GUÍA PARA LA MITIGACIÓN, ADAPTACIÓN CLIMÁTICA Y RESILIENCIA FRENTE A DESASTRES EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA CON PARTICIPACIÓN PRIVADA

Programa de Participación Privada en Infraestructura









Guía para la mitigación, adaptación climática y resiliencia frente a desastres en proyectos de infraestructura con Participación Privada

Elaborado por Sinfranova para el DNP





Agradecimientos

Esta Guía de buenas prácticas para la mitigación, adaptación climática y resiliencia frente a desastres para proyectos con Participación Privada en Colombia fue elaborada por el Programa de Participación Privada en Infraestructura del Departamento Nacional de Planeación (DNP). El documento se desarrolló en colaboración con Sinfranova LLC y con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID):

Elaborado por:

SINFRANOVA

Cristina Contreras Casado Ana Navarrete Martínez Ana María Landaeta Gordillo Ignacio Aracil Ávila Irantzu Serra Lasa Jaime Ribalaygua Batalla Laura Asensio Martínez Santiago Hoyos

COMITÉ TÉCNICO DE SEGUIMIENTO DEL (DNP)

Fernando Rey Rojas Alberto López Luna Holman Rojas Llanos

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

IMA Design Studio

Agradecimientos:

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (DNP)

Carlos Enrique Garay Pinzón
Carolina Díaz Giraldo
Claudia Liliana Merchan Fajardo
Daniel Esteban Bermúdez
Leandro Mauricio Orlando Moreno
Diana Patricia Mendoza González
Karen Andrea Villamizar Camacho

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Natalia Ariza Donado Nahima Correa Idrobo Pilar Larramendi Ricardo José Manuel Sandoval Pedroza Diego De Pablos

CONTENIDO

Tablas		ວ				
Figuras		5				
Recuadros		6				
Abreviaturas	6	7				
Objetivos y r	navegación de la guía	9				
<u></u>	INTRODUCCIÓN					
OΤ	Contexto climático en Colombia	14				
	Marco normativo de Colombia	19				
	Incorporación de estrategias de adaptación y mitigación climática y de desastres a nivel de	proyecto 23				
<u></u>	ETAPA DE EVALUACIÓN INICIAL	26				
UZ	Descripción de la Etapa de Evaluación Inicial	27				
	Resumen de buenas prácticas de la Etapa de Evaluación Inicial	29				
	Evaluación de resultados y principales lecciones aprendidas	42				
02	ETAPA DE ESTRUCTURACIÓN	43				
US	Descripción de la Etapa de Estructuración	44				
	Resumen de buenas prácticas de la Etapa de Estructuración	48				
	Evaluación de resultados y principales lecciones aprendidas	72				
n_{A}	ETAPA DE TRANSACCIÓN	74				
U 4	Descripción de la Etapa de Transacción	75				
	Resumen de buenas prácticas de la Etapa de Transacción	77				
	Evaluación de resultados y principales lecciones aprendidas	87				
0E	ETAPA DE GESTIÓN DE CONTRATOS	88				
UU	Descripción de la Etapa de Gestión de Contratos	89				
	Resumen de buenas prácticas de la Etapa de Gestión de Contratos	91				
	Evaluación de resultados y principales lecciones aprendidas	103				
06	CONCLUSIONES	104				
Anexos		109				
	Blosario de términos clave	110				
	Recursos y herramientas climáticas disponibles para abordar estrategias de adaptación,	113				
	esiliencia y mitigación climática proyectos de infraestructura con Participación Privada Bibliografía y fuentes utilizadas en la elaboración de la guía	117				
Allexu 3. E	ibliograna y racrices utilizadas en la ciaboración de la guía	11/				

TABLAS

Tabla 1. Resumen de buenas prácticas en todas las etapas de la APP	11
Tabla 2. Resumen de buenas prácticas en la Etapa de Evaluación Inicial	29
Tabla 3. Eventos mínimos a considerar según la ubicación del proyecto con Participación Privada	31
Tabla 4. Ejemplos y recomendaciones a seguir según el nivel de riesgo resultante en la Etapa de Evaluación Inicial	34
Tabla 5. Resumen de buenas prácticas en la Etapa de Estructuración48	
Tabla 6. Ejemplo del análisis de las amenazas y valoración de la exposición a llevar a cabo como parte del Paso 2	52
Tabla 7. Recomendaciones para cada fase del ACV	61
Tabla 8. Resumen de buenas prácticas en la Etapa de Transacción	77
Tabla 9. Resumen de buenas prácticas en la Etapa de Gestión de Contratos	91
Tabla 10. Principales componentes a considerar para el desarrollo del Plan de Gestión de Riesgo de Desastres (PGRD)	95
Tabla 11. Ejemplo de los indicadores de desempeño propuestos para la fase de construcción de las APP	106
FIGURAS	
Figura 1. Climatología proyectada de la temperatura media nivel nacional para los períodos 2020-2039 y 2040-2059 (período de refere 1995-2014) bajo el escenario SSP3-7.0	encia 14
Figura 2. Emisiones de GEI directas globales por sector	15
Figura 3. Emisiones nacionales de GEI para el periodo 1990-2021	16
Figura 4. Proyección de emisiones de GEI en Colombia según tipo de fuente y tipología bajo el escenario punto medio (2020-2050)	16
Figura 5. Riesgos climáticos y de desastres que enfrenta Colombia en comparación con otros país	17
Figura 6. Relación entre agendas internacionales y sistemas de coordinación territorial en Colombia	20
Figura 7. Articulación multinivel de instituciones en Colombia	22
Figura 8. Tareas para la gestión de riesgos climáticos y de desastre a realizar en las etapas de las APP	25
Figura 9. Pasos a seguir para la incorporación de soluciones de adaptación climática en la Etapa de Evaluación Inicial	27
Figura 10. Mapa de las regiones de Colombia	32
Figura 11. Mapa del proyecto ZESTA	36
Figura 12. Preguntas a considerar para definir la estrategia de mitigación climática del proyecto	38
Figura 13. Preguntas a considerar para definir el alcance y nivel de ambición de las soluciones de mitigación climática	40
Figura 14. Vista de una sección del dashboard de sostenibilidad	41
Figura 15. Proceso de análisis de riesgos climáticos y de desastre en la Etapa de Estructuración	45
Figura 16. Análisis de prefactibilidad en la Etapa de Estructuración	46
Figura 17. Análisis de factibilidad en la Etapa de Estructuración	47
Figura 18. Pasos a considerar para el análisis detallado de riesgos climáticos	49
Figura 19. Metro de Quito	62
Figura 20. Expansión de la terminal del aeropuerto de Oslo	64
Figura 21. Aeropuerto Internacional El Dorado	66
Figura 22. Edificio EAN Legacy	68
Figura 23. Ciclo de gestión de riesgos según se describe en el documento CONPES 4117	69
Figura 24. Niveles y tipologías de distribución de la asignación de riesgo según la recurrencia	70
Figura 25. Proceso del análisis de riesgos climáticos y de desastre en la Etapa de Transacción	75
Figura 26. Hospital de Bosa	80
Figura 27. Observatorio Astronómico de Sendai	82
Figura 28. North Island Hospitals	86
Figura 29. Pasos a seguir para la incorporación de soluciones de adaptación y mitigación climática en la Etapa de Gestión de Contratos	
Figura 30. Concesión vial Villavicencio - Yopal	98
Figura 31. Túnel Aburrá Oriente	102

RECUADROS

Recuadro 1. Diagnóstico preliminar de los riesgos climáticos y de desastres	36
Recuadro 2. Contextualización climática potencial de un proyecto de carretera	50
Recuadro 3. Incorporando SbN y su caso de negocio	55
Recuadro 4. Medidas de Adaptación basadas en Tecnología (AbT) (Sistemas de Alerta Temprana)	57
Recuadro 5. Diagnóstico detallado de los riesgos climáticos y de desastres	59
Recuadro 6. Implementación de la estrategia de reducción de GEI a largo plazo	62
Recuadro 7. Uso de materiales con baja huella de carbono en el aeropuerto de Oslo	64
Recuadro 8. Optimización energética y uso de energías renovables	66
Recuadro 9. Aplicación de los principios de economía circular en edificación	68
Recuadro 10. Incorporación obligatoria de exigencias climáticas en los TdR	79
Recuadro 11. Incorporación del uso de LEED en los TdR de los contratos	80
Recuadro 12. Definición de las consideraciones de fuerza mayor	82
Recuadro 13. Línea de crédito sostenible en Colombia	84
Recuadro 14. Financiación a través de bonos verdes de proyectos APP	88
Recuadro 15. Desarrollo de un Plan de Gestión de Riesgo de Desastres	98
Recuadro 16. Plan de Adaptación de la Red Vial Primaria de Colombia	100
Recuadro 17. Desarrollo de un Plan de reducción y compensación de GEI y obtención de la certificación ICONTEC de Carbono Neutro	102

ABREVIATURAS

		A
AbE	Adaptación basada en Ecosistemas	
AbG	Adaptación basada en Gestión	
AbI	Adaptación basada en Infraestructuras	
AbT	Adaptación basada en Tecnología	
ACB	Análisis Costo-Beneficio	
ACC	Adaptación al Cambio Climático	
ACV	Análisis de Ciclo de Vida	
AIO	Análisis de Impacto Operacional	
ANI	Agencia Nacional de Infraestructura	
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	
APP	Asociaciones Público-Privadas	
ASG	Ambiental, Social y Gobernanza	
		С
CCV	Costo del Ciclo de Vida	
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	
		D
DNP	Departamento Nacional de Planeación	
		E
ECDBC	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono	
EDP	Declaraciones Ambientales de Producto (por sus siglas en inglés,	
	Environmental Product Declaration)	
EMAC	Estrategias de Mitigación y Adaptación Climática	
ENREDD+	Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación	
	y Degradación de Bosques	
		F
FNCER	Fuentes No Convencionales de Energías Renovables	
		G
GEI	Gases de Efecto Invernadero	
GRD	Gestión del Riesgo de Desastres	
GRI	Iniciativa de Reporte Global (por sus siglas en inglés, Global Reporting Initiative)	
GWP	Potenciales de Calentamiento Global (por sus siglas en inglés, Global Warming Potential)	
	r otoriolatos do calcinamiento ciosal (per cae signas en migros, ciosal varining r otorial)	н
	Unalla da Oadharra raya Duaduata	
HCP	Huella de Carbono para Producto	
ICMA	Asociación Internacional del Mercado de Capitales (por sus siglas en inglés, International Capital Market Association)	
IDEANA	·	
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	
IFD	Instituciones Financieras de Desarrollo	
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (por sus siglas en inglés, Intergovernmental Panel on Climate Change)	
	. 5	L
LCA	Evaluación del Ciclo de Vida (por sus siglas en inglés, Life Cycle Assesment)	
		M
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	
MCS	Materiales Cementantes Suplementarios	
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación	

ABREVIATURAS

		N
NDC	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (por su siglas en inglés,	
	Nationally Determined Contributions)	0
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible	
0&M	Operación y Mantenimiento	P
PAI-PROURE	Plan de Acción Indicativo del Programa de Usa Pacional y Eficiente de Energía	<u> </u>
	Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía	
PCH	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	
PCO	Planes de Continuidad de Operaciones	
PEC	Plan de Emergencia y Contingencia	
PGRD	Plan de Gestión de Riesgo de Desastres	
PGRDEPP	Plan de Gestión de Riesgo de Desastres de las Entidades Pública y Privada	
PIB	Producto Interno Bruto	
PIGCCT	Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Territoriales	
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	
PNGRD	Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres	
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	R
RECs	Certificado de Energías Renovables (por sus siglas en inglés, Renewable Energy Certificates)	
RENARE	Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	
RCD	Residuos de Construcción y Demolición	
ROD	Residuos de construcción y bentolición	S
SAPM	Sistema Automático de Predicción Meteorológica	
SAT	Sistema de Alerta Temprana	
SbN	Soluciones basadas en la Naturaleza	
SIG	Sistemas de Información Geográfica	
SIN	Sistema Interconectado Nacional	
SINA	Sistema Nacional Ambiental	
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático	
SNGRD	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres	T
TdR	Términos de Referencia	U
UNDRR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (por sus siglas en inglés, United Nations Office for Disaster Risk Reduction)	
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres	
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética	
USD	Dólar estadounidense (por sus siglas en inglés, United States Dollar)	V
VpD	Valor por Dinero	
VPN	Valor Presente Neto	X
** 14	valor i rosonto Noto	^
XPS	Poliestireno Extruido (por sus siglas en inglés, Extruded Polystyrene)	

Objetivos y navegación de la guía



OBJETIVOS Y CONTENIDO DE LA GUÍA

La presente guía ofrece recomendaciones para la adecuada gestión del cambio climático en proyectos de infraestructura realizados bajo esquemas de proyectos con Participación Privada y orienta su implementación en cada etapa. Dichas recomendaciones están alineadas con la normativa vigente en Colombia y los planes y estrategias existentes en la materia a nivel regional, nacional e internacional. Así, se espera que la guía sume a los esfuerzos ya realizados en el país en este ámbito.

Esta guía está dirigida a representantes de entidades públicas y privadas, tanto nacionales como territoriales, que participan en la planificación, diseño y ejecución de proyectos de infraestructura bajo el esquema de proyectos con Participación Privada. En ella se presenta un conjunto de buenas prácticas relacionadas con la mitigación, la adaptación al cambio climático y la resiliencia frente a desastres naturales. Se invita a los usuarios a explorar estas prácticas y aplicar las que mejor se ajusten a las necesidades, características y contexto de sus proyectos.

Aunque la guía está enfocada principalmente en proyectos de infraestructura pública con Participación Privada, gracias a su enfoque holístico, muchas de sus recomendaciones son aplicables a proyectos de diversos tipos, sectores y modalidades.

En cuanto al contenido y estructura de la guía, el usuario encontrará, en primer lugar, una introducción al contexto climático y normativo del país, así como a los conceptos de mitigación y adaptación y al ciclo de proyectos con Participación Privada en Colombia. La parte central de la guía la constituyen los capítulos 2 a 5, donde se definen buenas prácticas de mitigación y adaptación climática y resiliencia frente a desastres para cada una de las etapas del ciclo de vida de proyectos con Participación Privada en Colombia. Es decir, buenas prácticas a implementar durante la Evaluación Inicial, la Estructuración, la Transacción y la Gestión de Contratos. La guía cierra con un capítulo de conclusiones, dedicado a implementación y monitoreo y recomendaciones.

Para asegurar que la guía promueve el aprendizaje, se han incorporado formularios de autoevaluación a lo largo del documento que permiten a los usuarios evaluar el nivel de comprensión de los contenidos tratados y reforzar su asimilación.

Por último, la guía consta de un documento adicional de información complementaria que incluye una serie de apéndices que atienden dos objetivos diferentes: (i) profundizar en temas clave para la incorporación de estrategias de mitigación y adaptación frente al cambio climático y riesgo de desastres y (ii) proporcionar información detallada de algunas secciones de la guía. Estos son:

- Apéndice 1. Presenta indicadores de desempeño para la integración de metas climáticas y otros elementos de sostenibilidad en los proyectos de APP en Colombia;
- Apéndice 2. Introduce sistemas de certificación para la evaluación de edificación e infraestructura sostenible, poniendo énfasis en LEED y Envision;
- Apéndice 3. Propone incentivos financieros y fiscales que promueven la incorporación de un enfoque resiliente y sostenible en los proyectos de infraestructura;
- **Apéndice 4.** Presenta proyectos que representan casos de éxito en las áreas de resiliencia al cambio climático, mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), resiliencia frente a desastres y buenas prácticas en proyectos sostenibles en infraestructura de APP;
- Apéndice 5. Ofrece al lector recomendaciones y ejemplos para la incorporación de un enfoque sostenible en los Términos de Referencia de un proyecto de APP;
- **Apéndice 6.** Presenta contenido adicional y detallado sobre el marco normativo.

NAVEGACIÓN DE LA GUÍA

Los capítulos 2 a 5 constituyen la parte central de la guía. En estos capítulos, se presentan las diferentes etapas del ciclo de proyectos con Participación Privada en Colombia (desde la Evaluación Inicial hasta la Gestión de Contratos) y se ofrece un conjunto secuencial de buenas prácticas a incorporar en cada etapa. El objetivo de estas buenas prácticas es fortalecer la sostenibilidad y capacidad de respuesta de las infraestructuras desarrolladas bajo el esquema de proyectos con Participación Privada frente a desafíos climáticos y de riesgo de desastres.

Estas buenas prácticas se dividen en dos categorías: (i) prácticas relacionadas con la adaptación climática y la resiliencia, y (ii) prácticas enfocadas en la mitigación climática. Cabe señalar que algunas prácticas pueden estar asociadas a una o varias de las áreas estratégicas (mitigación, adaptación o resiliencia/ desastres). Para facilitar la comprensión de cómo implementar estas buenas prácticas, la guía presenta varios ejemplos específicos a través de casos documentados.

A continuación, se presenta una tabla que resume e indexa las buenas prácticas recomendadas para integrar estrategias de mitigación, adaptación climática y resiliencia ante desastres en los proyectos con Participación Privada. La columna de aplicabilidad en la tabla 1 distingue entre prácticas "necesarias" y "recomendables". Las buenas prácticas clasificadas como "necesarias" no implican obligatoriedad normativa, sino que se consideran fundamentales para garantizar que los criterios climáticos y de respuesta a desastres sean efectivos y sostenibles a lo largo del tiempo. Por otro lado, las prácticas señaladas como "recomendables" son consideraciones altamente relevantes para garantizar la integración de criterios climáticos y de respuesta a desastres, si bien su implementación requiere una evaluación específica por parte del equipo, según las características y necesidades particulares del proyecto en cuestión.

