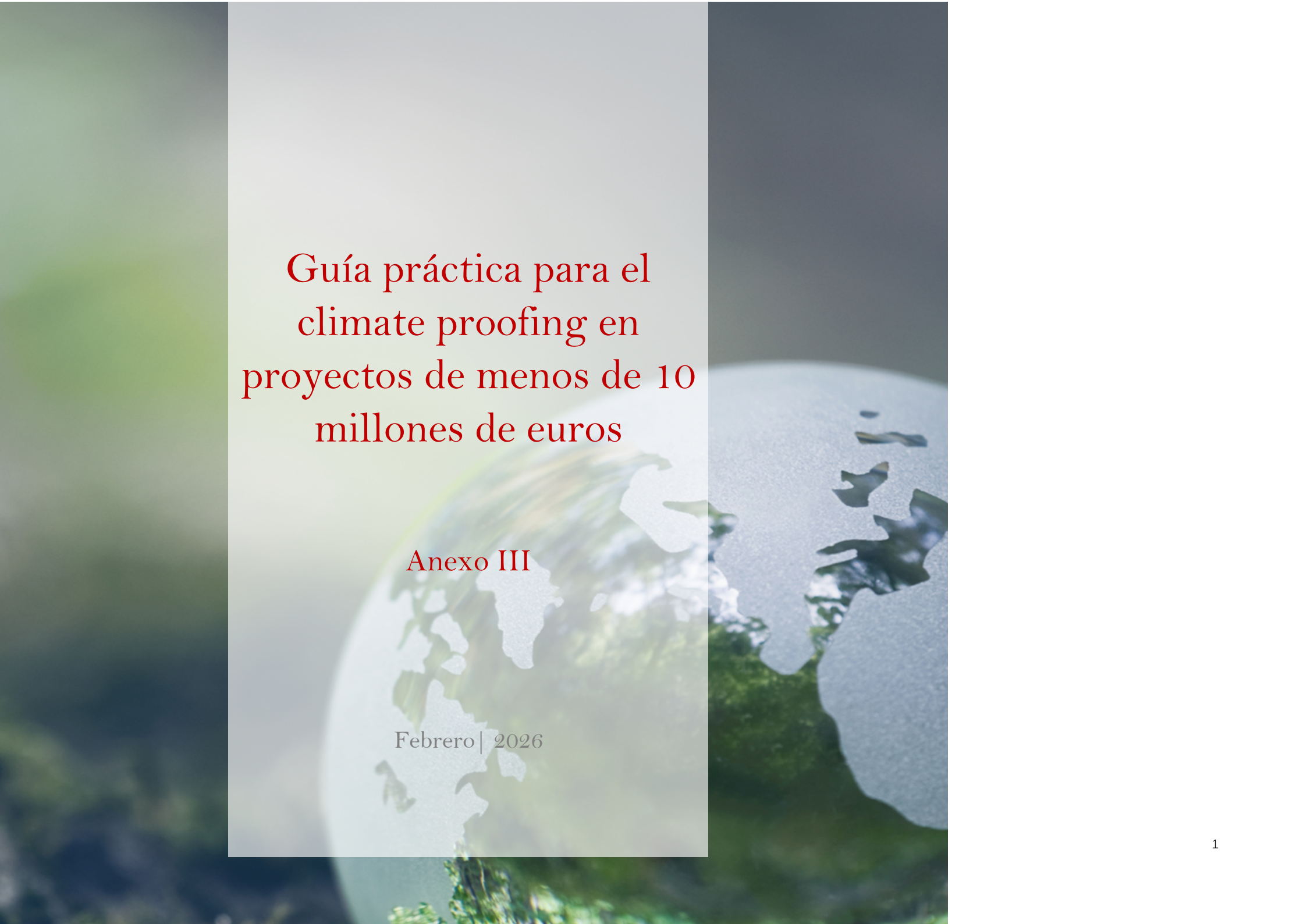


The background of the slide is a high-resolution image of the Earth as seen from space. The curvature of the planet is visible, with a mix of green landmasses and blue oceans. The lighting is soft, creating a serene and global atmosphere.

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

Anexo III

Febrero | 2026

Anexo 3. 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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 refluo 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)

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)

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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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)

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, sombreados 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 35°C 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, sombreadamientos 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 35°C 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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 refluo 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, sombreadamientos 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 refluo 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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. 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

	• 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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, sombreadamientos 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 lixiviabiles, 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, sombreadamientos 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 lixiviabiles, 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, sombreado 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, sombreado 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)
--	--

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, sombreado 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, sombreado 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)

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)

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 intercuenas. • 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)
--	--

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 (<i>tip speed ratio</i>) 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 (<i>tip speed ratio</i>) 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)

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 monocristalinos, 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

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)
--	---