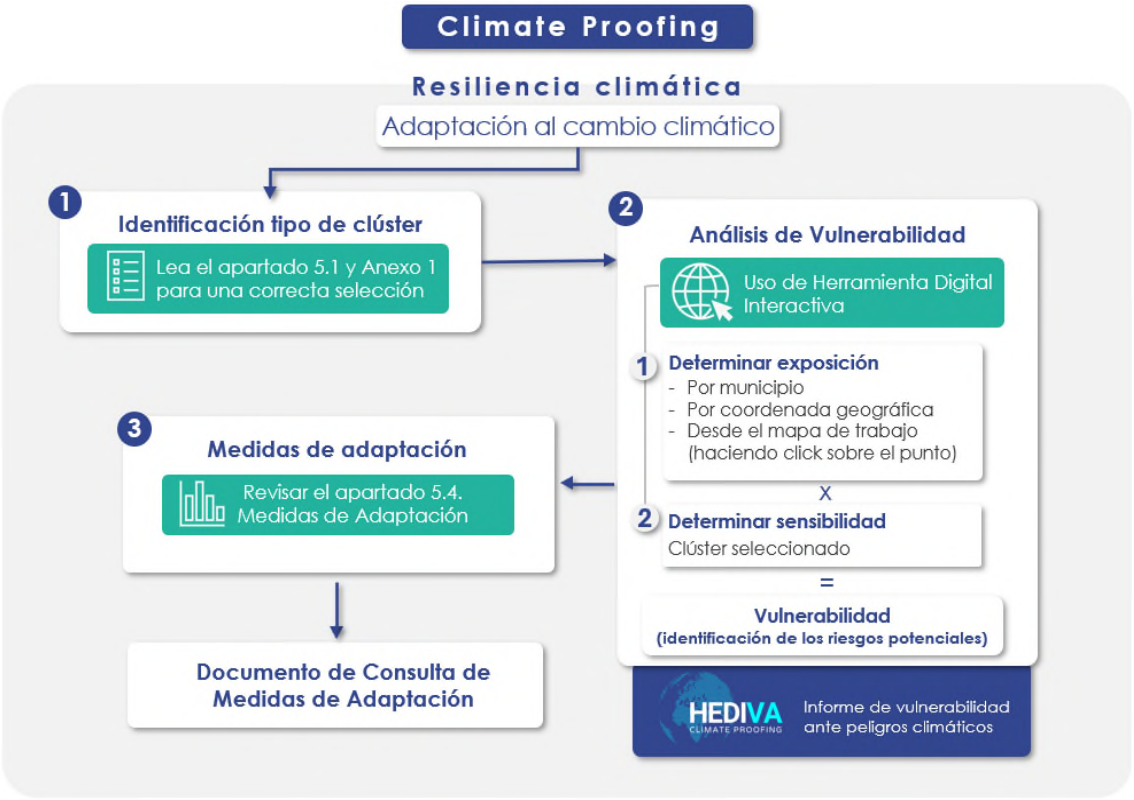


Figura 6. Metodología de la Evaluación Simplificada para proyectos de menos de 10 millones de euros con el uso de la herramienta HEDIVA. Fuente: Elaboración propia

5.1. Identificación del tipo de clúster

Antes de comenzar con la evaluación simplificada, es necesario **identificar el clúster (o los clústeres) al que pertenece cada proyecto de infraestructura**. A través de la **categorización de los proyectos** identificados en los programas FEDER y FTJ, se ha procedido a definir un total de **30 clústeres**, organizados en **nueve sectores principales**. Cada clúster incluye tanto la nueva construcción como las renovaciones importantes de los proyectos de infraestructura.

A efectos de la aplicación del proceso de análisis del *climate proofing* para los proyectos de menos de 10 millones de euros, se ha considerado que, aunque una determinada actuación pueda estar asociada a un sector concreto, su inclusión en un clúster específico dependerá de sus características funcionales y de su sensibilidad climática.

Por ejemplo, intervenciones como la rehabilitación integral o la mejora de la eficiencia energética en terminales de transporte se han incluido en el clúster de "Estaciones de transporte" del sector Edificios, dado que el tipo de medidas de adaptación que requieren está más relacionado con criterios propios de esta categoría, a pesar de que, desde un punto de vista técnico, formen parte de una infraestructura de transporte.

Para aplicar correctamente la **evaluación simplificada**, es necesario además **identificar todos los clústeres** que pueden estar presentes dentro de cada proyecto de infraestructura. Por ejemplo, un **proyecto de desarrollo urbano** puede incluir diversas intervenciones como: la **construcción de edificios residenciales**, la creación de **parques urbanos** y la ejecución de **carriles bici y peatonales**.

En estos casos, cada tipo de actuación debe **clasificarse por separado** y asignarse al **clúster correspondiente**:

- **Edificios residenciales** → Clúster *Edificios residenciales*
- **Parques urbanos** → Clúster *Desarrollo urbano*
- **Carriles bici y peatonales** → Clúster *Transporte urbano*

El **requisito de análisis del *climate proofing*** solamente se considerará cumplido cuando **todos los clústeres identificados** en el proyecto hayan sido **definidos y analizados** conforme a la clasificación establecida.

En la tabla siguiente se presentan los sectores y **clústeres identificados**, acompañados de **ejemplos de tipos de infraestructuras incluidos** en los programas FEDER y FTJ del periodo de programación 2021-2027.

Para una **adecuada selección del clúster**, se recomienda consultar el **Anexo 1. Descripción de los clústeres propuestos**, donde se ofrece una **explicación detallada** de cada uno de ellos. Dicho anexo contiene la descripción de las **actuaciones incluidas y excluidas**, así como las **consideraciones necesarias** para garantizar una **correcta clasificación** del tipo de infraestructura en el clúster correspondiente.

Tabla 3. Tipos de clústeres propuestos de acuerdo con el sector y tipología de infraestructura. Fuente: Elaboración propia

Sector	Clústeres	Algunos ejemplos de tipos de infraestructura
Edificios	Edificios públicos, oficinas y comercios	▪ Ayuntamientos ▪ Delegaciones gubernamentales ▪ Oficinas de atención al público ▪ Sedes ministeriales ▪ Oficinas privadas ▪ Locales comerciales
	Edificios residenciales	▪ Bloques de viviendas plurifamiliares ▪ Edificios de apartamentos ▪ Conjuntos habitacionales o urbanizaciones
	Instalaciones de salud	▪ Hospitales ▪ Clínicas ▪ Centros de atención primaria
	Instalaciones educativas	▪ Escuelas de educación infantil y primaria ▪ Institutos de educación secundaria ▪ Centros de formación profesional ▪ Universidades y campus universitarios
	Centro de datos y centros de investigación	▪ Centros de datos de hiperescala ▪ Microcentros de datos ▪ Laboratorios científicos especializados ▪ Centros de investigación y desarrollo (I+D+i) ▪ Centros de pruebas y ensayos piloto
	Naves e instalaciones industriales	▪ Instalaciones de ensamblaje y montaje industrial ▪ Naves de fabricación y producción ▪ Almacenes y centros logísticos
	Estaciones de transporte	▪ Estaciones de autobús urbano e interurbano ▪ Estaciones de ferrocarril ▪ Estaciones intermodales (combinación de varios modos de transporte) ▪ Terminales portuarias ▪ Estaciones de metro y tranvía
	Otros tipos de edificaciones	▪ Centros de educación ambiental ▪ Centros de interpretación ▪ Torres de observación
Desarrollo urbano	Desarrollo urbano	▪ Parques municipales (incluyendo infraestructura relevante) ▪ Fuentes < 1ha ▪ Parques infantiles e instalaciones deportivas al aire libre (incluyendo equipos de fitness, canchas de fútbol, voleibol y baloncesto, canchas de tenis y pádel, etc.) ▪ Alumbrado público



Sector	Clústeres	Algunos ejemplos de tipos de infraestructura
Transporte	Transporte urbano	▪ Carriles de carretera urbana (incluyendo carriles para peatones y bicicletas) ▪ Metro y tranvía ▪ Áreas de estacionamiento ▪ Mejoras de la seguridad vial y accesibilidad ▪ Taludes ▪ Instalación de puntos de recarga de energía eléctrica y combustibles alternativos ▪ Paradas de autobús
	Carreteras	▪ Construcción y mejora de carreteras (autovías) ▪ Taludes ▪ Mejoras de la seguridad vial ▪ Puentes y túneles
	Ferrocarriles	▪ Nuevos ramales de vía (duplicaciones y cuadruplicaciones) ▪ Reconstrucción o modernización de la infraestructura ferroviaria (renovaciones de la infraestructura y material de vía, cambio de ancho de vía, electrificación de la línea, bifurcaciones)
	Puertos	▪ Infraestructura de atraque y amarre (muelles, embarcaderos) ▪ Rompeolas, espigones
	Helipuertos	▪ Redes de bases para helicópteros ▪ Red de pistas de aterrizaje
Residuos Sólidos	Puntos de recogida y transporte	▪ Puntos de recogida de residuos ▪ Puntos limpios
	Instalaciones de separación mecánica	▪ Instalaciones de clasificación y reciclaje ▪ Plantas de valorización de residuos
	Instalaciones de tratamiento biológico aeróbico	▪ Compostaje
	Instalaciones de tratamiento de digestión anaeróbica	▪ Plantas de tratamiento biológico de residuos sólidos ▪ Infraestructuras de almacenamiento de biogás
	Restauración de vertederos	▪ Obras civiles de estabilización (contenciones, cubiertas o sellados impermeables) ▪ Sistemas de gestión de gases (captación y tratamiento del biogás generado) ▪ Sistemas de drenaje y gestión de lixiviados
Agua	Sistemas de saneamiento y depuración	▪ Construcción de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) ▪ Red de recolección de aguas residuales

Sector	Clústeres	Algunos ejemplos de tipos de infraestructura
	Sistemas de abastecimiento	▪ Construcción y mejora de Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) y depósitos de regulación ▪ Construcción y mejora de las redes de transporte y distribución del agua ▪ Construcción y mejora de obras de regulación (azudes y presas) y otras infraestructuras para el aprovechamiento del agua precipitada ▪ Infraestructuras de riego
Energía	Red de transmisión y distribución de electricidad (T&D)	▪ Subestaciones ▪ Líneas de transmisión y distribución
	Energía eólica	▪ Parques eólicos
	Energía solar	▪ Parques solares
	Sistemas de calefacción distrital basados en biomasa	▪ Centrales de generación ▪ Sistema de calefacción
	Electrolizadores de hidrógeno verde	▪ Unidades electrolizadoras ▪ Instalaciones de almacenamiento de hidrógeno
	Sistemas de almacenamiento de energía en baterías	▪ Sistemas de almacenamiento de energía en baterías
Telecomunicaciones	Redes de telecomunicaciones	▪ Redes físicas ▪ Redes inalámbricas ▪ Nodos de interconexión
Infraestructura verde	Infraestructura verde	▪ Revegetaciones de taludes ▪ Actuaciones de protección costera ▪ Infraestructuras destinadas a la conservación de la biodiversidad
Protección y gestión de desastres	Protección y gestión de desastres por inundaciones	▪ Defensas elevadas contra inundaciones ▪ Estructuras fluviales y costeras ▪ Protección contra la erosión fluvial, costera o en cunetas ▪ Áreas formales y estructurales de atenuación de inundaciones

5.2. Análisis de vulnerabilidad

Para la elaboración de esta Guía Práctica se han seleccionado varios peligros climáticos de alta relevancia[16] para las condiciones de España:

- Variabilidad de la temperatura extrema (Tmáx): aumento de la temperatura máxima extrema
- Precipitaciones fuertes (Pmáx 24h): aumento de las precipitaciones máximas en 24 horas
- Olas de calor
- Inundaciones fluviales
- Inundaciones costeras
- Sequía
- Incendios forestales
- Deslizamientos de tierra

Por otra parte, en relación con los peligros climáticos asociados a **cambios en los patrones del viento y a episodios de vientos fuertes**, la evidencia científica disponible indica que, según los escenarios de cambio climático, las variaciones previstas en la velocidad media anual del viento serían relativamente pequeñas. En términos generales, se estima que estos cambios serán inferiores a ± 0,2 m/s a escala global, por lo que los posibles efectos del cambio climático sobre esta variable serían, en principio, poco significativos.

No obstante, esta información no desestima la importancia que puede tener el viento en las infraestructuras, por lo que se recomienda seguir aplicando las normas de viento vigentes para el diseño de construcciones y tomar medidas de protección, especialmente ante la llegada de fenómenos meteorológicos extremos (que pueden aumentar en intensidad y frecuencia por el cambio climático), así como en proyectos de infraestructura de sectores como el de energía renovable (solar y eólico), transporte y desarrollo urbano.

La evaluación simplificada, como ya se ha mencionado anteriormente, se inicia con la realización del análisis de vulnerabilidad, que para el caso de proyectos de menos de 10 millones de euros servirá como indicación de los riesgos climáticos previstos

La vulnerabilidad de un proyecto es una combinación de dos aspectos: la sensibilidad de los componentes del proyecto a los peligros climáticos en general (**sensibilidad**) y la probabilidad de que estos peligros se produzcan en la ubicación del proyecto, ahora y en el futuro (**exposición**).

Cabe destacar que la metodología desarrollada en esta Guía Práctica para el análisis de vulnerabilidad solamente es válida para los siguientes peligros climáticos:

- Variabilidad de la temperatura extrema (Tmáx)
- Precipitaciones fuertes (Pmáx 24h)
- Olas de calor
- Inundaciones fluviales
- Inundaciones costeras
- Sequía

[16] Estos peligros climáticos fueron seleccionados sobre la base de la lista de la Taxonomía Europea y las recomendaciones del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)

Para los **peligros climáticos de deslizamientos de tierra e incendios forestales**, se emplea una metodología de análisis distinta, teniendo en cuenta el análisis de la densidad de deslizamientos y el total de superficie forestal afectada por incendios.

Para conocer en detalle la **metodología empleada** en la **categorización de los valores de exposición** y el análisis para las **capas de incendios forestales y deslizamientos de tierra**, consulte el "**Anexo 2. Descripción de la Metodología de Exposición"** de la presente Guía. En ese anexo se ofrece un **resumen de los aspectos más relevantes** que fueron considerados para este análisis de exposición y su categorización a nivel de los 8.213 polígonos de España (8.132 municipios y 81 entidades de población) definidos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

El análisis de **sensibilidad** de los proyectos de infraestructura hace referencia a la reacción de la infraestructura ante el cambio climático, es decir, es el grado de afectación del proyecto, independientemente de su ubicación. Cuanto más sensible es una infraestructura, mayor es la magnitud de la respuesta adversa ante un cambio y, por lo tanto, mayor será su vulnerabilidad.

A cada peligro climático se le ha asignado una puntuación según su nivel de sensibilidad, donde 1 corresponde a sensibilidad baja, 2 a media y 3 a alta.

Según se indica en las Orientaciones Técnicas, el análisis de la sensibilidad debe tener en cuenta distintos componentes (Activos sobre el terreno, Insumos, Resultados como productos y servicios, Acceso y enlaces de transporte), sin embargo, a efectos del análisis propuesto en la presente Guía Práctica, la valoración de la sensibilidad se ha realizado de manera global para cada clúster y cada peligro climático analizado.

A continuación, se muestra la descripción de cada uno de los valores de sensibilidad:

Tabla 4. Clasificación de sensibilidad. Fuente: Elaboración propia

Sensibilidad	Valor	Descripción
Baja	1	El peligro climático podría tener un impacto poco significativo
Media	2	El peligro climático podría tener un impacto ligero en los activos, procesos, insumos, productos y enlaces de transporte
Alta	3	El peligro climático podría tener un impacto significativo en los activos, procesos, insumos, productos y enlaces de transporte

Por otra parte, el **análisis de exposición** tiene como objetivo **determinar los peligros climáticos pertinentes** para cada municipio de España y para la **ubicación específica** de cada proyecto o actuación, considerando las **condiciones actuales** y las **proyecciones futuras**. Es decir, el **análisis de exposición** se centra en la **localización geográfica** del proyecto, mientras que el **análisis de sensibilidad** se enfoca en el **tipo de infraestructura**, organizadas en esta metodología simplificada en **clústeres**.

La **exposición** se clasifica en función de los diferentes peligros climáticos seleccionados para cada uno de los municipios españoles, siendo 1 una exposición baja, 2 una exposición media y 3 una exposición alta. Además, se ha establecido una exposición de tipo 0, que significa que no aplica o que simplemente no existe, y está únicamente referida al peligro climático de las inundaciones costeras.

Este análisis de exposición se divide en dos partes: exposición al clima actual y exposición al clima futuro. De ambos valores, se escogerá el mayor de ellos, tal y como se plantea en las Orientaciones Técnicas.

Tabla 5. Clasificación de la exposición. Fuente: Elaboración propia

Exposición	Valor	Descripción
Ninguna	0	No presenta exposición al peligro climático (solo referente a inundaciones costeras)
Baja	1	Se espera que el peligro climático ocurra con una frecuencia baja y ocasional, no suponiendo incrementos significativos en el futuro.
Media	2	Se espera que el peligro climático ocurra con una frecuencia media, suponiendo un leve crecimiento en la tendencia.
Alta	3	Se espera que el peligro climático ocurra con una elevada frecuencia, suponiendo una tendencia creciente.

Finalmente, el análisis de la **vulnerabilidad** se obtiene de la combinación del análisis de sensibilidad y el valor máximo de exposición (entre el clima actual y clima futuro) mediante la siguiente expresión:

Exposición x Sensibilidad = Vulnerabilidad

El resultado de la anterior expresión se puede clasificar de acuerdo con la siguiente matriz de vulnerabilidad:

Tabla 6. Matriz de vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia

Vulnerabilidad		Exposición			
		Nula-0	Baja-1	Media-2	Alta-3
Sensibilidad	Baja-1	0	1	2	3
	Media-2	0	2	4	6
	Alta-3	0	3	6	9

Vulnerabilidad	
N/A	0
Baja	1-2
Media	3-4
Alta	6-9

La vulnerabilidad N/A (no aplica) corresponde con aquellos clústeres que no se encuentren en municipios costeros y, por tanto, no presentan una exposición a la inundación costera, dando como resultado una vulnerabilidad con valor cero.

Es importante destacar que en esta evaluación simplificada el análisis de la vulnerabilidad se utilizará como un indicador o una aproximación de los posibles riesgos climáticos para los proyectos de menos de 10 millones de euros[17].

[17] En este sentido es importante recalcar que las Orientaciones Técnicas indican específicamente que las vulnerabilidades que se clasifican como bajas de manera justificada, es posible que no sea necesaria una evaluación adicional del riesgo climático, por ello en esta guía solo las vulnerabilidades clasificadas como medias y altas son las que se consideran que pueden llevar asociado un potencial riesgo climático.

5.3. Herramienta HEDIVA

5.3.1. Características de la Herramienta

Para esta evaluación simplificada, se ha desarrollado una **herramienta** denominada **HEDIVA** por las siglas de **Herramienta Digital Interactiva de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en España** (*https://climate-proofing.hediva.es*), implementada en Angular y utilizando MapLibre como motor cartográfico.

La aplicación permite trabajar con la información de exposición, sensibilidad y vulnerabilidad explicada anteriormente, con la ventaja de hacerlo directamente sobre un mapa de España, logrando un entorno geoespacial más accesible y visual.

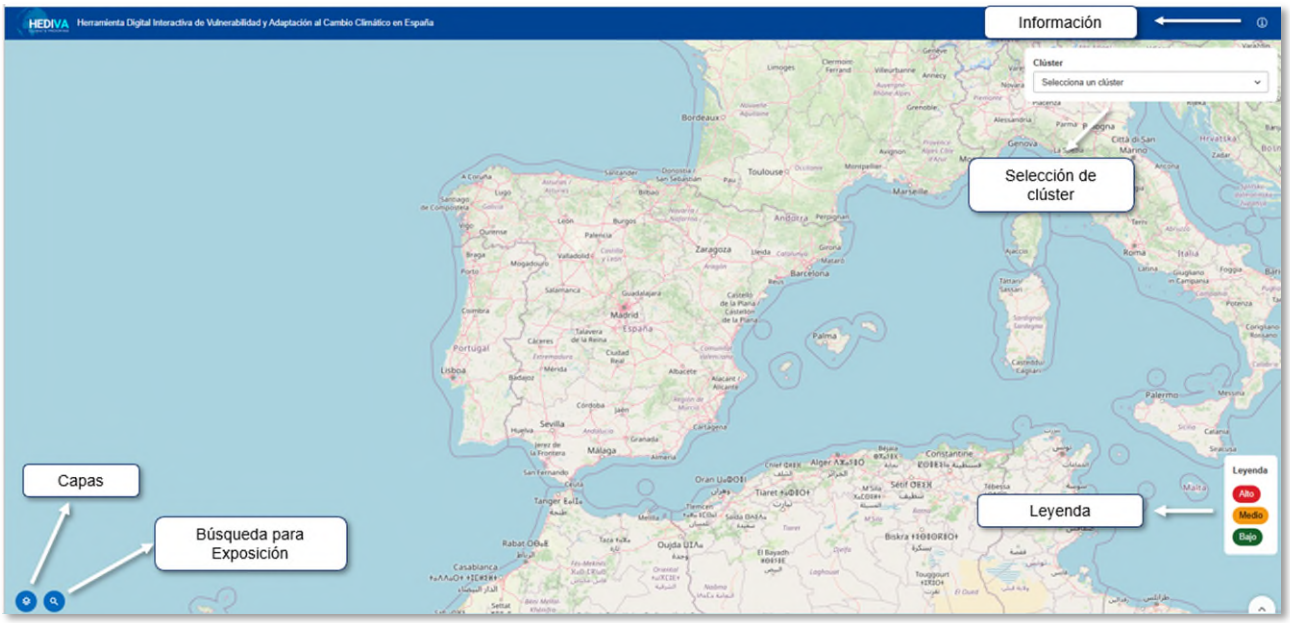


Figura 7. Imagen panorámica de la Herramienta Digital Interactiva de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en España (HEDIVA). Fuente: Elaboración propia

Para conocer más en detalle esta herramienta y sus contenidos, consulte la sección de **Información** ubicada en la parte superior derecha del panel de la herramienta. En esta sección se recoge, además de una explicación detallada de la Metodología, datos sobre la navegación, tipos de capas, forma de realizar la búsqueda de información, entre otros elementos.

Al hacer clic en la sección de **Capas** , en la parte inferior izquierda, se abre un panel dividido en 4 bloques principales:

- Capas de Exposición, indicando los peligros climáticos considerados (aplicando metodología propia de categorización de los valores de exposición)
- Zonas de inundación (para diferentes períodos de retorno)
- Otros riesgos (incendios forestales y deslizamientos de tierra)
- Tipos de Mapas Bases

Tal y como se muestra en la siguiente figura:

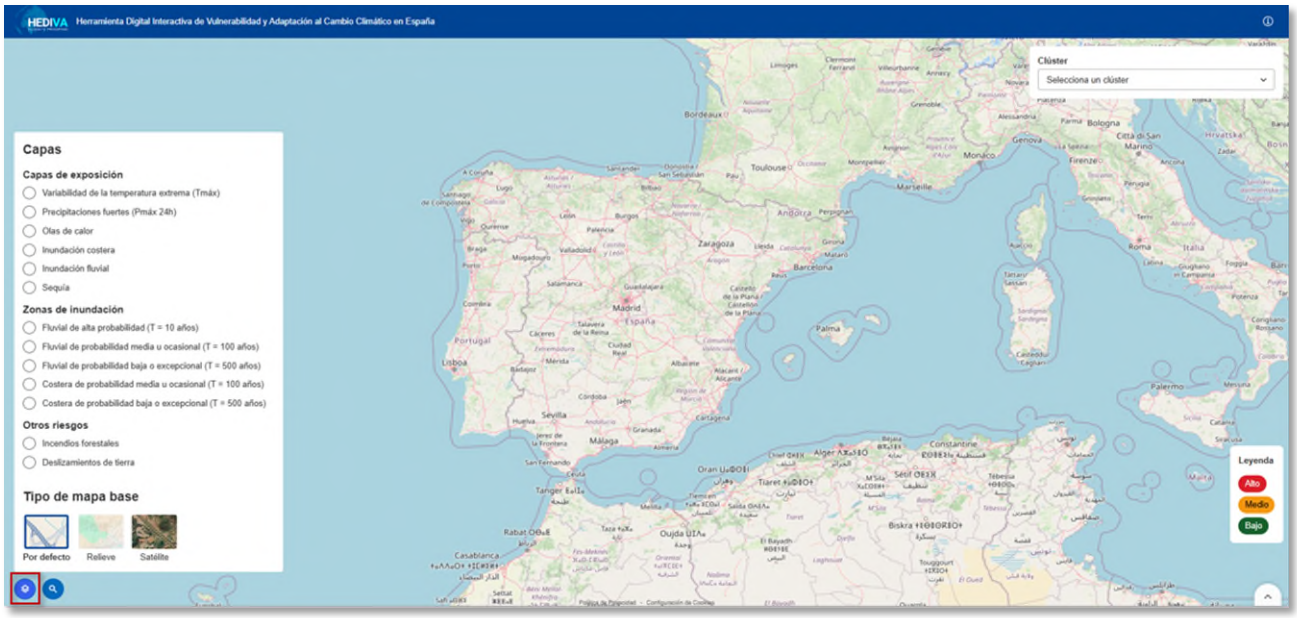


Figura 8. Distribución de la sección Capas de la herramienta HEDIVA. En el recuadro en rojo se muestra donde es necesario hacer clic para acceder a esta información. Fuente: Elaboración propia

En el bloque **Tipo de mapa base** de esta sección de **Capas**  , se pueden seleccionar tres opciones de mapas bases disponibles:

1. **Por defecto:** una capa de OpenStreetMap estándar, ideal para navegación general.
2. **Relieve:** muestra topografía y elevaciones del terreno.
3. **Satélite:** imágenes satelitales reales para contexto visual.



Figura 9. Imagen panorámica de los diferentes tipos de mapas bases de HEDIVA. Fuente: Elaboración propia

Para **visualizar las capas de exposición** correspondientes a **todos los municipios de España**, el usuario debe acceder dentro de esta misma sección de **Capas**  al bloque de **capas de exposición** y seleccionar uno de los seis peligros disponibles:

- Variabilidad de la temperatura extrema (Tmáx)
- Precipitaciones fuertes (Pmáx 24h)
- Olas de calor
- Inundación fluvial
- Inundación costera
- Sequía

La selección de cualquiera de estas opciones permite visualizar la distribución espacial de la exposición bajo condiciones de clima futuro. Estos mapas de exposición están divididos en tres rangos: alto, medio y bajo. En la esquina inferior derecha del visor se muestra la leyenda de estas capas, tal y como se muestra en la Figura 10.

De forma general, el análisis de exposición se realiza tanto para el clima actual como para el clima futuro. Sin embargo, la visualización de las capas de exposición en la herramienta se presenta únicamente para el clima futuro, al tratarse de la opción de mayor interés ante posibles variaciones asociadas al cambio climático.

A continuación, se recoge un ejemplo de una vista de la exposición futura a nivel de toda España para el peligro climático Variabilidad de la temperatura extrema (Tmáx).

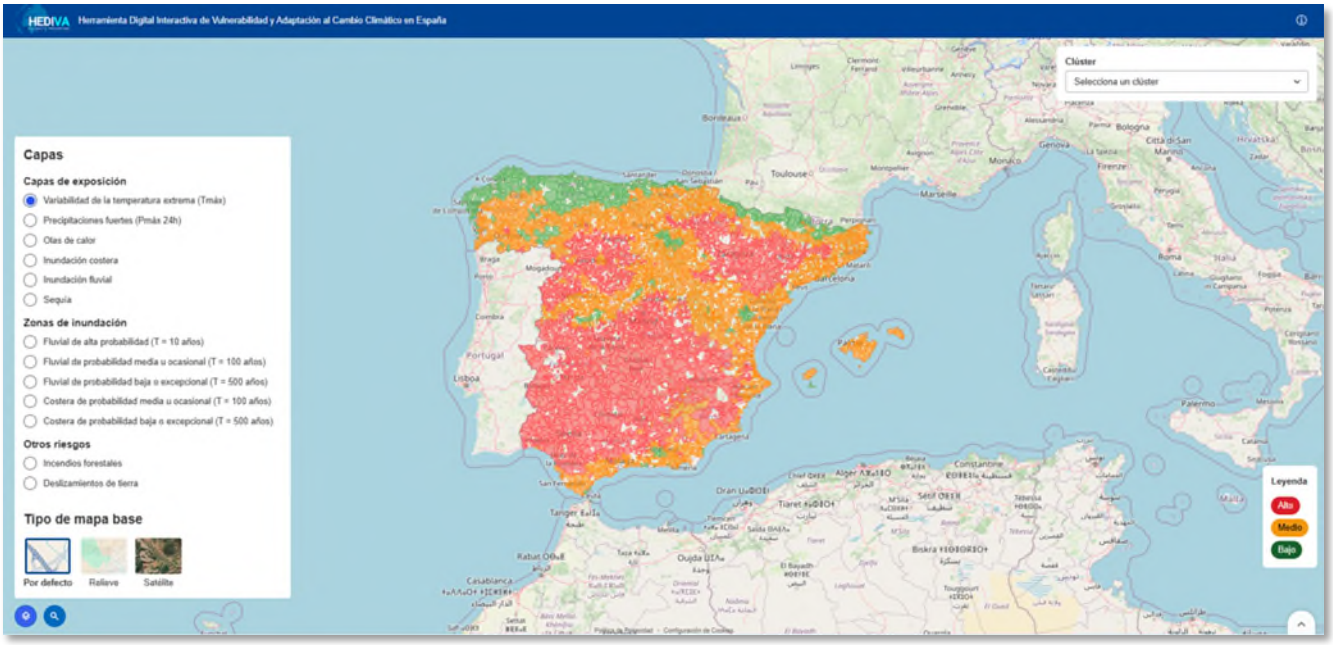


Figura 10. Representación de la capa de exposición Variabilidad de la temperatura extrema (Tmax). Fuente: Elaboración propia

Además de poder visualizar el análisis de exposición futura para cada uno de esos seis peligros climáticos analizados, es posible agregar y visualizar las **capas de zonas inundables de origen fluvial o costero**[18] con distintos períodos de retorno (10, 100 y 500 años). Estas capas pueden superponerse a las de exposición mencionadas con anterioridad.

El objetivo de incorporar estas capas de zonas inundables es ofrecer a los gestores y desarrolladores de proyectos una información más completa sobre el riesgo de inundación. La herramienta permite superponer estas zonas con la valoración de la exposición al peligro climático de inundación (fluvial o costera) realizado a nivel municipal y ajustar dicha valoración a la localización del proyecto. De este modo, se obtiene una información más específica y localizada para cada proyecto de infraestructura.

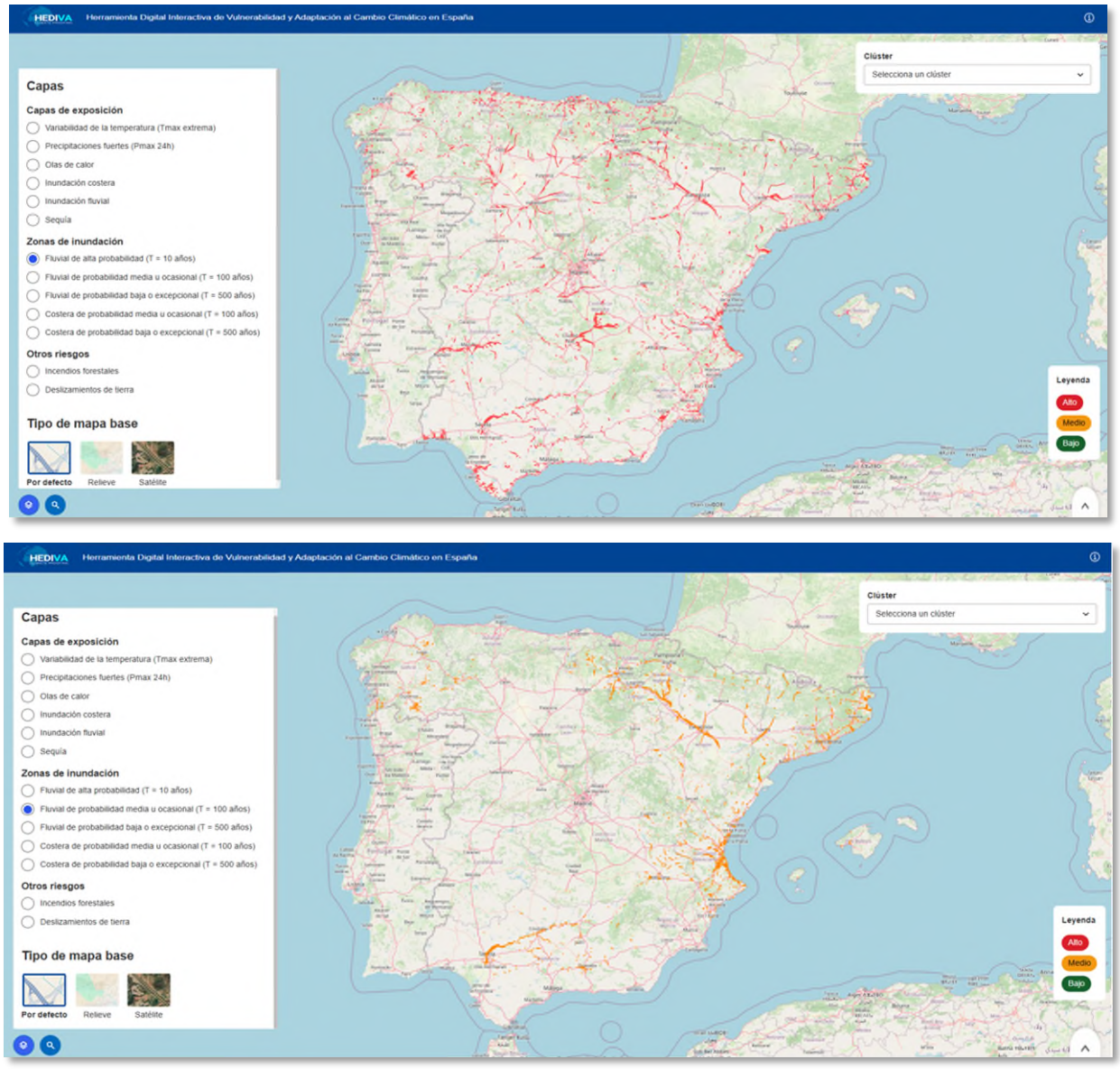


Figura 11. Representación de las capas de zonas inundables de origen fluvial con período de retorno de 10 (arriba) y 100 (abajo) años. Fuente: Elaboración propia

[18] Estas capas son obtenidas del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)

La herramienta HEDIVA, además, incorpora **dos capas adicionales** relacionadas con los **peligros climáticos de incendios forestales** y **deslizamientos de tierra**, disponibles a **nivel municipal**. Esto tiene como objetivo aportar una mayor información a los gestores y/o desarrolladores de proyectos sobre estos fenómenos naturales y sus posibles impactos en los proyectos de infraestructuras.