Tabla 1Resumen de buenas prácticas en todas las etapas de la APP

M: Mitigación / A: Adaptación / R: Resiliencia y respuesta a desastres

Etapa	de Evaluación Inicial	Aplicabilidad	М	Α	R
1	Realizar un diagnóstico preliminar de los riesgos climáticos y de desastres, y brindar lineamientos para la adaptación y resiliencia temprana	Necesaria		•	•
2	Realizar una estimación preliminar de la huella de carbono y brindar lineamientos de reducción de emisiones de GEI	Necesaria	•		
3	Realizar una evaluación preliminar	Recomendable	•	•	

Ejemplos para ilustrar la implementación de algunas de estas buenas prácticas:

• Diagnóstico preliminar de los riesgos climáticos y de desastres

Etapa	de Estructuración	Aplicabilidad	М	Α	R
1	Realizar un diagnóstico detallado de los riesgos climáticos y de desastres en la Etapa de Estructuración	Necesaria		•	•
2	Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) o Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)	Recomendable		•	•
3	Adaptación basada en infraestructuras o medidas "duras" (Abl)	Recomendable		•	•
4	Adaptación basada en Tecnología (AbT)	Recomendable		•	•
5	Adaptación basada en Gestión (AbG)	Recomendable		•	•
6	Identificación de lineamientos enfocados en la continuidad de operaciones y de respuesta y recuperación en caso de desastres	Necesaria		•	•
7	Realizar una estimación detallada de la hHuella de Ccarbono	Necesaria	•		
8	Incorporar materiales con baja huella de carbono	Recomendable	•		
9	Incorporar fuentes de energías renovables y medidas de eficiencia energética	Recomendable	•		
10	Incorporar estrategias de economía circular y eficiencia en recursos	Recomendable	•		
11	Distribución de los riesgos entre socio público y socio privado, con asignación de los mismos a la parte más adecuada para su gestión	Necesaria	•	•	•
12	Revisión de requisitos técnicos para la obtención de sellos de certificación de sostenibilidad	Recomendable	•	•	•
13	Definición de indicadores de desempeño climáticos y continuación del diligenciado del dashboard de sostenibilidad	Recomendable	•	•	•

Ejemplos para ilustrar la implementación de algunas de estas buenas prácticas:

- Contextualización climática potencial de un proyecto de carretera
- Incorporando SbN y su caso de negocio
- Medidas de Adaptación basadas en Tecnología (Sistemas de Alerta Temprana)
- Diagnóstico detallado de los riesgos climáticos y de desastres
- Implementación de la estrategia de reducción de GEI a largo plazo
- Uso de materiales con baja huella de carbono en el aeropuerto de Oslo
- Optimización energética y uso de energías renovables
- Aplicación de los principios de economía circular en edificación

Etapa de Transacción		Aplicabilidad	М	Α	R
1	Incorporar exigencias climáticas y de respuesta de desastres claras en los Términos de Referencia (TdR)	Necesaria	•	•	•
2	Incorporación de sellos de certificación de sostenibilidad a nivel contractual	Recomendable	•	•	•
3	Descripción de las consideraciones de fuerza mayor	Necesaria		•	•
4	Incentivos fiscales y financieros, y garantías y subvenciones en el cierre financiero del proyecto	Recomendable	•	•	•
5	Acceso a financiación climática y sostenible: Bonos verdes	Recomendable	•	•	•

Ejemplos para ilustrar la implementación de algunas de estas buenas prácticas:

- Incorporación obligatoria de exigencias climáticas en los TdR
- Incorporación del uso de LEED en los TdR de los contratos
- · Definición de las consideraciones de fuerza mayor
- Línea de crédito sostenible en Colombia
- Financiación a través de bonos verdes de proyectos APP

Etapa	de Gestión de Contratos	Aplicabilidad	M	Α	R
1	Asegurar la integración de criterios de sostenibilidad en los diseños definitivos del proyecto	Necesaria	•	•	
2	Monitoreo continuo de indicadores de desempeño y/o sellos de certificación	Necesaria	•	•	•
3	Plan de Gestión de Riesgo de Desastres	Necesaria		•	•
4	Plan de Adaptación Climática	Necesaria		•	•
5	Plan de Reducción y Compensación de GEI	Necesaria	•		

Ejemplos para ilustrar la implementación de algunas de estas buenas prácticas:

- Desarrollo de un Plan de Gestión de Riesgo de Desastres
- Plan de Adaptación de la Red Vial Primaria de Colombia
- Desarrollo de un Plan preliminar de Reducción y Compensación de GEI y obtención de la certificación ICONTEC de carbono neutro

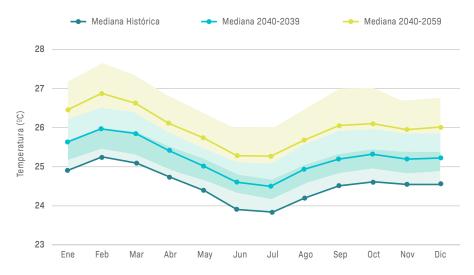


Contexto climático en Colombia

El cambio climático, definido como "la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos" (IPCC, 2022), es uno de los principales desafíos globales de nuestro tiempo. Sus múltiples efectos se expresan y observan a diario en diferentes puntos de la geografía mundial, y Colombia no es una excepción a esta realidad.

El clima de Colombia, pese a encontrarse en una zona tropical, es diverso y complejo. Con una temperatura media anual de 25°C registrada para el periodo 1991-2020 (World Bank Group, 2023), según las proyecciones de cambio climático para Colombia (ver Figura 1), bajo el escenario SSP3-7.0¹, se espera que la temperatura media a nivel nacional aumente de 24.5°C (periodo de referencia histórico de 1995-2014) a 25.2°C durante el periodo 2020-2039 y a 25.99°C en el periodo 2040-2059 (World Bank Group, 2023).

Climatología proyectada de la temperatura media a nivel nacional para los períodos 2020-2039 y 2040-2059 (período de referencia 1995-2014) bajo el escenario SSP3-7.0



Fuente: Adaptado de World Bank Group. (2023). Climate Risk Profile: Colombia.

¹ SSP3-7.0 representa un escenario de altas emisiones y se considera un caso realista de "peor escenario", en el cual el calentamiento alcanza aproximadamente entre 3.5 y 4ºC para el año 2100. Al considerar el "riesgo", es más prudente utilizar escenarios altos para no subestimar peligrosamente los posibles cambios y las condiciones de riesgo.

En esta línea, se espera que hacia mediados de siglo, Colombia experimente cambios heterogéneos en condiciones de mayor calor, haciendo que el número de días que superan el Índice de Calor >35ºC aumente de forma drástica para el periodo 2040-2059 (World Bank Group, 2023). El incremento de las temperaturas medias anuales podría contribuir, entre otros, al derretimiento de los nevados y glaciares y al aumento del nivel del mar (IDEAM et al., 2015).

En materia de precipitaciones, es probable que, hacia mediados de siglo, Colombia experimente con mayor frecuencia eventos de precipitación extrema. La mayor frecuencia de estos eventos puede tener efectos en la salud, los rendimientos agrícolas, el rango de enfermedades y la infraestructura crítica.

En conjunto, el aumento gradual de la temperatura y los cambios en los patrones de precipitación generados por el cambio climático podrían ocasionar que los efectos de fenómenos de variabilidad climática como El Niño o La Niña² tengan mayor impacto en el territorio colombiano.

CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y CONTRIBUCIÓN EN EL CASO DE COLOMBIA

Hace más de 30 años, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) alertaba sobre la preocupación existente en torno al aumento sustancial de las concentraciones de GEI en la atmósfera y los impactos adversos que éstos podrían causar en los ecosistemas naturales y en la humanidad. Si la tendencia de emisiones actual continúa en el tiempo, la temperatura promedio global podría aumentar en más de 4 ºC, lo que aumentaría la probabilidad de ocurrencia de impactos climáticos severos e irreversibles (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Según se indica en el capítulo 2 del informe del IPCC (AR6, WGIII), las emisiones netas antropogénicas globales de GEI se estimaron en aproximadamente 59 GtCO $_2$ -eq en 2019 (Dhakal et al., 2022). Las emisiones antropogénicas netas de GEI han aumentado desde 2010 en todos los sectores a nivel global, alcanzando los niveles mostrados en la Figura 2.

Figura 2 *Emisiones de GEI directas globales por sector*



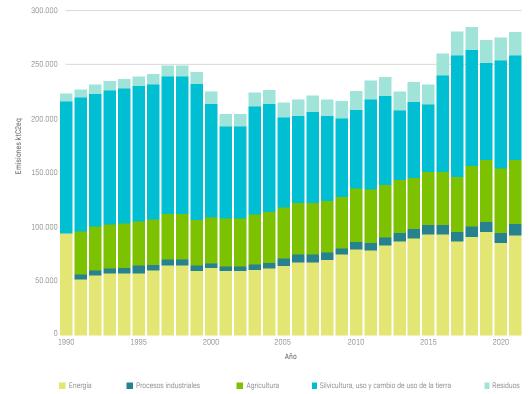
Fuente: Adaptado de IPCC, 2022. Mitigation of Climate Change.

Por otra parte, se estima que el sector de la infraestructura es responsable del 79% de las emisiones de GEI emitidas en todo el mundo, estando la mayoría de estas emisiones relacionadas con la energía (37%), la edificación (17%) y transportes (16%) (Thacker et al., 2021). Por este motivo, es esencial adoptar medidas para reducir la huella de carbono de cualquier tipo de infraestructura.

Colombia es responsable de cerca del 0,57% de las emisiones globales de GEI (Gobierno de Colombia, 2022). De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia (IDEAM, 2024), las emisiones netas para el año 2021 cuantifican 280.101,98 kt CO2eq. El sector de silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF por sus siglas en inglés) es el sector con mayor aporte histórico de emisiones en el país con el 44,6%. Así mismo, el sector de energía es el segundo con mayor representatividad en la serie histórica, reflejando un 28,4%, seguido del sector de agricultura con un 18,5%. Por último están los sectores de residuos y procesos industriales con 5,7% y 2,7% respectivamente.

² Según se describe en el *Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. 2015)*, El Niño y La Niña impactan de forma significativa en el comportamiento de las lluvias y la temperatura en Colombia. Si bien los efectos varían de evento a evento, durante El Niño tiende a haber una disminución de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas, mientras que durante La Niña ocurre lo contrario.

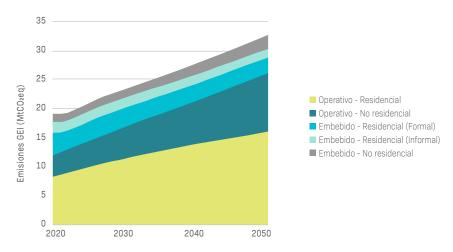
Figura 3
Emisiones nacionales de GEI para el periodo 1990-2021



Fuente: Adaptado de resultados del Inventario Nacional de emisiones y remociones de GEI (1990-2021) -Primer Informe Bienal de Transparencia (Datos en ktC02eq).

Por otra parte, las emisiones del sector de las edificaciones representan alrededor del 7% de las emisiones nacionales. Como causa del crecimiento poblacional y de la economía se estima que, al menos el 40% de las viviendas que habrá en Colombia en el año 2050, corresponderá a las que se construyan entre 2020 y 2050. De esta manera, se espera que las emisiones de GEI asociadas a las edificaciones aumenten de 18,9 Mt-CO₂eq en 2020 hasta 32,6 Mt-CO₂eq en 2050 (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2022).

Figura 4
Proyección de emisiones de GEI en Colombia según tipo de fuente y tipología bajo el escenario punto medio (2020-2050).

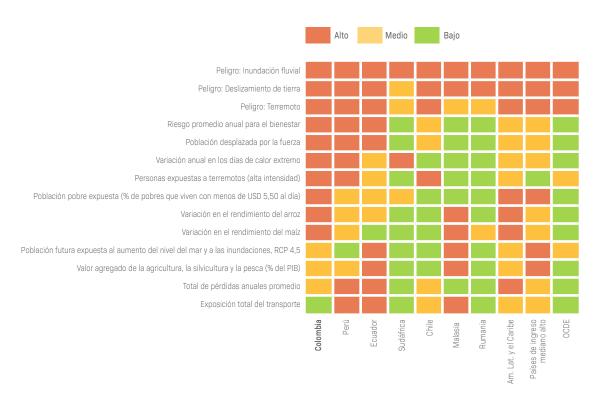


Fuente: Adaptado de CCCS (2022). Hoja de ruta nacional de edificaciones neto cero carbono.

Riesgos e impactos climáticos en Colombia

Colombia es un país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático. Diversos estudios apuntan que el 100% del territorio nacional cuenta con algún grado de vulnerabilidad o riesgo climático (PNUD, 2023), mientras que el 47% del territorio nacional enfrenta riesgos climáticos "altos" o "muy altos" (Grupo Banco Mundial, 2023). En línea con lo anterior, Colombia presenta riesgos climáticos y de desastres o crisis más altos que otros países comparables (ver Figura 5).

Figura 5 Riesgos climáticos y de desastres que enfrenta Colombia en comparación con otros países



Fuente: Grupo Banco Mundial. (2023). Informe sobre clima y desarrollo del país: Colombia.

Colombia enfrenta varias amenazas asociadas al cambio climático. Una de ellas es la pérdida acelerada de los nevados y glaciares de alta montaña. En este sentido, durante los últimos 170 años, el área glaciar colombiana se redujo un 90% (IDEAM, 2023). Si el ritmo promedio de reducción del área glaciar se mantiene en el tiempo, es probable que los glaciares colombianos estén extintos o considerablemente disminuidos para finales de este siglo.

La amenaza del cambio climático también puede provocar impactos significativos en la variabilidad climática, como por ejemplo el aumento de lluvias y sequías en determinadas regiones y momentos del año, así como olas de calor. Esta variabilidad climática puede dar lugar a incendios forestales, desertificación, inundaciones o el aumento del número de huracanes que afectan las costas e islas colombianas directa o indirectamente.

La biodiversidad del territorio colombiano también puede verse amenazada por el cambio climático, provocando desde el blanqueamiento de corales hasta la extinción de especies. En el caso de Colombia, según cifras del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el 60% de los corales están bajo algún grado de amenaza. Son varios los factores que intensifican la vulnerabilidad climática del país. Uno de ellos está relacionado con la concentración de activos en áreas vulnerables. En este sentido, el 84,7% de la población y el 86,6% de los activos están localizados en áreas expuestas a dos o más peligros naturales

(Banco Mundial, 2014). De forma específica, el 28% de la población está expuesta a un riesgo alto de inundación, mientras que 6,7 millones de personas se encuentran en situación de vulnerabilidad social y exposición a amenazas por inundaciones, movimientos en masa y avenidas torrenciales (DNP, 2022a).

La degradación ambiental también empeora las vulnerabilidades ya existentes en el país. La deforestación, la erosión del suelo y los asentamientos no planificados pueden contribuir al aumento de la susceptibilidad del país a inundaciones fluviales, inundaciones repentinas o deslizamientos de tierra. Otro factor que contribuye a agravar la vulnerabilidad climática del país es la diferencia existente en la asignación de recursos financieros destinados a la gestión y adaptación al riesgo de desastres por parte de los diferentes niveles de Gobierno.

El impacto en cascada de los efectos del cambio climático sobre la economía colombiana, la productividad, el desarrollo y el empleo es evidente y se manifiesta de distintas formas. Una de las más obvias son los daños a la infraestructura. En este sentido, la infraestructura de transporte es una de las más vulnerables a los desastres climáticos dadas las consecuencias que la interrupción del transporte tiene en las cadenas de suministro, el acceso a los mercados, la conectividad y la movilidad de los pasajeros. Se estima que entre 1970 y 2020, los daños a la infraestructura y la pérdida de actividad económica en corredores clave causaron en conjunto pérdidas de alrededor de USD 7.100 millones (Grupo Banco Mundial, 2023). El fenómeno de La Niña en 2010 y 2011 afectó notablemente a la infraestructura vial de Colombia. Más de 31.635 kilómetros de carretera fueron afectados por este fenómeno, causando un impacto económico total superior a los 3.2 billones de pesos colombianos (CAF, 2018).

El sector eléctrico también es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, especialmente considerando que el 70% de la electricidad de Colombia se genera a través de energía hidroeléctrica. En periodos secos como El Niño de 2009-2010 y 2015-2016, se tuvo que recurrir a fuentes de generación térmica para cubrir parte de la demanda, dando lugar a elevados costos de generación, tarifas extremadamente elevadas y un aumento importante de las emisiones de GEI (Grupo Banco Mundial, 2023). El cambio climático también puede generar impactos en la salud humana: se estima que los principales efectos en la salud relacionados con la temperatura (emergencias cardiovasculares y respiratorias) aumentarán de alrededor de 85.000 por año en el periodo 2010-2019 hasta 381.000 en el periodo 2020-2039 (Grupo Banco Mundial, 2023).

El sector agrícola, donde la variabilidad climática ya ha causado algunos años pérdidas de hasta el 60% de los ingresos totales de los ganaderos, será igualmente afectado. Por otra parte, se calcula que fenómenos climáticos como La Niña y El Niño también generan grandes daños económicos. En el caso de La Niña en 2010-2011, las pérdidas económicas se cifran en \$11,2 billones de pesos, lo que representa el 2% del Producto Interior Bruto (PIB) nacional. El fenómeno de El Niño en 2014-2016, por su parte, generó pérdidas económicas del orden del 0,6% del PIB (DNP, 2022a).

Estos son sólo algunos ejemplos de los efectos que el cambio climático puede tener en la economía colombiana. En este sentido, se estima que las pérdidas anuales promedio debidas a los riesgos climáticos en Colombia oscilarán entre USD 1.100 millones y USD 1.200 millones, lo que representa alrededor del 0,3% del PIB de 2023 en valor actualizado (Grupo Banco Mundial, 2023). Todo ello implica la necesidad de hacer frente a tales riesgos desde tres líneas estratégicas: (i) mitigación climática; (ii) adaptación climática, y (iii) resiliencia frente a desastres.



Evaluación de conocimientos

Evalúe los conocimientos adquiridos en la sección de **Introducción** completando el siguiente formulario. Haga clic **aquí** para comenzar.

Marco normativo de Colombia

Colombia ha adoptado un marco normativo robusto que integra compromisos internacionales y legislación nacional para hacer frente al cambio climático y la gestión de riesgos de desastres. Este marco responde a la necesidad de tomar acción frente a la gestión climática en un país altamente vulnerable a los impactos negativos del cambio climático debido a su ubicación geográfica, tal como se ha detallado en la sección anterior. A continuación, se muestra la relación de los acuerdos, leyes e instrumentos normativos en Colombia. Para ampliar la información sobre este marco normativo, puede dirigirse al Apéndice 6 del documento de información complementaria a la guía³.

El país ha asumido diversos compromisos en temas de cambio climático en el contexto internacional al acogerse a los acuerdos de la Agenda 2030, siendo uno de ellos el Acuerdo de París. En 2017, este acuerdo se convirtió en ley nacional a través de la Ley 1844 de 2017. Así mismo, Colombia asumió el compromiso, actualizado en sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) de 2020, de reducir las emisiones de GEI en un 51% para 2030 y limitar la deforestación bruta a menos de 50,000 hectáreas anuales. En materia de gestión de riesgo de desastres, el país se adhirió al Marco de Sendai (2015), que promueve la reducción de la vulnerabilidad y la exposición a amenazas, fortaleciendo la resiliencia ante desastres. Finalmente, el Gobierno nacional está comprometido con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), buscando un equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental.

De igual manera, Colombia ha alcanzado logros significativos en la legislación nacional mediante la creación de un marco favorable para la gestión del riesgo y la acción climática. Con la creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) a través de la Ley 1523 de 2012, se estableció una estructura clave para coordinar la respuesta ante desastres. La implementación del impuesto al carbono, mediante la Ley 1819 de 2016, contribuye a la reducción de las emisiones contaminantes. En 2018 se establecieron directrices para integrar la adaptación y mitigación del cambio climático en decisiones públicas y privadas (Ley 1931 de 2018 o Ley de Cambio Climático). Finalmente, con la Ley 2169 de 2021 o Ley de Acción Climática, se promueve la carbono neutralidad y se definen medidas para un desarrollo resiliente y sostenible.