Estas capas se han incluido en el bloque de 'Otros riesgos' y no en el de 'Capas de exposición', ya que no se realizó el mismo tipo de análisis aplicado al resto de peligros, tal y como se explicaba anteriormente. Este es un estudio simplificado que identifica los municipios con mayor probabilidad de sufrir impactos asociados a estos fenómenos.

A cada una de estas capas, también se le ha asignado una leyenda dividida en **tres niveles**: **bajo**, **medio** y **alto**.

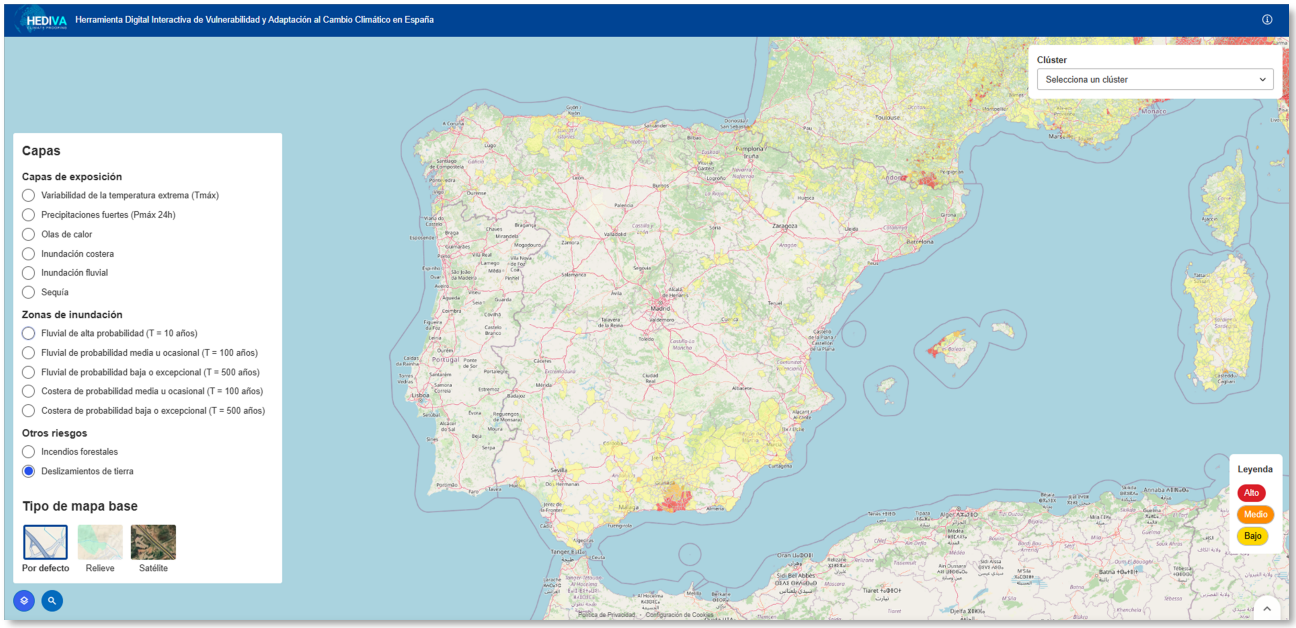


Figura 12. Representación de la capa de deslizamientos de tierra. Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Cálculo de la Exposición del Proyecto

Para **determinar la exposición del proyecto**, la herramienta ofrece **varias opciones de selección**:

1. **Por municipio:** el usuario puede elegir directamente el municipio donde se ubica el proyecto.
2. **Por coordenadas geográficas:** introduciendo la **latitud y longitud** de la ubicación del proyecto.
3. **Desde el mapa de trabajo:** haciendo **clic directamente sobre un punto** del mapa correspondiente a la localización del proyecto.

Para las dos primeras opciones puede acceder a través del ícono  , mientras que para la tercera se puede realizar sobre el mismo mapa de trabajo.

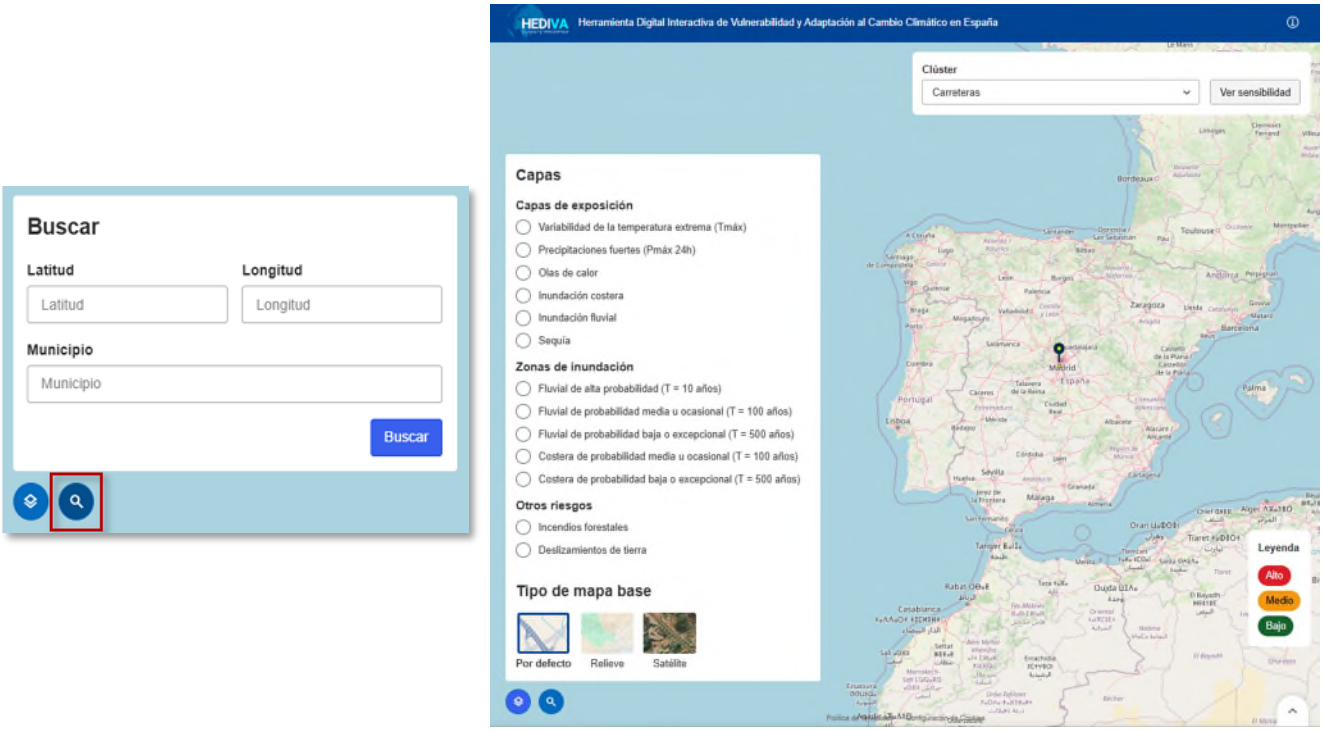


Figura 13. Representación del formulario de ubicación del proyecto y localización en el mapa. En el recuadro en rojo se muestra donde es necesario hacer clic para acceder al formulario. Fuente: Elaboración propia

En las **tres opciones de selección**, la herramienta genera una **ventana de resultados** que muestra la **exposición del proyecto** tanto para el **clima actual** como para el **clima futuro**. **La puntuación más alta entre ambas será la que se utilice para calcular la vulnerabilidad del proyecto, tal y como establecen las Orientaciones Técnicas.**

Cuando se conoce la **ubicación exacta del proyecto**, se recomienda utilizar la **búsqueda por coordenadas geográficas** o la **selección directa sobre el mapa**, ya que ambas opciones incluyen un **análisis adicional sobre zonas inundables**, como se ha comentado anteriormente.

Este análisis adicional, en el que se puede ubicar exactamente el proyecto dentro del municipio, verifica si este se encuentra en una **zona de inundación fluvial o costera**. En caso de que la **exposición municipal** a inundaciones esté clasificada como **baja o media**, pero la **ubicación específica del proyecto** se sitúe dentro de una zona inundable, la herramienta **ajustará automáticamente** la valoración, asignándole un **nivel de exposición alto**.

Este ajuste permite tener en consideración de una forma mucho más precisa el riesgo de inundación. Por este motivo, se recomienda **comprobar siempre la ubicación precisa del proyecto** para confirmar si se encuentra o no en una zona con riesgo de inundación.

A continuación, se recoge un ejemplo de cómo cambian los resultados de exposición en el peligro de inundaciones si se realiza solamente por municipio o si se ponen las coordenadas exactas de la ubicación del proyecto, en el caso de que el proyecto se ubicase dentro de zonas inundables.

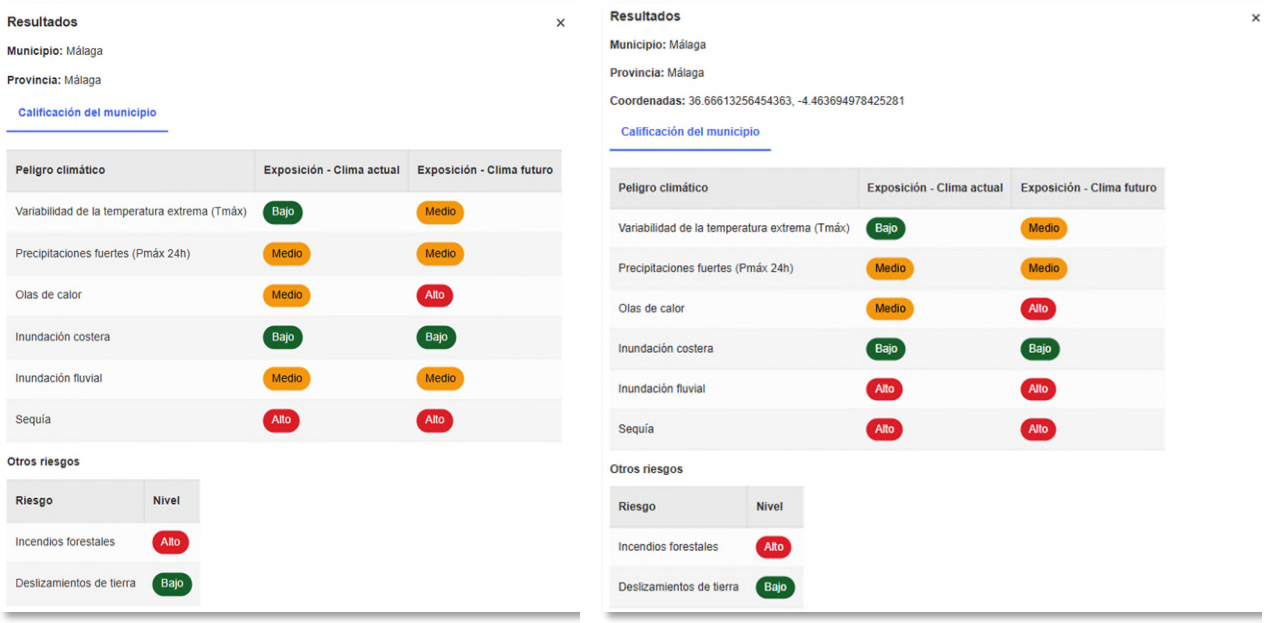


Figura 14. Resultados de la exposición a nivel municipal y por coordenadas geográficas. Fuente: Elaboración propia

5.3.3. Cálculo de la Sensibilidad del Proyecto

Para el análisis de la sensibilidad, se debe ir a la sección superior derecha de la herramienta, específicamente a la **sección Clúster**.

Al seleccionar un **clúster** y marcar la opción "**Ver sensibilidad"**, aparece una ventana con los valores de sensibilidad para todos los peligros climáticos analizados, excepto para incendios forestales y deslizamientos de tierra, cuyo análisis como ya se explicó con anterioridad, es diferente.

Si un proyecto incluye más de un tipo de infraestructura (clúster), será necesario realizar la evaluación para cada tipo de infraestructura identificada (clúster), tal y como se explicó en el apartado **5.1. Identificación del tipo de clúster.**

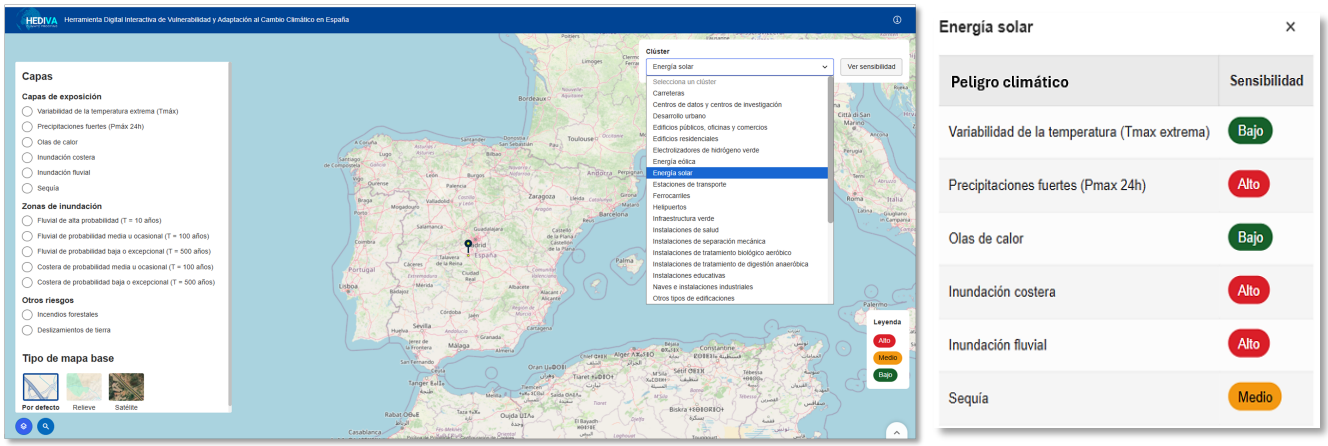


Figura 15. Representación de la selección del clúster de Energía solar para el análisis de sensibilidad y ficha resultado. Fuente: Elaboración propia

5.3.4. Cálculo de la Vulnerabilidad del Proyecto

Para determinar la **vulnerabilidad** del proyecto se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar el clúster al que pertenece el proyecto (sin darle a la opción Ver sensibilidad).
2. Seleccionar una de las tres opciones disponibles para el análisis de la exposición:
   - **Por municipio:** selecciona el municipio donde se ubica el proyecto.
   - **Por coordenadas:** ingresa las coordenadas geográficas exactas de la ubicación.
   - **Desde el mapa:** localiza directamente el punto en el mapa interactivo.
3. Aparece una ficha resumen del análisis de vulnerabilidad. (El sistema realiza de forma automática el cálculo de la vulnerabilidad, clasificándola en tres rangos: baja, media y alta).
4. Si el proyecto incluye varios tipos de infraestructura, repetir el análisis para cada uno de los clústeres relacionados a fin de obtener la evaluación completa del proyecto.

Como resultado, el sistema genera una **ficha resumen** que presenta los **resultados del análisis de sensibilidad, exposición (clima actual y clima futuro) y vulnerabilidad** del proyecto que deben de utilizarse para hacer el informe del análisis del *climate proofing*.

En relación con el análisis de exposición, el sistema selecciona automáticamente la puntuación más alta entre los resultados correspondientes al clima actual y clima futuro para realizar el cálculo de vulnerabilidad, de conformidad con lo establecido en las Orientaciones Técnicas.

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo la herramienta muestra estos resultados del análisis de vulnerabilidad.

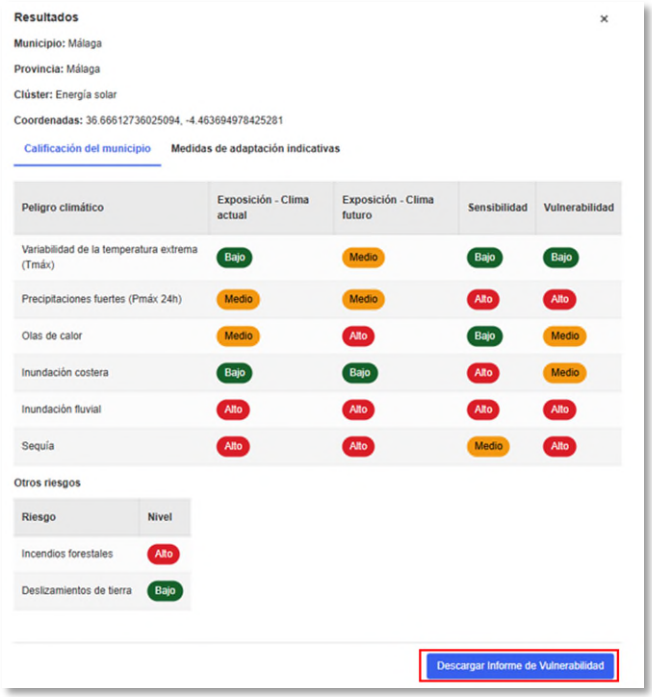


Figura 16. Resultados del cálculo de la vulnerabilidad para el clúster de Energía solar en una ubicación del municipio de Málaga, provincia Málaga. En el recuadro en rojo se muestra el botón de Descargar Informe de Vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia

HEDIVA, además, brinda la posibilidad de descargar directamente un "**Informe de vulnerabilidad ante peligros climáticos"**. Este documento presenta un resumen de los resultados obtenidos incluyendo:

- La tabla resumen de exposición (clima actual y clima futuro), sensibilidad y vulnerabilidad.
- El análisis de **Otros riesgos** (incendios forestales y deslizamientos de tierra).

Para acceder al documento, basta con hacer clic en el botón **"Descargar Informe de Vulnerabilidad"**, disponible en la esquina inferior derecha en la ventana del **Análisis de Vulnerabilidad**.

Este documento es el resultado del análisis de vulnerabilidad elaborado por la herramienta HEDIVA que debe de servir de base para la elaboración del Informe de *Climate Proofing*.

5.4. Medidas de Adaptación

En el marco de la presente **Guía Práctica**, si en la etapa final de la Evaluación Simplificada se identifican vulnerabilidades medias y altas (riesgos potenciales), la herramienta HEDIVA identificará una lista indicativa de posibles medidas de adaptación que pueden contribuir a reducir dichos riesgos, correspondiendo al gestor/promotor del proyecto la selección de las medidas concretas a aplicar en el caso de su proyecto.

La adaptación implica, de manera general, la adopción de una combinación de medidas estructurales y no estructurales:

- Las **medidas estructurales** comprenden la modificación del diseño o las especificaciones de los activos físicos y las infraestructuras, o la adopción de soluciones alternativas o mejoradas.
- Las **medidas no estructurales** no afectan directamente a la infraestructura en sí o a sus componentes, sino que comprenden aspectos como los siguientes: programas de seguimiento o de respuesta a emergencias, formación del personal y actividades de transferencia de capacidades, elaboración de marcos estratégicos o empresariales, soluciones financieras como los seguros.

En la **Herramienta HEDIVA**, una vez obtenidos los **resultados de vulnerabilidad**, se habilita automáticamente una **pestaña ubicada al lado derecho** denominada **"Medidas de adaptación indicativas"**.

Al seleccionar dicha pestaña haciendo clic en ella, se presenta**n medidas de adaptación propuestas (estructurales y no estructurales)** divididas en tres fases principales- "**Planificación", "Diseño** y **Construcción" y "Operación y Mantenimiento"** correspondientes a los **peligros climáticos** que registren **valores de vulnerabilidad media y alta**.

La lista indicativa de medidas de adaptación propuestas **no debe considerarse exhaustiva ni prescriptiva,** ni utilizarse como lista de control. Las medidas de adaptación que deben aplicarse en el proyecto deberán tener en cuenta las características específicas de este, los riesgos climáticos previstos, su ubicación y vida útil, los ciclos de mantenimiento/renovación importante, la capacidad de adaptación y su inversión.

Corresponderá al gestor o promotor del proyecto decidir y justificar la relación de medidas a poner en marcha.

Independientemente de la fase en la que se encuentre el proyecto (planificación, diseño, construcción u operación), deben revisarse **todas las medidas y recomendaciones**. Esto se debe a que las medidas definidas para fases anteriores pueden seguir siendo relevantes, ya sea para **verificar que los riesgos climáticos identificados están siendo gestionados**, o para **evaluar medidas previstas que aún no han podido implementarse**.

Asimismo, de acuerdo con los resultados de las **capas de deslizamientos de tierra** e **incendios forestales**, cuando el análisis arroje un resultado **medio o alto**, la herramienta también incluirá las **medidas de adaptación específicas** para dichos peligros en los pequeños proyectos.

A continuación, se muestran ejemplos de cómo se muestra este listado indicativo y no exhaustivo de posibles medidas de adaptación para el clúster seleccionado y aquellos peligros climáticos que en el análisis de vulnerabilidad han tenido un valor medio o alto.

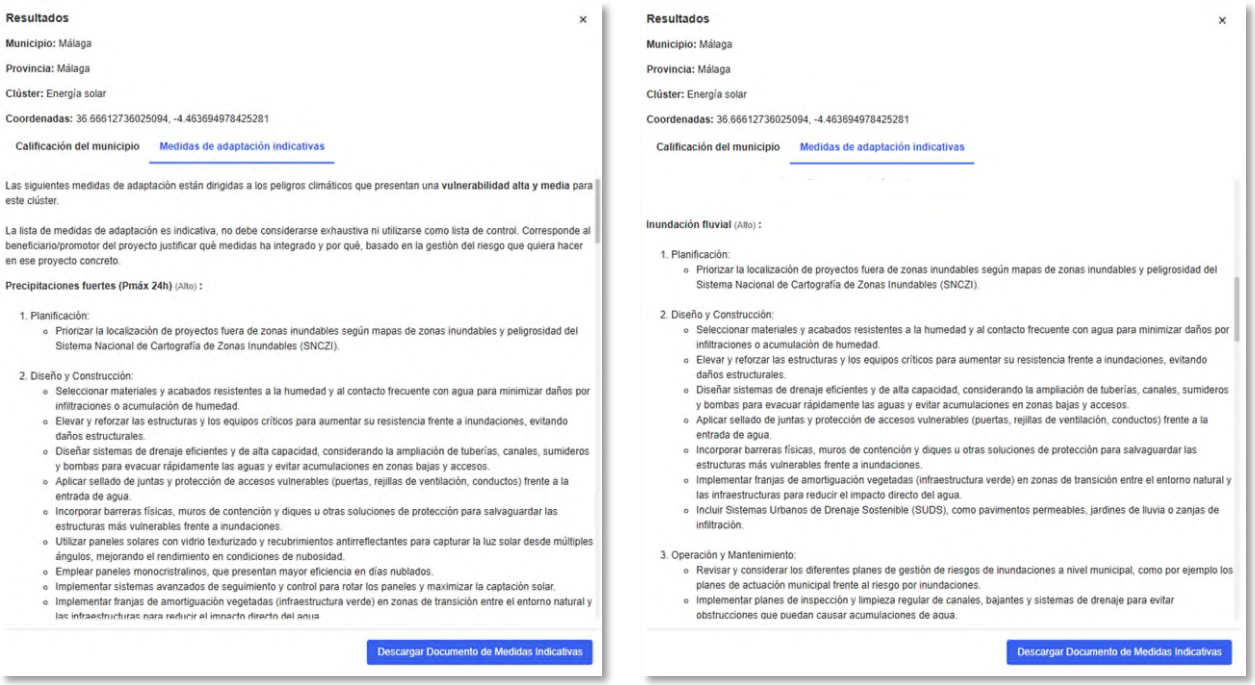


Figura 17. Ejemplos de contenidos de la pestaña de Medidas de adaptación indicativas para el clúster de Energía solar en el municipio de Málaga en la provincia de Málaga. Fuente: Elaboración propia

No obstante, en el Anexo 3 se recogen todas y cada una de las medidas de adaptación (estructurales y no estructurales) propuestas para cada uno de los 30 clústeres y para todos los peligros climáticos analizados.

HEDIVA, además, brinda la posibilidad de descargar un documento de consulta con las **potenciales medidas de adaptación** (indicativas y no exhaustivas) que pueden utilizarse para reducir las vulnerabilidades medias y altas del proyecto.

Para acceder a este, es necesario hacer clic en el botón **"Descargar Documento de Medidas Indicativas"**, disponible en la esquina inferior derecha de la pestaña de **Medidas de Adaptación Indicativas,** al final de todas las medidas.

Si el proyecto incluye varios tipos de infraestructura se debe repetir el análisis de vulnerabilidad explicado en el apartado **5.3.4. Cálculo de la Vulnerabilidad del Proyecto** para cada uno de los clústeres relacionados. Esto permitirá obtener todas las propuestas de medidas de adaptación posibles (indicativas y no exhaustivas) para el proyecto.

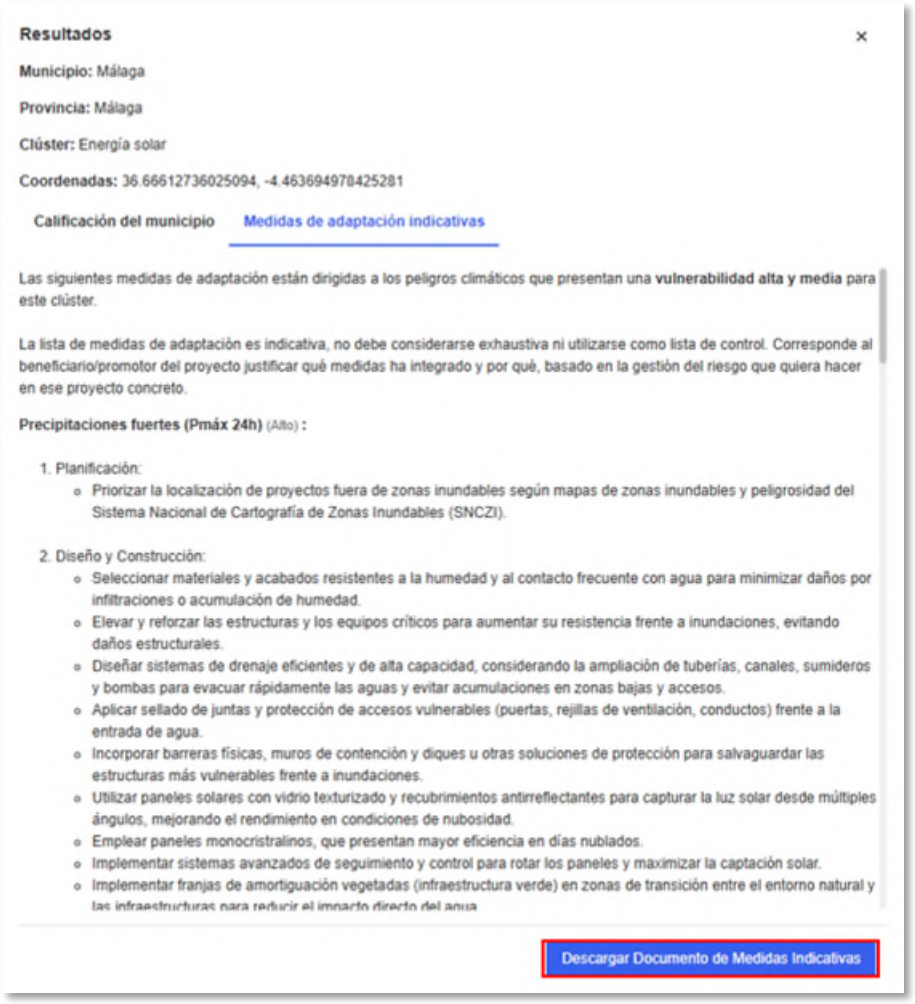


Figura 18. Representación del botón de Descargar Documento de Medidas Indicativas (recuadro en rojo) para obtener el documento con las medidas de adaptación propuestas (indicativas y no exhaustivas). Fuente: Elaboración propia

6. Bibliografía

1. Adaptecca: *Visor de Escenarios de Cambio Climático*. Datos de variables meteorológicas de acuerdo con las proyecciones del IPCC.
2. Base de datos de municipios y entidades de población (Instituto Geográfico Nacional - IGN): *https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/nomenclator-geografico-municipios-entidades-poblacion#*
3. Base de datos de incendios forestales (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO) *https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/estadisticas-datos.html*
4. Base de datos de deslizamientos de tierra (Instituto Geológico y Minero de España - IGME): *https://mapas.igme.es/Servicios/default.aspx?lang=eng*
5. Beck, H. E., T. R. McVicar, N. Vergopolan, A. Berg, N. J. Lutsko, A. Dufour, Z. Zeng, X. Jiang, A. I. J. M. van Dijk, and D. G. Miralles. High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901–2099 based on constrained CMIP6 projections, Scientific Data 10, 724 (2023).
6. *Comunicación de la Comisión 2021/C 373/01 «Orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el período 2021-2027»*
7. *EIB Project Carbon Footprint Methodologies – Methodologies for the assessment of project greenhouse gas emissions and emissions variations", Versión 11.3, de enero de 2023*
8. Herrera, G., Mateos, R. M., García-Davalillo, J. C., Grandjean, G., Poyiadji, E., Maftei, R., ... & Trigila, A. (2017). Landslide databases in the Geological Surveys of Europe. Landslides, 1-21. *https://doi.org/10.1007/s10346-017-0902-z*
9. Moiseev, D., Gorina, L., Romanovsky, V., Valeeva, K., & Gorbunova, O. (2021, December). Hydrogeological processes and phenomena and assessment of their danger. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 937, No. 3, p. 032018). IOP Publishing.
10. *NASA Sea Level Projection Tool:*
11. Patel, R., & Patel, A. (2024). Evaluating the impact of climate change on drought risk in semi-arid region using GIS technique. Results in Engineering, 21, 101957.
12. *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030*
13. *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático – PNACC 2021-2030*
14. Quesada-Ganuza, L., Garmendia, L., Álvarez, I., & Roji, E. (2023). Vulnerability assessment and categorization against heat waves for the Bilbao historic area. Sustainable Cities and Society, 98, 104805.
15. *Servicio Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*
16. *Sexto informe de evaluación (AR6) - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*



Guía práctica para el climate proofing en proyectos de menos de 10 millones de euros

Anexo I

Febrero | 2026



Anexo I. Descripción de los clústeres propuestos

Anexo 1.1. Sector Edificios

Edificios públicos, oficinas y comercios

Los edificios públicos y de oficinas son estructuras físicas destinadas para albergar actividades administrativas, institucionales y de gestión, tanto del sector público como del privado. Por su parte, los comercios (tiendas o negocios) son un tipo de establecimiento comercial, físico o virtual, donde el comprador puede adquirir tanto bienes como servicios.

Este clúster incluye la construcción o rehabilitación integral de edificios como ayuntamientos, delegaciones gubernamentales, juzgados, oficinas de atención al público, edificios administrativos, sedes ministeriales, centros de gestión pública, así como oficinas privadas dedicadas a labores técnicas, comerciales, financieras, jurídicas u organizativas. También se pueden incluir otros edificios especializados destinados a la gestión de emergencias o protección civil, siempre que estén orientadas al uso institucional y administrativo. Además, se incluyen aquellas actuaciones relacionadas con tiendas o negocios.

No forman parte de este clúster las plataformas digitales de gestión y de comercio electrónico, los servicios móviles y las redes informáticas que no cuenten con soporte físico, ya que, aunque puedan estar relacionadas con estas edificaciones, no se consideran parte de la infraestructura física.

Edificios residenciales

Los edificios residenciales son estructuras físicas destinadas principalmente para albergar viviendas, ya sea de uso permanente o temporal. Este clúster incluye todo tipo de edificaciones residenciales, tanto en régimen unifamiliar como plurifamiliar, independientemente de su escala, configuración arquitectónica o densidad.

Este clúster incluye la construcción o rehabilitación integral de viviendas unifamiliares aisladas, adosadas o en hilera, así como bloques de viviendas, edificios de apartamentos, residenciales en altura u otras tipologías que tengan como uso principal el alojamiento de personas.

El criterio de inclusión de este clúster se fundamenta en que la edificación tenga un uso habitacional exclusivo o mayoritario, lo que permite diferenciarlo de otros clústeres del sector Edificios que agrupan construcciones con usos distintos, como instalaciones de salud o educativas.

Instalaciones de salud

Las instalaciones de salud se refieren a las estructuras físicas donde se brindan servicios para la promoción, preservación y vigilancia de la salud de la población y el ambiente. Estas instalaciones pueden variar en su complejidad, desde centros de salud básicos hasta hospitales con alta tecnología. Incluyen espacios como hospitales, clínicas, centros de atención primaria, y otros centros especializados.

Este clúster agrupa las edificaciones e instalaciones destinadas a la prestación de servicios de atención sanitaria, tanto de carácter asistencial como preventivo y administrativo.

Estas infraestructuras se caracterizan por sus altos requerimientos técnicos y normativos, especialmente en lo relativo a seguridad estructural, higiene ambiental, eficiencia energética, accesibilidad, sistemas de climatización y soporte vital, entre otros. Su operación depende de una **alta disponibilidad funcional**, por lo que es prioritario su **refuerzo frente a los riesgos derivados del cambio climático**, como olas de calor, inundaciones o eventos extremos que puedan comprometer tanto su accesibilidad como su operatividad.

No se consideran parte de este clúster aquellas actividades o elementos que no constituyen infraestructura física, tales como la gestión administrativa del sistema o los servicios operativos sin intervención estructural. Tampoco se incluyen los sistemas de control digital, software o plataformas de gestión no integradas físicamente en la infraestructura, el equipamiento o medios de transporte.

Instalaciones educativas

Las instalaciones educativas se refieren a las estructuras físicas donde se imparten procesos de enseñanza y aprendizaje en sus distintos niveles, desde la educación infantil hasta la educación superior, así como en ámbitos de formación técnica y profesional. Estas instalaciones pueden variar en tamaño, complejidad y funciones, abarcando desde escuelas rurales hasta campus universitarios.

Este clúster incluye la construcción o rehabilitación integral de edificaciones destinadas a la prestación de servicios educativos, tanto de carácter formativo como de apoyo institucional.

No se consideran parte de este clúster aquellas actividades o elementos que no constituyen infraestructura física, tales como plataformas digitales de aprendizaje, sistemas administrativos sin soporte físico o servicios de gestión educativa sin intervención en el entorno construido. Tampoco se incluyen equipamientos móviles, ni medios de transporte escolar.

Centro de datos y centros de investigación

Este clúster está conformado por las actuaciones relacionadas con los centros de datos y centros de investigación, como laboratorios, específicamente aquellas que impliquen la construcción de nuevos centros o la rehabilitación integral de estos, de acuerdo con el criterio establecido con anterioridad.

Los centros de datos son **infraestructuras físicas especializadas destinadas al alojamiento, procesamiento y gestión de grandes volúmenes de información digital**. Están diseñados para garantizar la **operación continua, segura y eficiente** de servidores, sistemas de almacenamiento, redes de telecomunicaciones y otros equipos informáticos esenciales para servicios digitales, plataformas tecnológicas y operaciones críticas. Dado su elevado consumo energético y su papel estratégico en la economía digital, estos edificios deben cumplir con **altos estándares de eficiencia energética**, especialmente en el contexto de **cambio climático debido al incremento en la demanda de refrigeración**.

Este clúster incluye las **edificaciones específicas** que cumplen con los **requisitos técnicos propios de un centro de datos**. Pueden variar en escala desde **microcentros de datos** hasta **instalaciones de hiperescala**, dependiendo del volumen de información gestionada y el nivel de servicio requerido.

Por otra parte, un **centro de investigación** es una entidad, pública, privada o mixta, dedicada al desarrollo de actividades científicas, ya sean básicas o aplicadas, con líneas de investigación específicas y un propósito claro orientado al avance del conocimiento.

En este clúster se incluyen las edificaciones **destinadas a la ejecución directa de actividades de investigación científica y técnica**, la prestación de servicios tecnológicos y otras funciones complementarias esenciales para el desarrollo científico y tecnológico de la sociedad, conforme a la legislación o normas que regulan su creación y funcionamiento. Algunos ejemplos representativos de este tipo de instalaciones son los laboratorios, instalaciones para ensayos y pruebas piloto, así como plantas piloto para la validación de nuevas tecnologías.

Es fundamental que las medidas de adaptación diseñadas para este clúster se ajusten cuidadosamente a la función particular de cada instalación, con especial atención al cuidado y protección del equipamiento, que suele ser altamente especializado y sensible. Si bien se ofrecerán directrices generales de medidas de adaptación, será necesario que cada instalación personalice estas medidas según sus características específicas. La correcta gestión de estos recursos es clave para garantizar la continuidad de la actividad científica y tecnológica, minimizando los riesgos que puedan comprometer tanto los procesos de investigación como las inversiones en tecnología.

No se incluyen en este clúster aquellas actividades que, aunque relacionadas con la ciencia y la tecnología o los centros de datos, **no forman parte del entorno físico**. Por ejemplo, quedan excluidas las plataformas digitales o sistemas informáticos no integrados físicamente en la infraestructura, y los servicios de gestión o soporte que no impliquen intervención en el entorno construido.

Tampoco se incluyen las actividades de compra, renovación o cambio de equipamiento o instrumental, a menos que formen parte de una intervención física en la infraestructura, ni se consideran las licencias digitales o servicios *cloud* o actividades que puedan considerarse de promoción o divulgativas.

Naves e instalaciones industriales

Las naves e instalaciones industriales son estructuras físicas diseñadas para albergar procesos productivos, de transformación, ensamblaje, almacenamiento, distribución o mantenimiento de bienes. Estas edificaciones constituyen el soporte físico de la actividad industrial y logística, y se caracterizan por su gran escala, espacios diáfanos y requerimientos técnicos específicos.

Este clúster incluye naves de producción, almacenes logísticos, centros de distribución, talleres industriales, así como otras infraestructuras asociadas al funcionamiento operativo de sectores manufactureros, agroindustriales, energéticos, automotrices o tecnológicos. Suelen ubicarse en polígonos industriales, parques logísticos o zonas periurbanas, y pueden funcionar de forma autónoma o como parte de un sistema de cadena de suministro más amplio.

No se incluyen en este clúster aquellas edificaciones destinadas exclusivamente a uso comercial, oficinas administrativas sin vinculación directa a procesos industriales, instalaciones de servicios públicos (como estaciones de transporte o centros de salud), ni infraestructuras digitales como centros de datos. Tampoco se consideran aquellas actividades o elementos que no constituyen infraestructura física, tales como la gestión administrativa del sistema o los servicios operativos sin intervención estructural. Tampoco se incluyen los sistemas de control digital, software o plataformas de gestión no integradas físicamente en la infraestructura, el equipamiento o medios de transporte.

Estaciones de transporte

Una estación de transporte es una instalación diseñada para la convergencia y operación de vehículos de transporte público, facilitando la llegada, salida y transbordo de pasajeros y mercancías. Estas estaciones pueden abarcar diversos tipos, incluyendo estaciones de autobuses, trenes, intermodales y puertos marítimos. **Este clúster incluye** la construcción o rehabilitación integral de diferentes estaciones de transporte (como autobús, tren, intermodales, marítimas y aéreas).

Se considerarán, además, dentro de este clúster, las actuaciones que comprenden **pequeñas intervenciones de infraestructura verde o soluciones basadas en la naturaleza (SbN)** integradas en los proyectos de estaciones de transporte.

Quedan excluidas de este clúster aquellas edificaciones o intervenciones que no cumplan con el propósito específico de una estación de transporte, así como las actuaciones que no impliquen modificaciones en la infraestructura física, tales como actualizaciones de software, desarrollo de planes operativos, cambios en equipamiento móvil o adquisición de vehículos como autobuses o trenes.

Otros tipos de edificaciones

Este clúster agrupa **edificaciones que no pueden clasificarse dentro de los clústeres previamente definidos**, como los destinados a usos residenciales, administrativos, comerciales, sanitarios, educativos, industriales, de transporte, centros de datos o de investigación. Se trata, por tanto, de construcciones con funciones específicas o singulares que no encajan en las tipologías mencionadas anteriormente. Entre los ejemplos que podrían incluirse se encuentran edificaciones dedicadas a la divulgación o gestión del entorno natural, como centros de educación ambiental, centros de interpretación y aulas de naturaleza, observatorios de fauna y flora o torres de vigilancia.

Este clúster tiene un carácter abierto y flexible, destinado a recoger aquellas edificaciones que, por su naturaleza o función, no se integran en los clústeres principales, pero forman parte de la infraestructura construida relevante para el análisis.

Anexo 1.2. Sector Desarrollo Urbano

Desarrollo urbano

El **desarrollo urbano** se refiere al **conjunto de intervenciones integradas en el entorno construido** con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población, promover la cohesión social, y aumentar la funcionalidad, accesibilidad y resiliencia de los espacios urbanos.

Dentro de este clúster se agrupan los proyectos orientados a la mejora del espacio público y la revitalización urbana, incluyendo actuaciones sobre plazas, fuentes, parques infantiles, jardines e instalaciones deportivas al aire libre, como canchas de fútbol, baloncesto, voleibol, tenis, pádel y fitness urbano, así como la recuperación de antiguas zonas industriales y actuaciones sobre la infraestructura de alumbrado público. Del mismo modo, las actuaciones de desarrollo urbano relacionadas con **infraestructura verde** se incluirán dentro de este clúster.

No se incluyen dentro de este clúster las intervenciones que afecten a edificaciones, aunque formen parte de estrategias integrales de desarrollo urbano, ya que estas se recogen específicamente en el sector de



Edificios (edificios públicos, oficinas y comercios, edificios residenciales, naves e instalaciones industriales, etc.).

Tampoco se incluyen las actuaciones relacionadas con el transporte urbano, aunque formen parte de estrategias integrales de desarrollo urbano, como las relacionadas con carriles para peatones y bicicletas, pues estas están recogidas dentro del clúster de **Transporte Urbano**.

Anexo 1.3. Sector Transporte

Transporte urbano

El **transporte urbano** se refiere al sistema de movilidad que permite el desplazamiento de personas dentro de una ciudad o área metropolitana. Este sistema abarca diversos modos de transporte, como **autobuses, metro, tranvías, bicicletas y desplazamientos peatonales**, todos ellos diseñados para facilitar la conexión eficiente y sostenible dentro del entorno urbano.

Cuando se habla del clúster de **transporte urbano** se refiere exclusivamente a los **elementos físicos y estructurales que permiten la movilidad en la ciudad**. Esto incluye las vías de transporte (calles, avenidas, carriles exclusivos para autobuses, carriles para peatones y bicicletas), así como las zonas y áreas asociadas como estacionamientos, taludes, instalaciones para puntos de recarga de energía eléctrica y combustibles alternativos, paradas de autobús, y todas aquellas mejoras orientadas a la seguridad vial y accesibilidad. Dentro de este clúster se consideran también las infraestructuras asociadas a los medios de transporte urbano como el metro y el tranvía.

Se considerarán, además, dentro de este clúster, las actuaciones que comprenden **pequeñas intervenciones de infraestructura verde o soluciones basadas en la naturaleza (SbN)** integradas en los proyectos de infraestructuras de transporte urbano.

Estas pueden incluir, por ejemplo, zonas de sombra o descanso, corredores ecológicos incorporados en infraestructuras existentes, intersecciones verdes, sistemas de drenaje sostenible, entre otros. No se incluyen en este grupo los proyectos SbN de gran escala o autónomos, sino únicamente **aquellas soluciones complementarias que forman parte del diseño o adaptación de las infraestructuras de transporte.**

Sin embargo, es importante aclarar que ciertos elementos relacionados con el transporte urbano **no forman parte de la infraestructura física**. Por ejemplo, los vehículos (autobuses, trenes, bicicletas), los servicios de operación, la gestión, el software o las plataformas digitales, aunque fundamentales para el sistema de transporte, se consideran componentes operativos y no infraestructura.

En caso de que las mejoras o construcciones relacionadas con el transporte urbano incluyan estaciones de autobús o edificios anexos, estos se clasificarán dentro del sector de **Edificios**, específicamente en el clúster de **Estaciones de transporte** y no como parte del clúster de infraestructura de transporte urbano.

Las medidas de adaptación diseñadas para este clúster deben ajustarse a las características específicas de cada modo de transporte, ya que, aunque compartan sensibilidades similares, las respuestas adecuadas pueden variar considerablemente. Por ejemplo, las intervenciones recomendadas para carriles peatonales difieren notablemente de las necesarias en sistemas complejos como el metro.

En este sentido, el promotor del proyecto deberá de elegir de la batería de medidas propuestas las más adecuadas a su modalidad de transporte, garantizando que estas puedan responder eficazmente a sus particularidades y desafíos climáticos.

Carreteras

Se consideran **carreteras** el conjunto de vías proyectadas, construidas y señalizadas fundamentalmente para la **circulación de vehículos automóviles**. Por sus características, las carreteras se clasifican en autopistas, autovías, carreteras multicarril y carreteras convencionales.

El clúster de **carreteras** se diferencia del de **transporte urbano**, ya que, aunque ambos forman parte del sistema de movilidad en la ciudad, tienen enfoques y funciones distintas. El **transporte urbano** se refiere al sistema integral de movilidad dentro de una ciudad o área metropolitana que incluye diversos modos como autobuses, metro, tranvías, bicicletas y desplazamientos peatonales. Por otro lado, las **carreteras** están diseñadas principalmente para el tránsito de vehículos motorizados, tanto privados como de carga, y buscan garantizar la circulación eficiente y segura dentro y fuera del entorno urbano. Incluyen elementos como calzadas, carriles para automóviles, puentes, túneles, rotondas, taludes, señalización vial y dispositivos de seguridad.

Dentro del clúster de **Carreteras también se incluirán** aquellas actuaciones relacionadas con caminos de accesos y vías pecuarias, así como actuaciones asociadas con la integración de pequeñas soluciones basadas en la naturaleza específicamente relacionadas con las carreteras, como los sistemas de drenaje sostenible, revegetación de taludes al margen de carreteras, corredores ecológicos o zonas de mitigación ambiental.

En este clúster **no se incluirán** los vehículos, los servicios de operación o gestión del tráfico, ni el software o sistemas tecnológicos de control y gestión, los cuales forman parte del sistema de movilidad, pero no de la infraestructura física. Sin embargo, en caso de que las mejoras o construcciones relacionadas con las carreteras impliquen edificios anexos, como estaciones de peaje, garitas o centros de control, estos se clasificarán dentro del sector de **Edificios** (como puede ser las estaciones de transporte) y no como parte del clúster de **Carreteras**.

Ferrocarriles

Los ferrocarriles constituyen una infraestructura clave para la movilidad eficiente de pasajeros y mercancías, contribuyendo a la conectividad en el ámbito urbano e interurbano.

Esta infraestructura permite la circulación segura y rápida de trenes de cercanías, de media y larga distancia y trenes de alta velocidad que conectan diferentes áreas urbanas y metropolitanas. Las infraestructuras ferroviarias interurbanas se puede dividir fundamentalmente en líneas de alta velocidad (aproximadamente 200-250 km/h) y líneas convencionales.

La Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, última actualización publicada el 12/11/2024[1] describe los **componentes de la infraestructura ferroviaria** (siempre que formen parte de las vías principales y de las vías de servicio, con excepción de las que están situadas en el interior de los talleres de reparación del material o de los depósitos o garajes de máquinas de tracción, así como de los ramales de desviación para particulares). Algunos de estos son:

- Obras de explotación y plataformas de la vía.
- Obras civiles: puentes, tajeas y otros pasos superiores, túneles, trincheras cubiertas y demás pasos inferiores; muros de sostenimiento y obras de protección contra avalanchas y desprendimientos, etc.
- Calzadas de los patios de viajeros y mercancías, comprendidos los accesos por carretera y para pasajeros que lleguen o partan a pie.
- Superestructuras, especialmente: carriles, carriles de garganta y contra-carriles; traviesas y longrinas, material diverso de sujeción, balasto, incluida la gravilla y la arena; aparatos de vía; placas giratorias y carros transbordadores (con excepción de los exclusivamente reservados a las máquinas de tracción).
- Instalaciones de seguridad, señalización, incluidas las instalaciones de producción, de transformación y distribución de corriente eléctrica para el servicio de la señalización.
- Instalaciones de alumbrado destinadas a asegurar la circulación de los vehículos y la seguridad de dicha circulación.
- Instalaciones de transformación y conducción de corriente eléctrica para la tracción de los trenes: estaciones, líneas de suministro entre las estaciones y tomas de contacto, catenarias y soportes; tercer carril y soportes.
- Cambiadores de ancho.

Para el desarrollo de esta Guía, con el objetivo de llevar a cabo el proceso de análisis del *climate proofing*, se tendrán en cuenta para este clúster **los elementos físicos y estructurales que posibilitan la operación del ferrocarril**. **Se considerarán todas las actuaciones relacionadas con la construcción, mejora, modernización y mantenimiento de vías férreas, sistemas de electrificación, así como obras complementarias que garanticen la seguridad y funcionalidad del servicio ferroviario.**

Si las actuaciones incluyen pequeñas soluciones basadas en la naturaleza, estas intervenciones también se analizarán dentro de este clúster.

Quedarán exentos de este clúster la construcción o rehabilitación integral que se realicen en estaciones ferroviarias o edificios anexos, pues estos se clasificarán dentro del clúster de **Estaciones de Transporte** y no como parte del clúster de infraestructura ferroviaria.

Los sistemas de telecomunicaciones asociados a los ferrocarriles que sean considerados como infraestructura (antenas, torres de comunicación, estaciones base) y no como equipamiento, se agruparán dentro del clúster de **redes de telecomunicaciones**.

[1] *BOE-A-2015-10440 Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.*

No se incluyen tampoco los trenes o vehículos ferroviarios, ni los servicios de operación o gestión, que forman parte del sistema ferroviario, pero no de la infraestructura física.

Puertos

De acuerdo con el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, última actualización publicada el 29/01/2025[2], se denomina **puerto marítimo** al conjunto de espacios terrestres, aguas marítimas e instalaciones que, situado en la ribera de la mar o de las rías, reúna condiciones físicas, naturales o artificiales y de organización que permitan la realización de operaciones de tráfico portuario, y sea autorizado para el desarrollo de estas actividades por la Administración competente.

Dentro de este clúster **se incluye** toda la **infraestructura física asociada al desarrollo de actividades portuarias**, como las instalaciones de atraque (muros de muelle, embarcaderos, espigones, duques de alba, entre otras).

Se excluyen expresamente los buques y embarcaciones, ya que no forman parte de la infraestructura fija del puerto.

Tampoco se considerarán los **edificios** (como oficinas, terminales de pasajeros u otros inmuebles portuarios), que se clasificarán dentro del sector de Edificios (estaciones de transporte, oficinas, entre otras).

Asimismo, las actuaciones cuyo principal objetivo sea la protección frente a inundaciones y temporales, como diques de abrigo y otras infraestructuras específicas de defensa marítima destinadas exclusivamente a este fin, serán analizadas en el clúster de **Protección y gestión de desastres por inundaciones**, dada su función específica en la gestión del riesgo asociado a fenómenos naturales.

Helipuertos

La Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO), en el Anexo 14 Volumen I[3] define un helipuerto como un aeródromo o área definida sobre una estructura destinada a ser utilizada, total o parcialmente, para la llegada, la salida o el movimiento de superficie de los helicópteros. En otras palabras, un helipuerto es una pista de aterrizaje y despegue para el uso de los helicópteros.

En el contexto de los programas FEDER, los helipuertos se consideran **infraestructuras estratégicas**, especialmente en lo relativo a la **prevención y extinción de incendios forestales y otros peligros naturales**.

Estas instalaciones actúan como bases operativas para medios aéreos, permitiendo una respuesta rápida y eficaz ante emergencias en zonas de difícil acceso. Suelen estar dotadas de plataformas de aterrizaje y despegue, áreas de estacionamiento y rodaje, así como infraestructuras auxiliares destinadas a operaciones logísticas y de coordinación aérea.

[2] *BOE-A-2011-16467 Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.*

[3] *https://elearning.worldaviationato.com/wp-content/uploads/2018/11/13.-ANEXO-14-AER%C3%93DROMOS_1.pdf*

Dentro de este **clúster**, se incluyen las redes de **bases de operaciones para helicópteros**, incluyendo plataformas de aterrizaje, pistas, zonas de rodaje y áreas de maniobra e **infraestructuras físicas asociadas al uso aeroportuario de helicópteros** que cumplan con los criterios de permanencia, uso público o estratégico y funcionalidad para servicios de emergencia.

Por el contrario, **quedarán excluidos de este clúster** los **edificios** asociados (como oficinas, hangares o centros de control), que deberán clasificarse dentro del sector de Edificios, en cada uno de los clústeres correspondientes, así como las **redes de abastecimiento de agua** o **sistemas de alerta temprana** (antenas, torres de comunicación, estaciones base), que, en función de su finalidad, podrán clasificarse dentro de otros clústeres como sistemas de abastecimiento de agua o redes de telecomunicaciones.

Anexo 1.4. Sector Residuos Sólidos

Puntos de recogida y transporte de residuos sólidos

La infraestructura de puntos de recogida y transporte de residuos es un componente esencial dentro del sistema de gestión urbana de residuos, ya que permite el acopio, recolección y traslado eficiente de los residuos sólidos generados por hogares, empresas e industrias hasta las instalaciones de tratamiento, reciclaje o eliminación.

Este clúster comprende exclusivamente los **elementos físicos e infraestructuras** directamente vinculados a las etapas iniciales del ciclo de gestión de residuos: **recogida y transporte**. Entre los elementos incluidos destacan:

- **Puntos de recogida**, incluyendo infraestructura física (plataformas, cerramientos, señalización, paneles informativos) donde se concentran varios tipos de contenedores para facilitar el acceso ordenado de la ciudadanía al sistema de recogida.
- **Áreas de depósito, mantenimiento y operación**, donde se almacenan y mantienen los equipos de recogida, y que pueden incluir obras civiles, talleres y equipamiento auxiliar (como elevadores o montacargas).
- **Estaciones de transferencia de residuos**, en los casos en que se incorporen sistemas de transporte intermedio antes del tratamiento final, incluyendo cintas transportadoras y sistemas básicos de clasificación.

Es importante destacar que este clúster se refiere exclusivamente a la **infraestructura física** asociada a la recogida y transporte de residuos. Por tanto, **no se incluyen** los servicios de gestión, el equipamiento asociado, los vehículos, el personal operativo, ni los sistemas de control digital o software asociados.

Asimismo, si las actuaciones implican la construcción o rehabilitación integral de **edificios asociados** (oficinas, salas de control, etc.), estos deberán clasificarse dentro del sector de **Edificios,** como puede ser dentro del clúster de **Edificios públicos, oficinas y comercios**.

Instalaciones de separación mecánica de residuos sólidos

Las instalaciones de separación mecánica de residuos comprenden un conjunto de infraestructuras esenciales para el tratamiento avanzado de los residuos sólidos urbanos, incluyendo **instalaciones de clasificación y reciclaje**, así como **plantas de valorización de residuos**. Estas infraestructuras permiten clasificar, procesar y preparar los materiales recuperables para su reincorporación en ciclos productivos o para su valorización energética, mejorando la eficiencia y sostenibilidad del sistema de gestión de residuos.

Este clúster abarca exclusivamente los **elementos físicos e infraestructuras** vinculados a la recepción, clasificación, separación, procesamiento y almacenamiento temporal de residuos, excluyendo la gestión operativa y otros servicios. Entre los componentes incluidos destacan:

- **Instalaciones de clasificación y reciclaje**, donde se realiza la separación mecánica de materiales en función de sus características físicas (tamaño, densidad, forma, propiedades magnéticas, etc.), mediante equipos como separadores, trituradores, prensas, densificadores y cintas transportadoras.
- **Plantas de valorización de residuos**, que pueden incluir procesos adicionales para preparar los residuos con fines de recuperación energética o materias primas secundarias.
- **Obras civiles** para las áreas de aceptación de residuos, zonas de tratamiento, y almacenamiento de materiales procesados.

Este clúster se enfoca exclusivamente en la **infraestructura física** necesaria para el funcionamiento de estas instalaciones, sin incluir los vehículos externos de transporte, la gestión operativa, ni los sistemas digitales o recursos humanos asociados.

Instalaciones de tratamiento biológico aeróbico de residuos sólidos

Las instalaciones de tratamiento biológico aeróbico de residuos sólidos están diseñadas para procesar fracciones orgánicas de residuos mediante procesos naturales que requieren la presencia de oxígeno. Su objetivo principal es estabilizar los residuos orgánicos, reducir su volumen y masa, minimizar la emisión de olores y gases contaminantes, y obtener un producto final que pueda ser valorizado como compost o biogás (en algunos casos combinados con otros tratamientos).

Estas instalaciones forman parte fundamental del sistema de gestión sostenible de residuos, especialmente en la gestión de biorresiduos provenientes de hogares, mercados, industrias agroalimentarias y otros sectores. Entre los principales activos incluidos en este tipo de instalaciones se encuentran los mezcladores de biosólidos (biosolids mixer), equipos que facilitan la homogeneización y aireación del material orgánico para optimizar el proceso biológico y los equipos de procesamiento aeróbico, tales como sopladores de aire, sistemas de control de aire, tambores rotatorios y torres verticales, que garantizan la adecuada oxigenación y condiciones para el desarrollo microbiano aerobio.

Este clúster **incluirá** a la infraestructura física que permite el tratamiento biológico aeróbico, como las **obras civiles para edificios o áreas de maduración**, incluyendo la infraestructura para sistemas específicos de tratamiento aeróbico, como pilas estáticas aireadas o sistemas de compostaje en pilas volteadas (turned windrow systems). Se **excluirán** los servicios operativos, personal, equipamiento o sistemas de gestión digital.

Instalaciones de tratamiento de digestión anaeróbica de residuos sólidos

El tratamiento anaeróbico consiste en la descomposición de materia orgánica en ausencia de oxígeno, generando metano (CH_4) que puede utilizarse para producir calor y electricidad. Las instalaciones de tratamiento anaeróbico y fabricación de abono orgánico (compost) procesan residuos orgánicos como desechos de alimentos, jardines, parques y lodos de aguas residuales, contribuyendo a la reducción y estabilización de residuos, destrucción de patógenos y producción de biogás para uso energético.

El clúster de instalaciones de tratamiento de digestión anaeróbica para residuos sólidos **incluye todas las infraestructuras para el tratamiento de digestión anaeróbica y manejo de residuos orgánicos**, con especial atención al control ambiental y la valorización energética. Este clúster **incluye**, además de los activos comunes a la separación mecánica, elementos claves como digestores, tanques o reactores donde se lleva a cabo la digestión anaeróbica, infraestructuras para guardar el gas producido (almacenamiento de biogás) y unidades combinadas de generación de calor y electricidad (CHP), que permiten la valorización energética del biogás generado, optimizando la eficiencia del proceso.

Este clúster **excluye** las mejoras y cambios que se puedan realizar del equipamiento dentro de las instalaciones, servicios operativos, personal o sistemas digitales.

Restauración de vertederos

Los vertederos están destinados a la disposición final de residuos sólidos que no pueden reciclarse o valorizarse. Son instalaciones que han sido ubicadas y diseñadas de tal manera que reduzcan e impidan los efectos negativos en la salud humana y el medio ambiente, en concreto, la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas y superficiales y del aire, así como la emisión de gases de efecto invernadero. Para ello, cuentan con una serie de elementos constructivos, entre los que cabe señalar la barrera geológica artificial y los sistemas de impermeabilización lateral y de fondo de los vasos de vertido, los sistemas de evacuación de las aguas pluviales y sistemas de recogida y almacenamiento de lixiviados.

Adicionalmente los vertederos que admiten residuos susceptibles de producir gases de vertedero (residuos biodegradables) cuentan con dispositivos para la captación de estos y su posterior aprovechamiento o tratamiento. En este clúster se incluirán las **actuaciones que impliquen la ejecución de obras físicas y técnicas relacionadas con la restauración vertederos**, como, por ejemplo:

- **Obras civiles de estabilización**, como contenciones, cubiertas o sellados impermeables para evitar filtraciones y lixiviados.
- **Sistemas de gestión de gases**, incluyendo captación y tratamiento del biogás generado.
- **Sistemas de drenaje y gestión de lixiviados**, con tuberías, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento o colectores.
- **Infraestructura para acceso** como caminos internos, vallados y señalización.

De igual manera, las medidas destinadas a la restauración de vertederos que incluyan la creación o recuperación de áreas verdes se integrarán dentro de este clúster.

No se considera como infraestructura las actuaciones que se limitan exclusivamente a tareas operativas, labores de limpieza o gestión administrativa, por lo que no están sujetas al proceso de *climate proofing* y quedan excluidas de este clúster

Anexo 1.5. Sector Agua

Sistemas de abastecimiento de agua

Los sistemas de abastecimiento de agua, o sistemas de suministro de agua, son aquellos que se encargan de llevar el agua desde la fuente hasta el punto de consumo, asegurando la cantidad y calidad requeridas. Estos sistemas suelen incluir captación de agua, tratamiento, almacenamiento, distribución y, excepcionalmente, desalación.

Los sistemas de abastecimiento están compuestos de: sistemas de captación (cuencas hidrográficas, ríos y quebradas), sistemas de distribución (túneles y tuberías), sistemas de almacenamiento (embalses) y producción (plantas de tratamiento).



Figura 1. 2Etapas de un sistema de abastecimiento de agua. Fuente: Elaboración propia

El clúster de **sistemas de abastecimiento de agua** comprende por tanto el conjunto de infraestructuras físicas destinadas a **captar, tratar, almacenar, transportar y distribuir agua desde fuentes naturales hasta los puntos de consumo final**, garantizando la calidad y cantidad necesarias para su uso.

Dentro de este clúster **se incluyen** exclusivamente los elementos físicos que permiten el funcionamiento del sistema. Entre ellos se encuentran las **infraestructuras de captación**, como presas, azudes, pozos o galerías filtrantes, encargadas de interceptar el recurso hídrico en su origen. También forman parte de este clúster los **sistemas de transporte**, que incluyen canales, acueductos, túneles y redes de tuberías primarias para trasladar el agua hasta las zonas de tratamiento o almacenamiento, así como las infraestructuras de riego. Las **estaciones de bombeo** también se consideran infraestructura esencial, al permitir el desplazamiento del agua cuando el terreno no facilita el flujo por gravedad.

Las **plantas de tratamiento de agua potable (ETAP)**, en las que se lleva a cabo la eliminación de contaminantes físicos, químicos y biológicos mediante procesos como floculación, filtración y desinfección, también están comprendidas en este clúster.

Asimismo, se consideran parte integrante las **infraestructuras de almacenamiento**, como depósitos, tanques de regulación y embalses intermedios, así como las **redes de distribución** que transportan el agua ya potabilizada a los usuarios mediante un sistema de tuberías, válvulas y accesorios.

Las **plantas desalinizadoras**, cuya función es transformar agua de mar o agua salobre en agua apta para el consumo, también se incluyen en este clúster, aunque su financiación con FEDER tenga carácter excepcional.

Por el contrario, **no se consideran parte de este clúster** aquellas actividades o elementos que no constituyen infraestructura física, tales como la gestión administrativa del sistema, las labores rutinarias de mantenimiento o los servicios operativos sin intervención estructural. Tampoco se incluyen los sistemas de control digital, software o plataformas de gestión no integradas físicamente en la infraestructura.

Además, las infraestructuras vinculadas al **tratamiento de aguas residuales** (como las estaciones depuradoras) pertenecen al **clúster de saneamiento y depuración**, dado que intervienen en una etapa posterior del ciclo del agua.

Sistemas de saneamiento y depuración de agua

Los **sistemas de saneamiento y depuración de aguas** son el conjunto de infraestructuras y procesos que se encargan de **recoger, transportar, tratar y, finalmente, verter las aguas residuales** de forma segura al medio ambiente. Esto implica la gestión de aguas contaminadas, desde la red de alcantarillado hasta las estaciones depuradoras, con el objetivo de proteger la salud pública y el medio ambiente.

El **clúster de saneamiento y depuración de agua** comprende los **elementos físicos y estructurales que permiten la recolección, conducción, tratamiento y evacuación de aguas residuales**. Se incluyen las redes de tuberías y colectores, las estaciones de bombeo, las plantas de tratamiento de aguas residuales (donde se realizan procesos físicos, químicos y biológicos para su descontaminación), así como los sistemas de control y monitoreo físico directamente integrados en estas infraestructuras.

No forman parte de este clúster las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP), ya que su función es tratar agua bruta para hacerla apta para el consumo, lo cual corresponde al clúster de abastecimiento de agua.

Asimismo, se excluyen las actuaciones que se limiten a funciones operativas o administrativas, como la limpieza rutinaria, el mantenimiento sin intervención física significativa, cambios o mejoras de equipamiento o la gestión del sistema sin actuaciones sobre los elementos estructurales.

Anexo 1.6. Sector Energía

Red de transmisión y distribución de electricidad (T&D)

La transmisión y distribución (T&D) de electricidad es el sistema que transporta la energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta los consumidores finales. Esta red de infraestructura incluye líneas eléctricas aéreas y subterráneas, subestaciones y otros equipos y es fundamental para la eficiencia y seguridad del suministro eléctrico.

El clúster de red de transmisión y distribución de electricidad está compuesto por todas las actuaciones que impliquen la **construcción, ampliación, renovación o instalación física de los componentes estructurales del sistema eléctrico**.

Algunos ejemplos de los componentes de este clúster son:

- **Subestaciones:** Son las instalaciones que actúan como nudos de la red de transporte, en los que confluyen varios circuitos eléctricos, y en ellas se ubican los elementos necesarios para su maniobra y protección.
- **Líneas aéreas:** Las líneas eléctricas aéreas funcionan en corriente alterna y están formadas principalmente por conductores (cables que transportan la electricidad) y cables de tierra, las cadenas de aisladores y los apoyos o torres (que incluyen las cimentaciones y las puestas a tierra).
- **Líneas submarinas:** Son las utilizadas para conectar sistemas eléctricos como los de las islas o los de países vecinos. En estas líneas se utilizan diferentes tipos de cables, los más comunes son los tripolares de aislamiento seco, en los que las tres fases del cable se agrupan en una misma envolvente, de forma que un único cable alberga el circuito eléctrico completo. Cada una de las tres fases incluye el conductor, el aislamiento, la pantalla y la cubierta.
- **Líneas subterráneas:** Las líneas subterráneas están formadas por cables aislados, sus empalmes y terminales, y el sistema de puesta a tierra de las pantallas.
- **Transformadores:** Los transformadores son los componentes del sistema eléctrico que posibilitan el flujo de potencia entre diferentes niveles de tensión.