En el país también se han desarrollado una serie de instrumentos específicos para enfrentar el cambio climático. Entre ellos, el sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), regulado por la Resolución 1447 de 2018 y apoyado por el Registro Nacional de Reducción de Emisiones (RENARE), permite rastrear y reportar las emisiones GEI. También destacan planes clave como el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD, 2016), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC, 2016) y la Política Nacional de Cambio Climático (2017), que establecen lineamientos estratégicos para mitigar y adaptarse a los impactos climáticos. Complementan este marco la Estrategia Nacional de Economía Circular (2019), la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), la Estrategia Climática de Largo Plazo para cumplir con el Acuerdo de París 2050 (E2050) y la Taxonomía Verde de Colombia, lanzada en 2022 para guiar inversiones sostenibles.

³ Este documento incluye una serie de apéndices cuyo objetivo es: (i) profundizar en temas clave relacionados con el objeto de la guía y (ii) proporcionar información adicional y detallada de algunas secciones de la guía.

Las agendas internacionales mencionadas se reflejan en los esquemas de coordinación descentralizada del país, específicamente en al menos cuatro sistemas de articulación entre los niveles nacional y subnacional. Estos sistemas están vinculados a la gestión del cambio climático, el desarrollo sostenible y la gestión de riesgos y se presentan en la siguiente figura.

Figura 6 Relación entre agendas internacionales y sistemas de coordinación territorial en Colombia



Fuente: Adaptado de Fondo Acción (2020). Articulando las agendas de gestión del riesgo de desastres y de cambio climático en Colombia.

En cuanto a la transición energética, Colombia ha implementado medidas legislativas y estratégicas para diversificar sus fuentes de energía y promover la sostenibilidad. La Ley 1715 de 2014 regula la incorporación de fuentes no convencionales al Sistema Energético Nacional y fomenta el uso eficiente de energía, mientras que la Ley 2099 de 2021 amplía los incentivos tributarios y refuerza medidas de eficiencia energética. El Plan Energético Nacional 2022-2052 impulsa tecnologías como el hidrógeno verde y la electrificación del transporte, mientras que la Ley 2294 de 2023 introduce el concepto de comunidades energéticas, destacando su papel en la aceleración de la transición energética y estableciendo lineamientos generales en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.

Adicionalmente, el país cuenta con documentos CONPES, que son instrumentos de política pública que generan un marco de referencia para las diferentes políticas, iniciativas y regulaciones:

	CONPES 3918 de 2018: Estrategia para la Implementación de los ODS en Colombia.
CONDEC on motoric	CONPES 3934 de 2018: Política de Crecimiento Verde.
CONPES en materia de Cambio Climático	CONPES 4088 de 2022: Implementación de acciones que conduzcan al Desarrollo bajo en carbono y resiliente de Colombia.
	CONPES 4075 de 2022: Política de Transición Energética.
CONPES en materia de Gestión del	CONPES 3947 de 2018: Estrategias de actuación y coordinación para reducir las Afectaciones ante la eventual ocurrencia de un fenómeno de Variabilidad climática: El Niño 2018-2019.
riesgo de desastres	CONPES 4058 de 2021: Política Pública para reducir las condiciones de riesgo de desastres y adaptarse a la variabilidad y cambio climático en Colombia.
	CONPES 3874 de 2016: Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos.
CONDEC an materia	CONPES 3919 de 2018: Política Nacional de Edificaciones Sostenibles.
de Sostenibilidad	CONPES 3943 de 2018: Política de Mejoramiento del Aire.
	CONPES 4004 de 2020: Economía Circular en la Gestión de los Servicios de Agua Potable y Manejo de Aguas Residuales.

NORMATIVA NACIONAL EN ASOCIACIONES PÚBLICO-PRIVADAS (APP)

En materia de APP, el país cuenta con un marco normativo para regularlas de manera específica, lo que ha sido clave en el desarrollo de infraestructura de calidad. Este marco incluye la Ley 1508 de 2012, que establece el régimen jurídico de las APP, promoviendo la asignación eficiente de riesgos y definiendo los requisitos para la selección de proyectos, como el análisis de riesgos y la realización de estudios técnicos. Posteriormente, la Ley 1882 de 2018 reforzó aspectos de la contratación pública y realizó ajustes al modelo APP, mientras que la Ley 1955 de 2019 introdujo modificaciones en la planificación del desarrollo. Así mismo, la Resolución 3656 de 2012 fija lineamientos para la evaluación del mecanismo de APP como una modalidad para la ejecución de proyectos.

Finalmente, el decreto 1082 de 2015 en su Título 2, reglamenta la estructuración y ejecución de los proyectos de APP tanto de iniciativa pública como privada reglamentados por la Ley 1508 y, a su vez, ha sido adicionado y modificado por los decretos 655 de 2021 y 438 de 2021, complementando así un marco legal integral para la gestión y ejecución de proyectos bajo esta modalidad.

Así mismo, se incluyen algunos documentos CONPES relevantes:

CONPES en materia de APP

CONPES 3714 de 2011: Del riesgo previsible en el marco de la política de contratación pública.

CONPES 3761 de 2013: Cuarta generación de concesiones viales: Proyectos pioneros.

CONPES 3770 de 2013: Cuarta generación de concesiones viales: autopistas para la prosperidad.

CONPES 3807 de 2014: Modificación al documento CONPES 3107 " Política de manejo de riesgo contractual del estado para procesos de Participación Privada en infraestructura".

CONPES 3820 de 2014: Cuarta generación de concesiones viales: segunda ola.

CONPES 3911 de 2017: Proyectos de patrimonio cultural sumergido bajo el esquema de APP de iniciativa privada: Lineamientos para la Distribución de Riesgos.

CONPES 3991 de 2020: Política nacional de movilidad urbana y regional.

CONPES 4060 de 2021: Política para el desarrollo de proyectos de infraestructura de transporte sostenible.

CONPES 4117 de 2023: Política de riesgo contractual del estado para proyectos de infraestructura con Participación Privada. Este CONPES incorpora un apartado sobre el riesgo de cambio climático, definiendo tipologías y niveles específicos para su evaluación y gestión en proyectos de infraestructura con Participación Privada, con el objetivo de promover la sostenibilidad y la resiliencia frente a este tipo de riesgos.

Además, el CONPES unifica y actualiza los lineamientos establecidos de política de riesgo contractual del estado para proyectos de infraestructura con Participación Privada y sustituye los siguientes Documentos CONPES:

- → CONPES 3107 de 2001: Política de riesgo contractual.
- → CONPES 3133 de 2001: Modificación política de riesgo.
- → CONPES 3760 de 2013: Proyectos viales bajo el esquema de Asociaciones Público Privadas: Cuarta generación de concesiones viales.
- → CONPES 3800 de 2013: Modificación al documento CONPES 3760: "Proyectos viales bajo el esquema de Asociaciones Público Privadas: cuarta generación de concesiones viales".
- → CONPES 3961 de 2019: Lineamientos de política de Riesgo Contractual del Estado para proyectos de sistemas férreos de pasajeros cofinanciados por la Nación.
- → CONPES 4000 de 2020: Lineamientos de política de riesgo contractual del Estado para proyectos aeroportuarios con participación privada.
- → CONPES 4028 de 2021: Lineamientos de política de riesgo contractual del Estado para proyectos de infraestructura en vías fluviales y canales navegables con participación privada.
- → CONPES 4047 de 2021 Lineamientos de política de riesgo contractual del estado para proyectos de sistemas férreos de carga con participación privada en el País.

ARTICULACIÓN INSTITUCIONAL Y COMPETENCIAS CLIMÁTICAS EN COLOMBIA

Colombia, como país descentralizado, ha establecido esquemas de gobernanza y coordinación multinivel que integran actores públicos y privados para gestionar el riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático, representados en la Figura 7. No obstante, la interacción entre sistemas como el SNGRD, el Sistema Nacional Ambiental (SINA), el Sistema Nacional de Planeación y el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) necesita mayor claridad para evitar la fragmentación en agendas independientes y promover acciones complementarias que beneficien el territorio, las personas y los recursos naturales, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 7
Articulación multinivel de instituciones en Colombia



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Fondo Acción (2020). Articulando las agendas de gestión del riesgo de desastres y de cambio climático en Colombia.

Incorporación de estrategias de adaptación y mitigación climática y de desastres a nivel de proyecto

LÍNEAS GENERALES DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN CLIMÁTICA EN PROYECTOS CON PARTICIPACIÓN PRIVADA

De acuerdo con Fussel (2006): "dos respuestas fundamentales a los riesgos planteados por el cambio climático de origen antropogénico son la mitigación del cambio climático y la adaptación al cambio climático. La mitigación se refiere a limitar el cambio climático global a través de la reducción de emisiones de GEI y del aumento de la capacidad de sus sumideros. La adaptación apunta a moderar los efectos adversos del cambio climático no evitado a través de un amplio rango de acciones que están dirigidas a los sistemas expuestos y vulnerables (puede también incluir acciones para aprovechar nuevas oportunidades generadas por el cambio climático)".

La mitigación climática se concibe en la CMNUCC como la construcción de una acción cooperativa a largo plazo por parte de la comunidad internacional, con el fin de asumir la responsabilidad que tienen las actividades humanas en el aumento de las emisiones de GEI en la atmósfera. En tal sentido, cada país, de acuerdo con lo establecido en el Acuerdo de París, ha definido sus metas de reducción de emisiones de GEI, mediante sus NDC, que definen las acciones en materia económica, tecnológica, política y cultural, de acuerdo con el contexto nacional, regional y local. En este sentido, los gobiernos tendrán que intensificar sus compromisos como parte del último ciclo quinquenal del Acuerdo de París. Traducir los compromisos de NDC en líneas de inversión son los próximos pasos fundamentales para lograr la reducción de GEI en infraestructura (WB, 2022). Abordar un diseño de construcción respetuoso con el clima, mejorar la eficiencia de los recursos o promover un funcionamiento sostenible son algunos de los aspectos de mitigación que deben considerarse desde una fase temprana.

Por otra parte, abordar acciones de **adaptación climática** es un desafío prioritario, ya que los riesgos climáticos y de desastres representan un riesgo para la estabilidad y el éxito de las APP en Colombia (Rebel y BID, 2022). Un estudio realizado por el Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA indica que, de acuerdo con los escenarios climáticos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), del 2011 al 2100, Colombia enfrentaría, en promedio, pérdidas anuales del PIB del 0,49%. Por lo tanto, cerrar la brecha de infraestructura en la región supone el desarrollo de activos que consideren aspectos de sostenibilidad y resiliencia climática en las fases de planeación, contratación, construcción, operación y mantenimiento y, desmantelamiento.



Ambos componentes, mitigación y adaptación climática, están en origen relacionados: "Si no se invierte a tiempo en mitigación, puede resultar la necesidad de un gasto desproporcionado en adaptación en un futuro no muy lejano" (WB, 2022). La participación del sector privado en soluciones climáticamente inteligentes⁴ es fundamental para fomentar la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo, catalizando la movilización de la innovación, la competencia y el aprovechamiento de las oportunidades de financiación, así como la integración de estas soluciones. Para garantizar la inversión y financiación necesarios para cumplir los compromisos del Acuerdo de París, será fundamental crear una cartera viable y financiable de soluciones de Participación Privada climáticamente responsables. Por lo tanto, ahora más que nunca, es en beneficio mutuo de los sectores público y privado trabajar juntos en ambiciosos proyectos de infraestructura climáticamente inteligente (WB, 2022). Esto, a su vez, supone promover el desarrollo de estas infraestructuras mediante modelos contractuales de APP.

Con base en ello, se considera primordial incorporar la perspectiva del cambio climático desde un enfoque holístico y adoptando una visión territorial y temporal como base para lograr una gestión del cambio climático acertada y efectiva para cada una de las etapas del ciclo de vida de una APP. El enfoque holístico persigue una comprensión integral de los riesgos climáticos, sus causas y encadenamientos internos, así como la incidencia de factores exacerbantes de carácter multidimensional. La adopción de este enfoque permite mejorar la comprensión de los riesgos climáticos, optimizar la identificación de los retos de intervención prioritarios, y articular su gestión e intervención desde una perspectiva multidisciplinar y multi-institucional. Por otra parte, la presente guía fomenta el empleo de una visión territorial en la evaluación de los riesgos climáticos, considerando la incidencia de sus impactos diferenciados a pequeña escala con el objetivo de permitir su oportuna consideración a nivel de proyecto. Finalmente, en el desarrollo de esta guía se considera clave brindar recomendaciones con una visión temporal oportuna, permitiendo articular las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático como medidas estratégicas para cada una de las fases del ciclo de vida de las infraestructuras basadas en APP.

CICLO DE APP EN COLOMBIA E INCORPORACIÓN DE SOLUCIONES DE MITIGACIÓN, ADAPTACIÓN CLIMÁTICA Y RESILIENCIA FRENTE A DESASTRES

Los proyectos de infraestructura, por su largo período de recuperación, implican un entorno de incertidumbre significativo que supone la existencia de numerosos riesgos que deben tenerse en consideración; entre ellos, los riesgos climáticos y de desastre. Si además se prevé su desarrollo con Participación Privada mediante contratos APP, es imprescindible llevar a cabo un **proceso de análisis y distribución de los riesgos entre el socio público y el socio privado**, así como de toma de medidas de mitigación y de adaptación de dichos riesgos en el desarrollo de la infraestructura. Por todo ello, estos proyectos deben considerar la **adopción de buenas prácticas** para incorporar aspectos de **resiliencia, mitigación y adaptación al cambio climático** con el objetivo de garantizar su sostenibilidad y mejorar su capacidad para enfrentar los desafíos climáticos. Estas buenas prácticas no sólo mejoran la capacidad de adaptación de las infraestructuras frente a fenómenos adversos asociados al clima, la variabilidad climática y el cambio climático, sino que también reducen el impacto ambiental y favorecen la viabilidad financiera de los proyectos al tenerse en cuenta los potenciales costos derivados de atender estos riesgos.

⁴ Soluciones climáticamente inteligentes hacen referencia a acciones, medidas o estrategias de adaptación climática y resiliencia, incluyendo la preparación, anticipación, reducción, prevención o amortiguamiento de impactos, y respuesta y recuperación temprana.

Finalmente, una vez planteada la distribución de riesgos climáticos y de desastre entre socio público y socio privado, y definidas las buenas prácticas para las medidas de mitigación y adaptación a tales riesgos, es fundamental que estas medidas se lleven a cabo de la manera más eficiente posible. Para ello, se deben incentivar las acciones favorables y penalizar las acciones contrarias a esos objetivos, lo que se realizará mediante la **definición y aplicación de indicadores de desempeño** a tener en cuenta en los contratos de APP (consultar el Apéndice 1 del documento de información complementaria a la guía⁵).

Desde el punto de vista de los proyectos, la definición de las Estrategias de Mitigación y Adaptación Climática (en adelante EMAC) para infraestructura con Participación Privada pueden quedar optimizadas en cada una de las etapas de su ciclo de vida, tal como se muestra en la ilustración siguiente (Figura 8), que incluye una síntesis de las tareas principales a realizar en cada una de las etapas de las APP.

Figura 8

Tareas para la gestión de riesgos climáticos y de desastre a realizar en las etapas de las APP

Estructuración

- » Identificación de la zona geográfica y tipo de infraestructura
- » Análisis preliminar de los riesgos climáticos y respuesta de desastres
- » Análisis preliminar de huella de carbono y lineamientos de reducción de GEI



- » Análisis detallado de los riesgos climáticos y de desastres, sus impactos, factores mitigantes y buenas prácticas de adaptación
- » Estimación detallada de huella de carbono y buenas prácticas para su reducción
- » Análisis económico y financiero y de valor por dinero
- » Lineamientos para el desarrollo de planes y programas para la gestión del cambio climático
- » Definición de indicadores y del mecanismo de pagos aplicable

Transacción



- » Aplicar en los TdR requisitos mínimos y criterios de evaluación e incentivos
- » Incluir lineamientos en las cláusulas de fuerza mayor
- » Inclusión de criterios de resiliencia climática en los indicadores de desempeño

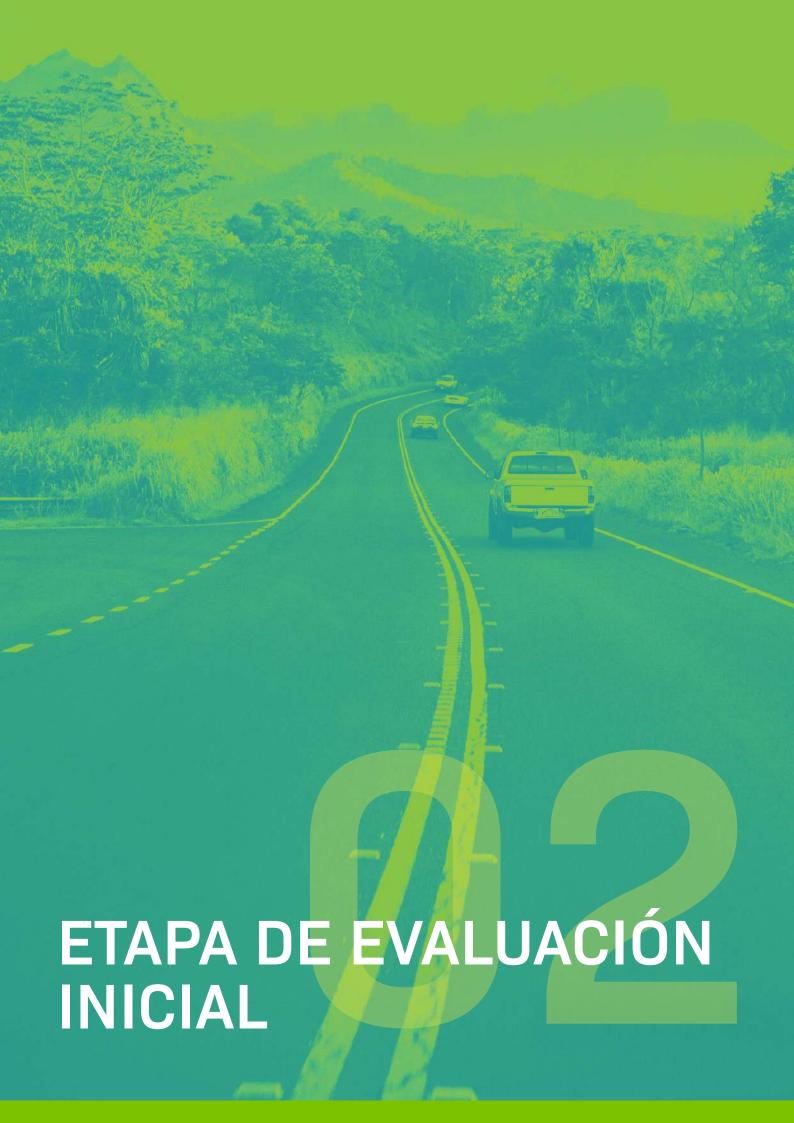
Gestión de Contratos



- » Diseño de planes y programas
- » Aplicar incentivos y penalizaciones
- » Incorporar procesos de reequilibrio económico-financiero del contrato
- » Análisis de impacto en la rentabilidad del contrato
- » Monitoreo continuo de indicadores y resultados

Fuente: Elaboración propia.

⁵ Este documento incluye una serie de apéndices con el objetivo de: (i) profundizar en temas clave relacionados con el objeto de la guía y (ii) proporcionar información adicional y detallada de algunas secciones de la guía.



OBJETIVOS DE LA GUÍA EN LA ETAPA DE EVALUACIÓN INICIAL

La guía busca alcanzar los siguientes objetivos en la Etapa de Evaluación Inicial:

- Definir lineamientos para abordar una evaluación temprana de los riesgos climáticos y de desastres que pueden incidir en el contexto del proyecto bajo condiciones de diseño inicial, teniendo en cuenta la normatividad vigente y el estado del arte en la materia.
- Analizar la pre-factibilidad técnica del proyecto en esta fase inicial y, en su caso, orientar hacia un prediseño optimizado del proyecto con base en la evaluación preliminar de los riesgos.
- Prevenir, anticipar y reducir de forma temprana la afectación de los efectos del clima, la variabilidad climática y el cambio climático en el desempeño operativo, financiero, medioambiental y social de los activos de infraestructura.
- Definir lineamientos para abordar una evaluación preliminar de la huella de carbono asociada al proyecto de infraestructura, e identificar, desde esta fase temprana, opciones potenciales para la reducción/compensación de GEI y desarrollo bajo en carbono.

DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE EVALUACIÓN INICIAL

La Etapa de Evaluación Inicial tiene como objetivo analizar la viabilidad técnica inicial de un proyecto de infraestructura bajo condiciones de diseño preliminar, considerando los efectos relacionados con el cambio climático y otros desastres que pueden afectar al proyecto. Esta etapa consta de tres fases principales para la incorporación de soluciones de adaptación y mitigación climática (Figura 9): (i) análisis preliminar de riesgos "climáticos y de desastre o "screening"; (ii) análisis básico de factibilidad, y (iii) evaluación preliminar de la huella de carbono asociada al diseño inicial del proyecto.

Por lo tanto, como resultado de esta etapa se pretende, en primer lugar, obtener una primera visión general integral de los posibles efectos relacionados con el cambio climático; en segundo lugar, identificar las necesidades iniciales existentes para desarrollar un caso de adaptación, y por último, proporcionar una base para un análisis más profundo en una etapa posterior (Etapa de Estructuración).

Figura 9
Pasos a seguir para la incorporación de soluciones de adaptación climática en la Etapa de Evaluación Inicial



Fuente: Elaboración propia.

Fase 1

Análisis y selección preliminar de los riesgos climáticos y de desastre - Nivel Screening

El objetivo de esta fase es determinar la naturaleza y el alcance potencial del riesgo al que el proyecto puede estar expuesto como resultado del clima, el cambio climático y la ocurrencia de otros desastres a corto, mediano y largo plazo, y establecer los límites dentro de los cuales se realizará la evaluación de las opciones de adaptación. Como resultado de esta primera revisión, el equipo proporcionará una visión general de los posibles impactos relacionados con el cambio climático, evaluando el nivel general de sensibilidad de la ubicación del proyecto y de sus componentes a las variables climáticas, como la temperatura, la cantidad de precipitaciones y su distribución temporal. Esta evaluación preliminar de los riesgos, que se deberá informar en los documentos del proyecto, indicará si se deben realizar evaluaciones adicionales de los riesgos climáticos en esta fase inicial.

En función del perfil inicial de riesgos climáticos y de desastre obtenido, a continuación, se debe abordar un análisis preliminar de los mismos, generalmente cualitativo, enfocándose en aquellos que hayan resultado más relevantes o significativos para el proyecto. Esto incluye realizar una evaluación básica sobre su probabilidad de ocurrencia y magnitud esperada, el nivel de exposición y vulnerabilidad asociados y su potencial impacto, con el fin de determinar si el impacto global de todos los riesgos identificados es razonable para el proyecto, si deben plantearse alternativas de diseño o si deben considerarse medidas de adaptación y resiliencia específicas. Un detalle mayor sobre esta fase de diagnóstico preliminar se ofrece en la **Buena Práctica 1** de esta Etapa. Para realizar dicho análisis es común utilizar información territorial ya disponible, para lo que existen varios recursos y herramientas aplicables en Colombia que facilitan la identificación preliminar de riesgos climáticos y de desastre (consultar Anexo 2 para más información).

Fase 2 Análisis básico de factibilidad

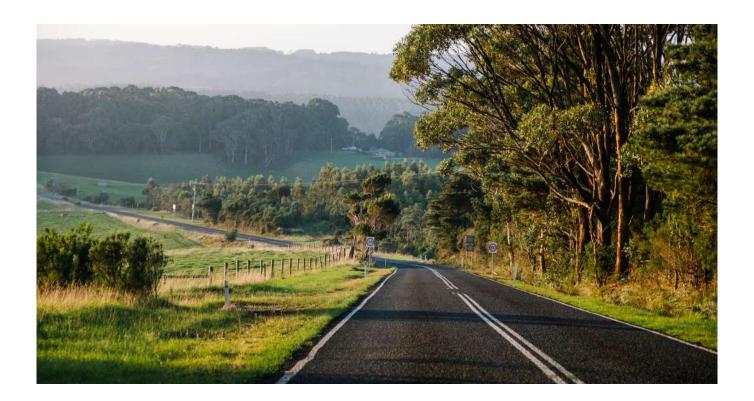
Esta fase consiste en un análisis preliminar y básico de factibilidad del proyecto, a partir del cálculo orientativo de la rentabilidad del proyecto y otros ratios de alto nivel. En función del resultado obtenido, se procedería como sigue:

- Si la rentabilidad estimada es negativa y el proyecto no puede mejorar realizando ajustes o modificaciones, se descarta y no continúa su análisis.
- Si la rentabilidad, una vez agregado el potencial costo de los riesgos estimados en la Fase 1 anterior es positiva, se procede con la Etapa de Estructuración siguiente.

En situaciones de extrema necesidad, donde el proyecto pueda ser considerado como infraestructura crítica o similar, se podrán hacer excepciones a los umbrales establecidos para la rentabilidad del proyecto.

Fase 3 Evaluación preliminar de la huella de carbono asociada al diseño inicial del proyecto

Para los proyectos de infraestructura en proceso de evaluación inicial cuyo análisis preliminar de riesgos climáticos y de desastres resulte inicialmente asumible, hayan superado el análisis de factibilidad posterior, y vayan a pasar a la Etapa de Estructuración, el promotor o evaluador deberá abordar una evaluación preliminar de las emisiones de GEI asociadas al proyecto a lo largo de su ciclo de vida. En esta fase, en la que las soluciones de diseño no son definitivas, este proceso suele conllevar una evaluación muy preliminar o básica, generalmente cualitativa, tendente a identificar los principales procesos emisivos y las principales medidas o acciones para evitar, reducir y compensar los GEI. Como en el caso anterior, estos resultados podrán servir como punto de partida para una evaluación más detallada durante la Etapa de Estructuración, en la que los equipos de evaluación deben disponer de información cuantitativa y concreta asociada al proyecto final. La Buena Práctica 2 recogida en esta Etapa ofrece un mayor detalle sobre esta fase de diagnóstico preliminar.



RESUMEN DE BUENAS PRÁCTICAS DE LA ETAPA DE EVALUACIÓN INICIAL

A continuación, se presenta el índice de buenas prácticas sugeridas para la Etapa de Evaluación Inicial. A través de esta tabla (Tabla 2) se señala, de manera clara, cómo cada práctica contribuye a las líneas estratégicas de mitigación, adaptación y resiliencia y respuesta a desastre en los proyectos de APP. En esta primera etapa, considerando que la información disponible es limitada, las buenas prácticas propuestas se centran en la realización de un diagnóstico preliminar.

Tabla 2Resumen de buenas prácticas en la Etapa de Evaluación Inicial

M: Mitigación / A: Adaptación / R: Resiliencia y respuesta a desastres

BUENA	S PRÁCTICAS	Aplicabilidad(*)	M	Α	R
1	Realizar un diagnóstico preliminar de los riesgos climáticos y de desastres, y brindar lineamientos para la adaptación y resiliencia temprana.	Necesaria		•	•
2	Realizar una estimación preliminar de la huella de carbono y brindar lineamientos de reducción de emisiones de GEI	Necesaria	•		
3	Realizar una evaluación preliminar de sostenibilidad	Recomendable	•	•	

(*) Las buenas prácticas clasificadas como "necesarias" no tienen una connotación normativa o similar, sino que son condiciones imprescindibles para que los criterios climáticos y de respuesta a desastres se mantengan en el tiempo y tengan un impacto real en los proyectos. Las buenas prácticas "recomendables" son altamente relevantes para garantizar la integración de criterios climáticos y de respuesta a desastres, si bien su implementación requiere una evaluación específica por parte del equipo, según las características y necesidades particulares del proyecto en cuestión.



BUENAS PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN CLIMÁTICA Y RESILIENCIA FRENTE A DESASTRES

Para cualquier tipo de infraestructura en Etapa de Evaluación Inicial, es crucial que los promotores o evaluadores aborden un análisis preliminar de los riesgos climáticos y de desastres que inciden en la ubicación o ubicaciones preseleccionadas. Esta evaluación inicial de los riesgos permite validar inicialmente la factibilidad técnica de la infraestructura propuesta, reorientar el diseño de esta—e incluso de su ubicación—o valorar alternativas viables de adaptación en fases tempranas.

Por lo tanto, el objetivo de esta sección es establecer lineamientos, recomendaciones y criterios que deben aplicarse en la fase de elegibilidad y de evaluación preliminar de las propuestas, incluyendo las propuestas de iniciativa privada, en cumplimiento con la normativa vigente. De esta forma, se incentiva que los promotores privados realicen análisis complementarios a los actualmente exigidos, incluyendo los citados efectos potenciales de los riesgos climáticos y de desastres.

El contenido de esta sección incluye: (i) la descripción de cada una de las buenas prácticas y (ii) las orientaciones y recomendaciones técnicas de cada buena práctica para cumplir con las EMAC.



BUENA PRÁCTICA 1:

REALIZAR UN DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LOS RIESGOS CLIMÁTICOS Y DE DESASTRES, Y BRINDAR LINEAMIENTOS PARA LA ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA TEMPRANA

A continuación, se brindan las recomendaciones técnicas para abordar el análisis preliminar de los riesgos climáticos y de desastres en la Etapa de Evaluación Inicial por parte del promotor o evaluador del proyecto de infraestructura:

1. Seguir un marco metodológico de referencia para la evaluación de riesgos climáticos.

Las evaluaciones de riesgos climáticos deben basarse en las orientaciones metodológicas establecidas por el Grupo de Trabajo II del IPCC en su Sexto Informe de Evaluación (IPCC, 2022). Estas directrices están alineadas con los enfoques metodológicos empleados por otras instituciones internacionales de referencia, como el Banco Mundial (World Bank, 2015), la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2015) y de entidades de cooperación técnica para el desarrollo de amplia trayectoria en América Latina, tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2019).

2. Incorporar referencias metodológicas y técnicas nacionales.

Este marco metodológico general debe complementarse con las orientaciones técnicas de las instituciones oficiales de Colombia que tienen funciones específicas en el diseño, operación, implementación o seguimiento de acciones de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) y Adaptación al Cambio Climático (ACC) en proyectos de infraestructura. Estas instituciones incluyen el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el DNP, y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD).

3. Crear grupos multidisciplinarios de expertos.

Para abordar el análisis preliminar de los riesgos climáticos y de desastres, es recomendable conformar un equipo multidisciplinar de expertos con conocimientos específicos en materia climática y gestión de riesgos de desastres, diseño y arquitectura de infraestructura sostenible y gestión económico-financiera de los proyectos.

4. Recopilar información actualizada a nivel internacional, nacional y regional

El objetivo de la evaluación consiste en determinar la naturaleza y el alcance potencial del riesgo al que puede estar sometido el proyecto inicial como consecuencia del clima, el cambio climático y otros desastres. Para seleccionar los riesgos climáticos, es esencial contar con información contextual actualizada sobre amenazas climáticas y parámetros clave del cambio climático relevantes para el proyecto. Las bases de datos internacionales sobre desastres climáticos, mapas de amenazas, indicadores de vulnerabilidad y desarrollo humano, junto con planes de acción nacionales, son herramientas útiles en esta fase temprana. Estas fuentes proporcionan acceso a datos globales, regionales y locales, y pueden emplearse para una evaluación preliminar de riesgos climáticos y de desastres, utilizando información oficial y actualizada disponible en múltiples escalas. En el Anexo 2 se ofrece un listado de fuentes territoriales de consulta disponibles que pueden ser empleadas para la evaluación preliminar de los riesgos.

Además de la información nacional e internacional, será también de vital importancia contar con herramientas de análisis espacial, tales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para la compilación y gestión de datos e información geográfica que permita la evaluación territorializada del riesgo de desastres desde la Etapa de Evaluación Inicial en proyectos de APP. Los sistemas de información cartográfica permiten la identificación de la exposición del proyecto a distintas amenazas o peligros, así como la identificación de factores de vulnerabilidad y temporales para identificar los riesgos. Estas herramientas son especialmente útiles en las infraestructuras lineales debido a la variabilidad de exposición y vulnerabilidad a lo largo de los potenciales trazados. Dado que la vulnerabilidad de los elementos expuestos es diferente frente a cada una de las amenazas analizadas, se deberán realizar análisis de vulnerabilidad para cada amenaza priorizada. El desarrollo de estos análisis de vulnerabilidad dependerán de la información disponible y el enfoque⁶.

*Nota: La identificación de amenazas climáticas y otras de origen no climático, es uno de los principales parámetros que deben evaluarse para poder identificar los riesgos y evaluar los impactos potenciales. Para ello, es importante que los evaluadores examinen el contexto natural y construido del proyecto e identifiquen las fuentes de peligros climáticos y de desastres que podrían dañar la infraestructura o amenazar su funcionamiento. Es importante que el equipo de expertos considere la identificación inicial de un conjunto de eventos mínimos según la ubicación del proyecto de APP (ver Tabla 3 a continuación).

Tabla 3Eventos mínimos a considerar según la ubicación del proyecto con Participación Privada

Evento generador / Región	Andina	Caribe	Pacífica	Orinoquia	Amazonía	Insular
Inundaciones	•	•	•	•	•	•
Vendavales	•	•	•	•	•	•
Movimientos en masa	•	•	•	•	•	
Avenidas torrenciales	•	•	•	•		
Incendios forestales	•	•	•	•	•	
Sequía	•	•	•	•	•	
Ascenso del nivel del mar y erosión costera		•	•			•
Sismos	•	•	•	•		
Actividad volcánica	(Cordilleras Central y Occidental)		•			
Cualquier generador de amenazas con evidencias físicas, geográficas o históricas que indiquen su probable ocurrencia	•	•	•	•	•	•

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída de la Guía para analizar los riesgos (DNP, 2022c).

⁶ En la Metodología para Evaluar Riesgos de la "Caja de herramientas para inversiones resilientes" del DNP se presentan metodologías para el desarrollo de análisis de vulnerabilidad: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Gestion-Riesgo-Desastres/Metodologia-para-evaluar-los-riesgos/Metodologia_para_evaluar_riesgos.pdf

Figura 10
Mapa de las regiones de Colombia



Fuente: Elaboración propia.



A continuación, se ofrece un resumen de la información clave a conseguir para abordar una identificación temprana de las amenazas, condiciones de vulnerabilidad y de exposición, y otros factores relevantes que inciden en la planificación y diseño de proyectos resilientes:

- 1. Mapa del proyecto para el diseño conceptual inicial
- 2. Mapas climáticos a partir de modelos regionales o nacionales disponibles
- 3. Mapas de amenazas climáticas
- 4. Mapas de otras amenazas de origen no climático
- 5. Estudios conceptuales previos (ej. estudio técnico, predial, social y ambiental)
- 6. Estudios geotécnicos o información sobre condiciones geotécnicas
- 7. Información relativa a impactos documentados, daños registrados o pérdidas evaluadas (mapas, cartografía, hojas de registro, etc.)
- 8. Información territorial base complementaria (inventario de elementos naturales o antrópicos de contexto)
- 9. Información de contraste para dar apoyo a la evaluación (ej. Plataforma del Conocimiento sobre Cambio Climático del Banco Mundial, Base de datos de DesInventar, etc.)



5. Obtención de resultados de la evaluación preliminar de riesgos

Como resultado de esta primera valoración, el equipo evaluador ofrecerá una visión general y preliminar de los posibles impactos relacionados con el cambio climático a corto, medio y largo plazo y de otros desastres que pueden tener incidencia en el proyecto de infraestructura. Una primera visión de conjunto de los posibles efectos relacionados con el cambio climático y de desastres ayudará a poner en marcha el proceso de adaptación temprana, identificar las necesidades existentes en materia de adaptación, resiliencia y sostenibilidad, y proporcionar una base para un análisis más profundo en una fase posterior.

La evaluación inicial realizada debe contener, como mínimo, resultados preliminares sobre las principales amenazas que inciden en el área determinada y el nivel de exposición prevista, la vulnerabilidad potencial del proyecto frente a cada amenaza y, finalmente, el nivel de riesgo respectivo, cuyos resultados suelen expresarse generalmente en forma de matrices de doble entrada con un código de color según nivel de riesgo (ver Anexo 2). El contenido y la estructura del informe de detección de riesgos climáticos pueden apoyarse técnicamente en herramientas de apoyo al conocimiento y la adaptación existentes, tales como los Kits de herramientas climáticas para las asociaciones público-privadas en materia de infraestructura (WB, 2022), la Caja de herramientas para resiliencia climática: las asociaciones público-privadas de transporte en Colombia (Rebel y BID, 2022), o la Plataforma Europea de Adaptación al Clima (Climate-ADAP2). Para más información, véase el Anexo 2.

6. Identificación de recomendaciones para la adaptación temprana y resiliencia frente a desastres en la Etapa de Evaluación Inicial

Después de completar la matriz inicial de riesgos climáticos y de desastres, el equipo de expertos debe proceder con su evaluación. Esto incluye analizar alternativas viables para reducir los riesgos identificados en los proyectos que avanzarán a la Etapa de Estructuración posterior.