De este clúster **quedarán excluidos** las actividades operativas (inspección, limpieza, ajustes menores), desarrollo de software, planes, estudios, diagnósticos o consultorías sin ejecución física, gestión administrativa o reemplazo de equipos menores que no impliquen modificación estructural del sistema, pues no se consideran infraestructura.

Energía eólica

La **energía eólica** es una fuente de energía renovable que se obtiene al aprovechar la fuerza del viento para generar electricidad. Se basa en la conversión de la energía cinética del viento en electricidad mediante **aerogeneradores**. Por otra parte, un parque eólico comprende un conjunto de aerogeneradores distribuidos estratégicamente para captar la energía cinética del viento y convertirla en electricidad, la cual es posteriormente transmitida y distribuida a la red eléctrica.

El **clúster de energía eólica incluye las instalaciones físicas y sistemas asociados a la generación de energía eléctrica proveniente del viento**. Entre sus componentes se encuentran las turbinas eólicas (integradas por torres, rotores, nacelles y los equipos mecánicos y eléctricos asociados), las estructuras de soporte y sus fundaciones, las líneas de transmisión que conectan el parque con la red eléctrica, las subestaciones tanto *offshore* como *onshore*, y las instalaciones auxiliares destinadas a la operación, mantenimiento y ensamblaje de los equipos.

Se excluyen de este clúster aquellas actividades que no impliquen intervención física directa, tales como labores administrativas, cambios de equipos, planificación sin obra física, o mantenimiento operativo rutinario que no suponga mejoras ni instalación de nuevos elementos físicos, así como aquellas que puedan considerarse como equipamiento.

Energía solar

La energía solar se define como la energía que se obtiene directamente del sol, a través de su radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta), que puede ser aprovechada para generar electricidad o calor. Existen dos formas de aprovechamiento principales: **la energía solar fotovoltaica,** la cual utiliza paneles solares para convertir la luz solar directamente en electricidad y la **energía solar térmica** que utiliza colectores solares o espejos para concentrar el calor solar y utilizarlo para calentar agua o producir electricidad.

Las instalaciones solares (fotovoltaicas y térmicas) pueden ubicarse en terrenos (instalaciones a tierra) o integrarse en estructuras existentes, como cubiertas de edificios o instalaciones industriales.

Las instalaciones a tierra suelen situarse en zonas con alta irradiación solar y con suficiente espacio disponible, mientras que las integradas en cubiertas o superficies construidas aprovechan áreas ya existentes sin requerir nueva ocupación de suelo.

El clúster de energía solar comprende las **instalaciones físicas y los sistemas asociados a la generación de energía fotovoltaica o térmica**, siempre que dichos elementos se clasifiquen como infraestructura.

Para los efectos de aplicación del proceso de análisis del *climate proofing* los sistemas de energía solar se consideran **infraestructura** cuando su finalidad principal es la generación de electricidad para su inyección a la red, ya sea con fines de distribución, comercialización o como parte de un sistema energético colectivo, y cuando incluyen elementos como subestaciones, líneas de evacuación o instalaciones auxiliares a gran escala.

Por otra parte, **se excluyen de este clúster** todas aquellas actuaciones que, al considerarse **equipamiento**, no reúnen las características propias de una infraestructura y, por tanto, no requieren la aplicación del proceso de análisis del *climate proofing*.

Asimismo, también **se excluyen** aquellas actividades que no impliquen intervención física directa, tales como labores administrativas, planificación sin obra física, o mantenimiento operativo rutinario que no suponga instalación de nuevos elementos físicos.

Sistemas de calefacción distrital basados en biomasa

Los *District Heating* con biomasa son **sistemas de calefacción urbana centralizada** que utilizan biomasa como fuente de energía para **calentar agua**, que luego se distribuye a través de una red de tuberías hacia edificios residenciales, comerciales e industriales. La biomasa puede incluir residuos forestales, agrícolas, pellets de madera u otros materiales orgánicos renovables.

Estos sistemas producen energía térmica en unas instalaciones centralizadas y la distribuyen hasta los usuarios mediante un conjunto de tuberías 'preaisladas', generalmente subterráneas, a través de un fluido que suele ser agua caliente.

Los **elementos principales de este clúster** son las centrales de generación, la red de tuberías de distribución, formada principalmente de tubos 'preaislados' para minimizar las pérdidas térmicas, y las subestaciones formadas por un intercambiador y los elementos que regulan y controlan que el funcionamiento sea el correcto, así como los elementos de medición para facturar las energías.

Se excluyen de este clúster aquellas actividades que no impliquen intervención física directa relacionada con estas instalaciones, tales como labores administrativas, planificación sin obra física, o mantenimiento operativo rutinario que no suponga instalación de nuevos elementos físicos, así como aquellas actuaciones que puedan considerarse como equipamiento.

Electrolizadores de hidrógeno verde

Una instalación de electrolizadores de hidrógeno verde es una infraestructura dedicada a la producción de hidrógeno mediante la electrólisis del agua, utilizando energía eléctrica proveniente exclusivamente de fuentes renovables. El proceso consiste en separar el agua en hidrógeno y oxígeno a través de la aplicación de electricidad limpia, generando hidrógeno que puede emplearse como vector energético sostenible para sectores industriales, transporte o almacenamiento energético.

Este clúster incluye el **conjunto de instalaciones físicas necesarias para la producción, almacenamiento y distribución del hidrógeno verde**.

Entre sus componentes principales se incluyen:

- **Unidades electrolizadoras** que realizan el proceso de electrólisis para producir hidrógeno.
- **Instalaciones de almacenamiento de hidrógeno,** que permiten conservar el hidrógeno producido bajo condiciones seguras y controladas.
- **Sistemas de purificación de agua,** que garantizan la calidad del agua utilizada en el proceso para evitar daños a los electrolizadores.
- **Sistemas de refrigeración,** necesarios para mantener las condiciones térmicas óptimas durante la operación de los electrolizadores.
- **Electrónica de potencia,** que incluye convertidores e inversores, encargada de gestionar la conversión y control de la energía eléctrica que alimenta los electrolizadores.
- **Sistemas de control,** encargados de gestionar las condiciones operativas, los procedimientos de arranque y parada, entre otros.

Al igual que en los clústeres previamente definidos, **se excluyen de este clúster** todas aquellas actuaciones que no conlleven una intervención física directa sobre los activos como pueden ser las mejoras o cambios de equipos (así como aquellas actuaciones que puedan considerarse como equipamiento), las actividades administrativas, la planificación sin ejecución material, las labores de mantenimiento ordinario que no impliquen mejoras sustanciales o incorporación de nuevos componentes, así como la gestión técnica sin intervención sobre la infraestructura.

Sistemas de almacenamiento de energía en baterías

Los **sistemas de almacenamiento de energía en baterías (BESS)** constituyen una infraestructura clave para la gestión eficiente de la energía eléctrica, especialmente en el contexto de redes con alta penetración de fuentes renovables intermitentes como la solar o la eólica.

Su función principal es almacenar la energía generada en momentos de baja demanda para liberarla en períodos de alta demanda o baja producción, contribuyendo a la estabilidad del sistema eléctrico, la flexibilidad de la red y la optimización del consumo energético.

Este clúster incluye el conjunto de instalaciones físicas y sistemas técnicos directamente vinculados al almacenamiento estacionario de electricidad mediante tecnologías basadas en baterías. Entre los activos que forman parte de esta infraestructura destacan:

- **Módulos de baterías**, formados por múltiples celdas electroquímicas que permiten el almacenamiento y la liberación controlada de electricidad.
- **Sistemas de montaje y estructuras de soporte**, diseñados para alojar de forma segura los módulos, optimizando el espacio y facilitando el mantenimiento.
- **Componentes eléctricos y cableado**, que incluyen cableado interno, interruptores, fusibles y dispositivos de protección y conexión.
- **Convertidores e inversores**, esenciales para transformar la corriente continua almacenada en corriente alterna adecuada para su inyección a la red o uso local.
- **Sistemas de control y monitorización**, encargados de gestionar condiciones de operación, seguridad, supresión de incendios, refrigeración y eficiencia operativa.

Se considera infraestructura únicamente cuando estos sistemas están diseñados para operar en conexión con la red eléctrica, formar parte de una planta de generación o participar en servicios de red como almacenamiento a escala de red, respaldo energético o regulación de frecuencia. En este contexto, el almacenamiento representa una inversión estructural en el sistema energético.

Por el contrario, **no se considera infraestructura** y, por tanto, se clasifica como **equipamiento**, cuando se trata de pequeños sistemas de almacenamiento situados "detrás del contador" (behind-the-meter), especialmente cuando no forman parte de licitaciones de eficiencia energética de edificios.

Anexo 1.7. Sector Telecomunicaciones

Redes de telecomunicaciones

Una red de telecomunicaciones es un sistema integrado de tecnologías, equipos y medios de transmisión que permite el intercambio de información entre usuarios a distancia. Estas redes constituyen la base de la comunicación moderna, permitiendo la transferencia de voz, datos, vídeo y otra información de forma fiable y segura. **En este clúster se agruparán los tipos de inversiones en redes de telecomunicaciones que puedan considerarse infraestructura.**

Una **red de telecomunicaciones** puede clasificarse como **infraestructura** física cuando su implementación implica una intervención estructural significativa en el entorno construido. Esto incluye la realización de **obras civiles como canalizaciones subterráneas, zanjas, torres de transmisión, postes, cámaras de registro o la construcción de recintos técnicos.** Estas actuaciones suponen la creación de **elementos físicos permanentes** que forman parte del territorio y requieren planificación urbanística, autorizaciones y un proceso constructivo complejo.

Además, se considera infraestructura cuando la red tiene una vida útil prolongada, generalmente superior a cinco años, y está diseñada para ser parte integral de un sistema de comunicaciones de amplio alcance, ya sea urbano, regional o nacional. **Las redes de banda ancha, 5G o fibra óptica que conectan distintas localidades o nodos de servicio público son buenos ejemplos de esto**. Su construcción representa una inversión estratégica y estructural, ya que modifica de forma duradera el entorno físico y contribuye al funcionamiento básico de la sociedad.

Por el contrario, **no se considerarán dentro de este clúster** cuando las inversiones están limitadas a la adquisición de equipamiento tecnológico sin obras asociadas. Esto incluye dispositivos como routers, switches, ordenadores, terminales móviles, o cualquier otro tipo de equipo de telecomunicaciones que no requiera una instalación estructural fija. Estos elementos son móviles, de menor duración y fácilmente sustituibles, por lo que no alteran físicamente el espacio donde se instalan.

Solamente las redes que implican una intervención física sustancial deben incluirse en este clúster y someterse al proceso de análisis del *climate proofing*, ya que están expuestas a peligros climáticos y deben diseñarse considerando su resiliencia a largo plazo.

Anexo 1.8. Sector Infraestructura verde

Infraestructura verde

La **infraestructura verde se define como una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos**. Incorpora espacios verdes (o azules en el caso de los ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos de espacios terrestres (incluidas las zonas costeras) y marinos. En los espacios terrestres, la infraestructura verde está presente en los entornos rurales y urbanos.

Como se ha comentado anteriormente, este clúster presenta una elevada heterogeneidad de tipologías de proyectos, por lo que se han tomado una serie de consideraciones para poder guiar a los gestores y promotores de proyectos en la implementación de este proceso de análisis del *climate proofing*.

La primera consideración ha sido determinar que en el caso en el que el proyecto enmarcado dentro de infraestructura verde lleve integrado algún tipo de infraestructura que pueda relacionarse con los otros clústeres ya definidos, como Desarrollo urbano, Carreteras o Restauración de vertederos, su inclusión deberá evaluarse según el clúster correspondiente.

Por ejemplo, si se realizan mejoras en caminos de acceso o revegetación de taludes al margen de carreteras, estas acciones deberán incluirse en el clúster de Carreteras. Para cada uno de estos clústeres se sugerirán medidas de adaptación asociadas a este tipo de infraestructuras y que por tanto deberán incorporarse en los proyectos correspondientes cuando sea necesario, garantizando que se consideren adecuadamente los aspectos climáticos y ambientales.

Sin embargo, para las **actuaciones de infraestructura verde que sean medidas en sí mismas de adaptación al cambio climático se ha considerado que quedan excluidas del requisito de realizar un análisis de *climate proofing*** siempre y cuando sean el resultado de una evaluación de riesgos climática previa.

En estos casos, bastará con presentar las referencias al Plan de Adaptación o el Estudio de Riesgo de Cambio Climático asociado, las cuales servirán para demostrar que el proyecto ya ha tenido en consideración las condiciones climáticas futuras al ser en sí mismo una respuesta de adaptación a esos riesgos climáticos previamente identificados.

Asimismo, **se excluyen las actuaciones de infraestructura verde cuyo objetivo principal sea la protección de elementos naturales y biodiversidad de manera general**, siempre que no incluyan componentes relacionados con otros clústeres (ya que en ese caso, como se ha explicado anteriormente, si se integra un elemento que pueda tener cabida en alguno de los otros clústeres ya definidos, habría que considerar esa parte del proyecto de infraestructura verde dentro de ese otro clúster y, en caso necesario, adoptar las medidas de adaptación correspondientes a ese otro clúster), como puede ser la restauración de zonas degradadas (como riberas, espacios fluviales, dunas de playas o bosques) y la recuperación de humedales, entre otras.

Esto se debe a que estas intervenciones ya incorporan, por lo general, medidas que consideran las proyecciones de cambio climático. Para estos casos, se recomienda demostrar qué criterios climáticos fueron tomados en cuenta, los cuales pueden estar reflejados en Estudios de Impacto Ambiental o Anejos de Integración.

Anexo 1.9. Sector Protección y gestión de desastres

Protección y gestión de desastres por inundaciones

La ejecución de nuevas **obras de protección frente a inundaciones** contribuye al objetivo general de conseguir una reducción del riesgo para la salud humana, las actividades económicas, el patrimonio cultural y el medio ambiente en las zonas inundables.

Este clúster incluye todas aquellas infraestructuras físicas cuya finalidad principal es la protección frente a inundaciones, ya sean de origen fluvial, pluvial o costero. Se trata de las llamadas **medidas estructurales**, es decir, **intervenciones de tipo ingenieril o constructivo** (también conocidas como **infraestructura gris**) diseñadas para reducir los riesgos que suponen las inundaciones en las zonas expuestas.

Estas actuaciones se proyectan generalmente en áreas clasificadas como de riesgo potencial significativo de inundación, y se ejecutan cuando se considera que son la solución más adecuada frente al problema identificado, teniendo en cuenta las condiciones locales, técnicas y ambientales.

Ejemplos típicos de este tipo de infraestructuras son los diques de contención, las motas, muros, espigones, rompeolas, gaviones, escolleras y otras estructuras que permiten contener o desviar el agua y estabilizar márgenes para evitar la erosión o el desbordamiento de cauces.

En este clúster no se incluyen los **sistemas de alerta temprana o redes de monitoreo**, que se pueden integrar dentro del clúster de redes de telecomunicaciones (en los casos que se consideren como infraestructura y no como equipamiento).

Asimismo**, quedarán exentas las actuaciones derivadas de planes de adaptación al cambio climático**, o aquellas que puedan ser consideradas como parte de estos, dado que ya deben contar con un estudio previo de riesgos climáticos actuales y futuros.

Los tipos de medidas de adaptación que se propondrán para este clúster dependerán en gran medida del contexto en el que se ubiquen estas infraestructuras. No es lo mismo proteger una zona costera expuesta al aumento del nivel del mar que una zona urbana afectada por lluvias torrenciales. La adaptación debe considerar las particularidades de cada entorno.

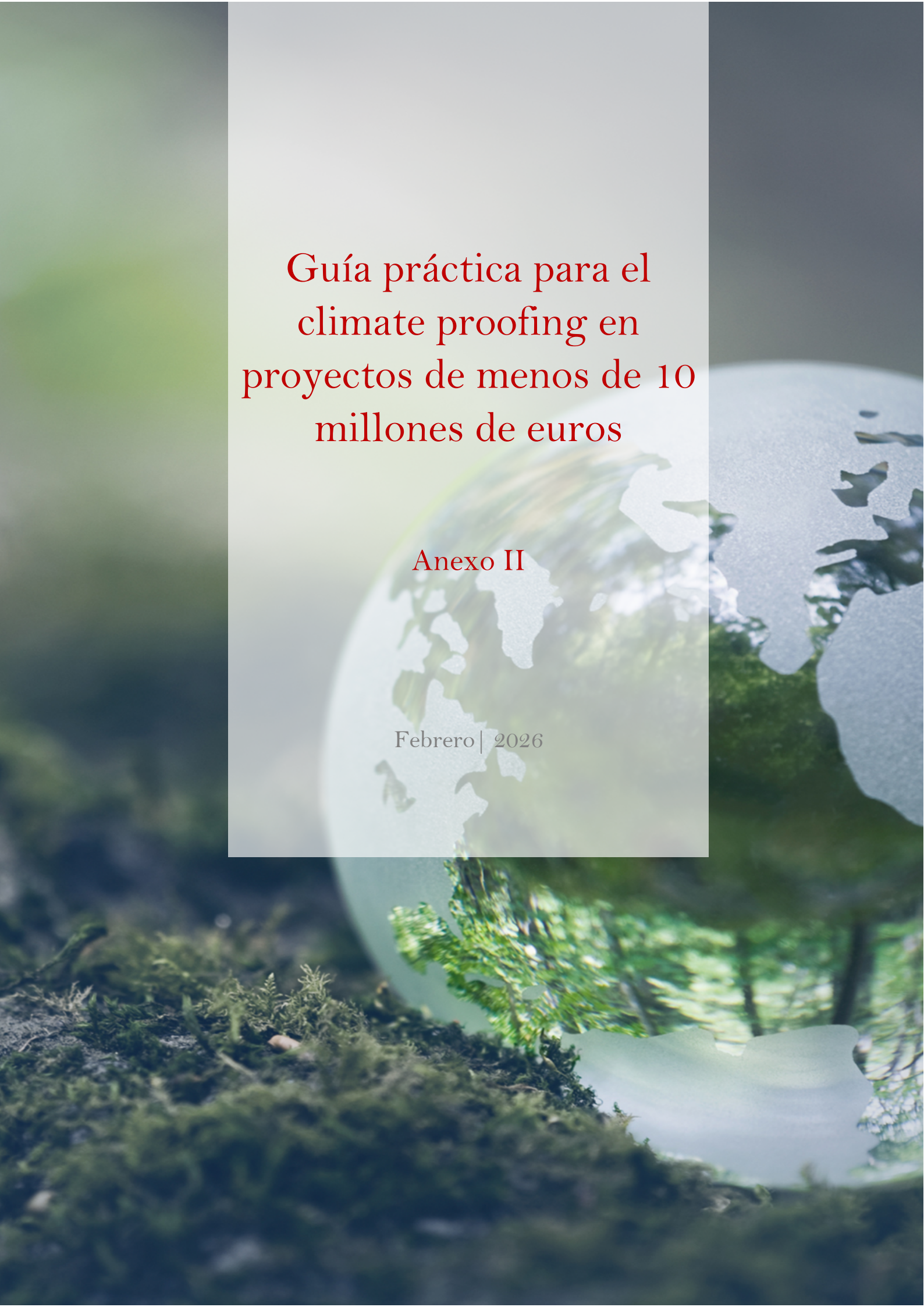
Dado el carácter estructural y la vida útil prolongada de este tipo de inversiones, resulta imprescindible incorporar en su planificación y diseño las proyecciones climáticas a medio y largo plazo. Variables como el incremento sostenido de la temperatura, así como la alteración en los patrones de precipitación (tanto en intensidad como en frecuencia) deben ser consideradas desde las fases iniciales del proyecto.

La integración de estos factores no solo optimiza la durabilidad y el rendimiento funcional de las infraestructuras, sino que minimiza de forma significativa el riesgo de fallo, degradación prematura o pérdida de eficacia. En este contexto, la aplicación del análisis del *climate proofing* se revela como un requisito técnico esencial para asegurar que las medidas estructurales mantengan su capacidad de protección frente a eventos climáticos extremos futuros, garantizando así su eficacia operativa bajo condiciones climáticas más exigentes que las actuales.

Guía práctica para el climate proofing en proyectos de menos de 10 millones de euros

Anexo II

Febrero | 2026





Anexo II. Descripción de la Metodología de Exposición

Para la categorización de la exposición a los peligros climáticos en el territorio español, se ha desarrollado una metodología fundamentada en la aplicación de factores de progresión. El factor de progresión es una herramienta que permite dividir rangos de datos en intervalos crecientes de manera exponencial o logarítmica, ajustándose a la percepción no lineal de las magnitudes ambientales.

Este método facilita la identificación de zonas críticas al aplicar una función de valor (ley de Weber-Fechner), lo que permite categorizar variables continuas en niveles ordinales. Para ello, se emplearon herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este enfoque se ha empleado en diversos estudios de análisis climático para normalizar variables ambientales y facilitar su interpretación en contextos territoriales complejos (Patel y Patel, 2024[1]; Moiseev *et al*., 2021[2], Quesada *et al*., 2023[3]). Para fines interpretativos los rangos presentados estarán en función de Bajo (1), Medio (2) y Alto (3).

A cada uno de los peligros identificados se le asignó una variable climática, seleccionada entre las disponibles en el visor AdapteCCa o determinada mediante un análisis específico, con el objetivo de evaluar su exposición actual y futura. Para evaluar la **exposición al clima actual**, se emplearon los datos correspondientes al período histórico de referencia (1971-2000). En cuanto al análisis de la **exposición al clima futuro**, se utilizaron los datos proyectados para el horizonte temporal medio (2041-2070), bajo el escenario climático SSP5-8.5, ya que es que es el que se recomienda utilizar en los análisis de comprobación previa iniciales en las Orientaciones Técnicas.

No obstante, la elección del escenario SSP5-8.5, en este contexto, no implica que este represente la situación más extrema que podría enfrentar un proyecto. Si bien se asocia con condiciones severas, la evidencia indica que los impactos más significativos de este escenario se manifestarían principalmente a partir del horizonte lejano (posterior a 2071). Su uso en este análisis responde, por tanto, a la intención de aplicar la metodología de forma integral y considerar un rango amplio de posibles condiciones climáticas a nivel municipal para toda España.

Para los peligros de inundación fluvial y costera, el visor AdapteCCa no proporciona información relativa a estos, por lo que se recurrió a la cartografía espacial en formato vectorial (shapefile) proporcionada por el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). Para determinar la **exposición actual**, se creó una variable que relaciona el área de la zona inundable (ya sea fluvial o costera) dentro de cada término municipal con respecto al área total del municipio, expresado como porcentaje. Para este análisis se seleccionó la zona inundable correspondiente a un período de retorno de 500 años, al tratarse del escenario más desfavorable.

Los valores umbrales resultantes de la clasificación de la exposición se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Umbrales de los criterios para la exposición actual y futura de los peligros climáticos seleccionados. Fuente: Elaboración propia

[1] Patel, R., & Patel, A. (2024). Evaluating the impact of climate change on drought risk in semi-arid region using GIS technique. *Results in Engineering*, *21*, 101957.

[2] Moiseev, D., Gorina, L., Romanovsky, V., Valeeva, K., & Gorbunova, O. (2021, December). Hydrogeological processes and phenomena and assessment of their danger. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 937, No. 3, p. 032018). IOP Publishing.

[3] Quesada-Ganuza, L., Garmendia, L., Alvarez, I., & Roji, E. (2023). Vulnerability assessment and categorization against heat waves for the Bilbao historic area. *Sustainable Cities and Society*, *98*, 104805.

		Categorización de la Exposición		
Peligro climático	Variable	Baja	Media	Alta
Variabilidad de la temperatura extrema	Temperatura máxima extrema	<= 36 ºC	> 36 y < 41 ºC	>= 41 ºC
Olas de calor	Duración máxima de olas de calor	<= 10 días	> 10 y < 38 días	>= 38 días
Precipitaciones fuertes	Precipitación máxima en 24 horas	<= 22 mm	> 22 y < 48 mm	>= 48 mm
Inundaciones fluviales	Área de zona inundable / área municipal	<= 3,1 %	> 3,1 y < 25 %	>= 25 %
Inundaciones costeras	Área de zona inundable / área municipal	<= 2,8 %	> 2,8 y < 11,4 %	>= 11,4 %
Sequía	Número de días consecutivos con precipitación < 1 mm	<= 30 días	> 30 y < 67 días	>= 67 días

Para el análisis de la **exposición futura de las inundaciones fluviales y costeras**, se han tenido en cuenta las proyecciones climáticas disponibles, relacionadas principalmente con el incremento de la precipitación y el aumento del nivel medio del mar respectivamente. Estas proyecciones se han vinculado con la clasificación actual de exposición, con el objetivo de evaluar si existe un incremento en la categoría de exposición entre la situación actual y futura.

Los **criterios definidos para considerar la exposición futura** son los siguientes:

- El punto de partida es la valoración obtenida en la exposición actual.
- Existe la posibilidad de aumentar un nivel la valoración obtenida en la exposición actual siempre y cuando se den las siguientes condiciones:
  - **Inundación fluvial**: un municipio ha incrementado su categoría de exposición si
    - Contenía zonas inundables en su territorio, y
    - Presentaba un cambio positivo entre el valor de exposición del clima futuro y clima actual en la categoría de exposición asociada al peligro climático incremento de la precipitación.
  - **Inundación costera**: un municipio ha incrementado su categoría de exposición si
    - Contenía zonas inundables en su territorio, y
    - El aumento proyectado del nivel medio del mar bajo el escenario SSP5-8.5 para el año 2100 superaba los 0,8 m[4].

En los casos en los que se disponga de la ubicación exacta del proyecto al que se va a aplicar el análisis del *climate proofing*, este visor web permite superponer las distintas capas de zonas inundables para verificar si el proyecto se sitúa dentro o fuera de ellas.

Esta funcionalidad adicional resulta especialmente útil, ya que permite precisar la evaluación: para un municipio clasificado como de exposición baja o media según los criterios generales, si el proyecto concreto

[4] Este umbral se ha definido como el valor promedio del aumento del nivel medio del mar obtenido a partir de todos los mareógrafos analizados en España, según la herramienta *NASA Sea Level Projection Tool*: https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool#

se encuentra dentro de zonas inundables, la herramienta ajustará automáticamente el nivel de exposición del proyecto, subiéndolo a "alto". Por ello, **siempre se recomienda verificar la ubicación exacta del proyecto para confirmar si realmente se encuentra o no en una zona inundable.**

Para los deslizamientos de tierra e incendios forestales se aplicó una metodología de análisis diferenciada. Para ello, se incorporó al visor una sección específica denominada **Otros Riesgos**.

En el caso de los incendios forestales, se utilizó la información relativa al total de superficie forestal afectada por incendios, procedente de la base de datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) para el periodo 1996–2015. Las categorías de riesgo se definieron a partir de la distribución estadística y los puntos de cambio de la muestra de incendios a escala municipal, estableciendo como umbral máximo las 500 ha, correspondiente al límite de clasificación de un Gran Incendio Forestal (GIF).

Para los deslizamientos de tierra, se empleó la información y la clasificación desarrolladas por el IGME-CSIC y los Servicios Geológicos de Europa, utilizadas para caracterizar la densidad de deslizamientos de tierra a nivel municipal.

Las categorías de análisis se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Umbrales de los criterios para los peligros de incendios forestales y deslizamientos de tierra. Fuente: Elaboración propia

		Categorización		
Peligro climático	**Variable**	Baja	Media	Alta
Deslizamientos de tierra	Densidad media de deslizamientos (km^2) por municipio	<= 0,5 desl/km^2	> 0,5 y < 1 desl/km^2	>= 1 desl/km^2
Incendios forestales	Superficie forestal afectada (ha)	<= 100 ha	> 100 y < 500 ha	>= 500 ha

Si el proyecto se encuentra en un municipio de categoría Alta o Media, sería necesario que se estudiara la posibilidad de tomar medidas de adaptación frente a estos peligros.



Guía práctica para el climate proofing en proyectos de menos de 10 millones de euros

Anexo III

Febrero | 2026



Anexo III. Ejemplos de Medidas de adaptación indicativas

A continuación, se muestran unas **listas indicativas y no exhaustivas** de posibles medidas de adaptación que podrían aplicarse en los distintos tipos de infraestructuras para reducir los diferentes peligros climáticos identificados. Es importante destacar que el beneficiario del proyecto es el responsable de decidir si es necesario o no aplicar algunas medidas y cuáles, teniendo en cuenta las características específicas del proyecto.

Independientemente de la fase en la que se encuentre el proyecto (planificación, diseño, construcción u operación), los beneficiarios deben revisar **todas las medidas y recomendaciones**. Esto se debe a que las medidas definidas para fases anteriores pueden seguir siendo relevantes, ya sea para **verificar que los riesgos climáticos identificados están siendo gestionados**, o para **evaluar medidas previstas que podrían implementarse**.

Sector Edificios

Anexo 3.1. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Edificios públicos, oficinas y comercios. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Edificios públicos, oficinas y comercios	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático.

	• Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio.

	Operación y Mantenimiento • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones.

	• Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales.

	• Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación**

	• Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (descarga de inodoros, riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar sistemas de climatización con baja dependencia del agua, priorizando tecnologías de refrigeración por aire en lugar de sistemas que requieran consumo hídrico. • Instalar equipos y accesorios sanitarios eficientes con certificaciones de ahorro de agua (etiquetas tipo "WaterSense" o similares). • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas de abastecimiento para reducir pérdidas. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico del edificio. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez (uso de maquinaria eficiente, planificación por zonas, etc.). • Coordinar con servicios municipales para el abastecimiento alternativo, en caso de cortes prolongados (cisternas móviles, almacenamiento temporal). • Promover la sensibilización del personal y usuarios del edificio sobre el uso responsable del agua. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación**

	• Priorizar la ubicación de edificios fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores del edificio, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de los edificios a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor del edificio, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra.

	Diseño y Construcción • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.2. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Edificios residenciales. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Edificios residenciales	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura (Temperatura Máxima Extrema)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Fomentar la instalación de toldos, persianas exteriores o láminas de protección solar para reducir la carga térmica en verano. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio.

	Operación y Mantenimiento • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Concienciar a los residentes sobre medidas de autoprotección durante episodios de altas temperaturas, como el uso racional del aire acondicionado, hidratación y horarios seguros. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración.

	Operación y Mantenimiento • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura de los residentes. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios.

	• Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Fomentar la instalación de toldos, persianas exteriores o láminas de protección solar para reducir la carga térmica en verano. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Concienciar a los residentes sobre medidas de autoprotección durante episodios de altas temperaturas, como el uso racional del aire acondicionado, hidratación y horarios seguros. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos.

	• Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura de los residentes. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura de los residentes.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (descarga de inodoros, riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar sistemas de climatización con baja dependencia del agua, priorizando tecnologías de refrigeración por aire en lugar de sistemas que requieran consumo hídrico. • Instalar equipos y accesorios sanitarios eficientes con certificaciones de ahorro de agua (etiquetas tipo “WaterSense” o similares). • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas de abastecimiento para reducir pérdidas. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico del edificio. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar recarga acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez (uso de maquinaria eficiente, planificación por zonas, etc.). • Coordinar con servicios municipales para el abastecimiento alternativo, en caso de cortes prolongados (cisternas móviles, almacenamiento temporal). • Realizar campañas de sensibilización y formación vecinal sobre el uso eficiente del agua durante periodos de sequía. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**



Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores del edificio, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de los edificios a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor del edificio, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. • Fomentar la preparación comunitaria: participación en planes locales de emergencia, simulacros de evacuación y coordinación vecinal.

	Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.3. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Instalaciones de salud. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Instalaciones de salud	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. En las áreas críticas de atención sanitaria (quirófanos, UCI, laboratorios), estos sistemas deberán incluir filtración de alta eficiencia (como filtros HEPA) para garantizar la calidad del aire interior y mantener condiciones seguras incluso durante episodios de temperaturas extremas. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Aislar equipos, tuberías, cableado y componentes expuestos al exterior, con el fin de prevenir pérdidas de eficiencia y protegerlos frente al deterioro por altas temperaturas. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana.

	• Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Ampliar la capacidad de los generadores eléctricos de emergencia para asegurar el funcionamiento continuo de los sistemas críticos ante incrementos sostenidos en la demanda energética. • Capacitar al personal técnico y de mantenimiento en protocolos de operación segura y eficiente de los sistemas durante episodios de temperaturas extremas, así como en el uso racional de la energía en situaciones de alta demanda. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa durante eventos de anegamiento. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación.

	• Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático.

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. En las áreas críticas de atención sanitaria (quirófanos, UCI, laboratorios), estos sistemas deberán incluir filtración de alta eficiencia (como filtros HEPA) para garantizar la calidad del aire interior y mantener condiciones seguras incluso durante episodios de temperaturas extremas. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Aislar equipos, tuberías, cableado y componentes expuestos al exterior, con el fin de prevenir pérdidas de eficiencia y protegerlos frente al deterioro por altas temperaturas. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Ampliar la capacidad de los generadores eléctricos de emergencia para asegurar el funcionamiento continuo de los sistemas críticos ante incrementos sostenidos en la demanda energética. • Capacitar al personal técnico y de mantenimiento en protocolos de operación segura y eficiente de los sistemas durante episodios de temperaturas extremas, así como en el uso racional de la energía en situaciones de alta demanda.

	• Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa durante eventos de anegamiento. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua.

	• Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa durante eventos de anegamiento. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones.

	• Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (descarga de inodoros, riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar sistemas de climatización con baja dependencia del agua, priorizando tecnologías de refrigeración por aire en lugar de sistemas que requieran consumo hídrico. • Instalar equipos y accesorios sanitarios eficientes con certificaciones de ahorro de agua (etiquetas tipo “WaterSense” o similares). • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas de abastecimiento para reducir pérdidas.

	• Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico del edificio. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez (uso de maquinaria eficiente, planificación por zonas, etc.). • Coordinar con servicios municipales para el abastecimiento alternativo, en caso de cortes prolongados (cisternas móviles, almacenamiento temporal). • Capacitar al personal sobre medidas de eficiencia hídrica y respuesta ante emergencias por falta de agua, para garantizar la operatividad de los servicios esenciales. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia.

	• Implementar sistemas de respaldo energético robustos (generadores) para asegurar la continuidad operativa durante cortes de electricidad asociados a incendios. • Asegurar que las unidades de ventilación, especialmente en zonas críticas como UCIs o quirófanos, puedan funcionar en modo cerrado o con filtros especiales para evitar la entrada de humo y partículas nocivas durante incendios. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores del edificio, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de los edificios a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor del edificio, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. • Revisar y reforzar las conexiones y aislamiento térmico de tuberías y sistemas eléctricos para resistir temperaturas elevadas y prevenir fallos durante incendios. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado.

	• Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.4. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Instalaciones educativas. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Instalaciones educativas	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático.

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua.

	• Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana.

	• Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua.

	• Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones.



	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (descarga de inodoros, riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar sistemas de climatización con baja dependencia del agua, priorizando tecnologías de refrigeración por aire en lugar de sistemas que requieran consumo hídrico. • Instalar equipos y accesorios sanitarios eficientes con certificaciones de ahorro de agua (etiquetas tipo “WaterSense” o similares). • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas de abastecimiento para reducir pérdidas. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico del edificio. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez (uso de maquinaria eficiente, planificación por zonas, etc.). • Coordinar con servicios municipales para el abastecimiento alternativo, en caso de cortes prolongados (cisternas móviles, almacenamiento temporal). • Promover la sensibilización del personal y usuarios del edificio sobre el uso responsable del agua. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores del edificio, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de los edificios a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor del edificio, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación**

	• Priorizar la ubicación de edificios alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.5. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Centros de datos y centros de investigación. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Centros de datos y centros de investigación	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Priorizar siempre que sea viable la localización de los centros de datos o los centros de investigación en regiones con temperaturas frías para reducir el impacto del incremento de la temperatura y aprovechar el enfriamiento natural. • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. En áreas críticas (laboratorios, salas de servidores, salas limpias, etc.) emplear refrigeración zonificada. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • En los centros de datos y salas de servidores de los centros de investigación, priorizar la instalación de hardware con alta tolerancia térmica, como servidores o equipos TI que pueden operar hasta 35ºC o más.

	• Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • En los centros de datos distribuir uniformemente la carga de trabajo entre los racks para evitar puntos calientes y desplegar cargas no críticas en horarios nocturnos, cuando la temperatura es más baja. • Instalar sensores de temperatura y humedad distribuidos por toda la instalación (áreas críticas, laboratorios, salas de servidores, etc) para monitorizar en tiempo real y utilizar sistemas BMS (Building Management System) o plataformas de gestión energética para automatizar el control climático. • Optimizar el uso de equipos que generen calor (hornos, autoclaves, instrumentos eléctricos, etc.) • Almacenar en los centros de investigación las muestras biológicas o químicas en refrigeradores con respaldo energético y monitoreo remoto. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando su continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Instalar interruptores de corte automático en caso de riesgo eléctrico por inundación. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Priorizar siempre que sea viable la localización de los centros de datos o los centros de investigación en regiones con temperaturas frías para reducir el impacto del incremento de la temperatura y aprovechar el enfriamiento natural. • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. En áreas críticas (laboratorios, salas de servidores, salas limpias, etc.) emplear refrigeración zonificada. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • En los centros de datos y salas de servidores de los centros de investigación, priorizar la instalación de hardware con alta tolerancia térmica, como servidores o equipos TI que pueden operar hasta 35ºC o más.

	• Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • En los centros de datos distribuir uniformemente la carga de trabajo entre los racks para evitar puntos calientes y desplegar cargas no críticas en horarios nocturnos, cuando la temperatura es más baja. • Instalar sensores de temperatura y humedad distribuidos por toda la instalación (áreas críticas, laboratorios, salas de servidores, etc) para monitorizar en tiempo real y utilizar sistemas BMS (Building Management System) o plataformas de gestión energética para automatizar el control climático. • Optimizar el uso de equipos que generen calor (hornos, autoclaves, instrumentos eléctricos, etc.) • Almacenar en los centros de investigación las muestras biológicas o químicas en refrigeradores con respaldo energético y monitoreo remoto. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando su continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a entrada agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Instalar interruptores de corte automático en caso de riesgo eléctrico por inundación. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación.

	• Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando su continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a entrada agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Instalar interruptores de corte automático en caso de riesgo eléctrico por inundación. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento**

	• Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (descarga de inodoros, riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar sistemas de climatización con baja dependencia del agua, priorizando tecnologías de refrigeración por aire en lugar de sistemas que requieran consumo hídrico. • Instalar equipos y accesorios sanitarios eficientes con certificaciones de ahorro de agua (etiquetas tipo “WaterSense” o similares). • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas de abastecimiento para reducir pérdidas. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico del edificio. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento**

	• Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez (uso de maquinaria eficiente, planificación por zonas, etc.). • Coordinar con servicios municipales para el abastecimiento alternativo, en caso de cortes prolongados (cisternas móviles, almacenamiento temporal). • Promover la sensibilización del personal y usuarios del edificio sobre el uso responsable del agua. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Implementar sistemas de respaldo energético robustos (generadores) para asegurar la continuidad operativa durante cortes de electricidad asociados a incendios. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores del edificio, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento**

	• Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de los edificios a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor del edificio, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. • Establecer protocolos de migración de datos o de traslado de muestras en caso de emergencia. • Revisar y reforzar las conexiones y aislamiento térmico de sistemas eléctricos para resistir temperaturas elevadas y prevenir fallos durante incendios. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno.

	• Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.6. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Naves e instalaciones industriales. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Naves e instalaciones industriales	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático.

	• Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Monitorear continuamente las temperaturas internas y externas para ajustar sistemas y procesos productivos según las condiciones térmicas, garantizando seguridad y eficiencia. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa durante eventos de anegamiento. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento**

	• Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Monitorear continuamente las temperaturas internas y externas para ajustar sistemas y procesos productivos según las condiciones térmicas, garantizando seguridad y eficiencia. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa durante eventos de anegamiento. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua.

	• Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad.

	• Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa durante eventos de anegamiento. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (descarga de inodoros, riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar sistemas de climatización con baja dependencia del agua, priorizando tecnologías de refrigeración por aire en lugar de sistemas que requieran consumo hídrico. • Instalar equipos y accesorios sanitarios eficientes con certificaciones de ahorro de agua (etiquetas tipo “WaterSense” o similares). • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas de abastecimiento para reducir pérdidas. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico del edificio. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez (uso de maquinaria eficiente, planificación por zonas, etc.). • Coordinar con servicios municipales para el abastecimiento alternativo, en caso de cortes prolongados (cisternas móviles, almacenamiento temporal). • Promover la sensibilización del personal y usuarios del edificio sobre el uso responsable del agua. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible.

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos eviten propagación fuego hacia instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Implementar sistemas de respaldo energético robustos (generadores) para asegurar la continuidad operativa durante cortes de electricidad asociados a incendios. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores del edificio, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor del edificio, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. • Revisar y reforzar las conexiones y aislamiento térmico de sistemas eléctricos para resistir temperaturas elevadas y prevenir fallos durante incendios. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.7. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Estaciones de transporte. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Estaciones de transporte	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación**

	• Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento.

	• Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Distribuir información y alertas a operadores, personal y pasajeros mediante paneles digitales, apps y centros de despacho, asegurando actualizaciones en tiempo real sobre condiciones meteorológicas extremas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa durante eventos de anegamiento. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua.

	• Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Evaluar las rutas de evacuación y movilidad de pasajeros para asegurar que, durante episodios de inundación, estas vías permanezcan protegidas o, al menos, transitables sin riesgo de accidentes para los usuarios. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables.

	• Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Distribuir información y alertas a operadores, personal y pasajeros mediante paneles digitales, apps y centros de despacho, asegurando actualizaciones en tiempo real sobre condiciones meteorológicas extremas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa durante eventos de anegamiento. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua.

	• Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Evaluar las rutas de evacuación y movilidad de pasajeros para asegurar que, durante episodios de inundación, estas vías permanezcan protegidas o, al menos, transitables sin riesgo de accidentes para los usuarios. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa durante eventos de anegamiento. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua.

	• Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Evaluar las rutas de evacuación y movilidad de pasajeros para asegurar que, durante episodios de inundación, estas vías permanezcan protegidas o, al menos, transitables sin riesgo de accidentes para los usuarios. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (descarga de inodoros, riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar sistemas de climatización con baja dependencia del agua, priorizando tecnologías de refrigeración por aire en lugar de sistemas que requieran consumo hídrico. • Instalar equipos y accesorios sanitarios eficientes con certificaciones de ahorro de agua (etiquetas tipo “WaterSense” o similares). • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas de abastecimiento para reducir pérdidas. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico del edificio. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez (uso de maquinaria eficiente, planificación por zonas, etc.). • Coordinar con servicios municipales para el abastecimiento alternativo, en caso de cortes prolongados (cisternas móviles, almacenamiento temporal). • Promover la sensibilización del personal y usuarios del edificio sobre el uso responsable del agua. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco).

	• Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Implementar sistemas de respaldo energético robustos (generadores) para asegurar la continuidad operativa durante cortes de electricidad asociados a incendios. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores del edificio, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor del edificio, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. • Revisar y reforzar las conexiones y aislamiento térmico de sistemas eléctricos para resistir temperaturas elevadas y prevenir fallos durante incendios. • Capacitar al personal en procedimientos de respuesta ante incendios forestales, incluyendo protocolos de evacuación, coordinación con servicios de emergencia y medidas de autoprotección. • Establecer rutas de evacuación seguras y señalizadas para pasajeros y personal, considerando diferentes escenarios de afectación por fuego o humo. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación**

	• Priorizar la ubicación de edificios alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.8. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Otros tipos de edificaciones. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Otros tipos de edificaciones	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**

Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos.



	• Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua.

	• Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables.

	• Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de los edificios. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar espacios interiores con elementos que favorezcan el confort térmico, como zonas verdes interiores, que reduzcan la temperatura ambiente. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los edificios para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico del edificio. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación**

	• Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos edificios fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales al interior del edificio durante episodios de inundación. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración.

	Operación y Mantenimiento • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (descarga de inodoros, riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar sistemas de climatización con baja dependencia del agua, priorizando tecnologías de refrigeración por aire en lugar de sistemas que requieran consumo hídrico. • Instalar equipos y accesorios sanitarios eficientes con certificaciones de ahorro de agua (etiquetas tipo “WaterSense” o similares). • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas de abastecimiento para reducir pérdidas. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico del edificio. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia.

	Operación y Mantenimiento • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez (uso de maquinaria eficiente, planificación por zonas, etc.). • Coordinar con servicios municipales para el abastecimiento alternativo, en caso de cortes prolongados (cisternas móviles, almacenamiento temporal). • Promover la sensibilización del personal y usuarios del edificio sobre el uso responsable del agua. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificios fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores del edificio, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF).

	• Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de los edificios a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor del edificio, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de edificaciones alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo.

	• Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Sector Desarrollo Urbano

Anexo 3.9. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Desarrollo urbano. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Desarrollo urbano	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático adaptado al microclima local, mediante estrategias como sombreamientos naturales, ventilación urbana, uso de vegetación y orientación adecuada. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Ofrecer incentivos para la construcción de cubiertas frías o verdes y fachadas verdes en los edificios circundantes, con el fin de mejorar las condiciones del microclima y revertir el efecto isla de calor. • Implementar pavimentos de alto albedo o frescos (por ejemplo, adoquines reflectantes o recubrimientos fríos) en zonas de tránsito y áreas deportivas. • Instalar pérgolas, toldos o quioscos con materiales reflectantes para áreas de descanso o fitness urbano. • Incorporar espacios azules (fuentes, pequeños estanques) para aumentar humedad y refrescar microclimas.

	• Incorporar el uso de materiales porosos como mezclas de suelo estabilizado o tierra compactada para los senderos dentro del área de desarrollo urbana. • Instalar fuentes de energía renovable (por ejemplo, para iluminación nocturna) para minimizar la dependencia de la red eléctrica (es decir, evitar los impactos de posibles fallos de energía) y aumentar la eficiencia energética. • Crear y ampliar zonas verdes y arbolado mediante la plantación de árboles de hoja caduca y perenne en plazas, parques infantiles y canchas deportivas para ofrecer sombra natural. **Operación y Mantenimiento** • Mantener y cuidar el arbolado y vegetación para maximizar sombra y capacidad evaporativa. • Mantener el suelo permeable en áreas públicas para reducir temperatura y favorecer infiltración de agua. • Usar sistemas de riego eficientes (riego por goteo, sensores de humedad) para vegetación. • Realizar campañas de sensibilización para el uso responsable de los espacios en horas de máximo calor (fomentar horarios matutinos o vespertinos). **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar el desarrollo o revitalización de espacios de desarrollo urbano fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar la cota de infraestructuras vulnerables por encima de los niveles de inundación proyectados, utilizando plataformas, pilotes o estructuras elevadas. • Diseñar y adquirir equipos de defensa contra inundaciones, como barreras de desvío de agua, tubos de contención, barreras de arena o aluminio, para proteger las partes críticas de las instalaciones y desviar el agua de las zonas sensibles.

	• Evitar uso de materiales de pavimentación impermeables para reducir escorrentía incontrolada y preferir materiales porosos y ecológicos como asfalto poroso, hormigón permeable, adoquines y "pavimentos de césped" fabricados en hormigón o plástico. • Diseñar áreas deportivas o plazas multifuncionales que puedan funcionar temporalmente como zonas de retención de agua (estanque temporal), con pendientes adecuadas para drenaje controlado. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incorporar sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en plazas, parques infantiles y canchas deportivas, como jardines de lluvia, zanjas de infiltración, bioswales (biocanales o zanja de drenaje con cobertura vegetal) o pavimentos permeables. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Incorporar sistemas de alerta temprana y protocolos para cerrar temporalmente espacios deportivos o parques en episodios de posibles inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer planes de contingencia, señalización adecuada y evacuación ante eventos extremos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático adaptado al microclima local, mediante estrategias como sombreamientos naturales, ventilación urbana, uso de vegetación y orientación adecuada. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Ofrecer incentivos para la construcción de cubiertas frías o verdes y fachadas verdes en los edificios circundantes, con el fin de mejorar las condiciones del microclima y revertir el efecto isla de calor.

	• Implementar pavimentos de alto albedo o frescos (por ejemplo, adoquines reflectantes o recubrimientos fríos) en zonas de tránsito y áreas deportivas. • Instalar pérgolas, toldos o quioscos con materiales reflectantes para áreas de descanso o fitness urbano. • Incorporar espacios azules (fuentes, pequeños estanques) para aumentar humedad y refrescar microclimas. • Incorporar el uso de materiales porosos como mezclas de suelo estabilizado o tierra compactada para los senderos dentro del área de desarrollo urbana. • Instalar fuentes de energía renovable (por ejemplo, para iluminación nocturna) para minimizar la dependencia de la red eléctrica (es decir, evitar los impactos de posibles fallos de energía) y aumentar la eficiencia energética. • Crear y ampliar zonas verdes y arbolado mediante la plantación de árboles de hoja caduca y perenne en plazas, parques infantiles y canchas deportivas para ofrecer sombra natural. **Operación y Mantenimiento** • Mantener y cuidar el arbolado y vegetación para maximizar sombra y capacidad evaporativa. • Mantener el suelo permeable en áreas públicas para reducir temperatura y favorecer infiltración de agua. • Usar sistemas de riego eficientes (riego por goteo, sensores de humedad) para vegetación. • Realizar campañas de sensibilización para el uso responsable de los espacios en horas de máximo calor (fomentar horarios matutinos o vespertinos). **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar el desarrollo o revitalización de espacios de desarrollo urbano fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar la cota de infraestructuras vulnerables por encima de los niveles de inundación proyectados, utilizando plataformas, pilotes o estructuras elevadas.

	• Aplicar soluciones como pozos de recarga y barreras físicas subterráneas para mitigar la intrusión de agua salada y proteger los acuíferos. • Diseñar y adquirir equipos de defensa contra inundaciones, como barreras de desvío de agua, tubos de contención, barreras de arena o aluminio, para proteger las partes críticas de las instalaciones y desviar el agua de las zonas sensibles. • Evitar el uso de materiales de pavimentación impermeables para reducir la escorrentía incontrolada y preferir materiales porosos y ecológicos como asfalto poroso, hormigón permeable, adoquines y "pavimentos de césped" fabricados en hormigón o plástico. • Diseñar espacios verdes costeros que actúen como barreras naturales ante inundaciones, como dunas o humedales restaurados. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Incorporar sistemas de alerta temprana y protocolos para cerrar temporalmente espacios deportivos o parques en episodios de posibles inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer planes de contingencia, señalización adecuada y evacuación ante eventos extremos. • Monitorear la intrusión salina para evitar contaminación y emitir alertas ante baja calidad del agua en acuíferos y estanques. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación**

	• Priorizar el desarrollo o revitalización de espacios de desarrollo urbano fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar la cota de infraestructuras vulnerables por encima de los niveles de inundación proyectados, utilizando plataformas, pilotes o estructuras elevadas. • Diseñar y adquirir equipos de defensa contra inundaciones, como barreras de desvío de agua, tubos de contención, barreras de arena o aluminio, para proteger las partes críticas de las instalaciones y desviar el agua de las zonas sensibles. • Evitar el uso de materiales de pavimentación impermeables para reducir la escorrentía incontrolada y preferir materiales porosos y ecológicos como asfalto poroso, hormigón permeable, adoquines y "pavimentos de césped" fabricados en hormigón o plástico. • Diseñar áreas deportivas o plazas multifuncionales que puedan funcionar temporalmente como zonas de retención de agua (estanque temporal), con pendientes adecuadas para drenaje controlado. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incorporar sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en plazas, parques infantiles y canchas deportivas, como jardines de lluvia, zanjas de infiltración, bioswales (biocanales o zanja de drenaje con cobertura vegetal) o pavimentos permeables. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Incorporar sistemas de alerta temprana y protocolos para cerrar temporalmente espacios deportivos o parques en episodios de posibles inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua.

	• Establecer planes de contingencia, señalización adecuada y evacuación ante eventos extremos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Diseñar sistemas de riego eficientes, como riego por goteo o aspersores inteligentes. • Usar materiales que reduzcan consumo de agua en limpieza y mantenimiento (superficies lisas y no porosas). • Fomentar superficies permeables que retengan humedad y reduzcan necesidad de riego. • Integrar infraestructura verde en el desarrollo urbano, priorizando el uso de especies autóctonas y resistentes a la sequía (xerojardinería) en parques, jardines y zonas verdes. **Operación y Mantenimiento** • Promover la educación ciudadana sobre uso responsable del agua en espacios públicos. • Aplicar planes de conservación de agua que incluyan horarios para actividades que requieran alto consumo hídrico. • Establecer un plan de monitoreo de indicadores de uso del agua. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar el desarrollo o revitalización de espacios de desarrollo urbano fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales ignífugos o resistentes al calor para pavimentos, mobiliario urbano, vallados y elementos de equipamiento (bancos, papeleras, farolas). • Diseñar espacios públicos con zonas de amortiguamiento frente a incendios, especialmente en áreas de interfaz urbano-forestal (franjas cortafuegos, calles anchas sin vegetación continua que dificulten la propagación del fuego).

	• Ubicar infraestructuras críticas del espacio urbano (alumbrado, equipamientos deportivos, etc.) lejos de zonas con vegetación densa que pueda arder fácilmente. • Integrar sistemas de abastecimiento de agua y bocas de riego o hidrantes en el diseño urbano, para permitir una rápida actuación en caso de incendio. • Seleccionar especies vegetales resistentes al fuego (plantas con alto contenido en agua, baja inflamabilidad, sin resinas o aceites volátiles) para parques, jardines, bulevares y rotondas. • Integrar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) como jardines de lluvia con especies autóctonas resistentes al fuego que, además de controlar escorrentías, funcionen como amortiguadores térmicos y de propagación del fuego. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de los edificios a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios forestales y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Inspeccionar el estado de los materiales urbanos expuestos al sol y calor, asegurando que mantengan su resistencia térmica y no se vuelvan inflamables con el tiempo. • Desarrollar planes de emergencia urbana para incendios, incluyendo rutas de evacuación seguras en parques y espacios públicos, y señalización visible. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar el desarrollo o revitalización de espacios de desarrollo urbano fuera de pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado.

	• Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Limitar la circulación de maquinaria pesada o vehículos sobre taludes o suelos saturados susceptibles de deslizamientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Sector Transporte

Anexo 3.10. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Transporte urbano. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Transporte urbano	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación**

	• Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor. • Revisar y seleccionar mezclas de asfalto resistentes a altas temperatura, de forma que mantengan su desempeño y seguridad. • Seleccionar materiales para el conjunto de la vía del metro y tranvía que sean resistentes a altas temperaturas y con bajo coeficiente de expansión térmica, considerando la temperatura de neutralización del carril. • Diseñar vías y ciclovías con múltiples capas para absorber expansión térmica y evitar grietas. • Instalar sistemas de vía en losa flotante en tramos urbanos con alta exposición a temperaturas elevadas (por ejemplo, túneles poco ventilados o trazados en superficie), como parte del diseño para el control de tensiones térmicas del riel. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Evitar la deformación de las vías férreas mediante el aumento de la rigidez y el peso de la superestructura de la vía, asegurando su fijación con sistemas que aumenten su resistencia al desplazamiento lateral. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las estructuras para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Incorporar humedales urbanos o zonas de infiltración vegetada para favorecer la evaporación y enfriar el aire circundante. • Diseñar corredores verdes lineales a lo largo de las líneas de tranvía en superficie (en vez de balasto o asfalto), usando césped u otras coberturas vegetales. **Operación y Mantenimiento**

	• Ajustar la flota de transporte (especialmente buses eléctricos) para operar adecuadamente durante olas de calor, asegurando el correcto funcionamiento de los aires acondicionados. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas (catenarias, señalización, transformadores, etc.) para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Revisar y corregir alineaciones de vías férreas para evitar deformaciones por calor. • Sustituir componentes sensibles al calor (como cables, aislantes, juntas de expansión) por versiones resistentes a temperaturas elevadas, especialmente en sistemas aéreos de tranvía. • Mantener la vegetación en corredores verdes para asegurar su capacidad de enfriamiento y evitar interferencias con la infraestructura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). • Planificar y habilitar sistemas de transporte multimodales como alternativas operativas durante interrupciones del servicio, con el fin de mantener la movilidad de los usuarios. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Evaluar las rutas del transporte urbano cercano a cauces o zonas con historial de inundaciones y rediseñar su trazado si es técnica y económicamente viable.

	• Incorporar consideraciones de alineación vertical y horizontal del sistema de transporte (tranvía, metro, etc.) al evaluar opciones de trazado, con el fin de reducir la exposición a inundaciones. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Integrar válvulas antirretornos en los sistemas de alcantarillado y drenaje para evitar el reflujo hacia las instalaciones subterráneas del metro y tranvía. • Instalar generadores de respaldo para señales de tráfico, metro y estaciones, garantizando la continuidad operativa. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Instalar sistemas de cierre estanco, como puertas y barreras herméticas, en accesos y estaciones, con el fin de evitar la entrada de agua durante eventos de inundación. • Reforestar taludes y márgenes con vegetación autóctona de raíces profundas para aumentar la infiltración del agua y reducir la escorrentía superficial. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras viales para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor. • Revisar y seleccionar mezclas de asfalto resistentes a altas temperatura, de forma que mantengan su desempeño y seguridad. • Seleccionar materiales para el conjunto de la vía del metro y tranvía que sean resistentes a altas temperaturas y con bajo coeficiente de expansión térmica, considerando la temperatura de neutralización del carril. • Diseñar vías y ciclovías con múltiples capas para absorber expansión térmica y evitar grietas. • Instalar sistemas de vía en losa flotante en tramos urbanos con alta exposición a temperaturas elevadas (por ejemplo, túneles poco ventilados o trazados en superficie), como parte del diseño para el control de tensiones térmicas del riel. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Evitar la deformación de las vías férreas mediante el aumento de la rigidez y el peso de la superestructura de la vía, asegurando su fijación con sistemas que aumenten su resistencia al desplazamiento lateral. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las estructuras para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Incorporar humedales urbanos o zonas de infiltración vegetada para favorecer la evaporación y enfriar el aire circundante.

	• Diseñar corredores verdes lineales a lo largo de las líneas de tranvía en superficie (en vez de balasto o asfalto), usando césped u otras coberturas vegetales. **Operación y Mantenimiento** • Ajustar la flota de transporte (especialmente buses eléctricos) para operar adecuadamente durante olas de calor, asegurando el correcto funcionamiento de los aires acondicionados. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas (catenarias, señalización, transformadores, etc.) para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Revisar y corregir alineaciones de vías férreas para evitar deformaciones por calor. • Sustituir componentes sensibles al calor (como cables, aislantes, juntas de expansión) por versiones resistentes a temperaturas elevadas, especialmente en sistemas aéreos de tranvía. • Mantener la vegetación en corredores verdes para asegurar su capacidad de enfriamiento y evitar interferencias con la infraestructura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). • Planificar y habilitar sistemas de transporte multimodales como alternativas operativas durante interrupciones del servicio, con el fin de mantener la movilidad de los usuarios. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad.

	• Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Evaluar las rutas del transporte urbano cercano a cauces o zonas con historial de inundaciones y rediseñar su trazado si es técnica y económicamente viable. • Incorporar consideraciones de alineación vertical y horizontal del sistema de transporte (tranvía, metro, etc.) al evaluar opciones de trazado, con el fin de reducir la exposición a inundaciones. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Integrar válvulas antirretornos en los sistemas de alcantarillado y drenaje para evitar el reflujo hacia las instalaciones subterráneas del metro y tranvía. • Instalar generadores de respaldo para señales de tráfico, metro y estaciones, garantizando la continuidad operativa. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Instalar sistemas de cierre estanco, como puertas y barreras herméticas, en accesos y estaciones, con el fin de evitar la entrada de agua durante eventos de inundación. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras viales para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). • Planificar y habilitar sistemas de transporte multimodales como alternativas operativas durante interrupciones del servicio, con el fin de mantener la movilidad de los usuarios. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Evaluar las rutas del transporte urbano cercano a cauces o zonas con historial de inundaciones y rediseñar su trazado si es técnica y económicamente viable. • Incorporar consideraciones de alineación vertical y horizontal del sistema de transporte (tranvía, metro, etc.) al evaluar opciones de trazado, con el fin de reducir la exposición a inundaciones. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Integrar válvulas antirretornos en los sistemas de alcantarillado y drenaje para evitar el reflujo hacia las instalaciones subterráneas del metro y tranvía. • Instalar generadores de respaldo para señales de tráfico, metro y estaciones, garantizando la continuidad operativa. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones.

	• Instalar sistemas de cierre estanco, como puertas y barreras herméticas, en accesos y estaciones, con el fin de evitar la entrada de agua durante eventos de inundación. • Reforestar taludes y márgenes con vegetación autóctona de raíces profundas para aumentar la infiltración del agua y reducir la escorrentía superficial. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras viales para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y elementos (mezcla asfáltica, juntas de dilatación) resistentes a grietas y deformaciones por sequía. • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes de agua para reducir pérdidas.

	• Utilizar sistemas inteligentes de riego para áreas verdes en los laterales de las vías. • Planificar zonas con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. • Diseñar corredores verdes con especies autóctonas o xerófitas, adaptadas a climas secos y con baja demanda hídrica, para reducir la necesidad de riego en espacios verdes asociados a infraestructuras de transporte. • Integrar jardines de lluvia y sistemas de captación de aguas pluviales en aceras, paradas de transporte público y rotondas, para aprovechar episodios esporádicos de precipitación y recargar el subsuelo. • Aplicar mulching (acolchado) orgánico en áreas verdes cercanas a infraestructuras de transporte para conservar la humedad del suelo y reducir la evaporación. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Implementar sistemas de riego eficientes, preferentemente con aguas reutilizadas o sistemas pasivos (zanjas de infiltración, alcorques conectados, etc.), para mantener la vegetación saludable sin aumentar el consumo hídrico en épocas de calor. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez y durante las temperaturas más frescas del día para minimizar pérdida de agua por evaporación. • Instalar sensores de humedad en el suelo para optimizar el uso del riego solo cuando sea estrictamente necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales resistentes al fuego en elementos críticos de la infraestructura de transporte urbano (puentes, superficies de vías, señalización, etc.).

	• Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores del edificio, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio, incluyendo desvíos de rutas e interrupciones planificadas. • Prever puntos de evacuación seguros y áreas de reunión en estaciones o nodos de transporte (intercambiadores, paradas clave, etc.) para facilitar la protección de personas desplazadas. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. • Implementar aplicaciones móviles o sistemas digitales para alertar a los usuarios en tiempo real sobre incendios, cierres de rutas o zonas de evacuación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción**

	• Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Instalar sistemas de detección temprana de deslizamientos de tierra y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Aplicar protocolos de limpieza y retirada de escombros tras eventos de deslizamiento para garantizar la rápida reapertura de vías y el restablecimiento del servicio. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.11. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Carreteras. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Carreteras	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación**

	• Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor. • Revisar y seleccionar mezclas de asfalto resistentes a altas temperatura, de forma que mantengan su desempeño y seguridad. • Explorar los beneficios potenciales de instalar capas de aislamiento térmico para minimizar las diferencias de temperatura dentro de las estructuras de puentes. • Considerar el uso de sellantes y materiales de alta calidad en juntas de dilatación para mejorar la durabilidad y longevidad. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Instalar señales viales y marcadores reflectantes al calor para mantener su visibilidad. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado a lo largo de las vías y zonas de descanso para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Incorporar humedales urbanos o zonas de infiltración vegetada cerca de carreteras para favorecer la evaporación y enfriar el aire circundante. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas (señalización) para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Aplicar tratamientos superficiales como riego o mantas de enfriamiento durante eventos extremos de calor. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano, asegurando su disponibilidad durante olas de calor.

	• Realizar inspecciones y mantenimiento regular de juntas de expansión en puentes para asegurar su correcto funcionamiento y prevenir daños estructurales. • Capacitar al personal en prácticas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Programar actividades de mantenimiento en las horas más frescas del día para reducir el estrés térmico en el personal y el equipo. • Proveer información actualizada sobre condiciones de la carretera y cierres durante olas de calor mediante señalización digital o plataformas en línea, así como campañas de concienciación a conductores sobre los riesgos de calor extremo y mantenimiento preventivo de vehículos. • Mantener la vegetación en corredores verdes para asegurar su capacidad de enfriamiento y evitar interferencias con la infraestructura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Incorporar consideraciones de alineación vertical y horizontal de la carretera al evaluar opciones de trazado, con el fin de reducir la exposición a inundaciones, incluyendo la posible elevación de tramos de la vía y puentes por encima de los niveles de inundación, cuando sea factible o relevante. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones.

	• Reforestar taludes y márgenes con vegetación autóctona de raíces profundas para aumentar la infiltración del agua y reducir la escorrentía superficial. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras viales para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Rellenar baches de forma oportuna y reasfaltar las vías para prevenir la infiltración de agua y su deterioro. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor. • Revisar y seleccionar mezclas de asfalto resistentes a altas temperatura, de forma que mantengan su desempeño y seguridad. • Explorar los beneficios potenciales de instalar capas de aislamiento térmico para minimizar las diferencias de temperatura dentro de las estructuras de puentes. • Considerar el uso de sellantes y materiales de alta calidad en juntas de dilatación para mejorar la durabilidad y longevidad. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Instalar señales viales y marcadores reflectantes al calor para mantener su visibilidad. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado a lo largo de las vías y zonas de descanso para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Incorporar humedales urbanos o zonas de infiltración vegetada cerca de carreteras para favorecer la evaporación y enfriar el aire circundante. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas (señalización) para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Aplicar tratamientos superficiales como riego o mantas de enfriamiento durante eventos extremos de calor. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Realizar inspecciones y mantenimiento regular de juntas de expansión en puentes para asegurar su correcto funcionamiento y prevenir daños estructurales. • Capacitar al personal en prácticas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Programar actividades de mantenimiento en las horas más frescas del día para reducir el estrés térmico en el personal y el equipo.

	• Proveer información actualizada sobre condiciones de la carretera y cierres durante olas de calor mediante señalización digital o plataformas en línea, así como campañas de concienciación a conductores sobre los riesgos de calor extremo y mantenimiento preventivo de vehículos. • Mantener la vegetación en corredores verdes para asegurar su capacidad de enfriamiento y evitar interferencias con la infraestructura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Incorporar consideraciones de alineación vertical y horizontal de la carretera al evaluar opciones de trazado, con el fin de reducir la exposición a inundaciones, incluyendo la posible elevación de tramos de la vía y puentes por encima de los niveles de inundación, cuando sea factible o relevante. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras viales para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones.

	• Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Rellenar baches de forma oportuna y reasfaltar las vías para prevenir la infiltración de agua y su deterioro. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Incorporar consideraciones de alineación vertical y horizontal de la carretera al evaluar opciones de trazado, con el fin de reducir la exposición a inundaciones, incluyendo la posible elevación de tramos de la vía y puentes por encima de los niveles de inundación, cuando sea factible o relevante. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones.

	• Reforestar taludes y márgenes con vegetación autóctona de raíces profundas para aumentar la infiltración del agua y reducir la escorrentía superficial. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras viales para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Rellenar baches de forma oportuna y reasfaltar las vías para prevenir la infiltración de agua y su deterioro. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales, para usos no potables (riego, limpieza) en los proyectos. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y elementos (mezcla asfáltica, juntas de dilatación) resistentes a grietas y deformaciones por sequía. • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes de agua para reducir pérdidas.