Durante esta etapa, el equipo evaluador puede examinar más de una opción para un proyecto (Tabla 4). Las distintas opciones de proyecto podrían estar expuestas de manera diferente al mismo peligro y dar lugar a distintos niveles de riesgo. Por consiguiente, pueden estar asociadas a costos diferentes (tanto de capital inicial como de gastos operativos), por lo que debe realizarse una clasificación inicial para cada opción de proyecto, considerando el riesgo climático y de desastres.

Tahla 4

Ejemplos y recomendaciones a seguir según el nivel de riesgo resultante en la Etapa de Evaluación Inicial

CASO A

RIESGO "BAJO" O "BAJO-MEDIO"

Los resultados de la evaluación preliminar de los riesgos climáticos y de desastres no son significativos para todos los eventos identificados

El promotor del proyecto podrá considerar que el diseño inicial es factible técnicamente para la Etapa de Evaluación Inicial. En este caso, el promotor del proyecto debe considerar la necesidad de hacer un análisis más detallado de los riesgos incidentes a escala temporal y territorial en la Etapa siguiente del proyecto, la Etapa de Estructuración.

CASO B

RIESGO "MEDIO-ALTO"

Los riesgos climáticos y de desastres son significativos, pero no extremos o excesivos

El equipo evaluador podrá contemplar, en primer lugar, alternativas posibles para la adaptación temprana y resiliencia frente a desastres, tales como:

Reubicar la localización del diseño inicial de la infraestructura. La ubicación específica del proyecto en fase de diseño puede aumentar el perfil de riesgo debido a una alta exposición y a una alta vulnerabilidad.

Modificar el calendario del proyecto, el cual puede dar lugar a un perfil de alto riesgo o introducir incertidumbres. El retraso del proyecto puede crear una oportunidad para obtener más información o cambios específicos en el entorno que reduzcan el perfil de riesgo.

Modificar el alcance o diseño de ingeniería inicial del proyecto, el cual puede dar lugar a un perfil de riesgo más elevado de lo necesario para alcanzar los objetivos públicos subyacentes. Los cambios en el alcance o el diseño preliminar pueden reducir su vulnerabilidad.

En caso de que no sea posible alterar o modificar las condiciones de diseño original, para modificar el riesgo, el equipo deberá contemplar la implementación de soluciones de ingeniería que permitan una respuesta adecuada de la infraestructura frente a las tensiones climáticas y ocurrencia de desastres.

CASO C

RIESGO "ALTO"

Los riesgos climáticos son altos y probablemente no se pueden asumir en términos económicos

Llevar a cabo un análisis detallado de riesgo en la Etapa de Estructuración, de tal manera que verifique las factibilidad del proyecto, con base en información real y contrastada.

Como en el Caso de ejemplo B, si las condiciones de proyecto no pueden ser modificadas en esta Etapa, es recomendable plantear medidas adicionales de adaptación (por ejemplo, medidas de ingeniería que permitan a *priori* "salvar los riesgos" según el tipo de infraestructura y los elementos susceptibles dentro de su arquitectura). En cualquier caso, la justificación del proyecto bajo estas condiciones iniciales de alto riesgo y la envergadura de estas medidas deberá validarse o ajustarse tras el análisis detallado propuesto en la Etapa de Estructuración.

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída de la Caja de Herramientas para resiliencia climática: las asociaciones público-privadas de transporte en Colombia (Rebel y BID, 2022).

Si bien se espera que la evaluación inicial de riesgos proporcione una idea del perfil de riesgo climático del proyecto, el equipo de trabajo del proyecto puede intentar definir medidas tempranas de adaptación y resiliencia frente a los riesgos identificados que no pueden ser evitados. Por lo tanto, una vez que se tenga claridad sobre el tipo y nivel de riesgo y su clasificación (exposición-vulnerabilidad), se recomienda desarrollar Plantillas⁷ para listar las medidas a incorporar en el Plan de acción inicial contra los riesgos climáticos.

⁷ Puede consultar la Caja de herramientas para resiliencia climática: las asociaciones público-privadas de transporte en Colombia (BID, 2022) (Apéndice D: Plantilla Plan de acción inicial contra los riesgos climáticos).

7. Priorización de las medidas⁸ de adaptación y resiliencia climática.

Una vez concluido el listado preliminar de medidas de adaptación y resiliencia, el último paso de esta práctica está dedicado a la priorización de estas estrategias climáticas. Este proceso de priorización debe contemplar una evaluación económica de las acciones climáticas, incluyendo una valoración preliminar de sus costos y beneficios. Entre ellos, se debe incluir el beneficio principal de la reducción de pérdidas (a lo largo del ciclo de vida del proyecto), pero también varios beneficios adicionales (sociales, económicos y medioambientales), cuyo valor puede ser muy significativo. En este sentido, es común el empleo del análisis multicriterio que permita establecer un ranking cuantitativo sobre un conjunto de criterios preestablecidos por las partes interesadas, tales como eficiencia, factibilidad técnica y económica, aceptación social, urgencia, contribución principal y co-beneficios, replicabilidad, entre otros. Para abordar este proceso de identificación y priorización se recomienda revisar los recursos y herramientas disponibles en el Anexo 2.



Finalmente, la formulación de una estrategia de adaptación climática y resiliencia⁹ puede quedar iniciada en esta Etapa de Evaluación Inicial, a través del siguiente contenido mínimo:

- 1. Descripción de los principales desafíos y objetivos de adaptación identificados.
- 2. Descripción del conjunto de medidas de adaptación climática y resiliencia frente a desastres identificadas, incluidos los beneficios adaptativos y sus co-beneficios.
- 3. Resultados de la evaluación económica inicial de las acciones climáticas, incluyendo una valoración preliminar de sus costos y beneficios.
- 4. Propuesta de calendario de aplicación, medios y recursos necesarios y actores involucrados.



⁸ Las medidas de adaptación y resiliencia pueden dividirse tradicionalmente en tres categorías: (i) medidas de prevención que reducen la probabilidad de las consecuencias del riesgo una vez que se materializa un peligro; (ii) medidas de preparación que reducen la gravedad de las consecuencias una vez que se materializa un peligro, y (iii) medidas de recuperación que comprenden todas las medidas que pueden conducir a una recuperación eficiente de la infraestructura misma y su entorno humano y natural, que depende estrechamente de los impactos de los peligros climáticos.

⁹ Estrategia de adaptación climática: entendida como una combinación de medidas individuales de adaptación y resiliencia cuyo objetivo es reducir los daños, las pérdidas y las posibles consecuencias desastrosas generadas por el estrés climático y otros desastres sobre la infraestructura.

Recuadro 1Diagnóstico preliminar de los riesgos climáticos y de desastres



Figura 11 *Mapa del proyecto ZESTA*



Fuente: World Bank Group

Este es un proyecto liderado por el Banco Mundial que busca implementar la primera planta solar conectada a la red del país, modernizar la infraestructura de transmisión y distribución eléctrica, y mejorar el acceso energético. Como parte del diseño inicial del proyecto, se llevó a cabo un diagnóstico de riesgos climáticos y de desastres que identificó inundaciones y sequías como los principales riesgos climáticos debido a patrones de precipitaciones más intensos y frecuentes, así como a eventos de sequía prolongada.

El análisis reveló que las inundaciones pueden comprometer las bases de las torres de transmisión y dañar la planta solar por erosión, mientras que el calor extremo y el polvo podrían reducir la eficiencia de los paneles solares hasta un 20%. Ante estos riesgos, se integraron medidas de resiliencia en el diseño técnico del proyecto, como ajustes en los componentes físicos y mejoras en las prácticas de operación y mantenimiento.

La falta de datos climáticos de alta resolución para Zanzíbar limitó el análisis, obligando a usar estimaciones basadas en información de zonas costeras del continente cercano. Como próximo paso, se realizará una evaluación específica de riesgos climáticos en el sitio, con un enfoque especial en inundaciones, para garantizar decisiones basadas en datos más precisos.

Fuente: World Bank Group (2021). <u>Climate and Disaster Risk Screening: Making Energy</u>
Projects More Resilient.



BUENAS PRÁCTICAS DE MITIGACIÓN CLIMÁTICA

Para los proyectos de infraestructura en Etapa de Evaluación Inicial cuyo análisis preliminar de riesgos climáticos y de desastres sea considerado aceptable según los criterios mencionados previamente, el promotor deberá identificar las acciones específicas que el proyecto debe implementar para cumplir con los objetivos de desarrollo bajo en carbono o de carbono neutralidad. Estas acciones deben enfocarse en reducir o compensar las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida del proyecto y constituirán un requisito mínimo para garantizar la viabilidad socioambiental del proyecto, en concordancia con la política y normativa nacional vigente en la materia.

En los siguientes sub-apartados se brindan: (i) orientaciones y recomendaciones técnicas para abordar un diagnóstico preliminar de las emisiones de GEI asociadas al proyecto en fase de pre-factibilidad y (ii) lineamientos para la inclusión de estrategias de mitigación con base en los resultados preliminares obtenidos.



BUENA PRÁCTICA 2: REALIZAR UNA ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE LA HUELLA DE CARBONO Y BRINDAR LINEAMIENTOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES GEI

Como respuesta al reto climático, es imperativo que incluso los proyectos cuyo propósito principal no sea la mitigación del cambio climático intenten incorporar acciones de mitigación a pequeña escala con el fin de reducir su huella de carbono y aportar a la visión de un desarrollo sostenible. Este enfoque puede implementarse desde las etapas más tempranas del proyecto. Para los proyectos de infraestructura que vayan a pasar a la Etapa de Estructuración, el promotor o evaluador deberá:

1. Abordar un diagnóstico inicial de emisiones de GEI

En primer lugar, se deberá abordar un diagnóstico inicial de las emisiones GEI asociadas al proyecto de infraestructura. Es necesario que las emisiones de GEI se estimen en la fase de planificación del proyecto para que puedan proponerse medidas de mitigación adecuadas en cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto. Se trata de un ejercicio que exige muchos recursos y conocimientos técnicos que no suelen estar disponibles en la fase de prefactibilidad de un proyecto. Por lo tanto, específicamente, en esta Etapa de Evaluación Inicial en la que la solución de proyecto no es definitiva, se puede contemplar una estimación bruta de los GEI de referencia del proyecto teniendo en cuenta los principales procesos y flujos emisores en las diferentes etapas del ciclo de vida.

2. Considerar un marco metodológico general para la determinación de la huella de carbono

Para abordar esta estimación bruta de los GEI de referencia se deberá emplear el enfoque de Huella de Carbono para Producto (HCP), bajo la perspectiva de la norma ISO 14067 del 2013, por ser el estándar generalmente aceptado. Esta norma se apoya en el concepto y metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), es decir, la norma estandariza el proceso de cálculo de las emisiones y remociones de GEI de los productos que se producen a lo largo de todo su ciclo de vida "de la cuna a la tumba" (*cradle to grave*). Para estimar el CO₂e asociado a un proyecto de infraestructura, será necesario identificar las principales emisiones generadas durante el proceso de construcción, operación y desmantelamiento. Estas emisiones podrán ser directas (por ejemplo, debido a su funcionamiento en el caso de una central eléctrica) o indirectas (por ejemplo, las emisiones de los automóviles en el caso de un proyecto de autopista).

3. Consulta de fuentes confiables y reconocidas a nivel sectorial

Para un análisis preliminar de las emisiones de GEI que deben considerarse en el paso actual, se aconseja que los evaluadores y formuladores consulten fuentes como la Guía del IPCC¹⁰ "Cambio Climático 2022 Mitigación del Cambio Climático", que incluye información detallada para varios sectores de infraestructura.

¹⁰ Cambio climático 2022: mitigación del cambio climático. Contribución del Grupo de Trabajo III al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

4. Apoyo de herramientas metodológicas disponibles para abordar el diagnóstico

El contenido y la estructura del informe de emisiones de GEI puede apoyarse técnicamente en herramientas de apoyo a la mitigación existentes, tales como los "Kits de herramientas climáticas para las asociaciones público-privadas en materia de infraestructura" (WB, 2022), las herramientas sectoriales de cálculo del protocolo GHG (*Greenhouse Gas Protocol*), o la herramienta en línea de USAID que permite a los usuarios calcular las emisiones de CO₂e de forma simplificada, entre otras. Para más información véase el Anexo 2.

5. Análisis de soluciones de mitigación y selección preliminar de medidas

Una vez concluida la estimación preliminar de las emisiones asociadas al proyecto de infraestructura según el ACV, los evaluadores deben abordar un proceso de revisión de potenciales medidas de mitigación adecuadas. Para ello, es aconsejable utilizar el enfoque de *Jerarquía de la Mitigación*¹¹, cuyo principio es Evitar-Minimizar-Compensar. Su objetivo es lograr la reducción de los posibles impactos adversos a niveles aceptables a través de pasos estructurados y priorizados. Para su implementación práctica, es importante tener en cuenta las siguientes preguntas generadoras, en el orden establecido:

Figura 12Preguntas a considerar para definir la estrategia de mitigación climática del proyecto

1. ¿Qué procesos y flujos emisores se pueden evitar en el diseño inicial?

...si no es posible evitar dichos procesos y flujos, ...para aquellas emisiones de GEI inevitables en el CV

2. ¿Cómo se pueden minimizar las emisiones de GEI base asociadas?

3. ¿Cómo se pueden compensar?

Fuente: Elaboración propia.

La jerarquía de mitigación es una consideración fundamental para los proyectos de infraestructura que pretendan contribuir a un enfoque de carbono neutralidad y desarrollo sostenible. Incluso cuando las emisiones de GEI no pueden evitarse, es esencial que las opciones de minimización de GEI se consideren antes que las opciones de compensación.

Igual que con la adaptación climática, como parte de la preparación de una infraestructura de APP climáticamente responsable, se recomienda que se examinen varias soluciones de mitigación desde el principio, durante el diseño técnico preliminar, o la consideración de distintas alternativas. Dichas soluciones suelen incluirse en las siguientes categorías:



» Iniciativas de eficiencia energética: El primer paso a considerar es la reducción del consumo energético a través de la instalación de sistemas más eficientes y programación de actividades en horarios de bajo consumo de energía y menores tarifas. Mejorar la eficiencia en edificios, transporte y otro tipo de instalaciones reduce la demanda de combustibles fósiles, contribuyendo así a menores emisiones y un uso más responsable de los recursos naturales. A nivel nacional, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) tiene a disposición un Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PAI-PROURE) para el periodo 2022-2030 (UPME, 2022). Este plan contiene las medidas de gestión eficiente de la energía a nivel sectorial, así como las metas indicativas de eficiencia energética para el país, las cuales los equipos de proyecto podrán tomar como referencia.

¹¹ Las jerarquías de mitigación para medidas y acciones se han utilizado ampliamente durante más de un siglo en la gestión de riesgos dentro de diversos campos como la gestión de recursos naturales, la jerarquía de residuos (Escalera de Lansink), la gestión de la biodiversidad y la vida silvestre (por ejemplo, la Norma de Desempeño 6 de la CFI), y progresivamente también en los marcos de acción climática (por ejemplo, REDD+ de la CMNUCC, el mecanismo de comercio de emisiones del Protocolo de Kioto).





» Generación y uso de energía renovable: Reemplazar los sistemas de energía basados en combustibles fósiles con energías renovables reduce considerablemente las emisiones de CO₂ y fomenta la transición hacia sistemas sostenibles y menos contaminantes. Por esta razón, se debe indagar sobre el potencial energético en el área de influencia del proyecto (por ejemplo, el nivel de temperatura, radiación y brillo solar, la velocidad del viento, el caudal y la diferencia de altura o el área disponible para disponer un sistema energético, entre otras). A nivel nacional, se recomienda consultar los atlas de potenciales para la identificación del potencial energético en el territorio colombiano publicados por la UPME¹².



» Economía circular: La economía circular mitiga el cambio climático al reducir la extracción de materias primas, el uso de energía y la generación de residuos. Reutilizar, reciclar y prolongar la vida útil de productos disminuye las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida de los materiales, promoviendo un uso eficiente y sostenible. Colombia cuenta desde el 2019 con una Estrategia Nacional de Economía Circular en la cual una de las líneas priorizadas son los materiales de construcción.



» Materiales sostenibles y de origen local: El uso de este tipo de materiales reduce las emisiones de CO₂ al disminuir el transporte y la producción intensiva. Además, estos materiales suelen requerir menos energía en su producción y procesamiento, ayudando a limitar el impacto ambiental y a conservar los recursos naturales, clave en la mitigación climática.

Además, pueden producirse sinergias entre la mitigación y la adaptación mediante la incorporación de estrategias como:



» Infraestructuras verdes, como las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN). Éstas incluyen intervenciones como la creación de zonas permeables (por ejemplo, corredores verdes) que ayudan a mitigar el cambio climático al capturar carbono atmosférico y mejorar la biodiversidad. Además, favorecen la adaptación climática al reducir riesgos de desastres naturales (como inundaciones y erosión) y mejorar la resiliencia de los sistemas urbanos y naturales frente a eventos climáticos extremos.



» Por otro lado, la **Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)**, son un subgrupo de SbN centrado principalmente en utilizar y maximizar los servicios ecosistémicos para ayudar a las comunidades a adaptarse al cambio climático. Por ejemplo, la restauración de manglares protege contra inundaciones y captura carbono, mientras que la reforestación reduce la erosión y regula el agua. Esto fortalece la resiliencia ante eventos climáticos extremos y contribuye a mitigar los GEI.



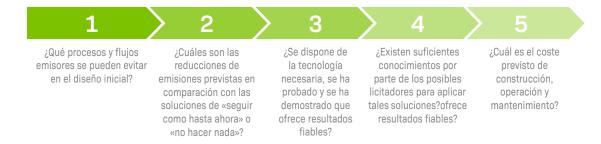
» Las **infraestructuras verde-azul** o **verde-gris** (ver el glosario del Anexo 1 para más información) integran soluciones naturales y artificiales para la gestión del agua y la vegetación, ayudando a la adaptación y mitigación climática. Al combinar áreas verdes (parques, jardines) y cuerpos de agua con estructuras construidas (drenajes, diques), estas infraestructuras absorben CO₂, regulan temperaturas, manejan inundaciones y mejoran la biodiversidad, reduciendo el impacto de eventos climáticos extremos.

La implementación temprana de SbN o AbE enfrenta desafíos como falta de datos, cuantificación de beneficios económicos y experiencia técnica, además de requerir coordinación entre actores diversos. Para superarlos, el Anexo 2 ofrece herramientas sectoriales detalladas, como el informe *Integrating Green and Grey Creating Next Generation Infrastructure*, que guía a proveedores de países en desarrollo en la integración de soluciones naturales en sistemas de infraestructura clave (World Bank Group – World Resources Institute, 2019).

La selección preliminar de medidas de mitigación climática debe considerar el tipo de infraestructura, su ubicación y garantizar un impacto neto positivo medible. Las opciones deben ser viables y asequibles, evitando desincentivar la inversión privada, con costos justificables frente a la reducción de emisiones lograda (WB, 2022). Aunque no existe un enfoque intersectorial para la selección de tales opciones, los promotores deberían intentar, en principio, responder a las preguntas de alto nivel recogidas en la Figura 13.

 $^{^{\}rm 12}$ Disponibles en: https://www1.upme.gov.co/siame/Paginas/atlas-de-potenciales.aspx

Figura 13Preguntas a considerar para definir el alcance y nivel de ambición de las soluciones de mitigación climática



Fuente: Elaboración propia.

Como se ha mencionado, los equipos de estructuración de proyectos necesitan un proceso sólido de toma de decisiones que les permita priorizar las estrategias climáticas en función de sus costos y beneficios en una fase temprana. Dependiendo de la naturaleza de tales opciones, los beneficios pueden o no ser cuantificables en términos monetarios. Esto, unido a las incertidumbres asociadas a los riesgos climáticos y a la falta de datos cuantificables, podría hacer que el análisis tradicional de costos y beneficios no sea factible en esta etapa inicial. De ahí que se introduzca un enfoque cualitativo de priorización, que permite la evaluación de múltiples criterios sin emplear análisis avanzados que exigen muchos recursos. El enfoque propuesto permite incluir varios co-beneficios significativos en la valoración técnica y financiera del proyecto, tales como aquellos de carácter medioambiental, socioeconómico o de género. En el Anexo 2 se pueden encontrar herramientas disponibles que permiten a los formuladores orientar procesos de priorización de estrategias climáticas.

BUENAS PRÁCTICAS DE SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad en los proyectos de APP no solo abarca los temas de mitigación y adaptación al cambio climático, sino que también considera un enfoque holístico que evalúa las dimensiones ambientales, sociales, económicas y financieras desde etapas tempranas. En este contexto, se promueve la incorporación de herramientas y metodologías que faciliten la evaluación preliminar de sostenibilidad de los proyectos, garantizando su alineación con estándares nacionales e internacionales y su viabilidad a lo largo del ciclo de vida.



Como parte de la Etapa de Evaluación Inicial de los proyectos de APP se recomienda realizar una autoevaluación integral o *screening* de la sostenibilidad del proyecto. El objetivo es identificar las brechas existentes relativas a aspectos de sostenibilidad desde las primeras etapas del proyecto, lo cual permitirá su fortalecimiento en caso de ser necesario en las Etapas siguientes de Estructuración y Transacción. Este análisis preliminar permite que, una vez completada la evaluación, el proyecto conozca los puntos fuertes y oportunidades de mejora, y por tanto, esté mejor preparado para implementar medidas de sostenibilidad más específicas. Este puede ser el primer paso para incrementar el nivel de ambición de la sostenibilidad en fases posteriores mediante la obtención de certificaciones ambientales internacionales, tales como LEED o Envision, o la integración de indicadores de desempeño enfocados en metas climáticas.

Una de las herramientas desarrolladas para los proyectos de APP en Colombia es el dashboard de sostenibilidad, el cual fue desarrollado por parte del DNP¹³. El instrumento de autoevaluación consta de 38 atributos de sostenibilidad divididos en cuatro dimensiones: (i) dimensión de sostenibilidad ambiental y resiliencia climática; (ii) dimensión de sostenibilidad social; (iii) dimensión de sostenibilidad institucional, y (iv) dimensión de sostenibilidad económica y financiera. Estas dimensiones se alinean con el Marco de Infraestructura Sostenible del BID, el cual se tomó como marco de referencia para su desarrollo. La aplicación del dashboard consta de una serie de preguntas (de respuesta Sí / No) que de manera integral y estructurada permite medir el nivel de sostenibilidad de los proyectos de infraestructura de APP en Colombia. El uso del dashboard facilita la identificación de las áreas de oportunidad de mejora en las diferentes dimensiones de sostenibilidad propuestas.

El uso del dashboard de sostenibilidad se complementa directamente con las buenas prácticas 1 y 2 de la Etapa de Evaluación Inicial. Mientras que las buenas prácticas anteriores se enfocan en acciones concretas y específicas para mitigar el impacto climático y adaptarse a los riesgos, esta buena práctica 3 tiene un enfoque más integral, evaluando la sostenibilidad de manera holística. Para conocer en detalle la estructura y el funcionamiento del dashboard, puede consultar el Apéndice 2.1 del documento de información complementaria a esta guía¹⁴.

Figura 14
Vista de una sección del dashboard de sostenibilidad

Atributo	2. Resiliencia, adaptación al cambio climático	y gestión de	el riesgo de desastres			
Definición	Los proyectos de infraestructura deberían definir acciones, necesidades y prioridades en materia de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo de desastres con el objetivo de alcanzar los logros establecidos tanto a nivel global (Acuerdo de París) como nacional (Contribución Determinada a Nivel Nacional - NDC). Para tal fin, se deberán identificar elementos tales como las circunstancias nacionales, los riesgos y vulnerabilidad de la ubicación y la probabilidad de que dichos riesgos ocurran, las prioridades de adaptación y metas en el marco de la NDC y las necesidades de apoyo requerido (desarrollo y transferencia de tecnología, financiamiento y creación/fortalecimiento de capacidades del país). Asimismo, los proyectos deberían identificar e implementar las medidas de mitigación al riesgo de desastres pertinentes, las cuales deberán ser monitoreadas para evaluar su efectividad.					
	¿Aplica este atributo al proyecto?					
	Aplica a proyectos de infraestructura de todos los sectores , puesto que todos ellos pueden incorporar procedimientos que favorezcan la adaptación climática.	Seleccionar	En caso de haber seleccionado "No", justificar.			
			[Incluir aquí información relevante que justifique que el atributo no aplica al proyecto]			
	Preguntas	¿Se cumple el criterio?	Justificación de la respuesta			
1.1	¿El proyecto ha identificado y estimado los potenciales riesgos climáticos de su ubicación o área de influencia a lo largo de su ciclo de vida?	- ▼				
1.2	¿El proyecto ha definido un plan de mitigación, adaptación y respuesta a riesgos climáticos y otros riesgos de origen natural, así como los recursos necesarios para su implementación y monitoreo a lo largo de su ciclo de vida?	N/A				
	TOTAL	-				

Fuente: Adaptado de la herramienta dashboard de sostenibilidad (DNP, 2023).

¹³ Esta herramienta fue elaborada por la empresa de consultoría Sinfranova LLC como parte de la Asistencia Técnica financiada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) "Abordaje integral para la inclusión de componentes de sostenibilidad y género en Asociaciones Público-Privadas de infraestructura económica y social: preparación, financiamiento, e indicadores de desempeño de proyectos"

¹⁴ Este documento incluye una serie de apéndices cuyo objetivo es: (i) profundizar en temas clave relacionados con el objeto de la guía y (ii) proporcionar información adicional y detallada de algunas secciones de la guía.



Al realizar el pre-screening de sostenibilidad del proyecto utilizando el dashboard de sostenibilidad, es posible medir el proyecto según su potencial para obtener un sello de certificación en sostenibilidad, como Envision o LEED, y poner en consideración algunos temas iniciales que se deberían tener en cuenta en las etapas posteriores. Es recomendable que, desde estas fases tempranas como la Evaluación Inicial, se evalúe la viabilidad de que el proyecto de APP alcance alguna de estas certificaciones, ya que esto permite alinear el diseño y las fases posteriores con los requisitos específicos del sello seleccionado. De esta manera, su implementación se integra de forma más eficiente al proyecto y facilita el cumplimiento de los requerimientos exigidos.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y PRINCIPALES LECCIONES APRENDIDAS

Como se ha presentado en esta sección, la Etapa de Evaluación Inicial de proyectos de infraestructura, está dividida en tres fases (análisis preliminar / screening de riesgos climáticos y de desastres, análisis básico de factibilidad y evaluación preliminar de la huella de carbono). Esta etapa establece un marco estratégico para identificar la viabilidad preliminar de los proyectos desde una perspectiva técnica, climática y socioambiental. Este proceso busca evaluar de forma temprana los riesgos climáticos y de desastres, estableciendo criterios claros que permitan la selección de proyectos factibles o, en su caso, la consideración de alternativas tempranas de adaptación climática y resiliencia, tales como la modificación de las condiciones de diseño inicial o reubicación de los proyectos. A pesar de que en esta etapa aún se cuenta con un nivel de detalle limitado, el diagnóstico temprano permite identificar amenazas, vulnerabilidades y niveles de exposición, proporcionando información preliminar para la toma de decisiones en etapas iniciales, y que, a su vez, sirve de base para una evaluación detallada de los riesgos en la Etapa de Estructuración de proyectos.

Desde el punto de vista de la adaptación climática y la respuesta ante desastres, las mejores prácticas incluyen la adopción de marcos metodológicos de referencia, como los del IPCC, combinados con lineamientos nacionales específicos, el uso de herramientas de análisis territorial como los SIG, y la conformación de equipos multidisciplinarios. Estas acciones aseguran una evaluación preliminar integral que abarca aspectos técnicos, económicos y sociales. Por otra parte, la incorporación de estrategias de mitigación climática desde la etapa temprana resulta esencial. Diagnósticos iniciales de emisiones de GEI, basados en metodologías estandarizadas como la ISO 14067, permiten definir acciones específicas bajo un enfoque de economía circular, uso de energías renovables y materiales sostenibles. Una consideración temprana de dichas estrategias posibilitará una integración más sencilla en las fases posteriores del proyecto.

Adicionalmente, el uso de herramientas de autoevaluación como el dashboard de sostenibilidad complementa la evaluación inicial, al proporcionar un enfoque holístico de las sostenibilidad que abarca las dimensiones ambiental, social, institucional y económica-financiera del proyecto. De esta manera, su implementación posiciona a los proyectos para la obtención de certificaciones internacionales de sostenibilidad y el cumplimiento de estándares más exigentes en las etapas de Estructuración y Transacción.

Finalmente, es importante asegurar que existe un financiamiento adecuado para llevar a cabo estos análisis en la Etapa de Evaluación Inicial. Esto permitirá no solo minimizar riesgos, sino que también optimiza costos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, atrayendo inversiones sostenibles y fortaleciendo la capacidad de adaptación y respuesta frente al cambio climático.



Evaluación de conocimientos

Evalúe los conocimientos adquiridos en esta sección de **Etapa de Evaluación Inicial** completando el siguiente formulario. Haga clic **aquí** para comenzar.



OBJETIVOS DE LA GUÍA EN LA ETAPA DE ESTRUCTURACIÓN

La guía busca alcanzar los siguientes objetivos en la Etapa de Estructuración::

- Brindar las orientaciones técnicas necesarias para abordar una evaluación detallada de los riesgos climáticos y de desastres que pueden incidir en el diseño del proyecto.
- Mejorar la comprensión de cómo los riesgos climáticos y los desastres pueden impactar a nivel de proyecto, teniendo en cuenta la relación e interrelación entre las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad.
- Establecer criterios para incluir estrategias de adaptación, resiliencia frente a desastres y sostenibilidad socioambiental en el diseño técnico final de la infraestructura.
- Definir lineamientos para prevenir, anticipar y reducir los impactos asociados a eventos climáticos y a desastres en el desempeño operativo, financiero, medioambiental y social de los activos de infraestructura para cada una de las etapas de su ciclo de vida.
- Brindar las orientaciones técnicas necesarias para abordar una evaluación detallada de la huella de carbono asociada al proyecto, incluyendo las diferentes fases de su ciclo de vida.
- Establecer lineamientos necesarios para identificar e incorporar acciones de mitigación de GEI, desarrollo bajo en carbono o de carbono neutralidad, como requisito mínimo de factibilidad ambiental, según la normativa vigente.

DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE ESTRUCTURACÓN

Durante esta etapa se analizan de manera detallada los aspectos técnicos, de riesgos, socioeconómicos, financieros y legales, con el fin de determinar si el proyecto es factible y, por tanto, se debe proceder a su posterior Transacción. Los análisis a llevar a cabo incluyen:

- Evaluación técnica: Se desarrollan los estudios técnicos definitivos y los diseños finales del proyecto, incluyendo la ingeniería de detalle, especificaciones de materiales, equipos y tecnología, así como los métodos de construcción. Por otro lado, se elabora un cronograma detallado que contempla las fases de construcción, operación y mantenimiento.
- Evaluación de riesgos: Se elabora la denominada matriz de riesgos, que incluye una evaluación detallada de todos los riesgos identificados incluyendo sus potenciales impactos, probabilidad de ocurrencia y distribución de los mismos entre el socio público y el socio privado.
- Evaluación económica: Se agregan a los beneficios económicos (ahorros de tiempo, ahorros de costo de operación vehicular, mejora medioambiental, reducción de accidentes, etc.) y a los costos económicos (de inversión y de operación y mantenimiento) los impactos de los riesgos analizados.
- Evaluación financiera: Se elabora el modelo financiero exhaustivo que detalle las fuentes de financiamiento, la estructura de capital, los costos de inversión, los ingresos proyectados y la rentabilidad del proyecto, una vez considerados los potenciales impactos de los riesgos climáticos y de desastre.
- Análisis social, predial y ambiental: Se evalúan los impactos del proyecto a nivel de la población expuesta al mismo, desde el punto de vista social, predial o de derechos reales (o a nivel de los predios impactados por el proyecto) y desde el punto de vista de los impactos ambientales.
- Evaluación legal: Se comienzan a elaborar las bases del contrato de APP, que se desarrollará en la Etapa de Transacción posterior y que debe incluir todas las cláusulas que regulan las responsabilidades, obligaciones y derechos de las partes (sector público y privado).

Estos análisis se llevan a cabo a lo largo de las tres fases siguientes:

Fase 1 Análisis detallado de riesgos climáticos y de desastre

Esta fase consiste en elaborar una matriz de riesgos completa como se indica en la **Buena Práctica 1** de esta Etapa. Para ello, se deberán analizar de manera detallada los riesgos climáticos y de desastres asociados al proyecto en sus distintas fases del ciclo de vida, sus impactos y su distribución entre socio público y socio privado. Sin perjuicio de que lo habitual en los contratos de APP sea asignar al socio privado la mayoría de los riesgos, debe evitarse en este proceso que la asignación de algunos riesgos concretos, por su complejidad o carácter estratégico, se asignen al socio privado, porque ello podría traducirse en un encarecimiento del costo global del proyecto o, en el peor de los casos, en su inviabilidad comercial o de obtención de financiamiento.

Figura 15
Proceso de análisis de riesgos climáticos y de desastre en la Etapa de Estructuración



Fuente: Elaboración propia.

Una vez estimados los impactos totales de los riesgos climáticos y de desastre y su distribución entre el socio público y el privado, si el nivel de riesgos totales se considera medio o bajo, se procede con la siguiente Fase 2 de la Estructuración, que consiste en el análisis de prefactibilidad. Sin embargo, si el nivel de riesgos totales se considera alto, se procede a una reasignación de los riesgos convenientes, en su caso. Si, a pesar de dicha reasignación de riesgos, su nivel global se mantiene excesivamente alto, se regresa al Paso 1, para llevar a cabo las modificaciones y ajustes necesarios del proyecto y, de este modo, facilitar de nuevo el análisis del proyecto.

Finalmente, se procederá al desarrollo del Plan General de Manejo del Riesgo y de un Plan de Continuidad de Operaciones, incluyendo las acciones de recuperación en caso de impactos de desastre.

Fase 2 Análisis de prefactibilidad

En esta fase se llevan a cabo los trabajos de análisis técnico y de diseño de la infraestructura, así como los estudios de demanda que servirán de base para los siguientes procesos, principalmente de evaluación económica y financiera. A partir de ello, esta fase consiste en analizar la prefactibilidad del proyecto mediante la realización de los siguientes pasos, teniendo en cuenta los riesgos climáticos y de desastre. El proceso a seguir se ilustra en la Figura 16 y se describe a continuación.



Figura 16 Análisis de prefactibilidad en la Etapa de Estructuración



Fuente: Elaboración propia.

- Evaluación socioeconómica mediante el Análisis Costo-Beneficio (ACB). Se incorporan los costos derivados de los riesgos estimados, considerando su impacto y probabilidad y su distribución, y se suman a los costos económicos del proyecto. También se incluyen los beneficios económicos, especialmente en relación con las externalidades. Si el Valor Presente Neto Económico (VPN-E) es positivo, el proyecto avanza en su estructuración; de lo contrario, se descarta por falta de viabilidad económica y, por tanto, no continúa el proceso de análisis y se abandona el proyecto.
- Evaluación financiera. Tras calcular los flujos de caja de proyecto¹⁵, se suman los costos de los riesgos estimados según su impacto y probabilidad y su distribución. Si el VPN Financiero (VPN-F) sigue siendo positivo, el proyecto avanza en su estructuración; si es negativo, el proyecto se descarta por falta de viabilidad financiera y comercial.
- Análisis de Valor por Dinero (VpD). Este análisis compara el costo total del proyecto para el gobierno en dos alternativas contractuales: obra pública tradicional (o proyecto público) y contrato APP. Si el análisis de VpD demuestra que hay mayor valor por dinero al desarrollar el proyecto mediante contrato APP¹6, continúa el proceso de análisis de factibilidad con el Paso 7. Si, por el contrario, el análisis de VpD demuestra que hay mayor VpD al desarrollarlo mediante proyecto público, también continuaría el proceso de análisis de factibilidad pero, al no ser mediante APP, no se aplicaría esta guía.

Finalmente, se realiza el análisis social, predial y ambiental, considerando los impactos del proyecto a nivel de la población expuesta al mismo, desde el punto de vista social, predial o de derechos reales (o a nivel de los predios impactados por el proyecto), y desde el punto de vista de los impactos ambientales.

¹⁵ Flujos de caja de proyecto = - inversión inicial - inversiones de reposición + ingresos de explotación - gastos de operación y mantenimiento

¹⁶ Según la Resolución 3656 de 2012, "Un VPD mayor a cero determina que en términos cuantitativos, el uso de esquema APP como modalidad de ejecución del proyecto genera un menor costo relativo frente al proyecto público de referencia, lo que justifica la contratación del proyecto por medio de esta modalidad."



Fase 3 Análisis de factibilidad

En la fase de factibilidad se llevan a cabo los trabajos de análisis técnico y de diseño de la infraestructura con mayor nivel de detalle, así como los estudios de demanda.

Figura 17 Análisis de factibilidad en la Etapa de Estructuración



Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos y con el mayor nivel de detalle de esta fase, el análisis consiste en evaluar la factibilidad del proyecto mediante la realización de la evaluación económica y la evaluación financiera teniendo en cuenta los riesgos climáticos y de desastre, y siguiendo los procedimientos del análisis de prefactibilidad. Si el VPN es positivo tras incluir estos impactos, se avanza con el proyecto; de lo contrario, se descarta por inviabilidad económica o financiera. De manera particular:

- Si el VPN-E es positivo, el proyecto avanza en su estructuración; de lo contrario, se descarta por falta de viabilidad económica y, por tanto, no continúa el proceso de análisis y se abandona el proyecto.
- Si el VPN-F es positivo, se demuestra la viabilidad financiera y comercial, procediendo a la Etapa de Transacción.