	• Utilizar sistemas inteligentes de riego para áreas verdes en los laterales de las vías. • Explorar el uso de estabilizadores y aglutinantes de suelo para mitigar la erosión y mantener la estabilidad de la base vial en condiciones secas. • Considerar diseños de puentes con juntas flexibles y cimientos que permitan acomodar movimientos del suelo y asentamientos. • Usar materiales reciclados (plásticos y asfalto con caucho) para reducir el uso de materiales tradicionales que requieren mucha agua. • Planificar zonas con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. • Diseñar corredores verdes con especies autóctonas o xerófitas (xerojardinería), adaptadas a climas secos y con baja demanda hídrica, para reducir la necesidad de riego en espacios verdes asociados a infraestructuras de transporte. • Aplicar mulching (acolchado) orgánico en áreas verdes cercanas a infraestructuras de transporte para conservar la humedad del suelo y reducir la evaporación. O**peración y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Implementar sistemas de riego eficientes, preferentemente con aguas reutilizadas o sistemas pasivos (zanjas de infiltración, alcorques conectados, etc.), para mantener la vegetación saludable sin aumentar el consumo hídrico en épocas de calor. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez y durante las temperaturas más frescas del día para minimizar pérdida de agua por evaporación. • Instalar sensores de humedad en el suelo para optimizar el uso del riego solo cuando sea estrictamente necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Planificar los proyectos considerando la cercanía a zonas de riesgo de incendio, garantizando la seguridad de usuarios, infraestructura y vías de evacuación.

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales resistentes al fuego en elementos críticos de la infraestructura (puentes, superficies de vías, señalización, etc.). • Instalar ventilaciones y mallas resistentes a brasas en estructuras de puentes e infraestructura vial. • Diseñar alcantarillas y sistemas de drenaje para prevenir la entrada de brasas y bloqueos durante incendios forestales. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio, incluyendo desvíos de rutas e interrupciones planificadas. • Prever puntos de evacuación seguros y áreas de reunión para facilitar la protección de personas desplazadas. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. • Implementar aplicaciones móviles o sistemas digitales para alertar a los usuarios en tiempo real sobre incendios, cierres de rutas o zonas de evacuación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Instalar sistemas de detección temprana de deslizamientos de tierra y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Aplicar protocolos de limpieza y retirada de escombros tras eventos de deslizamiento para garantizar la rápida reapertura de vías y el restablecimiento del servicio. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.12. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Ferrocarriles. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Ferrocarriles	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales para infraestructura férrea (vías, balasto y traviesas) que sean resistentes a altas temperaturas y con bajo coeficiente de expansión térmica, considerando la temperatura de neutralización del carril. • Diseñar vías ferroviarias con juntas de expansión, balasto térmicamente adecuado y aislamiento para reducir deformaciones por altas temperaturas. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Evitar la deformación de las vías férreas mediante el aumento de la rigidez y el peso de la superestructura de la vía, asegurando su fijación con sistemas que aumenten su resistencia al desplazamiento lateral. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado en las franjas laterales de las vías para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor'. • Incorporar humedales urbanos o zonas de infiltración vegetada para favorecer la evaporación y enfriar el aire circundante. • Usar techos verdes o cubiertas vegetales en infraestructuras asociadas, como puentes, estaciones de paso y túneles para disminuir la temperatura superficial de estos elementos. **Operación y Mantenimiento**



	• Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas (catenarias, señalización, transformadores, etc.) para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Revisar y corregir alineaciones de vías férreas para evitar deformaciones o buckling (pandeo) ocasionado por el calor • Sustituir componentes sensibles al calor (como cables, aislantes, juntas de expansión) por versiones resistentes a temperaturas elevadas. • Capacitar al personal en prácticas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Implementar análisis predictivo y sensores para detectar desgaste térmico temprano. • Programar mantenimiento en horas frescas para minimizar estrés térmico en equipos y personal. • Mantener la vegetación en corredores verdes para asegurar su capacidad de enfriamiento y evitar interferencias con la infraestructura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Reforzar túneles, puentes y cimientos para movimientos y subsidencia ocasionados por lluvias intensas o inundaciones.

	• Instalar generadores de respaldo para garantizar la continuidad operativa. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Reforestar taludes y márgenes con vegetación autóctona de raíces profundas para aumentar la infiltración del agua y reducir la escorrentía superficial. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras de ferrocarriles para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Establecer protocolos de cierre preventivo o reducción de velocidad en tramos vulnerables durante eventos extremos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad.

	• Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales para infraestructura férrea (vías, balasto y traviesas) que sean resistentes a altas temperaturas y con bajo coeficiente de expansión térmica, considerando la temperatura de neutralización del carril. • Diseñar vías ferroviarias con juntas de expansión, balasto térmicamente adecuado y aislamiento para reducir deformaciones por altas temperaturas. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Evitar la deformación de las vías férreas mediante el aumento de la rigidez y el peso de la superestructura de la vía, asegurando su fijación con sistemas que aumenten su resistencia al desplazamiento lateral. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado en las franjas laterales de las vías para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor'. • Incorporar humedales urbanos o zonas de infiltración vegetada para favorecer la evaporación y enfriar el aire circundante. • Usar techos verdes o cubiertas vegetales en infraestructuras asociadas, como puentes, estaciones de paso y túneles para disminuir la temperatura superficial de estos elementos. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas (catenarias, señalización, transformadores, etc.) para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Revisar y corregir alineaciones de vías férreas para evitar deformaciones o buckling (pandeo) ocasionado por el calor • Sustituir componentes sensibles al calor (como cables, aislantes, juntas de expansión) por versiones resistentes a temperaturas elevadas. • Capacitar al personal en prácticas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas.

	• Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Implementar análisis predictivo y sensores para detectar desgaste térmico temprano. • Programar mantenimiento en horas frescas para minimizar estrés térmico en equipos y personal. • Mantener la vegetación en corredores verdes para asegurar su capacidad de enfriamiento y evitar interferencias con la infraestructura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Reforzar túneles, puentes y cimientos para movimientos y subsidencia ocasionados por lluvias intensas o inundaciones. • Instalar generadores de respaldo para garantizar la continuidad operativa. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras de ferrocarriles para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento**

	• Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Establecer protocolos de cierre preventivo o reducción de velocidad en tramos vulnerables durante eventos extremos. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Reforzar túneles, puentes y cimientos para movimientos y subsidencia ocasionados por lluvias intensas o inundaciones. • Instalar generadores de respaldo para garantizar la continuidad operativa.

	• Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Reforestar taludes y márgenes con vegetación autóctona de raíces profundas para aumentar la infiltración del agua y reducir la escorrentía superficial. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras de ferrocarriles para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Establecer protocolos de cierre preventivo o reducción de velocidad en tramos vulnerables durante eventos extremos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Evaluar necesidades críticas de agua para operaciones y desarrollar estrategias de conservación. • Seleccionar materiales y elementos resistentes a grietas y deformaciones por sequía.

	• Diseñar corredores verdes con especies autóctonas o xerófitas, adaptadas a climas secos y con baja demanda hídrica, para reducir la necesidad de riego en espacios verdes asociados a la infraestructura. • Aplicar mulching (acolchado) orgánico para mantener la integridad del balasto y en áreas verdes cercanas para conservar la humedad del suelo y reducir la evaporación. **Operación y Mantenimiento** • Implementar sistemas de riego eficientes, preferentemente con aguas reutilizadas o sistemas pasivos (zanjas de infiltración, alcorques conectados, etc.), para mantener la vegetación saludable sin aumentar el consumo hídrico en épocas de calor. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez y durante las temperaturas más frescas del día para minimizar pérdida de agua por evaporación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales resistentes al fuego en elementos críticos de la infraestructura (rieles, durmientes y balasto). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF).

	• Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio, incluyendo desvíos de rutas e interrupciones planificadas. • Prever puntos de evacuación seguros y áreas de reunión para facilitar la protección de personas desplazadas. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo.

	• Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Instalar sistemas de detección temprana de deslizamientos de tierra y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Aplicar protocolos de limpieza y retirada de escombros tras eventos de deslizamiento para garantizar el restablecimiento del servicio. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.13. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Puertos. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Puertos	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica.

	• Incorporar estructuras de sombreado o toldos en las áreas de trabajo para reducir la exposición directa al sol. • Establecer un aislamiento térmico en los almacenes para mantener temperaturas internas estables frente a altas temperaturas. • Aislar las conexiones eléctricas para reducir los incidentes de pérdida de energía en los contenedores refrigerados (reefers) y la consecuente energía adicional necesaria para volver a enfriar o congelar. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las estructuras para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Restaurar y conservar humedales costeros que ayudan a regular la temperatura local y proporcionan microclimas más frescos. **Operación y Mantenimiento** • Supervisar la temperatura del agua para evaluar su impacto en la vida marina y las operaciones portuarias. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Mantener la vegetación para asegurar su capacidad de enfriamiento y evitar interferencias con la infraestructura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Integrar criterios de inundación en la planificación portuaria de acuerdo con los mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad.

	• Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar pasarelas y plataformas elevadas para proporcionar acceso durante inundaciones. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Incorporar estructuras de sombreado o toldos en las áreas de trabajo para reducir la exposición directa al sol. • Establecer un aislamiento térmico en los almacenes para mantener temperaturas internas estables frente a altas temperaturas. • Aislar las conexiones eléctricas para reducir los incidentes de pérdida de energía en los contenedores refrigerados (reefers) y la consecuente energía adicional necesaria para volver a enfriar o congelar. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las estructuras para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Restaurar y conservar humedales costeros que ayudan a regular la temperatura local y proporcionan microclimas más frescos. **Operación y Mantenimiento** • Supervisar la temperatura del agua para evaluar su impacto en la vida marina y las operaciones portuarias. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. • Mantener la vegetación para asegurar su capacidad de enfriamiento y evitar interferencias con la infraestructura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Integrar criterios de inundación y aumento del nivel medio del mar en la planificación portuaria de acuerdo con los mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar pasarelas y plataformas elevadas para proporcionar acceso durante inundaciones. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Restaurar y conservar zonas húmedas, marismas y humedales costeros en áreas portuarias y costeras para absorber excesos de agua y reducir el impacto de las inundaciones. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación**

	• Integrar criterios de inundación en la planificación portuaria de acuerdo con los mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Instalar pasarelas y plataformas elevadas para proporcionar acceso durante inundaciones. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y elementos resistentes a grietas y deformaciones por sequía. • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes de agua para reducir pérdidas. • Planificar zonas con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. • Diseñar áreas verdes con especies autóctonas o xerófitas (xerojardinería), adaptadas a climas secos y con baja demanda hídrica, para reducir la necesidad de riego en espacios verdes. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Implementar sistemas de riego eficientes, preferentemente con aguas reutilizadas o sistemas pasivos (zanjas de infiltración, alcorques conectados, etc.), para mantener la vegetación saludable sin aumentar el consumo hídrico en épocas de calor. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez y durante las temperaturas más frescas del día para minimizar pérdida de agua por evaporación. • Instalar sensores de humedad en el suelo para optimizar el uso del riego solo cuando sea estrictamente necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales resistentes al fuego en elementos críticos de la infraestructura.

	• Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones portuarias. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado.

	• Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Instalar sistemas de detección temprana de deslizamientos de tierra y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Aplicar protocolos de limpieza y retirada de escombros tras eventos de deslizamiento para garantizar el restablecimiento del servicio. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.14. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Helipuertos. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Helipuertos	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad.

	• Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad de las operaciones ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra y reducir la temperatura ambiental. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad.

	• Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación**

	• Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación de las infraestructuras para mejorar el confort térmico y reducir la exposición al calor, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural, siempre que sea compatible con los requisitos operativos y de seguridad. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad de las operaciones ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra y reducir la temperatura ambiental. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación**

	• Priorizar la localización de nuevos proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Supervisar el funcionamiento de bombas de achique en sótanos o plantas bajas con riesgo de anegamiento, asegurando sistemas de respaldo energético en caso de cortes de luz. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación.

	Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (riego, limpieza) en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Implementar criterios de eficiencia hídrica en el diseño de superficies pavimentadas, usando materiales que reduzcan la evaporación y eviten escorrentías innecesarias. • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes de agua para reducir pérdidas. • Planificar zonas con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. • Diseñar áreas verdes con especies autóctonas o xerófitas (xerojardinería), adaptadas a climas secos y con baja demanda hídrica, para reducir la necesidad de riego en espacios verdes. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Implementar sistemas de riego eficientes, preferentemente con aguas reutilizadas o sistemas pasivos (zanjas de infiltración, alcorques conectados, etc.), para mantener la vegetación saludable sin aumentar el consumo hídrico en épocas de calor. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez y durante las temperaturas más frescas del día para minimizar pérdida de agua por evaporación. • Instalar sensores de humedad en el suelo para optimizar el uso del riego solo cuando sea estrictamente necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de los helipuertos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. • Seleccionar ubicaciones estratégicas en función del acceso aéreo y terrestre y la cercanía a zonas de intervención prioritaria.



	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales resistentes al fuego en elementos críticos de la infraestructura. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio, incluyendo desvíos de rutas e interrupciones planificadas. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado.

	• Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Instalar sistemas de detección temprana de deslizamientos de tierra y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Aplicar protocolos de limpieza y retirada de escombros tras eventos de deslizamiento para garantizar el restablecimiento del servicio. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Sector Residuos sólidos

Anexo 3.15. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Puntos de recogida y transporte. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Puntos de recogida y transporte	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**

Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en instalaciones para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos, muros, y contenedores, contribuyendo al aislamiento térmico. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando la efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de las instalaciones. **Operación y Mantenimiento** • Planificar campañas de concienciación pública sobre cómo manejar residuos durante períodos de altas temperaturas. • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento.

	• Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de residuos y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Establecer horarios flexibles para la operación de los vehículos, evitando las horas de mayores temperaturas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento**

	• Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Reforzar el mantenimiento preventivo de la flota de vehículos y equipos electrónicos expuestos a humedad. • Planificar rutas logísticas alternativas considerando condiciones meteorológicas extremas. • Planificar estrategias de sensibilización comunitaria sobre prácticas adecuadas en manejo de residuos durante episodios de inundación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en instalaciones para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos, muros, y contenedores, contribuyendo al aislamiento térmico. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático.

	• Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando la efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de las instalaciones. **Operación y Mantenimiento** • Planificar campañas de concienciación pública sobre cómo manejar residuos durante períodos de altas temperaturas. • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de residuos y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Establecer horarios flexibles para la operación de los vehículos, evitando las horas de mayores temperaturas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación.

	• Reforzar el mantenimiento preventivo de la flota de vehículos y equipos electrónicos expuestos a humedad. • Planificar rutas logísticas alternativas considerando condiciones meteorológicas extremas. • Planificar estrategias de sensibilización comunitaria sobre prácticas adecuadas en manejo de residuos durante episodios de inundación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración.

	Operación y Mantenimiento • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Reforzar el mantenimiento preventivo de la flota de vehículos y equipos electrónicos expuestos a humedad. • Planificar rutas logísticas alternativas considerando condiciones meteorológicas extremas. • Planificar estrategias de sensibilización comunitaria sobre prácticas adecuadas en manejo de residuos durante episodios de inundación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables, como limpieza, en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Implementar tecnologías de limpieza de bajo consumo de agua, como sistemas de alta presión con bajo caudal, para vehículos y equipos. • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas para reducir pérdidas. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico.

	• Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza y riego. • Promover la sensibilización del personal sobre el uso responsable del agua. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de instalaciones fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento**

	• Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor de las instalaciones, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. • Planificar rutas logísticas alternativas considerando condiciones de incendios forestales. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de instalaciones alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión.

	Operación y Mantenimiento • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Planificar rutas logísticas alternativas considerando condiciones de deslizamientos de tierras. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.16. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Instalaciones de separación mecánica. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Instalaciones de separación mecánica	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en instalaciones para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos, muros, y zonas de almacenamiento, contribuyendo al aislamiento térmico.

	• Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando la efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Implementar medidas específicas de control térmico para las áreas de almacenamiento de residuos susceptibles a ignición por altas temperaturas, como sistemas automáticos de detección y supresión de incendios. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de la instalación. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas y sistemas mecánicos como cintas transportadoras o sistemas hidráulicos para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Coordinar las labores de mantenimiento y operación en horarios de menor exposición térmica (por la mañana o al atardecer), minimizando el estrés térmico tanto en las máquinas como en el personal. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación**

	• Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Incorporar cubetos de contención o sistemas de confinamiento para residuos peligrosos o lixiviables, reduciendo el riesgo de contaminación del entorno. • Considerar sistemas de almacenamiento con techado o cubiertas móviles para evitar la saturación de residuos por lluvias intensas. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua.

	• Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en instalaciones para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico interior, incluyendo orientación adecuada, sombreamientos o ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos, muros, y zonas de almacenamiento, contribuyendo al aislamiento térmico. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando la efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Implementar medidas específicas de control térmico para las áreas de almacenamiento de residuos susceptibles a ignición por altas temperaturas, como sistemas automáticos de detección y supresión de incendios.

	• Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de la instalación. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas y sistemas mecánicos como cintas transportadoras o sistemas hidráulicos para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Coordinar las labores de mantenimiento y operación en horarios de menor exposición térmica (por la mañana o al atardecer), minimizando el estrés térmico tanto en las máquinas como en el personal. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua.

	• Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Incorporar cubetos de contención o sistemas de confinamiento para residuos peligrosos o lixiviables, reduciendo el riesgo de contaminación del entorno. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Incorporar cubetos de contención o sistemas de confinamiento para residuos peligrosos o lixiviables, reduciendo el riesgo de contaminación del entorno. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables, como limpieza, en el proyecto. **Diseño y Construcción** • Implementar tecnologías de limpieza de bajo consumo de agua, como cintas transportadoras con características de autolimpieza para evitar la acumulación de materiales secos. • Implementar sistemas de recolección y filtración de polvo para minimizar su acumulación y mantener el rendimiento del equipo. • Instalar dispositivos de control y detección de fugas en las redes internas para reducir pérdidas. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza. • Promover la sensibilización del personal sobre el uso responsable del agua. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de instalaciones fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible.

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Instalar ventilaciones resistentes a chispas (ember-resistant vents) y mallas para prevenir la entrada de brasas en áreas con equipos. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor de las instalaciones, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación**

	• Priorizar la ubicación de instalaciones alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.17. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Instalaciones de tratamiento biológico aeróbico. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Instalaciones de tratamiento biológico aeróbico	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación**

	• Incorporar criterios de diseño bioclimático para mejorar la eficiencia energética, incluyendo orientación adecuada, sombreamiento y ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. • Evaluar alternativas de materia prima menos sensibles a variaciones térmicas para asegurar continuidad del proceso. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos, muros, y zonas de almacenamiento, contribuyendo al aislamiento térmico. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando la efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Implementar sistemas de riego para complementar los niveles de humedad en los recipientes de procesamiento y montones de compost (windrows). • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de la instalación. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento.



	• Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de residuos y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar funciones de infraestructura inteligente, como sensores de inundación y controles automatizados de compuertas, para proteger las instalaciones de almacenamiento y las áreas de curado. • Considerar sistemas de almacenamiento con techado o cubiertas móviles para evitar la saturación de residuos por lluvias intensas. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua.

	• Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en las instalaciones para mejorar la eficiencia energética, incluyendo orientación adecuada, sombreamiento y ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. • Evaluar alternativas de materia prima menos sensibles a variaciones térmicas para asegurar continuidad del proceso. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos, muros, y zonas de almacenamiento, contribuyendo al aislamiento térmico. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático.



	• Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando la efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Implementar sistemas de riego para complementar los niveles de humedad en los recipientes de procesamiento y montones de compost (windrows). • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de la instalación. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de residuos y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar funciones de infraestructura inteligente, como sensores de inundación y controles automatizados de compuertas, para proteger las instalaciones de almacenamiento y las áreas de curado. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación.

	• Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar funciones de infraestructura inteligente, como sensores de inundación y controles automatizados de compuertas, para proteger las instalaciones de almacenamiento y las áreas de curado. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración.

	Operación y Mantenimiento • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables, como limpieza, en el proyecto. • Evaluar alternativas de materia prima resistentes a la sequía o que requieran poca agua para asegurar continuidad del proceso. **Diseño y Construcción** • Diseñar sistemas de tratamiento de aguas residuales con capacidades de reciclaje y reutilización. • Instalar dispositivos de control y detección de fugas de agua en las redes internas para reducir pérdidas. • Optimizar los procesos biológicos (cubrimiento de materiales, acolchado) para minimizar la pérdida de agua. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia.

	Operación y Mantenimiento • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza. • Utilizar sensores de humedad y sistemas de riego automatizados para monitorear y controlar los niveles de humedad en los materiales del proceso. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de instalaciones fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos.

	• Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor de las instalaciones, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de instalaciones alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**



Anexo 3.18. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Instalaciones de tratamiento de digestión anaeróbica. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Instalaciones de tratamiento de digestión anaeróbica	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en las instalaciones para mejorar la eficiencia energética, incluyendo orientación adecuada, sombreamiento y ventilación natural. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. • Evaluar alternativas de materia prima menos sensibles a variaciones térmicas para asegurar continuidad del proceso. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos, muros, y zonas de almacenamiento, contribuyendo al aislamiento térmico. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando la efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Aislar los digestores y los tanques de almacenamiento para mantener temperaturas internas estables. • Utilizar intercambiadores de calor o sistemas de almacenamiento térmico para gestionar las fluctuaciones de calor en la producción de biogás.

	• Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de la instalación. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Implementar controles automatizados para ajustar los parámetros del proceso según las fluctuaciones de temperatura. • Desarrollar estrategias para la gestión del digestato durante olas de calor, como aumentar la mezcla o la dilución. • Optimizar los procesos de deshidratación para manejar digestato de mayor viscosidad y reducir el consumo de energía. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua.

	• Implementar válvulas de cierre automático y sistemas de detección de fugas para garantizar la seguridad. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Considerar sistemas de almacenamiento con techado o cubiertas móviles para evitar la saturación de residuos por lluvias intensas. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en las instalaciones para mejorar la eficiencia energética, incluyendo orientación adecuada, sombreamiento y ventilación natural.

	• Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. • Evaluar alternativas de materia prima menos sensibles a variaciones térmicas para asegurar continuidad del proceso. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos, muros, y zonas de almacenamiento, contribuyendo al aislamiento térmico. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético y energías renovables e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando la efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Aislar los digestores y los tanques de almacenamiento para mantener temperaturas internas estables. • Utilizar intercambiadores de calor o sistemas de almacenamiento térmico para gestionar las fluctuaciones de calor en la producción de biogás. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de la instalación. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Implementar controles automatizados para ajustar los parámetros del proceso según las fluctuaciones de temperatura.

	• Desarrollar estrategias para la gestión del digestato durante olas de calor, como aumentar la mezcla o la dilución. • Optimizar los procesos de deshidratación para manejar digestato de mayor viscosidad y reducir el consumo de energía. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano y refrigeración, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Implementar válvulas de cierre automático y sistemas de detección de fugas para garantizar la seguridad. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento**

	• Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua.

	• Implementar válvulas de cierre automático y sistemas de detección de fugas para garantizar la seguridad. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables, como limpieza, en el proyecto. • Evaluar alternativas de materia prima resistentes a la sequía o que requieran poca agua para asegurar continuidad del proceso. **Diseño y Construcción**

	• Diseñar circuitos de agua en circuito cerrado y procesos que minimicen los requerimientos de agua. • Diseñar sistemas de almacenamiento y manejo del digestato para diferentes contenidos de humedad y consistencias. • Implementar sistemas de mezcla automatizados para evitar la solidificación y mantener la bombeabilidad. • Diseñar áreas verdes (cubiertas vegetadas o jardines) con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar la recarga de acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza. • Implementar monitoreo en tiempo real de los niveles de humedad del sustrato y las tasas de digestión, y ajustar los parámetros del proceso en condiciones de sequía para optimizar la producción y calidad del biogás. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de instalaciones fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) materiales ignífugos eviten propagación fuego hacia las instalaciones.

	• Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Instalar válvulas de cierre automático de biogás y sistemas de alivio de presión para prevenir explosiones. • Implementar sistemas de tratamiento y filtración de agua para mitigar la contaminación causada por la escorrentía de incendios forestales. • Implementar sistemas de detección de gas y alarmas para alerta temprana de fugas de gases combustibles. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Mantener niveles de almacenamiento de agua en reservorios o tanques para suministro de agua de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor de las instalaciones, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación**

	• Priorizar la ubicación de instalaciones alejadas de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.19. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Restauración de vertederos. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Restauración de vertederos	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático como la topografía y los microclimas locales para minimizar los impactos térmicos sobre los elementos del vertedero. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar geomembranas y materiales para sellado que mantengan flexibilidad y resistencia frente a exposiciones prolongadas a temperaturas elevadas, evitando que se vuelvan quebradizos. • Diseñar e instalar sistemas de tuberías, conexiones y equipos con materiales y uniones capaces de soportar la expansión y contracción térmica, complementadas con el aislamiento térmico para mantener condiciones de operación estables y preservar la integridad estructural. • Incorporar sistemas de control y regulación de presión en instalaciones de almacenamiento de gas que puedan ajustarse dinámicamente a las variaciones causadas por temperaturas altas. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los proyectos para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones y mantenimiento periódico de geomembranas, tuberías, juntas y tanques para identificar signos de desgaste, agrietamiento o fugas causadas por expansión térmica. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de residuos y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas.

	• Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Integrar criterios de inundación en la restauración del vertedero de acuerdo con los mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). • Incorporar en la estrategia del proyecto contratos o acuerdos preestablecidos con equipos de limpieza, transportistas de residuos y servicios de reparación para emergencias. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje, bermas y canales de desviación, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Usar cubiertas protectoras o geomembranas para prevenir erosión y rupturas. • Aplicar técnicas de estabilización de taludes para asegurar las geomembranas de sellado durante periodos de alta precipitación. • Designar zonas de contención para lixiviados o materiales peligrosos en caso de inundación. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración.

	Operación y Mantenimiento • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar sistemas automatizados de detección de fugas para respuesta temprana. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes, sistemas de drenaje, bombas y válvulas para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Capacitar al personal en procedimientos de respuesta ante emergencias, contención de fugas y protocolos de cierre. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático como la topografía y los microclimas locales para minimizar los impactos térmicos sobre los elementos del vertedero. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar geomembranas y materiales para sellado que mantengan flexibilidad y resistencia frente a exposiciones prolongadas a temperaturas elevadas, evitando que se vuelvan quebradizos. • Diseñar e instalar sistemas de tuberías, conexiones y equipos con materiales y uniones capaces de soportar la expansión y contracción térmica, complementadas con el aislamiento térmico para mantener condiciones de operación estables y preservar la integridad estructural.

	• Incorporar sistemas de control y regulación de presión en instalaciones de almacenamiento de gas que puedan ajustarse dinámicamente a las variaciones causadas por temperaturas altas. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de los proyectos para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones y mantenimiento periódico de geomembranas, tuberías, juntas y tanques para identificar signos de desgaste, agrietamiento o fugas causadas por expansión térmica. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de residuos y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Prever sistemas de almacenamiento y suministro eficiente de agua para consumo humano, asegurando su disponibilidad durante olas de calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Integrar criterios de inundación en la restauración del vertedero de acuerdo con los mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). • Incorporar en la estrategia del proyecto contratos o acuerdos preestablecidos con equipos de limpieza, transportistas de residuos y servicios de reparación para emergencias. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje, bermas y canales de desviación, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos.

	• Usar cubiertas protectoras o geomembranas para prevenir erosión y rupturas. • Aplicar técnicas de estabilización de taludes para asegurar las geomembranas de sellado durante periodos de alta precipitación. • Designar zonas de contención para lixiviados o materiales peligrosos en caso de inundación. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar sistemas automatizados de detección de fugas para respuesta temprana. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes, sistemas de drenaje, bombas y válvulas para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Capacitar al personal en procedimientos de respuesta ante emergencias, contención de fugas y protocolos de cierre. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Integrar criterios de inundación en la restauración del vertedero de acuerdo con los mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

	• Incorporar en la estrategia del proyecto contratos o acuerdos preestablecidos con equipos de limpieza, transportistas de residuos y servicios de reparación para emergencias. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Diseñar sistemas de drenaje, bermas y canales de desviación, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Usar cubiertas protectoras o geomembranas para prevenir erosión y rupturas. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Designar zonas de contención para lixiviados o materiales peligrosos en caso de inundación. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración u otras soluciones basadas en la naturaleza (SbN). **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar sistemas automatizados de detección de fugas para respuesta temprana. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes, sistemas de drenaje, bombas y válvulas para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Asegurar fuentes de energía de respaldo (como generadores protegidos contra inundación) para mantener operaciones ante fallos en la red. • Capacitar al personal en procedimientos de respuesta ante emergencias, contención de fugas y protocolos de cierre. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables en el proyecto. • Establecer acuerdos o convenios con instalaciones cercanas para acceso mutuo a recursos hídricos. **Diseño y Construcción** • Seleccionar geomembranas resistentes a la sequía, con menor sensibilidad a fluctuaciones en el contenido de humedad. • Implementar técnicas de estabilización de suelos para evitar desplazamientos o asentamientos causados por la sequía. • Diseñar áreas verdes con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), que además mejoran el confort térmico de la instalación. **Operación y Mantenimiento** • Incluir procedimientos para priorizar el uso eficiente del agua, limitando actividades no esenciales durante períodos críticos de sequía. • Mantener tanques o reservorios de almacenamiento de agua de emergencia para operaciones críticas. • Realizar monitoreo continuo del estado de las geomembranas y detectar signos de desgaste o degradación relacionados con la sequía. • Capacitar al personal para la gestión eficiente del agua durante períodos de escasez y el manejo de situaciones críticas relacionadas con la sequía. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Incendios forestales	**Planificación** • Comprobar si la ubicación del proyecto se encuentra fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego, especialmente en geomembranas de sellado y tuberías. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Diseñar áreas designadas y resistentes al fuego para almacenar combustibles y materiales inflamables. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor de las instalaciones, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. • Asegurar fuentes de energía de respaldo para mantener operaciones ante fallos en la red. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Comprobar si la ubicación del proyecto se encuentra fuera de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Sector Agua

Anexo 3.20. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Sistemas de abastecimiento. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Sistemas de abastecimiento	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Planificar sistemas con criterios de eficiencia energética que reduzcan la demanda eléctrica y permitan dimensionar soluciones de respaldo con mayor autonomía durante emergencias. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Diseñar las plantas potabilizadoras para que puedan operar a altas temperaturas. • Aplicar técnicas avanzadas de tratamiento (o pretratamiento) como microfiltración, UV, ósmosis inversa y clarificación rápida para minimizar sólidos y demanda bioquímica de oxígeno debido al aumento de la temperatura. • Elevar la concentración de biomasa en los procesos para mantener una salida similar (por ejemplo, en la remoción de DBO). • Aplicar estrategias para controlar la acumulación de materiales no deseados provocado por las altas temperaturas en las superficies de los equipos (lavado osmótico, limpieza enzimática, zeolitas, nanotubos de carbono, grafeno). • Incorporar sistemas de control térmico (como unidades de enfriamiento) para mantener condiciones de temperatura adecuadas en los procesos y equipos, evitando problemas de calidad derivados del sobrecalentamiento. • Planificar almacenamiento para evitar pérdidas por evaporación (cubiertas o tanques cerrados). • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. **Operación y Mantenimiento**

	• Implementar programas de limpieza frecuente en equipos para evitar fouling (encrustamientos) causado por microorganismos favorecidos por el calor (enzimas, limpieza química). • Mantener y controlar sistemas de aireación, enfriamiento y dosificación de reactivos para optimizar tratamiento bajo condiciones extremas. • Ajustar frecuencias de monitoreo de calidad y parámetros operativos para reaccionar rápidamente a cambios inducidos por el calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Diseñar tuberías principales (con mayor grosor, zanjas mejoradas) para resistir grandes deformaciones del terreno provocadas por inundaciones. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Planificar rutas de bypass en el sistema de tuberías. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Diseñar e instalar estructuras de captación que minimicen la sedimentación, como tomas en lecho o sumergidas, e incorporar sistemas de limpieza (flushings) que permitan la remoción periódica de sedimentos, garantizando la eficiencia operativa y reduciendo la necesidad de mantenimiento frecuente. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incorporar sistemas de drenaje sostenible (SUDS) para manejo de aguas de inundación en áreas de captación y almacenamiento, como zanjas de infiltración, humedales artificiales o canales revestidos con vegetación para evitar sobrecarga en plantas de tratamiento y redes de distribución.

	Operación y Mantenimiento • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar y mantener sistemas de limpieza para canales, desagües y estructuras de captación para evitar obstrucciones por sedimentos y residuos. • Monitorear parámetros de calidad de agua para detectar aumentos de sedimentos u otros contaminantes relacionados con las inundaciones. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal e instalaciones. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Planificar sistemas con criterios de eficiencia energética que reduzcan la demanda eléctrica y permitan dimensionar soluciones de respaldo con mayor autonomía durante emergencias. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Diseñar las plantas potabilizadoras para que puedan operar a altas temperaturas. • Aplicar técnicas avanzadas de tratamiento (o pretratamiento) como microfiltración, UV, ósmosis inversa y clarificación rápida para minimizar sólidos y demanda bioquímica de oxígeno debido al aumento de la temperatura. • Elevar la concentración de biomasa en los procesos para mantener una salida similar (por ejemplo, en la remoción de DBO). • Aplicar estrategias para controlar la acumulación de materiales no deseados provocado por las altas temperaturas en las superficies de los equipos (lavado osmótico, limpieza enzimática, zeolitas, nanotubos de carbono, grafeno). • Incorporar sistemas de control térmico (como unidades de enfriamiento) para mantener condiciones de temperatura adecuadas en los procesos y equipos, evitando problemas de calidad derivados del sobrecalentamiento. • Planificar almacenamiento para evitar pérdidas por evaporación (cubiertas o tanques cerrados).

	• Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. **Operación y Mantenimiento** • Implementar programas de limpieza frecuente en equipos para evitar fouling (encrustamientos) causado por microorganismos favorecidos por el calor (enzimas, limpieza química). • Mantener y controlar sistemas de aireación, enfriamiento y dosificación de reactivos para optimizar tratamiento bajo condiciones extremas. • Ajustar frecuencias de monitoreo de calidad y parámetros operativos para reaccionar rápidamente a cambios inducidos por el calor. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Diseñar tuberías principales (con mayor grosor, zanjas mejoradas) para resistir grandes deformaciones del terreno provocadas por inundaciones. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Planificar rutas de bypass en el sistema de tuberías. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Instalar diques o estructuras de control hidráulico para reducir el riesgo de intrusión salina en acuíferos y fuentes superficiales cercanas a la costa.



	• Aplicar técnicas avanzadas de tratamiento para eliminar contaminantes y controlar la incrustación (fouling) causada por cambios en la salinidad o la composición química del agua. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Restaurar y conservar barreras naturales costeras (dunas, humedales costeros) para amortiguar impactos provocados por las inundaciones. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar y mantener sistemas de limpieza para canales, desagües y estructuras de captación para evitar obstrucciones por sedimentos y residuos. • Monitorear parámetros de calidad de agua para detectar aumentos de sedimentos u otros contaminantes relacionados con las inundaciones. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal e instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Diseñar tuberías principales (con mayor grosor, zanjas mejoradas) para resistir grandes deformaciones del terreno provocadas por inundaciones.

	• Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Planificar rutas de bypass en el sistema de tuberías. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Diseñar e instalar estructuras de captación que minimicen la sedimentación, como tomas en lecho o sumergidas, e incorporar sistemas de limpieza (flushings) que permitan la remoción periódica de sedimentos, garantizando la eficiencia operativa y reduciendo la necesidad de mantenimiento frecuente. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incorporar sistemas de drenaje sostenible (SUDS) para manejo de aguas de inundación en áreas de captación y almacenamiento, como zanjas de infiltración, humedales artificiales o canales revestidos con vegetación para evitar sobrecarga en plantas de tratamiento y redes de distribución. • Aplicar técnicas de bioingeniería (revegetación, geotextiles) en riberas y cauces para estabilizar suelos, reducir sedimentos y proteger la infraestructura frente a inundaciones. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar y mantener sistemas de limpieza para canales, desagües y estructuras de captación para evitar obstrucciones por sedimentos y residuos. • Monitorear parámetros de calidad de agua para detectar aumentos de sedimentos u otros contaminantes relacionados con las inundaciones. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal e instalaciones. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación**

	• Diversificar fuentes de agua para prevenir escasez (mezcla de agua superficial y subterránea, desalación). **Diseño y Construcción** • Construir infraestructura para almacenamiento y recuperación de acuíferos (recarga durante sequía). • Modificar estándares de diseño de plantas para manejar variaciones amplias en regímenes de flujo. **Operación y Mantenimiento** • Monitorear variaciones en almacenamiento de agua para planificar transferencias estratégicas en intercuencas. • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Remover sedimentación en embalses para aumentar capacidad de almacenamiento. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios Forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores de las instalaciones, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento**

	• Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor de las instalaciones, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de los proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Planificar rutas de bypass en el sistema de tuberías. • Aplicar prácticas de manejo de sedimentos para controlar aportes de nutrientes a cuerpos de agua. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno.

	• Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Aplicar monitoreo de contaminación del agua para emitir alertas automáticas cuando el contenido de sedimentos o materia orgánica exceda los límites. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.21. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Sistemas de saneamiento y depuración. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Sistemas de saneamiento y depuración	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Planificar sistemas con criterios de eficiencia energética que reduzcan la demanda eléctrica y permitan dimensionar soluciones de respaldo con mayor autonomía durante emergencias. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Diseñar las plantas de tratamiento para que puedan operar a altas temperaturas. • Aplicar técnicas avanzadas de tratamiento (o pretratamiento) como microfiltración, UV, ósmosis inversa y clarificación rápida para minimizar sólidos y demanda bioquímica de oxígeno debido al aumento de la temperatura. • Elevar la concentración de biomasa en los procesos para mantener una salida similar (por ejemplo, en la remoción de DBO). • Aplicar estrategias para controlar la acumulación de materiales no deseados provocado por las altas temperaturas en las superficies de los equipos (lavado osmótico, limpieza enzimática, zeolitas, nanotubos de carbono, grafeno). • Incorporar sistemas de control térmico (como unidades de enfriamiento) para mantener condiciones de temperatura adecuadas en los procesos y equipos. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Aplicar medidas mejoradas de control de olores y corrosión en sistemas de aguas residuales/alcantarillado (por ejemplo, sistemas de ventilación o extracción, adición de productos químicos, tecnologías de control en fase vapor, etc.) **Operación y Mantenimiento**

	• Implementar programas de limpieza frecuente en equipos para evitar fouling (encrustamientos) causado por microorganismos favorecidos por el calor (enzimas, limpieza química). • Ajustar frecuencias de monitoreo de calidad y parámetros operativos para reaccionar rápidamente a cambios inducidos por el calor. • Aumentar la aireación en los reactores biológicos utilizando compresores de aire y difusores, con el fin de mantener niveles adecuados de oxígeno disuelto durante los periodos de altas temperaturas. • Desviar las aguas hacia balsas de retención en el tratamiento de aguas residuales para facilitar el manejo en condiciones extremas de temperaturas. • Identificar puntos críticos de corrosión y olor en la red de alcantarillado para optimizar la planificación y estrategias de mantenimiento adaptadas a las condiciones de alta temperatura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Diseñar tuberías principales (con mayor grosor, zanjas mejoradas) para resistir grandes deformaciones del terreno provocadas por inundaciones. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Planificar rutas de bypass en el sistema de tuberías. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales. • Instalar sensores de entrada de corriente y medidores de desbordamiento para prevenir desbordamientos de aguas residuales.

	• Instalar sistemas de limpieza automática (flushings) en los canales de llegada, pozos de bombeo o desarenadores para facilitar la expulsión periódica de arenas y sedimentos. • Instalar protección mediante rip-rap en zonas de descarga donde el flujo sale con alta velocidad, para evitar la erosión del terreno y asegurar la estabilidad de las estructuras del sistema de saneamiento y depuración. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incorporar sistemas de drenaje sostenible (SUDS) para manejo de aguas de inundación, como zanjas de infiltración, humedales artificiales o canales revestidos con vegetación para evitar sobrecarga en las plantas de tratamiento y redes. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar y mantener sistemas de limpieza para canales, desagües y estructuras de captación para evitar obstrucciones por sedimentos y residuos. • Monitorear parámetros de calidad de agua para detectar aumentos de sedimentos u otros contaminantes relacionados con las inundaciones. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal e instalaciones. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Planificar sistemas con criterios de eficiencia energética que reduzcan la demanda eléctrica y permitan dimensionar soluciones de respaldo con mayor autonomía durante emergencias. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Diseñar las plantas de tratamiento para que puedan operar a altas temperaturas.

	• Aplicar técnicas avanzadas de tratamiento (o pretratamiento) como microfiltración, UV, ósmosis inversa y clarificación rápida para minimizar sólidos y demanda bioquímica de oxígeno debido al aumento de la temperatura. • Elevar la concentración de biomasa en los procesos para mantener una salida similar (por ejemplo, en la remoción de DBO). • Aplicar estrategias para controlar la acumulación de materiales no deseados provocado por las altas temperaturas en las superficies de los equipos (lavado osmótico, limpieza enzimática, zeolitas, nanotubos de carbono, grafeno). • Incorporar sistemas de control térmico (como unidades de enfriamiento) para mantener condiciones de temperatura adecuadas en los procesos y equipos. • Implementar sistemas de gestión energética inteligente para optimizar el uso de electricidad y evitar picos de demanda que puedan afectar la red. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Aplicar medidas mejoradas de control de olores y corrosión en sistemas de aguas residuales/alcantarillado (por ejemplo, sistemas de ventilación o extracción, adición de productos químicos, tecnologías de control en fase vapor, etc.) **Operación y Mantenimiento** • Implementar programas de limpieza frecuente en equipos para evitar fouling (encrustamientos) causado por microorganismos favorecidos por el calor (enzimas, limpieza química). • Ajustar frecuencias de monitoreo de calidad y parámetros operativos para reaccionar rápidamente a cambios inducidos por el calor. • Aumentar la aireación en los reactores biológicos utilizando compresores de aire y difusores, con el fin de mantener niveles adecuados de oxígeno disuelto durante los periodos de altas temperaturas. • Desviar las aguas hacia balsas de retención en el tratamiento de aguas residuales para facilitar el manejo en condiciones extremas de temperaturas. • Identificar puntos críticos de corrosión y olor en la red de alcantarillado para optimizar la planificación y estrategias de mantenimiento adaptadas a las condiciones de alta temperatura. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Diseñar tuberías principales (con mayor grosor, zanjas mejoradas) para resistir grandes deformaciones del terreno provocadas por inundaciones. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Planificar rutas de bypass en el sistema de tuberías. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales. • Instalar sensores de entrada de corriente y medidores de desbordamiento para prevenir desbordamientos de aguas residuales. • Aplicar técnicas avanzadas de tratamiento para eliminar contaminantes y controlar la incrustación (fouling) causada por cambios en la salinidad o la composición química del agua. • Instalar sistemas de limpieza automática (flushings) en los canales de llegada, pozos de bombeo o desarenadores para facilitar la expulsión periódica de arenas y sedimentos. • Instalar protección mediante rip-rap en zonas de descarga donde el flujo sale con alta velocidad, para evitar la erosión del terreno y asegurar la estabilidad de las estructuras del sistema de saneamiento y depuración. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Restaurar y conservar barreras naturales costeras (dunas, humedales costeros) para amortiguar impactos provocados por las inundaciones. **Operación y Mantenimiento**

	• Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar y mantener sistemas de limpieza para canales, desagües y estructuras de captación para evitar obstrucciones por sedimentos y residuos. • Monitorear parámetros de calidad de agua para detectar aumentos de sedimentos u otros contaminantes relacionados con las inundaciones. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal e instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Diseñar tuberías principales (con mayor grosor, zanjas mejoradas) para resistir grandes deformaciones del terreno provocadas por inundaciones. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando la continuidad operativa. • Planificar rutas de bypass en el sistema de tuberías. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Instalar válvulas antirretornos en las redes de saneamiento para evitar el reflujo de aguas residuales. • Instalar sensores de entrada de corriente y medidores de desbordamiento para prevenir desbordamientos de aguas residuales.

	• Instalar sistemas de limpieza automática (flushings) en los canales de llegada, pozos de bombeo o desarenadores para facilitar la expulsión periódica de arenas y sedimentos. • Instalar protección mediante rip-rap en zonas de descarga donde el flujo sale con alta velocidad, para evitar la erosión del terreno y asegurar la estabilidad de las estructuras del sistema de saneamiento y depuración. • Restaurar y conservar barreras naturales costeras (dunas, humedales costeros) para amortiguar impactos provocados por las inundaciones. • Incorporar sistemas de drenaje sostenible (SUDS) para manejo de aguas de inundación, como zanjas de infiltración, humedales artificiales o canales revestidos con vegetación para evitar sobrecarga en las plantas de tratamiento y redes. • Aplicar técnicas de bioingeniería (revegetación, geotextiles) en riberas y cauces para estabilizar suelos, reducir sedimentos y proteger la infraestructura frente a inundaciones. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar y mantener sistemas de limpieza para canales, desagües y estructuras de captación para evitar obstrucciones por sedimentos y residuos. • Monitorear parámetros de calidad de agua para detectar aumentos de sedimentos u otros contaminantes relacionados con las inundaciones. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal e instalaciones. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Actualizar los criterios de diseño hidráulico y de capacidad de los equipos y estructuras para operar de manera eficiente bajo un rango ampliado de caudales, incluyendo los mínimos esperados durante períodos de sequía.

	Diseño y Construcción • Aplicar técnicas avanzadas de tratamiento para aumentar la biodegradación. • Instalar sistemas de limpieza automática (flushings) en los canales de llegada, pozos de bombeo o desarenadores para facilitar la expulsión periódica de arenas y sedimentos. **Operación y Mantenimiento** • Implementar monitoreo in situ de sólidos suspendidos totales (SST) en tuberías de aguas residuales. • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego (por ejemplo, ladrillo, hormigón, vidrio resistente al fuego, estuco). • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores de las instalaciones, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF).

	• Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación alrededor de las instalaciones, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de los proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Planificar rutas de bypass en el sistema de tuberías. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento**

	• Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Sector Energía

Anexo 3.22. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Red de transmisión y distribución de electricidad (T&D). Fuente: Elaboración propia

Clúster: Red de transmisión y distribución de electricidad (T&D)	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y componentes eléctricos resistentes a altas temperaturas, incluyendo conductores de baja dilatación térmica y transformadores con aceites. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, especialmente en transformadores y subestaciones, incluyendo mejoras en la ventilación, radiadores y uso de sistemas híbridos (natural + mecánico). • Diseñar nuevas infraestructuras eléctricas (especialmente líneas aéreas) considerando mayores alturas libres para compensar el pandeo térmico de los conductores.

	• Dimensionar subestaciones y líneas considerando la capacidad reducida (de-rating) esperada durante olas de calor. • Utilizar mulching vegetal (acolchado) o cubiertas permeables en áreas expuestas para conservar la humedad del suelo y reducir el aumento térmico en cables soterrados (solución basada en la naturaleza - SbN). **Operación y Mantenimiento** • Planificar estrategias de gestión de la demanda en períodos de temperaturas extremas, para evitar sobrecarga de la red. • Implementar sistemas de monitoreo continuo de temperatura y rendimiento en componentes claves (cables, transformadores, conexiones) para evaluar la eficiencia operativa ante cambios térmicos. • Realizar mantenimiento preventivo en componentes con alta exposición térmica para detectar fatiga o dilatación anormal antes de que se generen fallos. • Establecer un plan de mantenimiento diferenciado para el cableado subterráneo, con énfasis en monitoreo preventivo, inspecciones periódicas y sistemas de detección temprana de fallos. • Programar tareas de mantenimiento en horarios de menor exposición térmica (por ejemplo, durante la madrugada o en días con menor carga térmica acumulada) para proteger tanto a los equipos como al personal técnico. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos.

	• Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Realizar pruebas de campo en cables subterráneos y canalizaciones para comprobar su resistencia ante eventos de inundaciones. • Asegurar que las técnicas de instalación subterránea utilizadas cuenten con medidas adecuadas de drenaje, aislamiento y protección estructural, especialmente en áreas con riesgo de saturación del suelo o infiltración de agua. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Monitorear las condiciones de funcionamiento del sistema ante eventos de inundación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación**

	• Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y componentes eléctricos resistentes a altas temperaturas, incluyendo conductores de baja dilatación térmica y transformadores con aceites. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, especialmente en transformadores y subestaciones, incluyendo mejoras en la ventilación, radiadores y uso de sistemas híbridos (natural + mecánico). • Diseñar nuevas infraestructuras eléctricas (especialmente líneas aéreas) considerando mayores alturas libres para compensar el pandeo térmico de los conductores. • Dimensionar subestaciones y líneas considerando la capacidad reducida (de-rating) esperada durante olas de calor. • Utilizar mulching vegetal (acolchado) o cubiertas permeables en áreas expuestas para conservar la humedad del suelo y reducir el aumento térmico en cables soterrados (solución basada en la naturaleza - SbN). **Operación y Mantenimiento** • Planificar estrategias de gestión de la demanda en períodos de temperaturas extremas, para evitar sobrecarga de la red. • Implementar sistemas de monitoreo continuo de temperatura y rendimiento en componentes claves (cables, transformadores, conexiones) para evaluar la eficiencia operativa ante cambios térmicos. • Realizar mantenimiento preventivo en componentes con alta exposición térmica para detectar fatiga o dilatación anormal antes de que se generen fallos. • Establecer un plan de mantenimiento diferenciado para el cableado subterráneo, con énfasis en monitoreo preventivo, inspecciones periódicas y sistemas de detección temprana de fallos. • Programar tareas de mantenimiento en horarios de menor exposición térmica (por ejemplo, durante la madrugada o en días con menor carga térmica acumulada) para proteger tanto a los equipos como al personal técnico. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Realizar pruebas de campo en cables subterráneos y canalizaciones para comprobar su resistencia ante eventos de inundaciones. • Asegurar que las técnicas de instalación subterránea utilizadas cuenten con medidas adecuadas de drenaje, aislamiento y protección estructural, especialmente en áreas con riesgo de saturación del suelo o infiltración de agua. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones.

	• Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Monitorear las condiciones de funcionamiento del sistema ante eventos de inundación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones.

	• Realizar pruebas de campo en cables subterráneos y canalizaciones para comprobar su resistencia ante eventos de inundaciones. • Asegurar que las técnicas de instalación subterránea utilizadas cuenten con medidas adecuadas de drenaje, aislamiento y protección estructural, especialmente en áreas con riesgo de saturación del suelo o infiltración de agua. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Monitorear las condiciones de funcionamiento del sistema ante eventos de inundación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Integrar criterios de susceptibilidad a contracción o secado del terreno en el proceso de selección del proyecto. **Diseño y Construcción**

	• Incorporar juntas de expansión o conexiones flexibles en los tramos de cableado o en estructuras vulnerables, que permitan cierta movilidad sin comprometer la integridad del sistema. • Implementar soluciones constructivas adaptadas al terreno seco, como la instalación de sistemas de anclaje reforzado o de protección frente al desplazamiento de estructuras. • Diseñar áreas verdes con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), con el fin de conservar la humedad del suelo, reducir la erosión y mejorar la estabilidad del terreno. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones periódicas de cimientos y uniones de cables en zonas con historial de sequía prolongada, para detectar posibles desplazamientos o fallas por tracción. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales resistentes al fuego, especialmente para postes, aisladores y equipos sensibles, reduciendo la posibilidad de colapso estructural o ignición por altas temperaturas. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios forestales que funcionen en caso de emergencia. • Diseñar la red con capacidad de segmentación, permitiendo aislar rápidamente zonas afectadas por incendios sin comprometer el suministro en otras áreas. • Soterrar las líneas eléctricas en áreas identificadas como de alto riesgo para evitar ignición, pandeo térmico y exposición al fuego directo. **Operación y Mantenimiento**

	• Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Desenergizar líneas eléctricas de forma controlada y preventiva, cuando sea necesario, para evitar que el sistema eléctrico sea fuente de ignición. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Planificar la redundancia de la red, incluyendo la capacidad de aislar áreas vulnerables y el diseño para el despliegue rápido de subestaciones móviles en zonas afectadas. • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión.

	Operación y Mantenimiento • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Implementar sensores y sistemas de monitoreo del movimiento del terreno, facilitando la respuesta rápida ante posibles deslizamientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.23. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Energía eólica. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Energía eólica	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y componentes eléctricos resistentes a altas temperaturas y sistemas de refrigeración adaptados. • Optimizar la geometría de las palas y la relación de velocidad en la punta (*tip speed ratio*) en función de la densidad del aire. • Aplicar recubrimientos térmicos y aislamientos adecuados en componentes críticos (por ejemplo, en el nacelle, generadores y sistemas electrónicos) para reducir el estrés térmico durante las olas de calor o temperaturas sostenidamente altas. **Operación y Mantenimiento**

	• Planificar estrategias de gestión de la demanda en períodos de temperaturas extremas, para evitar sobrecarga de la red. • Implementar sistemas de monitoreo continuo de temperatura y rendimiento en componentes claves (cables, transformadores, conexiones) para evaluar la eficiencia operativa ante cambios térmicos. • Realizar mantenimiento preventivo en componentes con alta exposición térmica para detectar fatiga o dilatación anormal antes de que se generen fallos. • Aumentar la frecuencia del mantenimiento preventivo de los sistemas de lubricación y componentes mecánicos, dado que el calor excesivo puede acelerar su desgaste. • Programar tareas de mantenimiento en horarios de menor exposición térmica (por ejemplo, durante la madrugada o en días con menor carga térmica acumulada) para proteger tanto a los equipos como al personal técnico. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones.

	• Instalar sistemas de protección de cables (cable protection system - CPS) y sistemas de protección contra socavación (scour protection) en las bases de las turbinas, especialmente aquellas cercanas a cauces o zonas con riesgo de arrastre de sedimentos. • Incorporar medidas de redundancia en los componentes eléctricos críticos, como unidades de distribución de energía alternativas, para asegurar la continuidad operativa. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Monitorear las condiciones de funcionamiento del sistema ante eventos de inundación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático.

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales y componentes eléctricos resistentes a altas temperaturas y sistemas de refrigeración adaptados. • Optimizar la geometría de las palas y la relación de velocidad en la punta (*tip speed ratio*) en función de la densidad del aire. • Aplicar recubrimientos térmicos y aislamientos adecuados en componentes críticos (por ejemplo, en el nacelle, generadores y sistemas electrónicos) para reducir el estrés térmico durante las olas de calor o temperaturas sostenidamente altas. **Operación y Mantenimiento** • Planificar estrategias de gestión de la demanda en períodos de temperaturas extremas, para evitar sobrecarga de la red. • Implementar sistemas de monitoreo continuo de temperatura y rendimiento en componentes claves (cables, transformadores, conexiones) para evaluar la eficiencia operativa ante cambios térmicos. • Realizar mantenimiento preventivo en componentes con alta exposición térmica para detectar fatiga o dilatación anormal antes de que se generen fallos. • Aumentar la frecuencia del mantenimiento preventivo de los sistemas de lubricación y componentes mecánicos, dado que el calor excesivo puede acelerar su desgaste. • Programar tareas de mantenimiento en horarios de menor exposición térmica (por ejemplo, durante la madrugada o en días con menor carga térmica acumulada) para proteger tanto a los equipos como al personal técnico. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales.

	• Aumentar la profundidad de enterramiento de cables subterráneos en zonas costeras, para protegerlos frente a la erosión y socavación. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Instalar sistemas de protección de cables (cable protection system - CPS) y sistemas de protección contra socavación (scour protection) en las bases de las turbinas, especialmente aquellas cercanas a cauces o zonas con riesgo de arrastre de sedimentos. • Incorporar medidas de redundancia en los componentes eléctricos críticos, como unidades de distribución de energía alternativas, para asegurar la continuidad operativa. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Proteger y restaurar humedales costeros en el entorno inmediato de parques eólicos cercanos a la costa, para que actúen como barrera natural frente al aumento del nivel medio del mar y eventos extremos. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación.

	• Monitorear las condiciones de funcionamiento del sistema ante eventos de inundación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Aumentar la profundidad de enterramiento de cables subterráneos en zonas costeras, para protegerlos frente a la erosión y socavación. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Instalar sistemas de protección de cables (cable protection system - CPS) y sistemas de protección contra socavación (scour protection) en las bases de las turbinas, especialmente aquellas cercanas a cauces o zonas con riesgo de arrastre de sedimentos. • Incorporar medidas de redundancia en los componentes eléctricos críticos, como unidades de distribución de energía alternativas, para asegurar la continuidad operativa.

	• Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. • Restaurar zonas ribereñas y vegetación de ribera para actuar como amortiguadores naturales ante inundaciones, reduciendo la velocidad del agua y previniendo la erosión del terreno. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Monitorear las condiciones de funcionamiento del sistema ante eventos de inundación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Integrar criterios de susceptibilidad a contracción o secado del terreno en el proceso de selección del proyecto. **Diseño y Construcción** • Aplicar criterios rigurosos en el diseño de los sistemas de puesta a tierra, considerando suelos con baja humedad o alta resistividad eléctrica. • Diseñar áreas verdes con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), con el fin de conservar la humedad del suelo, reducir la erosión y mejorar la estabilidad del terreno. **Operación y Mantenimiento**

	• Realizar inspecciones periódicas de cimientos en zonas con historial de sequía prolongada, para detectar posibles desplazamientos o fallas por tracción. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales resistentes al fuego, reduciendo la posibilidad de ignición por altas temperaturas. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios forestales que funcionen en caso de emergencia. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción**

	• Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Implementar sensores y sistemas de monitoreo del movimiento del terreno, facilitando la respuesta rápida ante posibles deslizamientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.24. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Energía solar. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Energía solar	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto, así como en la distribución de los paneles (espaciado, orientación) para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y componentes eléctricos resistentes a altas temperaturas. • Explorar la viabilidad de tecnologías innovadoras, como los recubrimientos con nanomateriales, para mejorar el rendimiento de los paneles. • Mejorar los sistemas de enfriamiento del parque solar, empleando ventiladores o sopladores para aumentar la circulación de aire alrededor de los paneles, así como sistemas de enfriamiento basados en agua, como aspersores o sistemas de nebulización, siempre considerando el uso eficiente del recurso hídrico. • Implementar paisajismo sostenible alrededor del parque solar siempre y cuando la vegetación no bloquee la luz solar ni dificulte el mantenimiento de los paneles. Esto mejora el microclima, favoreciendo la regulación térmica natural. **Operación y Mantenimiento** • Planificar estrategias de gestión de la demanda en períodos de temperaturas extremas, para evitar sobrecarga de la red. • Implementar sistemas de monitoreo continuo de temperatura y rendimiento en componentes clave para evaluar la eficiencia operativa ante cambios térmicos. • Realizar mantenimiento preventivo en componentes con alta exposición térmica para detectar fatiga o dilatación anormal antes de que se generen fallos.

	• Programar tareas de mantenimiento en horarios de menor exposición térmica (por ejemplo, durante la madrugada o en días con menor carga térmica acumulada) para proteger tanto a los equipos como al personal técnico. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Utilizar paneles solares con vidrio texturizado y recubrimientos antirreflectantes para capturar la luz solar desde múltiples ángulos, mejorando el rendimiento en condiciones de nubosidad. • Emplear paneles monocristralinos, que presentan mayor eficiencia en días nublados. • Implementar sistemas avanzados de seguimiento y control para rotar los paneles y maximizar la captación solar. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración.

	Operación y Mantenimiento • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Monitorear las condiciones de funcionamiento del sistema ante eventos de inundación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto, así como en la distribución de los paneles (espaciado, orientación) para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y componentes eléctricos resistentes a altas temperaturas. • Explorar la viabilidad de tecnologías innovadoras, como los recubrimientos con nanomateriales, para mejorar el rendimiento de los paneles. • Mejorar los sistemas de enfriamiento del parque solar, empleando ventiladores o sopladores para aumentar la circulación de aire alrededor de los paneles, así como sistemas de enfriamiento basados en agua, como aspersores o sistemas de nebulización, siempre considerando el uso eficiente del recurso hídrico.

	• Implementar paisajismo sostenible alrededor del parque solar siempre y cuando la vegetación no bloquee la luz solar ni dificulte el mantenimiento de los paneles. Esto mejora el microclima, favoreciendo la regulación térmica natural. **Operación y Mantenimiento** • Planificar estrategias de gestión de la demanda en períodos de temperaturas extremas, para evitar sobrecarga de la red. • Implementar sistemas de monitoreo continuo de temperatura y rendimiento en componentes clave para evaluar la eficiencia operativa ante cambios térmicos. • Realizar mantenimiento preventivo en componentes con alta exposición térmica para detectar fatiga o dilatación anormal antes de que se generen fallos. • Programar tareas de mantenimiento en horarios de menor exposición térmica (por ejemplo, durante la madrugada o en días con menor carga térmica acumulada) para proteger tanto a los equipos como al personal técnico. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones.

	• Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Monitorear las condiciones de funcionamiento del sistema ante eventos de inundación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos.

	• Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Monitorear las condiciones de funcionamiento del sistema ante eventos de inundación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables (como limpieza de los paneles) en el proyecto. • Integrar criterios de susceptibilidad a contracción o secado del terreno en el proceso de selección del proyecto. **Diseño y Construcción** • Explorar e incorporar sistemas de enfriamiento en seco que no dependan del uso de agua.

	• Explorar la inclusión en el diseño de los parques solares el uso de paneles autolimpiables con recubrimientos que repelen el polvo, o la instalación de sistemas de limpieza robóticos automatizados. • Diseñar áreas verdes con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), con el fin de conservar la humedad del suelo, reducir la erosión y mejorar la estabilidad del terreno. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimientos y limpiezas de los paneles solares con mayor frecuencia para mitigar los efectos del ensuciamiento causado por polvo y contaminación. • Instalar sistema de monitoreo que alerte sobre la acumulación de suciedad en los paneles, permitiendo programar la limpieza justo cuando sea necesaria. • Realizar inspecciones periódicas de cimientos en zonas con historial de sequía prolongada, para detectar posibles desplazamientos o fallas por tracción. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales resistentes al fuego, reduciendo la posibilidad de ignición por altas temperaturas. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios forestales que funcionen en caso de emergencia. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio.

	• Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, como señales de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Implementar sensores y sistemas de monitoreo del movimiento del terreno, facilitando la respuesta rápida ante posibles deslizamientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.25. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Sistemas de calefacción distrital basados en biomasa. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Sistemas de calefacción distrital basados en biomasa	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Utilizar equipos con límites operativos de temperatura más altos y materiales resistentes al calor. • Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Planificar redundancias en el suministro de combustible para evitar dependencia de una sola fuente en contextos de disponibilidad reducida. • Mejorar el aislamiento térmico de las tuberías de distribución para evitar pérdidas de calor y proteger la infraestructura. • Instalar sistemas avanzados de control que ajusten automáticamente los parámetros de combustión en función de la temperatura ambiente y el tipo de biomasa. **Operación y Mantenimiento** • Evitar el almacenamiento de grandes cantidades de biocombustible durante largos períodos. • Establecer procedimientos de enfriamiento de emergencia para prevenir el sobrecalentamiento del sistema durante eventos de calor extremo. • Desarrollar e implementar protocolos para ajustar los parámetros de combustión según las condiciones de temperatura.

	• Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Aumentar la capacidad de almacenamiento en interiores para proteger la biomasa del exceso de humedad y preservar su calidad energética. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua.

	• Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones, así como de manejo de biomasa húmeda para mantener el poder calorífico del combustible. • Monitorear en tiempo real los niveles de agua en zonas próximas, permitiendo activar protocolos de emergencia ante riesgo de inundación. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructuras para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Utilizar equipos con límites operativos de temperatura más altos y materiales resistentes al calor.

	• Diseñar sistemas de climatización eficientes que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva e incorporando en las temperaturas de diseño las proyecciones de cambio climático. • Planificar redundancias en el suministro de combustible para evitar dependencia de una sola fuente en contextos de disponibilidad reducida. • Mejorar el aislamiento térmico de las tuberías de distribución para evitar pérdidas de calor y proteger la infraestructura. • Instalar sistemas avanzados de control que ajusten automáticamente los parámetros de combustión en función de la temperatura ambiente y el tipo de biomasa. **Operación y Mantenimiento** • Evitar el almacenamiento de grandes cantidades de biocombustible durante largos períodos. • Establecer procedimientos de enfriamiento de emergencia para prevenir el sobrecalentamiento del sistema durante eventos de calor extremo. • Desarrollar e implementar protocolos para ajustar los parámetros de combustión según las condiciones de temperatura. • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad.

	• Elevar y reforzar estructuras y equipos críticos para aumentar resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Aumentar la capacidad de almacenamiento en interiores para proteger la biomasa del exceso de humedad y preservar su calidad energética. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones, así como de manejo de biomasa húmeda para mantener el poder calorífico del combustible. • Monitorear en tiempo real niveles de agua en zonas próximas, para activar protocolos de emergencia ante riesgo inundación. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructuras para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Aumentar la capacidad de almacenamiento en interiores para proteger la biomasa del exceso de humedad y preservar su calidad energética. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua.

	• Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones, así como de manejo de biomasa húmeda para mantener el poder calorífico del combustible. • Monitorear en tiempo real los niveles de agua en zonas próximas, permitiendo activar protocolos de emergencia ante riesgo de inundación. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructuras para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables en el proyecto. • Integrar criterios de susceptibilidad a contracción o secado del terreno en el proceso de selección del proyecto. **Diseño y Construcción** • Considerar criterios de selección de biomasa adaptados a escenarios de estrés hídrico, priorizando aquellos con baja huella hídrica o mayor disponibilidad local. • Implementar soluciones constructivas adaptadas al terreno seco, como la instalación de sistemas de anclaje reforzado o de protección frente al desplazamiento de estructuras. • Diseñar áreas verdes con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), con el fin de conservar la humedad del suelo, reducir la erosión y mejorar la estabilidad del terreno. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar recarga acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez (uso de maquinaria eficiente, planificación por zonas, etc.). • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas.

	• Aplicar medidas de eficiencia hídrica en las operaciones rutinarias, incluyendo tecnologías de limpieza en seco de equipos, cuando sea viable. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego, reduciendo la posibilidad de colapso estructural o ignición por altas temperaturas. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Aumentar la capacidad de almacenamiento en interiores para proteger la biomasa en situaciones de riesgo extremo. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Diversificar las fuentes de suministro de biomasa para minimizar el riesgo de escasez ante eventos de incendio en zonas productoras. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio.



	• Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Implementar sensores y sistemas de monitoreo del movimiento del terreno, facilitando la respuesta rápida ante posibles deslizamientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.26. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Electrolizadores de hidrógeno verde. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Electrolizadores de hidrógeno verde	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Utilizar equipos con límites operativos de temperatura más altos y materiales o recubrimientos resistentes al calor. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Diseñar la instalación para lograr una alta eficiencia energética y minimizar la generación de calor durante las operaciones. • Diseñar sistemas de climatización eficientes (sistemas húmedos, secos o híbridos) que reduzcan el consumo energético, como refrigeradores de aletas de aire (air fin cooler), torres de enfriamiento abiertas (open cooling towers) y sistemas de niebla (fogging systems). • Establecer sistemas de refrigeración de emergencia o de respaldo, activables durante eventos de calor extremo. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de la instalación. **Operación y Mantenimiento**

	• Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevas instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Instalar trampas de sedimentos (silt traps) para evitar la obstrucción de los sistemas de drenaje por arrastre de lodos o materiales sólidos. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua.



	• Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Monitorear en tiempo real los niveles de agua en zonas próximas, permitiendo activar protocolos de emergencia ante riesgo de inundación. • Incluir sistemas modulares o relocalizables, especialmente para componentes más expuestos o críticos, que permitan su reubicación temporal en caso de emergencia. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructuras para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Asegurar que los sistemas de purificación de agua cuenten con protocolos de contingencia ante posibles contaminaciones causadas por arrastre superficial. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático.

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor para techos y muros, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más estables. • Utilizar equipos con límites operativos de temperatura más altos y materiales o recubrimientos resistentes al calor. • Diseñar espacios exteriores y fachadas con elementos de sombreado, como aleros, celosías, repisas horizontales o aletas verticales, asegurando su efectividad en la reducción del calor sin comprometer la ventilación ni la seguridad estructural de las instalaciones. • Diseñar la instalación para lograr una alta eficiencia energética y minimizar la generación de calor durante las operaciones. • Diseñar sistemas de climatización eficientes (sistemas húmedos, secos o híbridos) que reduzcan el consumo energético, como refrigeradores de aletas de aire (air fin cooler), torres de enfriamiento abiertas (open cooling towers) y sistemas de niebla (fogging systems). • Establecer sistemas de refrigeración de emergencia o de respaldo, activables durante eventos de calor extremo. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor de las instalaciones para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. • Integrar en el diseño techos verdes y muros vegetales que mejoren el aislamiento térmico de la instalación. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevas instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Instalar trampas de sedimentos (silt traps) para evitar la obstrucción de los sistemas de drenaje por arrastre de lodos o materiales sólidos. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Monitorear en tiempo real los niveles de agua en zonas próximas, permitiendo activar protocolos de emergencia ante riesgo de inundación. • Incluir sistemas modulares o relocalizables, especialmente para componentes más expuestos o críticos, que permitan su reubicación temporal en caso de emergencia.

	• Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructuras para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Asegurar que los sistemas de purificación de agua cuenten con protocolos de contingencia ante posibles contaminaciones causadas por arrastre superficial. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de nuevas instalaciones fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección de accesos vulnerables (puertas, rejillas de ventilación, conductos) frente a la entrada de agua. • Instalar trampas de sedimentos (silt traps) para evitar la obstrucción de los sistemas de drenaje por arrastre de lodos o materiales sólidos. • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua.

	• Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Monitorear en tiempo real los niveles de agua en zonas próximas, permitiendo activar protocolos de emergencia ante riesgo de inundación. • Incluir sistemas modulares o relocalizables, especialmente para componentes más expuestos o críticos, que permitan su reubicación temporal en caso de emergencia. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructuras para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Asegurar que los sistemas de purificación de agua cuenten con protocolos de contingencia ante posibles contaminaciones causadas por arrastre superficial. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables en el proyecto. • Planificar disposiciones contractuales específicas para el uso del agua, garantizando el suministro continuo y legalmente respaldado. • Establecer acuerdos con autoridades locales y otras partes interesadas para asegurar el acceso a fuentes diversificadas de agua (dulce, residual tratada, salobre, etc.).

	• Integrar criterios de susceptibilidad a contracción o secado del terreno en el proceso de selección del proyecto. **Diseño y Construcción** • Diseñar sistemas de almacenamiento de agua con capacidad suficiente para mantener la operación en períodos de escasez. • Considerar el uso de sistemas de refrigeración con bajo consumo de agua, como la refrigeración en seco o sistemas híbridos. • Incorporar tecnología de reciclaje de agua gris, para reutilizar agua en procesos no críticos. • Implementar soluciones constructivas adaptadas al terreno seco, como la instalación de sistemas de anclaje reforzado o de protección frente al desplazamiento de estructuras. **Operación y Mantenimiento** • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez. • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Aplicar medidas de eficiencia hídrica en las operaciones rutinarias, incluyendo tecnologías de limpieza en seco de equipos, cuando sea viable. • Instalar sensores inteligentes y sistemas de análisis de datos para el monitoreo en tiempo real del consumo y disponibilidad del recurso hídrico. • Actualizar periódicamente los planes de contingencia frente a sequías, incluyendo acciones preventivas y protocolos de operación reducida. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales de construcción y equipos resistentes al fuego, reduciendo la posibilidad de colapso estructural o ignición por altas temperaturas. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones.

	• Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Implementar sensores y sistemas de monitoreo del movimiento del terreno, facilitando la respuesta rápida ante posibles deslizamientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Anexo 3.27. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Sistemas de almacenamiento de energía en baterías. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Sistemas de almacenamiento de energía en baterías	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático.

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor y equipos con límites operativos de temperatura más altos. • Diseñar sistemas de gestión térmica avanzados para mantener condiciones de operación seguras durante eventos de altas temperaturas. • Diseñar sistemas de climatización eficientes, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y líquida para regular temperaturas dentro de la BESS. • Diseñar y construir recintos térmicamente aislados y sellados, que reduzcan la exposición directa al calor y protejan los componentes eléctricos sensibles (módulos de baterías, inversores y sistemas de control) • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor del proyecto para proporcionar sombra y reducir la temperatura ambiental. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Monitorear continuamente el rendimiento térmico del sistema durante periodos de altas temperaturas y ajustar los parámetros de operación según sea necesario. • Establecer protocolos operativos específicos para altas temperaturas, incluyendo límites dinámicos de carga/descarga y estrategias de respuesta automática del sistema ante temperaturas críticas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

	Diseño y Construcción • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección en componentes vulnerables frente a la entrada de agua (módulos de baterías, inversores y sistemas de control). • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Monitorear en tiempo real los niveles de agua en zonas próximas, permitiendo activar protocolos de emergencia ante riesgo de inundación. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructuras para detectar daños por humedad, erosión o socavación.

	Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor y equipos con límites operativos de temperatura más altos. • Diseñar sistemas de gestión térmica avanzados para mantener condiciones de operación seguras durante eventos de altas temperaturas. • Diseñar sistemas de climatización eficientes, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y líquida para regular temperaturas dentro de la BESS. • Diseñar y construir recintos térmicamente aislados y sellados, que reduzcan la exposición directa al calor y protejan los componentes eléctricos sensibles (módulos de baterías, inversores y sistemas de control) • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado alrededor del proyecto para proporcionar sombra y reducir la temperatura ambiental. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de equipos de climatización para asegurar su eficiencia y evitar sobreconsumos energéticos. • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de sistemas de climatización y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. • Monitorear continuamente el rendimiento térmico del sistema durante periodos de altas temperaturas y ajustar los parámetros de operación según sea necesario.

	• Establecer protocolos operativos específicos para altas temperaturas, incluyendo límites dinámicos de carga/descarga y estrategias de respuesta automática del sistema ante temperaturas críticas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección en componentes vulnerables frente a la entrada de agua (módulos de baterías, inversores y sistemas de control). • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones.

	• Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Monitorear en tiempo real los niveles de agua en zonas próximas, permitiendo activar protocolos de emergencia ante riesgo de inundación. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructuras para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales, sumideros y bombas para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones en zonas bajas y accesos. • Aplicar sellado de juntas y protección en componentes vulnerables frente a la entrada de agua (módulos de baterías, inversores y sistemas de control). • Incorporar barreras físicas, muros de contención y diques u otras soluciones de protección para salvaguardar las estructuras más vulnerables frente a inundaciones.

	• Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Monitorear en tiempo real los niveles de agua en zonas próximas, permitiendo activar protocolos de emergencia ante riesgo de inundación. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructuras para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables en el proyecto. • Integrar criterios de susceptibilidad a contracción o secado del terreno en el proceso de selección del proyecto. **Diseño y Construcción** • Considerar el uso de sistemas de refrigeración con bajo consumo de agua, como la refrigeración en seco, sistemas híbridos o sistemas de refrigeración en circuito cerrado, para reducir la dependencia de fuentes externas.

	• Diseñar sistemas de reciclaje de agua, que permitan tratar y reutilizar el agua dentro del sistema, disminuyendo la demanda total. • Implementar soluciones constructivas adaptadas al terreno seco, como la instalación de sistemas de anclaje reforzado o de protección frente al desplazamiento de estructuras. • Diseñar áreas verdes con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), con el fin de conservar la humedad del suelo, reducir la erosión y mejorar la estabilidad del terreno. • Planificar zonas exteriores con pavimentos permeables, para facilitar recarga acuíferos subterráneos en temporadas de lluvia. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos para asegurar su eficiencia y evitar fugas. • Aplicar medidas de eficiencia hídrica en las operaciones rutinarias, cuando sea viable. • Monitorear la estabilidad del terreno en condiciones de sequía extrema, especialmente si se detectan grietas o hundimientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de instalaciones fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción resistentes al fuego, reduciendo la posibilidad de colapso estructural o ignición por altas temperaturas. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios que funcionen en caso de emergencia.

	• Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento**

	• Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. • Implementar sensores y sistemas de monitoreo del movimiento del terreno, facilitando la respuesta rápida ante posibles deslizamientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Sector Telecomunicaciones

Anexo 3.28. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Redes de telecomunicaciones. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Redes de telecomunicaciones	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor, contribuyendo a mantener temperaturas más estables.

	• Seleccionar componentes electrónicos con tolerancia térmica ampliada para soportar altas temperaturas sin pérdida de rendimiento. • Integrar sistemas de redundancia en la red para evitar interrupciones en caso de fallo por sobrecalentamiento de nodos. • Diseñar sistemas de climatización eficientes en estaciones base y gabinetes de telecomunicaciones que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Desarrollar protocolos para ajuste dinámico de la capacidad de red y gestión de tráfico en picos térmicos para evitar sobrecarga de equipos y mantener calidad del servicio. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Priorizar la localización de los proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales, equipos y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar cámaras subterráneas, ductos y centros de red con sistemas de impermeabilización, drenaje y bombas de extracción de agua. • Asegurar fuentes de energía de respaldo protegidas contra la humedad (como generadores o baterías en casetas selladas). • Implementar redundancia geográfica en redes, con rutas y nodos distribuidos lejos de zonas vulnerables para asegurar continuidad del servicio ante fallos locales. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua.



	• Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Inspeccionar y mantener regularmente sellos, juntas y sistemas de drenaje en infraestructuras de telecomunicaciones. • Implementar sistemas de acceso alternativo para mantenimiento en zonas de difícil acceso durante inundaciones, como drones o vehículos anfibios, para acelerar la reparación y recuperación del servicio. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones y la continuidad del servicio. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Incorporar criterios de diseño bioclimático en la planificación y selección del sitio del proyecto para optimizar su eficiencia y desempeño, considerando el microclima local y las condiciones ambientales. • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica y baja capacidad de absorción de calor, contribuyendo a mantener temperaturas más estables. • Seleccionar componentes electrónicos con tolerancia térmica ampliada para soportar altas temperaturas sin pérdida de rendimiento. • Integrar sistemas de redundancia en la red para evitar interrupciones en caso de fallo por sobrecalentamiento de nodos.

	• Diseñar sistemas de climatización eficientes en estaciones base y gabinetes de telecomunicaciones que reduzcan el consumo energético, incluyendo tecnologías de refrigeración pasiva y energías renovables. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones periódicas en instalaciones eléctricas para prevenir fallos provocados por el sobrecalentamiento. • Desarrollar protocolos para ajuste dinámico de la capacidad de red y gestión de tráfico en picos térmicos para evitar sobrecarga de equipos y mantener calidad del servicio. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Priorizar la localización de los proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales, equipos y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar cámaras subterráneas, ductos y centros de red con sistemas de impermeabilización, drenaje y bombas de extracción de agua. • Asegurar fuentes de energía de respaldo protegidas contra la humedad (como generadores o baterías en casetas selladas). • Implementar redundancia geográfica en redes, con rutas y nodos distribuidos lejos de zonas vulnerables para asegurar continuidad del servicio ante fallos locales. • Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones.

	• Inspeccionar y mantener regularmente sellos, juntas y sistemas de drenaje en infraestructuras de telecomunicaciones. • Implementar sistemas de acceso alternativo para mantenimiento en zonas de difícil acceso durante inundaciones, como drones o vehículos anfibios, para acelerar la reparación y recuperación del servicio. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones y la continuidad del servicio. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Priorizar la localización de los proyectos fuera de zonas inundables según mapas de zonas inundables y peligrosidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales, equipos y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar las estructuras y los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales. • Diseñar cámaras subterráneas, ductos y centros de red con sistemas de impermeabilización, drenaje y bombas de extracción de agua. • Asegurar fuentes de energía de respaldo protegidas contra la humedad (como generadores o baterías en casetas selladas). • Implementar redundancia geográfica en redes, con rutas y nodos distribuidos lejos de zonas vulnerables para asegurar continuidad del servicio ante fallos locales.Implementar franjas de amortiguación vegetadas (infraestructura verde) en zonas de transición entre el entorno natural y las infraestructuras para reducir el impacto directo del agua.

	• Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Inspeccionar y mantener regularmente sellos, juntas y sistemas de drenaje en infraestructuras de telecomunicaciones. • Implementar sistemas de acceso alternativo para mantenimiento en zonas de difícil acceso durante inundaciones, como drones o vehículos anfibios, para acelerar la reparación y recuperación del servicio. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones y la continuidad del servicio. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Planificar la integración de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, como depósitos pluviales o cisternas, para usos no potables en el proyecto. • Integrar criterios de susceptibilidad a contracción o secado del terreno en el proceso de selección del proyecto. **Diseño y Construcción** • Seleccionar sistemas de climatización con baja dependencia del agua, priorizando tecnologías de refrigeración por aire en lugar de sistemas que requieran consumo hídrico. • Diseñar áreas verdes con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), con el fin de reducir la erosión y mejorar la estabilidad del terreno. **Operación y Mantenimiento** • Sustituir progresivamente el uso de agua potable por aguas reutilizadas o regeneradas en sistemas de limpieza. • Adaptar los protocolos de limpieza y mantenimiento para funcionar con menos consumo hídrico en épocas de escasez.

	Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)
Incendios forestales	**Planificación** • Priorizar la ubicación de los proyectos fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable, siempre que sea posible. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales resistentes al fuego (cerramientos metálicos ignífugos, cableado con cubierta retardante, sellado cortafuegos en entradas de canalizaciones) o recubrimientos protectores en estaciones base, nodos, canalizaciones y recintos técnicos. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Priorizar el enterramiento de cables en zonas de alta exposición para reducir el riesgo de fusión, combustión o corte de servicio durante un incendio. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios que funcionen en caso de emergencia. • Implementar redundancia geográfica en redes, con rutas y nodos distribuidos lejos de zonas vulnerables para asegurar continuidad del servicio ante fallos locales. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores de las instalaciones a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Capacitar al personal de operación y mantenimiento en protocolos de actuación ante incendios (protección, cierre seguro de equipos, evacuación). • Incluir dispositivos de apagado remoto o desconexión segura ante incendios, especialmente para instalaciones en zonas aisladas.

	Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Priorizar la ubicación de los proyectos alejados de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Establecer distancias mínimas de seguridad respecto a taludes y laderas inestables, tanto por encima como por debajo del terreno afectado. • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Instalar drenajes perimetrales y pozos de absorción, para redirigir el agua lejos de taludes o zonas sensibles a saturación. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar redundancia geográfica en redes, con rutas y nodos distribuidos lejos de zonas vulnerables para asegurar continuidad del servicio ante fallos locales. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos, muros y pavimentos, como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Infraestructura verde

Anexo 3.29. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Infraestructura verde. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Infraestructura verde	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación** • Seleccionar y promover especies vegetales nativas y adaptadas a climas cálidos y condiciones de estrés térmico para mantener la vitalidad y funcionalidad de la infraestructura verde. **Diseño y Construcción** • Diseñar zonas verdes con diversidad de especies para aumentar la resiliencia ecológica y garantizar la provisión continua de servicios ecosistémicos. • Incorporar sistemas de riego eficientes y programados para compensar las mayores tasas de evapotranspiración. **Operación y Mantenimiento** • Monitorear la salud vegetal y realizar intervenciones oportunas como riegos suplementarios o fertilización para evitar la pérdida de cobertura. • Aplicar prácticas de manejo del suelo que aumenten su capacidad de retención hídrica y reduzcan el estrés térmico en las raíces. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Seleccionar especies vegetales con raíces profundas que estabilicen el suelo para evitar la erosión y deslizamientos en pendientes. **Diseño y Construcción** • Diseñar Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) con capacidad suficiente para absorber y retener grandes volúmenes de agua, incluyendo zonas de retención y humedales artificiales.

	• Implementar barreras vegetales para reducir la velocidad del escurrimiento superficial y minimizar el arrastre de nutrientes y sedimentos. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Ajustar y supervisar los sistemas de riego y drenaje, ajustando los aportes de agua según las necesidades reales, a fin de evitar saturación del suelo y reducir el riesgo de asfixia radicular. • Mantener y reforzar estructuras vegetales que estabilicen taludes y bordes para prevenir erosiones y deslizamientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Olas de calor	**Planificación** • Seleccionar y promover especies vegetales nativas y adaptadas a climas cálidos y condiciones de estrés térmico para mantener la vitalidad y funcionalidad de la infraestructura verde. **Diseño y Construcción** • Diseñar zonas verdes con diversidad de especies para aumentar la resiliencia ecológica y garantizar la provisión continua de servicios ecosistémicos. • Incorporar sistemas de riego eficientes y programados para compensar las mayores tasas de evapotranspiración. **Operación y Mantenimiento** • Monitorear la salud vegetal y realizar intervenciones oportunas como riegos suplementarios o fertilización para evitar la pérdida de cobertura. • Aplicar prácticas de manejo del suelo que aumenten su capacidad de retención hídrica y reduzcan el estrés térmico en las raíces. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación** • Seleccionar especies vegetales con raíces profundas y tolerantes a la salinidad que estabilicen el suelo para evitar la erosión y deslizamientos en pendientes.

	Diseño y Construcción • Diseñar la infraestructura verde integrada con soluciones de ingeniería blanda para proteger contra la erosión y la intrusión salina. • Incorporar elevaciones naturales o artificiales que permitan la adaptación ante el aumento progresivo del nivel del mar. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Monitorear la salinidad del suelo y realizar intervenciones para mitigar daños en la vegetación. • Restaurar y reforzar franjas vegetadas después de eventos de inundación para prevenir erosión y pérdida de fertilidad. • Implementar planes (limpiezas y retiradas) de manejo de sedimentos y control de la erosión en áreas vulnerables. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Seleccionar especies vegetales con raíces profundas que estabilicen el suelo para evitar la erosión y deslizamientos en pendientes. **Diseño y Construcción** • Diseñar Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) con capacidad suficiente para absorber y retener grandes volúmenes de agua, incluyendo zonas de retención y humedales artificiales. • Implementar barreras vegetales para reducir la velocidad del escurrimiento superficial y minimizar el arrastre de nutrientes y sedimentos. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones.

	• Ajustar y supervisar los sistemas de riego y drenaje, ajustando los aportes de agua según las necesidades reales, a fin de evitar saturación del suelo y reducir el riesgo de asfixia radicular. • Mantener y reforzar estructuras vegetales que estabilicen taludes y bordes para prevenir erosiones y deslizamientos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Seleccionar especies xerófitas o con alta tolerancia a la sequía para asegurar la cobertura vegetal y la provisión de servicios ecosistémicos en períodos secos. **Diseño y Construcción** • Construir sistemas captación y almacenamiento de agua de lluvia para asegurar riego suplementario durante períodos secos. • Utilizar técnicas de conservación de agua en el suelo, como mulching (acolchado) o cobertura orgánica, para reducir la evaporación y mejorar la humedad disponible. • Diseñar suelos con alta capacidad de retención de agua, usando enmiendas orgánicas y técnicas de conservación de humedad. **Operación y Mantenimiento** • Implementar sistemas de riego eficientes, preferentemente con aguas reutilizadas o sistemas pasivos (zanjas de infiltración, alcorques conectados, etc.), para mantener la vegetación saludable sin aumentar el consumo hídrico en épocas de calor. • Establecer planes de prevención y manejo de incendios forestales en zonas verdes, incluyendo creación de cortafuegos y limpieza periódica. • Monitorear y rehabilitar áreas afectadas por sequías prolongadas para recuperar cobertura vegetal y biodiversidad. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Seleccionar especies autóctonas adaptadas al fuego que reduzcan el riesgo de ignición y apoyen la regeneración post-incendio, como parte del diseño ecológico. **Diseño y Construcción**

	• Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Diseñar mosaicos de paisajes mixtos con áreas permeables intercaladas, evitando extensiones de vegetación monoespecífica, que tienden a propiciar la propagación del fuego. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Integrar puntos de acceso y reserva de agua (fuentes, estanques, arquetas) en la infraestructura para abastecer equipos de extinción o riego en emergencias. • Aplicar recubrimientos protectores ignífugos en mobiliario urbano, estructuras ligeras y señalizaciones dentro del espacio verde que puedan representar puntos de ignición. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener las zonas libres de vegetación inflamable a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia. • Capacitar al personal de mantenimiento en prevención contra incendios y protocolos de actuación rápida. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Realizar campañas de sensibilización y formación sobre el riesgo de incendios forestales. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Seleccionar especies autóctonas con sistemas radiculares profundos y estabilizadores del suelo que reduzcan el riesgo de deslizamientos. **Diseño y Construcción**

	• Implementar barreras vegetales estabilizadoras, mediante la plantación estratégica de especies con sistemas radiculares profundos y resistentes (como gramíneas, arbustos nativos o árboles autóctonos) que consoliden el suelo y mejoren su capacidad de infiltración. • Diseñar sistemas de drenaje superficial integrados en el paisaje (cunetas verdes, zanjas de infiltración, taludes vegetados) que eviten la acumulación de agua en zonas de riesgo y reduzcan la presión sobre el terreno. • Delimitar y respetar zonas de amortiguación natural alrededor de taludes o pendientes, como corredores vegetales, que actúen como áreas de disipación en caso de movimientos de masa. **Operación y Mantenimiento** • Realizar mantenimientos periódicos del drenaje en zonas de pendiente para garantizar que no se obstruyan los canales y se evite la saturación del suelo. • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos como señales tempranas de movimiento del terreno. • Evitar intervenciones que impliquen desmonte agresivo del terreno o sustitución masiva de vegetación natural sin estabilización previa o simultánea. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**

Protección y gestión de desastres por inundaciones

Anexo 3.30. Ejemplos de medidas de adaptación para el clúster Protección y gestión de desastres por inundaciones. Fuente: Elaboración propia

Clúster: Protección y gestión de desastres por inundaciones	
Peligro climático	**Lista no exhaustiva de ejemplos de medidas de adaptación indicativas**
Variabilidad de la temperatura extrema (Temperatura máxima)	**Planificación**

	• Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica, baja capacidad de absorción de calor y resistentes a la expansión y fatiga térmica para asegurar la durabilidad de las infraestructuras. • Usar tratamientos protectores o pinturas especiales que reduzcan la temperatura superficial y protejan contra la radiación UV. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Incorporar sistemas de protección térmica para equipos críticos, diseñando estaciones de bombeo con sistemas de refrigeración robustos y redundantes para evitar sobrecalentamiento de bombas y motores eléctricos. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones regulares de componentes estructurales expuestos y equipos para detectar dilatación, fatiga térmica o desgaste acelerado, y programar reparaciones o reemplazos oportunos. • Incorporar sistemas de monitoreo térmico en tiempo real mediante sensores que detecten incrementos anómalos de temperatura en bombas, motores y estructuras. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de equipos y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Precipitaciones fuertes (Precipitación Máxima 24h)	**Planificación** • Dimensionar diques, muros y estructuras de contención considerando escenarios de caudales extremos y el aumento en la intensidad de las precipitaciones provocado por el cambio climático para evitar fallos o roturas que comprometan la seguridad de zonas urbanas. **Diseño y Construcción**

	• Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando su continuidad operativa. • Diseñar estaciones de bombeo con capacidad adicional y sistemas de respaldo energético para hacer frente a eventos de inundación, garantizando la evacuación eficiente de aguas pluviales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales y sumideros para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones. • Implementar medidas que permitan la adaptación activa, como barreras elevables automáticas que respondan al empuje del agua, para mantener la funcionalidad operativa frente a inundaciones. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración que reduzcan la escorrentía, controlen la erosión y mejoren la capacidad de absorción del terreno, aliviando la presión sobre las infraestructuras de defensa. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones frecuentes y mantenimiento preventivo en diques, muros y estructuras asociadas para detectar y corregir daños potenciales que puedan comprometer su resistencia frente a eventos extremos. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Planificar accesos seguros y alternativos para equipos y personal técnico, garantizando la capacidad de intervención rápida para mantenimiento y emergencias en condiciones adversas. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación.



	Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)
Olas de calor	**Planificación** • Planificar y diseñar los componentes estructurales para que soporten los rangos de temperatura actuales y los proyectados bajo escenarios de cambio climático. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales constructivos con alta reflectancia térmica, baja capacidad de absorción de calor y resistentes a la expansión y fatiga térmica para asegurar la durabilidad de las infraestructuras. • Usar tratamientos protectores o pinturas especiales que reduzcan la temperatura superficial y protejan contra la radiación UV. • Considerar la redundancia energética y fuentes alternativas de energía para asegurar la continuidad del servicio ante posibles fallos en la red eléctrica. • Incorporar sistemas de protección térmica para equipos críticos, diseñando estaciones de bombeo con sistemas de refrigeración robustos y redundantes para evitar sobrecalentamiento de bombas y motores eléctricos. • Planificar la incorporación de zonas verdes y arbolado para proporcionar sombra, reducir la temperatura ambiental y contribuir a mitigar el efecto de 'isla de calor' urbana. **Operación y Mantenimiento** • Realizar inspecciones regulares de componentes estructurales expuestos y equipos para detectar dilatación, fatiga térmica o desgaste acelerado, y programar reparaciones o reemplazos oportunos. • Incorporar sistemas de monitoreo térmico en tiempo real mediante sensores que detecten incrementos anómalos de temperatura en bombas, motores y estructuras. • Capacitar al personal en prácticas de manejo eficiente de equipos y en medidas de prevención contra el estrés térmico en jornadas calurosas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación costera	**Planificación**

	• Dimensionar diques, muros y defensas costeras considerando escenarios futuros de aumento del nivel medio del mar para evitar fallos o roturas que comprometan la seguridad de zonas urbanas. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad, salinidad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando su continuidad operativa. • Diseñar estaciones de bombeo con capacidad adicional y sistemas de respaldo energético para hacer frente a eventos de inundación, garantizando la evacuación eficiente de aguas pluviales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales y sumideros para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones. • Implementar medidas que permitan la adaptación activa, como barreras elevables automáticas que respondan al empuje del agua, para mantener la funcionalidad operativa frente a inundaciones. • Restaurar y conservar ecosistemas costeros para aumentar la capacidad natural de disipación de energía del oleaje, reducir la intrusión marina y mitigar la altura y extensión de las inundaciones costeras. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones frecuentes y mantenimiento preventivo en diques, muros y estructuras asociadas para detectar y corregir daños potenciales que puedan comprometer su resistencia frente a eventos extremos. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua.

	• Planificar accesos seguros y alternativos para equipos y personal técnico, garantizando la capacidad de intervención rápida para mantenimiento y emergencias en condiciones adversas. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. • Realizar inspecciones periódicas de los elementos metálicos expuestos a ambientes salinos para detectar signos tempranos de corrosión y aplicar tratamientos protectores cuando sea necesario. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Inundación fluvial	**Planificación** • Dimensionar diques, muros y estructuras de contención considerando escenarios de caudales extremos y el aumento en la intensidad de las precipitaciones provocado por el cambio climático para evitar fallos o roturas que comprometan la seguridad de zonas urbanas. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales y acabados resistentes a la humedad y al contacto frecuente con agua para minimizar daños por infiltraciones o acumulación de humedad. • Elevar y reforzar los equipos críticos para aumentar su resistencia frente a inundaciones, evitando daños estructurales y garantizando su continuidad operativa. • Diseñar estaciones de bombeo con capacidad adicional y sistemas de respaldo energético para hacer frente a eventos de inundación, garantizando la evacuación eficiente de aguas pluviales. • Diseñar sistemas de drenaje eficientes y de alta capacidad, considerando la ampliación de tuberías, canales y sumideros para evacuar rápidamente las aguas y evitar acumulaciones. • Implementar medidas que permitan la adaptación activa, como barreras elevables automáticas que respondan al empuje del agua, para mantener la funcionalidad operativa frente a inundaciones. • Incluir Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como pavimentos permeables, jardines de lluvia o zanjas de infiltración que reduzcan la escorrentía, controlen la erosión y mejoren la capacidad de absorción del terreno, aliviando la presión sobre las infraestructuras de defensa.

	• Restaurar y conservar llanuras de inundación y humedales ribereños para aumentar la capacidad natural de retención y laminación de caudales, reduciendo la altura y velocidad de las crecidas y disminuyendo el riesgo de inundación. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de inundaciones a nivel municipal, como por ejemplo los planes de actuación municipal frente al riesgo por inundaciones. • Establecer protocolos de emergencia específicos para situaciones de inundación, que garanticen una respuesta rápida, coordinada y segura del personal y de las instalaciones. • Realizar inspecciones frecuentes y mantenimiento preventivo en diques, muros y estructuras asociadas para detectar y corregir daños potenciales que puedan comprometer su resistencia frente a eventos extremos. • Implementar planes de inspección y limpieza regular de canales, bajantes y sistemas de drenaje para evitar obstrucciones que puedan causar acumulaciones de agua. • Planificar accesos seguros y alternativos para equipos y personal técnico, garantizando la capacidad de intervención rápida para mantenimiento y emergencias en condiciones adversas. • Realizar inspecciones periódicas del terreno, cimentación y estructura para detectar daños por humedad, erosión o socavación. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Sequía	**Planificación** • Seleccionar materiales con propiedades que soporten ciclos de desecación prolongados, minimizando la fisuración y pérdida de cohesión ante la pérdida de humedad del suelo. **Diseño y Construcción** • Incorporar diseños que permitan una adecuada gestión del nivel freático y reduzcan la vulnerabilidad de los márgenes fluviales a la erosión y desmoronamientos por sequía. • Diseñar áreas verdes con vegetación autóctona resistente a la sequía (xerojardinería), con el fin de reducir la erosión y mejorar la estabilidad del terreno. **Operación y Mantenimiento**

	• Implementar sistemas de monitoreo del contenido hídrico en suelos y vegetación para anticipar y mitigar efectos de desecación. • Realizar inspecciones regulares de diques, terraplenes y márgenes para detectar fisuras o signos de pérdida de cohesión, aplicando reparaciones oportunas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Incendios forestales	**Planificación** • Comprobar si la ubicación del proyecto se encuentra fuera de zonas con alto riesgo de incendio forestal o con vegetación altamente inflamable. **Diseño y Construcción** • Seleccionar materiales de construcción con alta resistencia al fuego para componentes estructurales, minimizando el riesgo de daños por incendios. • Diseñar zonas perimetrales de defensa contra incendios con franjas de seguridad libre de vegetación inflamable, que actúen como cortafuegos naturales. • Crear barreras físicas adicionales (muros o estructuras) con materiales ignífugos que eviten la propagación del fuego hacia las instalaciones. • Diseñar sistemas de protección activa contra incendios (aspersores, sistemas de rociadores exteriores) que funcionen en caso de emergencia. • Incorporar paisajismo con especies vegetales resistentes al fuego en los alrededores, minimizando la acumulación de material combustible. **Operación y Mantenimiento** • Revisar y considerar los diferentes planes de gestión de riesgos de incendios forestales a nivel municipal, como por ejemplo los Planes de Actuación Municipal ante Incendios Forestales (PAMIF). • Mantener libres de vegetación inflamable los alrededores a través de acciones como césped corto, poda de árboles, eliminación de maleza y residuos secos. • Instalar sistemas de detección temprana de incendios y alarmas conectadas a los servicios de emergencia.

	• Implementar planes de evacuación y entrenamiento del personal para actuar en caso de incendio. • Planificar accesos amplios y despejados para facilitar la evacuación y la entrada de servicios de emergencia. • Monitorear las condiciones ambientales y el estado de la vegetación, especialmente en temporadas de mayor riesgo, para tomar acciones preventivas. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**
Deslizamientos de tierra	**Planificación** • Comprobar si la ubicación del proyecto se encuentra fuera de áreas con pendientes inestables o con antecedentes de movimientos de tierra. **Diseño y Construcción** • Incluir drenajes superficiales y subterráneos en el diseño del emplazamiento, para evitar la saturación del terreno ocasionado por precipitaciones. • Implementar muros de contención, mallas, terrazas o sistemas de anclaje en terrenos con inclinación de moderada a alta. • Asegurar cimentaciones profundas y adaptadas a las condiciones geológicas del lugar, para resistir desplazamientos del terreno. • Implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), como revegetación de taludes y muros de tierra reforzados con vegetación de raíces profundas para estabilizar el suelo y reducir la erosión. **Operación y Mantenimiento** • Mantener la vegetación establecida y reforestar áreas circundantes para prevenir erosión y pérdidas de suelo. • Monitorear la aparición de grietas, hundimientos o deformaciones en suelos y muros como señales tempranas de movimiento del terreno. • Establecer protocolos de respuesta rápida ante alertas de deslizamiento para proteger a usuarios y activos. **Otras medidas (a definir por el promotor del proyecto)**