RESUMEN DE BUENAS PRÁCTICAS DE LA ETAPA DE ESTRUCTURACIÓN

A continuación, se presenta el índice de buenas prácticas sugeridas para la Etapa de Estructuración. Como se muestra a continuación, esta es la etapa que cuenta con mayor número de buenas prácticas. El motivo es que durante la Estructuración se llevan a cabo análisis detallados del proyecto, además de su pre-diseño. Esto brinda la oportunidad de incorporar referencias concretas de soluciones técnicas, como qué tipo de materiales o energía utilizar, etc.

Tabla 5Resumen de buenas prácticas en la Etapa de Estructuración

M: Mitigación / A: Adaptación / R: Resiliencia y respuesta a desastres

BUENAS PRÁCTICAS		Aplicabilidad(*)	M	Α	R
1	Realizar un diagnóstico detallado de los riesgos climáticos y de desastres	Necesaria		•	•
2	Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) o Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)	Recomendable		•	•
3	Adaptación basada en Infraestructuras o medidas "duras" (AbI)	Recomendable		•	•
4	Adaptación basada en Tecnología (AbT)	Recomendable		•	•
5	Adaptación basada en Gestión (AbG)	Recomendable		•	•
6	Identificación de lineamientos enfocados en la continuidad de operaciones y de respuesta y recuperación en caso de desastres	Necesaria		•	•
7	Realizar una estimación detallada de la huella de carbono	Necesaria	•		
8	Incorporar materiales con baja huella de carbono	Recomendable	•		
9	Incorporar fuentes de energías renovables y medidas de eficiencia energética	Recomendable	•		
10	Incorporar estrategias de economía circular y eficiencia en recursos	Recomendable	•		
11	Distribución de los riesgos entre socio público y socio privado, con asignación de los mismos a la parte más adecuada para su gestión	Necesaria	•	•	•
12	Revisión de requisitos técnicos para la obtención de sellos de certificación de sostenibilidad	Recomendable	•	•	•
13	Definición de indicadores de desempeño climáticos y continuación del diligenciado del dashboard de sostenibilidad	Recomendable	•	•	•

(*) Las buenas prácticas clasificadas como "necesarias" no tienen una connotación normativa o similar, sino que son condiciones imprescindibles para que los criterios climáticos y de respuesta a desastres se mantengan en el tiempo y tengan un impacto real en los proyectos. Las buenas prácticas "recomendables" son altamente relevantes para garantizar la integración de criterios climáticos y de respuesta a desastres, si bien su implementación requiere una evaluación específica por parte del equipo, según las características y necesidades particulares del proyecto en cuestión.



BUENAS PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN CLIMÁTICA Y RESILIENCIA FRENTE A DESASTRES

Durante la Etapa de Estructuración, los formuladores, diseñadores y evaluadores deben abordar una evaluación detallada de los riesgos climáticos y de desastres de forma previa a la formulación del diseño técnico final de la infraestructura. Esta formulación deberá incluir resultados detallados sobre: (i) las amenazas incidentes (climáticas y no climáticas), incluyendo consideraciones clave como la influencia de la variación del clima en la frecuencia y magnitud de las amenazas, o la probabilidad de que éstas puedan solaparse en el tiempo y dar lugar a efectos combinados de varias amenazas; (ii) el nivel de exposición previsto en el área de construcción a nivel detallado; (iii) la vulnerabilidad material, ambiental y socioeconómica asociada al proyecto para las amenazas analizadas, y (iv) el nivel de riesgo respectivo y las medidas recomendadas para afrontarlo, teniendo en cuenta metodologías físico-cuantitativas que incluyan la evaluación de indicadores de impacto de amplio uso, tales como la pérdida anual esperada y las pérdidas máximas probables.

Vale la pena destacar la importancia de asegurar una financiación adecuada para el análisis de riesgos y de resiliencia en las primeras fases de diseño y planificación de proyectos (UNDRR, 2022). En las etapas iniciales del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura, los presupuestos de preparación y de estudios previos suelen ser reducidos, lo que dificulta la realización de los sofisticados estudios y análisis necesarios para mejorar el diseño y la toma de decisiones, a pesar de que estos estudios y análisis pueden generar enormes ahorros a lo largo de la vida útil de los sistemas de infraestructura. Estos estudios pueden aplicarse como prueba de una inversión de bajo riesgo y alta rentabilidad para atraer fondos de los sectores privados y apoyar los requisitos de las infraestructuras resilientes a lo largo de su ciclo de vida.

El contenido de esta sección incluye: (i) la descripción de cada una de las buenas prácticas y (ii) las orientaciones y recomendaciones técnicas de cada buena práctica para cumplir con las EMAC.



BUENA PRÁCTICA 1: REALIZAR UN DIAGNÓSTICO DETALLADO DE LOS RIESGOS CLIMÁTICOS Y DE DESASTRES EN LA ETAPA DE ESTRUCTURACIÓN

En términos generales, las recomendaciones iniciales a incluir en esta Etapa de Estructuración coinciden con las expuestas en la etapa anterior de Evaluación Inicial. En esa etapa se indicaba la necesidad de: (i) seguir un marco metodológico de referencia para la evaluación de riesgos climáticos; (ii) incorporar referencias metodológicas y técnicas nacionales, y (iii) crear grupos multidisciplinarios de expertos en diversas áreas (clima y cambio climático, gestión económica—financiera de los proyectos, diseño arquitectónico, etc.). Para la Etapa de Estructuración del proyecto—la cual implica la evaluación detall-da de los riesgos climáticos—, es especialmente relevante considerar los cuatro pasos que se muestran en la Figura 18 y que se describen a continuación.

Figura 18 Pasos a considerar para el análisis detallado de riesgos climáticos



Fuente: Elaboración propia.

Paso 1

Contextualización detallada del proyecto respecto al cambio climático

Se debe recopilar toda la información disponible sobre el área de estudio, incluyendo la identificación de las variables climáticas y eventos climáticos que afectan específicamente a cada una de las fases del ciclo de vida de la infraestructura (construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento) que se pretende implementar. Para ello, el equipo de evaluadores puede apoyarse en los avances efectuados en el diagnóstico de la Etapa de Evaluación Inicial. Como resultado, se deberán establecer los requisitos de análisis a considerar para una evaluación de riesgos exitosa según el tipo de proyecto, su ubicación y la información disponible.



Recuadro 2

Contextualización climática potencial de un proyecto de carretera



En este ejemplo se presenta el caso de estudio de riesgo climático para el sector vial enmarcado en el proyecto de mejora y pavimentación del tramo Turco - Cosapa Cr. Ruta F04. Este proyecto se enmarca en el Plan Nacional de Desarrollo Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien. Tiene el objetivo de facilitar la vinculación entre las capitales de Departamento de una forma cómoda y segura durante todas las épocas del año. Este proyecto conecta el puerto de Arica (Chile) con el resto del Estado Plurinacional de Bolivia, y a su vez con Brasil. Para abordar el análisis de riesgo climático detallado para dicho proyecto vial, en primer lugar, se abordó una etapa de contextualización climática que consistió en:

- Identificar los principales riesgos climáticos que potencialmente inciden en la ubicación específica del estudio: principalmente ligados a la cantidad de agua con la que puede tener
 que lidiar la infraestructura y con posibles fallas del terreno que produzcan deslizamientos y
 corrimientos de tierras.
- Identificar elementos de la infraestructura con incidencia en dichos impactos: dimensionamiento de estructuras de drenaje.
- Identificar las componentes principales que deben guiar la evaluación: la elección del periodo de retorno, la caracterización hidrográfica del área de estudio, la recopilación de datos meteorológicos para la determinación de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, y la estimación de los caudales de diseño.

Fuente: Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). <u>Guía para el Análisis Detallado de Riesgo</u>
<u>Climático Tomo 3: Casos piloto.</u>

Paso 2

Análisis de las amenazas y valoración de la exposición

Concluida la evaluación anterior, el proceso metodológico debe abordar a continuación el análisis en detalle de las amenazas y cómo éstas pueden verse exacerbadas en intensidad o frecuencia debido al cambio climático. Esto resultaría en un incremento del riesgo de desastres incidentes a nivel proyecto, y la posibilidad de que puedan darse varias amenazas de manera concurrente, pudiendo incrementarse los impactos a nivel de proyecto. Este es un pilar de alta relevancia en la evaluación de los riesgos, por lo que es imperativo que se aborden metodologías de modelización robustas. Para ello se brindan las siguientes recomendaciones secuenciales:

- 1. Mapeo de las observaciones históricas y estandarización. En primer lugar, se debe llevar a cabo una recopilación y análisis de las observaciones históricas disponibles para la zona de intervención. Las variables a las que prestar atención se deducirán de los resultados del paso anterior (screening de riesgos climáticos efectuado en la Etapa de Evaluación Inicial), la resolución espacial y temporal de las observaciones, la longitud de las series, etc., y se adaptarán a las necesidades específicas del proyecto. Estas observaciones deberán someterse a un proceso de control de calidad consistente en: (i) corrección de datos brutos (datos falsos o erróneos, valores atípicos, etc.); (ii) análisis de la necesidad de completar las series de datos y realización de estas si fuera necesario; (iii) análisis de la homogeneidad de las series y corrección de cualquier inconsistencia si es necesario. Con las observaciones recogidas y sometidas a control de calidad, si el proyecto lo requiere y si no se dispone de estudios previos que puedan ser utilizados, se puede realizar un análisis del clima pasado y presente de la zona de estudio, teniendo en cuenta los aspectos requeridos por el proyecto (es decir, valores medios, variabilidad interanual o intraanual, valores extremos, periodos de retorno, etc.). Además, estas observaciones servirán para verificar y, en su caso, calibrar las simulaciones climáticas.
- 2. Proyecciones climáticas futuras. En cuanto al análisis del clima futuro, para realizar una evaluación exitosa de los riesgos en una zona, es necesario disponer de un conjunto de proyecciones climáticas de alta resolución; es decir, de posibles escenarios del clima futuro a escala local que permitan tomar medidas de adaptación ante los impactos asociados, tanto negativos como positivos. Para ello, se podrán utilizar simulaciones existentes para la zona de trabajo que hayan sido generadas tanto por centros de investigación y entidades oficiales del país, como por entidades internacionales dedicadas a generar y proporcionar este tipo de simulaciones. En caso de ser necesario, se pueden generar simulaciones ad-hoc aplicando metodologías contrastadas de downscaling estadístico (Ribalaygua et al., 2017) o dinámico a modelos climáticos globales¹⁷. Tanto para esta etapa como para la anterior, es recomendable que los evaluadores recurran al organismo oficial en el país con funciones específicas en materia de seguimiento meteorológico y climático, en este caso el IDEAM18, con el objetivo de analizar el estado del arte en la materia, evitar duplicidad de esfuerzos en el levantamiento de información base y centrar los esfuerzos analíticos en los vacíos de información. Las simulaciones del clima futuro son los cimientos sobre los que se "construirán" las medidas de adaptación. Por ello, las simulaciones tienen que ser suficientemente robustas y cumplir todos los requisitos técnicos exigibles para que sean utilizables en adaptación. Para garantizarlo, es recomendable la participación de personas expertas en la materia.
- 3. Modelización de las amenazas climáticas. El objetivo de esta tarea es contar con proyecciones de los posibles peligros relacionados con el cambio climático con afectación al proyecto, tales como: inundaciones, olas de calor o vendavales. La evaluación cuantitativa de estas amenazas requiere estimar probabilidades, utilizando periodos de retorno y modelos biofísicos para analizar cómo los cambios en parámetros climáticos (temperatura, precipitaciones) impactan la intensidad y frecuencia de fenómenos peligrosos. Un aspecto clave es traducir la información climática en variables específicas del sector, como proyecciones hidrológicas (escorrentía, caudal, infiltración) o índices

¹⁷ Para analizar las condiciones climáticas futuras, se recomienda utilizar los modelos climáticos CMIP6, base del Sexto Informe del IPCC (2021), junto con métodos de downscaling para generar escenarios a escala local o regional y adaptar la resolución al nivel del proyecto.

¹⁸ https://www.ideam.gov.co/

de mantenimiento de infraestructuras (por ejemplo, grietas en el asfalto debido a oscilaciones térmicas). Esta "traducción" facilita la toma de decisiones y mejora la aplicabilidad de la información climática en contextos sectoriales específicos. Además, la colaboración entre expertos en clima y en cada sector es fundamental para definir y validar estas variables. Es importante también considerar cómo el cambio en los patrones climáticos podría aumentar la probabilidad de que amenazas climáticas y no climáticas, como sismos y lluvias torrenciales, coincidan. Esto podría agravar el riesgo de fenómenos como la licuefacción sísmica debido a la saturación de suelos. Por ello, este enfoque integral es esencial para la planificación y resiliencia de infraestructuras.

- 4. Análisis detallado de amenazas no climáticas y otras amenazas de carácter complejo. Además de abordar una evaluación detallada de las amenazas climáticas, también deben analizarse en detalle otras amenazas, de origen no climático o de origen complejo, que puedan incidir en el área del proyecto y en las diferentes etapas de su ciclo de vida. Algunos ejemplos incluyen amenazas por deslizamientos, movimientos en masa, actividad sísmica, erupciones volcánicas u otros. Igualmente, se debe analizar cómo los impactos de estas amenazas puedan verse afectados por la posibilidad de que tengan lugar en conjunto con amenazas climáticas (evaluaciones probabilísticas multiamenaza). Es importante utilizar estudios geotécnicos oficiales y actualizados para evitar duplicar esfuerzos y costos al recopilar información de base. Si la información disponible no es adecuada para los objetivos del proyecto, se recomienda realizar evaluaciones adicionales, como estudios geotécnicos avanzados, para analizar amenazas latentes que podrían impactar el diseño o la ejecución del proyecto. Si bien las acciones de adaptación climática y de resiliencia frente al clima y al cambio climático son ejes principales para el fomento de infraestructuras sostenibles, es importante reconocer el papel que juegan este tipo de desastres (en algunos casos catastróficos o irremediables), llegando incluso a poner fin a la vida útil de las mismas. Igualmente, es importante considerar la posibilidad del impacto de varias amenazas en el área del proyecto. En este sentido, el diagnóstico debe fomentar acciones, no sólo preventivas o paliativas, sino enfocadas en la respuesta y recuperación temprana.
- 5. Análisis de exposición para amenazas previstas. El siguiente paso en la evaluación del riesgo es realizar un análisis de la exposición. El estudio de la exposición da un valor cuantitativo sobre los activos que se encuentran sobre zonas con amenazas previstas en el clima de control y a futuro, es decir, a corto, medio y largo plazo. Para ello, es útil llevar a cabo geoprocesos superpuestos en un entorno SIG mediante herramientas de intersección cartográfica para obtener los indicadores de exposición. Un ejemplo de valoración de la exposición por amenaza de inundación fluvial puede verse en la siguiente tabla (Tabla 6).

Tabla 6Ejemplo del análisis de las amenazas y valoración de la exposición a llevar a cabo como parte del Paso 2

#	Amenaza	Descripción	Consideraciones clave	Exposición
1	Inundación Fluvial	Ser lo más específico posible al describir el peligro (tipo de peligro, factores causantes, temporalidad, etc.). "Por ejemplo, oleada de inundaciones entre XX y XX, especialmente durante los meses de XX a XX"	 Ejemplos de consideraciones clave: Eventos anteriores y caracterización de la ocurrencia ¿Influirá el cambio climático previsto en la intensidad, duración, frecuencia o distribución de la amenaza? 	 Ejemplos de exposición: ¿El proyecto se encuentra en un lugar expuesto? En caso afirmativo, ¿qué nivel de exposición presenta? En caso afirmativo, explique (por ejemplo, zonas que ya están por debajo del nivel del mar, zonas costeras e islas, etc.)

Fuente: Ejemplo de plantilla de evaluación exhaustiva de la exposición a la amenaza, basada en la publicación Caja de herramientas para resiliencia climática: las asociaciones público-privadas de transporte en Colombia (Rebel y BID, 2022).

Paso 3

Análisis de la vulnerabilidad

Una vez concluido el paso 2 de análisis de amenazas y el nivel de exposición asociado a las mismas, el equipo de expertos debe proceder a la evaluación de la predisposición que presenta la infraestructura a ser afectada por un evento, en función de factores o causas específicas de sensibilidad y capacidad de adaptación. Para ello, es indispensable que se identifiquen los sistemas, estructuras o funciones del proyecto que son susceptibles a las alteraciones de las condiciones medioambientales y comprender las razones. La evaluación de la vulnerabilidad examina cada componente o activo del proyecto e intenta establecer relaciones causales entre los impactos previstos o anticipados del cambio climático y el rendimiento y/o la integridad física de cada activo. Un resultado importante de este proceso es la comprensión de los umbrales físicos y económicos, tanto en relación con el rendimiento como con la integridad estructural, incluso de carácter socioambiental con base en los objetivos y valores asociados al proyecto. Las metodologías para abordar la vulnerabilidad pueden ser diversas, dependiendo principalmente del tipo de información de entrada: basadas en criterio experto, en análisis empíricos, en ratios semicuantitativos que integran un conjunto de factores específicos, como puedan ser los índices de vulnerabilidad social¹⁹ o en modelos cuantitativos complejos (por ejemplo CAPRA²⁰), que relacionan los niveles de daños esperados en infraestructuras, personas y otros activos, según sus tipologías (materiales, años de la estructura, etc.).

Paso 4

Evaluación del riesgo e impactos asociados al clima, la variabilidad climática, el cambio climático y a desastres

El objetivo de la evaluación de riesgos es predecir cómo afectará el cambio climático previsto a los activos del proyecto o a su rendimiento a partir de las especificaciones preliminares y las condiciones del emplazamiento del proyecto y/o subproyectos. El riesgo es el resultado de la interacción entre los peligros o amenazas, la exposición y la vulnerabilidad (IPCC, 2022). Por lo tanto, el **último paso para la evaluación exitosa de los riesgos²¹ es la integración de sus componentes analizados previamente**.

El contenido y la estructura del informe de evaluación detallado de los riesgos climáticos y de desastres puede apoyarse técnicamente en recursos y herramientas metodológicas disponibles de apoyo al conocimiento y la adaptación existentes, tales como el Kit de herramientas climáticas para las asociaciones público-privadas en materia de infraestructura (WB, 2022), la Caja de herramientas para resiliencia climática: las asociaciones público-privadas de transporte en Colombia (Rebel y BID, 2022), o la Guía para evaluar los riesgos (DNP, 2022c). Para más información véase el Anexo 2.

Como mínimo, la evaluación detallada de los riesgos debe proporcionar la siguiente información clave:

- 1. Tendencia en las diversas variables climáticas incidentes (por ejemplo, temperatura media, precipitaciones intensas, etc.), basados en uno o, idealmente, en una serie de escenarios climáticos diferentes;
- 2. Impactos (directos e indirectos) identificando los peligros, la exposición, las vulnerabilidades y daños más relevantes esperados, reconociendo los activos o funciones que están en áreas de mayor riesgo, y la posibilidad de que se presenten amenazas de manera simultánea o sucesiva, incrementando los efectos de estas;
- 3. Escala temporal, con riesgo e impactos previstos diferenciados a corto plazo, mediano plazo y largo plazo;
- 4. Indicación del nivel de probabilidad (por ejemplo, alta, media, baja) de dichos impactos, con vistas a facilitar el proceso de toma de decisiones dado el grado de incertidumbre asociado a los resultados.

¹⁹ Colombia cuenta con un índice de vulnerabilidad social (IVS) que se calcula a partir del promedio de la suma de tres indicadores (pobreza, marginación, y población sin seguridad social) que puede ser utilizado para identificar la vulnerabilidad socioeconómica de las comunidades en el ámbito de influencia del proyecto https://geoportal.dane.gov.co/isor-vulnerabilidad/

²⁰ https://ecapra.org/es/topics/vulnerabilidad

²¹ La expresión final del riesgo para análisis más robustos debe hacerse en términos cuantitativos y probabilísticos por tres razones: (i) la magnitud, dimensión o tamaño de una catástrofe es relevante y estamos obligados a establecer formas de medir este tamaño; (ii) la frecuencia de ocurrencia de una catástrofe es relevante, y tenemos que tenerla en cuenta en cualquier evaluación de riesgos que hagamos, y (iii) prácticamente todas las estimaciones de riesgo que podemos hacer están llenas de incertidumbre. El comportamiento racional nos obliga a no ignorar la incertidumbre, sino a reconocerla, procesarla e incluirla en nuestras estimaciones.



Paso 5

Priorización de recomendaciones para la adaptación climática y resiliencia frente a desastres en la Etapa de Estructuración

Tras el diagnóstico detallado de riesgos, el equipo debe priorizar los desafíos del proyecto relacionados con el clima, el cambio climático y otros desastres potenciales. Esta tarea busca identificar las vulnerabilidades y riesgos más críticos, definiendo objetivos estratégicos a corto, mediano y largo plazo (hasta finales de siglo), considerando factores climáticos, socioeconómicos, ambientales y no climáticos. Las principales preocupaciones para definir acciones de adaptación y resiliencia pueden centrarse en los impactos que: (i) ya se afrontan hoy en día; (ii) aumentarán debido al cambio climático; (iii) afectarán a sistemas o subsistemas con una larga vida útil o a infraestructuras clave (por ejemplo, infraestructuras de transporte); (iv) afectarán a los sistemas de forma irreversible, como los desastres de origen geológico, y (v) aumentarán debido a factores adicionales no relacionados con el clima. En segundo lugar, el equipo evaluador debe definir los objetivos de adaptación climática y resiliencia que se incorporarán en el plan de acción climática del proyecto durante toda su vida útil.

Partiendo de los objetivos de adaptación y resiliencia que han sido definidos de forma específica para el proyecto, a continuación, se debe definir una lista de soluciones y acciones para abordar estos retos y objetivos de adaptación, generalmente empleando un enfoque adaptativo múltiple: acciones basadas en gestión (capacitación, difusión, concienciación, políticas de gestión, etc.), soluciones verdes o SbN, Soluciones basadas en Tecnología (SbT), desarrollo tecnológico e infraestructura de datos y suministro de software aplicados, y/o acciones "duras o grises" basadas en obras tradicionales de ingeniería, diseño y arquitectura climáticamente inteligente. La evaluación de la adaptación da como resultado una lista priorizada de opciones de adaptación para su aplicación. Finalmente, y como resultado de las etapas anteriores, el equipo evaluador debe proceder a la elaboración del plan de adaptación y resiliencia para el proyecto de infraestructura a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo una hoja de ruta clara. Este plan de adaptación debe quedar adecuadamente transferido en las siguientes etapas (Etapa de Transacción y Etapa de Gestión de Contratos). Un mayor detalle sobre los contenidos y la estructura que debe incluir este Plan de Adaptación se puede encontrar en la Buena Práctica 3 asociada a la Etapa de Gestión de Contratos.

De igual manera, es fundamental que toda la información derivada de la identificación, evaluación y gestión de los riesgos climáticos y de desastres quede documentada en un informe técnico o un documento oficial, que servirá como referencia clave para las etapas posteriores del proyecto, garantizando trazabilidad y continuidad en la implementación de las acciones definidas.



BUENA PRÁCTICA 2: SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SbN) O ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS (AbE)

Las SbN son una alternativa valiosa a la infraestructura tradicional para la adaptación al cambio climático, aprovechando los procesos naturales para mitigar sus impactos. Por ejemplo, los humedales restaurados pueden funcionar como filtros naturales para el agua, absorbiendo las lluvias intensas y reduciendo el riesgo de inundaciones (WWF, s.f.). La reforestación en cuencas hidrográficas no sólo estabiliza el suelo y previene deslizamientos de tierra, sino que también mejora la calidad del agua al reducir la erosión. Estas soluciones son más resilientes y requieren menos mantenimiento a largo plazo que las infraestructuras grises, al tiempo que promueven la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades.

Implementar estos proyectos a través del esquema de Participación Privada puede potenciar significativamente su impacto, al unir los recursos y el financiamiento del sector privado con las metas de sostenibilidad del sector público. Un ejemplo de esto es la restauración de manglares en zonas costeras, que protege las infraestructuras frente a tormentas y el aumento del nivel del mar. En este caso, una empresa podría financiar la recuperación, mientras que el gobierno garantiza su integración en políticas locales. Además, mecanismos financieros innovadores como los pagos por servicios ecosistémicos o

los bonos verdes pueden atraer inversión privada a proyectos de SbN, alineando intereses económicos con objetivos climáticos. Los proyectos con Participación Privada permiten, no solo la viabilidad financiera de estos proyectos, sino también una colaboración más estrecha entre el sector público y privado, lo que refuerza la resiliencia a largo plazo frente al cambio climático.

Recuadro 3

Incorporando SbN y su caso de negocio



El proyecto Maintaining and Enhancing Water Yield through Land and Forest Rehabilitation (MEWLAFOR) en la cuenca del río Brantas aborda problemas críticos de degradación del suelo y escasez de agua, exacerbados por la deforestación y las prácticas agrícolas insostenibles. Esta iniciativa restaura tierras degradadas, replantando 387 hectáreas con árboles y 150 hectáreas con plantaciones de bambú. Además, incluye la construcción de 600 pozos de absorción y 8,000 "agujeros de biopori" para mejorar la retención de agua (GIZ, 2022). Estas Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) reemplazan la infraestructura gris tradicional, como las barreras contra inundaciones, ofreciendo alternativas sostenibles que reducen la erosión del suelo, mejoran la calidad del agua y mitigan los impactos de inundaciones y sequías.

Una evaluación del proyecto MEWLAFOR estimó que, en un periodo de 20 años, las intervenciones podrían generar beneficios netos entre 104.34 millones de USD y 131.59 millones de USD, derivados de la reducción de daños por inundaciones y erosión, la mejora de la calidad del agua, el almacenamiento de carbono, la creación de empleos, la agroforestería y la producción de bambú (IISD, 2021). Al integrar las SbN, el proyecto demuestra cómo la restauración ecológica puede generar beneficios económicos y ambientales a largo plazo, beneficiando a más de 278,000 personas y apoyando el Plan Nacional de Desarrollo a Medio Plazo de Indonesia. Esta iniciativa ilustra el poder de las soluciones basadas en la naturaleza para construir resiliencia y ofrecer alternativas de infraestructura sostenibles y rentables.

Fuente:

International Institute for Sustainable Development (IISD , 2021). <u>Sustainable Asset Valuation (SAVi) of Forest Restoration in the Brantas River Basin, Indonesia.</u>

GIZ (2022). <u>Sustainable Asset Valuation (SAVI)</u>: forest restoration in the <u>Brantas</u> River Basin, Indonesia – <u>Maintaining</u> and enhancing water yield through land and forest rehabilitation



Durante la Etapa de Estructuración, se definirá el diseño técnico de los proyectos, de tal manera que garantice los mejores resultados para la adaptación climática, y respuesta de desastres, además de suplir las necesidades propias del servicio a prestar (por ejemplo, tratamiento de las aguas). Actualmente, los proyectos de infraestructura gris, como presas, barreras costeras y canalizaciones, son cruciales para enfrentar los desafíos que presenta el cambio climático (WRI, 2020). Estos sistemas físicos protegen a las comunidades vulnerables de fenómenos climáticos extremos como inundaciones, tormentas y marejadas, mitigando riesgos al crear barreras contra amenazas naturales. Además, permiten garan-

tizar servicios esenciales, como el suministro de agua, y proporcionan un entorno más seguro para la población, promoviendo la estabilidad social y económica. A pesar de los esfuerzos por integrar SbN, las infraestructuras grises siguen siendo necesarias en lugares donde las soluciones naturales no son suficientes, y su implementación adecuada puede mejorar significativamente la resiliencia climática de las áreas urbanas y rurales (WRI, 2020).

En términos de adaptación climática, algunas de las infraestructuras más comunes son las presas, que regulan el flujo de agua y previenen inundaciones; las barreras costeras, que protegen las zonas urbanas de la erosión y el aumento del nivel del mar, y las canalizaciones, que controlan las aguas pluviales. Estas infraestructuras, al ser construidas con el propósito de mitigar los impactos climáticos, también contribuyen a la estabilidad económica y social, permitiendo la continuación de actividades productivas. No obstante, su efectividad puede mejorarse si se integran con soluciones naturales, como los humedales o bosques de manglares, que brindan beneficios ecosistémicos adicionales como la filtración de agua y la protección natural contra tormentas.





BUENA PRÁCTICA 4: ADAPTACIÓN BASADA EN TECNOLOGÍA (Abt)

La Adaptación basada en Tecnología (AbT) se refiere a la integración de soluciones tecnológicas avanzadas para abordar los desafíos derivados del cambio climático, mediante el uso de herramientas científicas y tecnológicas que mejoran la resiliencia de las infraestructuras y los sistemas sociales. Esta forma de adaptación implica la implementación de innovaciones en áreas como las energías renovables y la gestión eficiente de la energía, la ingeniería climática, la biotecnología y las tecnologías de la información. Ejemplos incluyen el uso de sensores climáticos, sistemas de gestión inteligente de recursos hídricos, o tecnologías de monitorización y predicción de desastres naturales, que permiten mejorar la toma de decisiones en tiempo real y optimizar el uso de los recursos.

En el contexto de proyectos de infraestructura bajo el modelo de Participación Privada, la AbT puede ser clave para promover una adaptación más eficiente y sostenible. La colaboración entre los sectores público y privado facilita la implementación de tecnologías avanzadas en proyectos de infraestructura, como el desarrollo de infraestructuras resilientes al cambio climático mediante inteligencia artificial o el diseño de redes inteligentes para la gestión de la energía y el agua. Estas soluciones tecnológicas no solo permiten una mayor eficiencia operativa, sino que también optimizan los costos a largo plazo, mejorando la sostenibilidad y la capacidad de adaptación de las infraestructuras frente a los impactos climáticos, sin comprometer la rentabilidad del proyecto. A través de esta sinergia entre el sector público y privado, los proyectos de infraestructura pueden ser más innovadores y estar mejor alineados con los desafíos climáticos actuales y futuros.

Recuadro 4

Medidas de Adaptación basadas en Tecnología (AbT) (Sistemas de Alerta Temprana)

Sistemas de Alerta Temprana Meteorológicos en Nicaragua (Nicamet) y Honduras (Hondumet) PAÍS SECTOR BUENA PRÁCTICA Desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas como medida de preparación frente a eventos adversos (Sistemas de Alerta Temprana)

La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo actuó como entidad contratante en el Expediente 2016/ACDE/002590 y 2016/ACDE/001958, cuyo objetivo fue el desarrollo de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) basados en predicciones meteorológicas, con aplicaciones en diversos sectores (agricultura, hidrología e incendios forestales) para Honduras y Nicaragua.

Los efectos del cambio climático ya registrado han traído a estas regiones un notable aumento de la variabilidad climática y de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, con impactos asociados en múltiples sectores y a diversos niveles. Para adaptarse a este cambio climático ya registrado, se hacía necesario fortalecer los Sistemas de Predicción Meteorológica y Alerta Temprana (SAT), siendo éste el objetivo específico de estos proyectos.

SOLUCIONES DESARROLLADAS:

Sistema Automático de Predicción Meteorológica (SAPM)

El SAPM genera pronósticos meteorológicos dedicados a satisfacer necesidades específicas para la gestión de la cadena de valor de los medios de vida, la gestión hidrológica y los incendios forestales, adaptándose a las necesidades específicas de la región (por ejemplo: extender la predicción hasta por lo menos el décimo día, de modo que los usuarios puedan planificar con antelación; y dar pronósticos probabilísticos, de modo que los usuarios conozcan no solo la situación prevista, sino además el riesgo de que se produzcan otras más desfavorables).

Módulo de variables derivadas

Los usuarios suelen exigir, además de las previsiones meteorológicas, predicciones de otras "variables derivadas" específicas de su actividad. Por ejemplo, para la prevención de incendios forestales, son de interés las previsiones de humedad, temperatura, viento, etc., pero es mucho más útil "traducir" esas previsiones, incorporando otra información, como el combustible forestal o la topografía, en previsiones del riesgo de que haya un incendio, la velocidad a la que se extendería, etc.

Plataforma SIG

La plataforma del SIG integra toda la información: observaciones y predicciones meteorológicas y variables derivadas del SAPM y de cualquier otra fuente, imágenes de satélite, etc. Esta plataforma optimiza la gestión de toda la información. La utilidad final del Sistema se basa en la distribución de los productos de forma adaptada a las necesidades (en cuanto a antelación con la que requieren la información, los contenidos, y las formas de distribución) y capacidades de los usuarios finales del servicio.



Fuente: Página web de Meteogrid

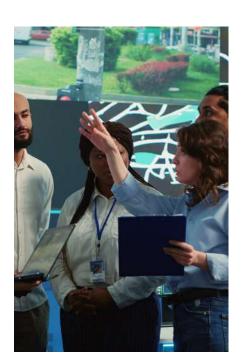




BUENA PRÁCTICA 5: ADAPTACIÓN BASADA EN GESTIÓN (AbG)

El enfoque de Adaptación basada en Gestión (AbG) incluye un conjunto diverso de acciones tradicionalmente conocidas como "medidas blandas", tales como acciones de formación aplicada, difusión y mejora del conocimiento, investigación, gestión de los riesgos, mejora de políticas, adopción de pólizas de seguros, u otras. Este conjunto de acciones suele tener una presencia muy común en los planes de adaptación y gestión de los riesgos ya que, en esencia, son una base fundamental para reducir las condiciones de vulnerabilidad. Por ejemplo, las acciones de mejora formativa dirigidas a gestores de infraestructuras persiguen dotar de una mayor conciencia del entorno y de cómo este puede afectar a la infraestructura, mejorando su capacidad de respuesta.

Por lo general, este enfoque se combina con los enfoques anteriores para generar sinergias exitosas en el proceso de adaptación, adoptando un enfoque adaptativo híbrido o mixto. Por ejemplo, la implementación de soluciones tecnológicas (AbT), como un SAT en su fase de madurez, lleva asociada una base formativa previa a su uso (AbG) que permite optimizar las funciones del sistema y la toma de decisiones bien informada.





BUENA PRÁCTICA 6: IDENTIFICACIÓN DE LINEAMIENTOS ENFOCADOS EN LA CONTINUIDAD DE OPERACIONES Y DE RESPUESTA Y RECUPERACIÓN EN CASO DE DESASTRES

Una vez identificados los riesgos y la lista priorizada de acciones de adaptación, será importante definir en la Etapa de Estructuración los lineamientos referentes a las acciones mínimas de contingencia del proyecto para asegurar la continuidad de operaciones, y en caso de que se materialicen los riesgos identificados durante la fase de diagnóstico, para gestionar la respuesta. Esto incluye la identificación de funciones críticas, priorización de servicios y un análisis de impacto operacional para determinar la tolerancia máxima a interrupciones. También se considera la implementación de redundancias en los sistemas esenciales mediante duplicación o descentralización. Además, se debe asegurar la restauración de servicios y operaciones, contemplando la tecnología necesaria para su funcionamiento. En cuanto a los recursos humanos y operativos, se deben prever medidas de reemplazo y movilidad de personal, así como garantizar el suministro continuo de recursos esenciales, como combustible y repuestos. Se proveerá realizar simulacros periódicos para validar la efectividad de los planes.

Además, es fundamental establecer acuerdos de comunicación y coordinación público-privada para compartir información crítica y facilitar la respuesta y recuperación post-desastre. Otros componentes clave incluyen la creación de fondos de contingencia para emergencias, la inclusión de mecanismos de transferencia de riesgos mediante seguros y reaseguro, y la adopción de un Plan de Gestión de Riesgo de Desastre conforme a la legislación vigente, como la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 1081 de 2015. Los planes de contingencia necesarios para garantizar la continuidad de los servicios serán desarrollados en la etapa posterior de gestión del contrato.

Recuadro 5

Diagnóstico detallado de los riesgos climáticos y de desastres



El Terminal Marítimo Muelles el Bosque (MEB), ubicado en la bahía de Cartagena, Colombia, es un puerto multipropósito que maneja carga contenerizada, general, granos y coque. Su posición estratégica en una bahía protegida del Caribe lo convierte en un punto clave para el comercio, aunque enfrenta riesgos significativos relacionados con el cambio climático, como el aumento del nivel del mar, inundaciones y variaciones en los patrones de demanda.

Principales riesgos identificados:

Los riesgos identificados incluyen diversos tipos: (i) financieros; (ii) operativos; (iii) ambientales, y (iv) sociales. Entre los financieros se destaca la posibilidad de inundación del camino que conecta el terminal con la Isla del Diablo, lo que interrumpiría el tránsito vehicular y afectaría los ingresos debido a cambios en los niveles y patrones de demanda comercial. En términos operativos, podrían surgir impactos negativos en la eficiencia de las operaciones y el manejo de mercancías. Además, en el ámbito ambiental y social, se prevé un posible deterioro del desempeño ambiental del puerto, junto con efectos adversos en la salud y seguridad de los trabajadores y las comunidades cercanas.

Acciones de adaptación propuestas:

Las medidas propuestas incluyen diversas estrategias para mejorar la resiliencia y sostenibilidad de las operaciones. Entre estas estrategias se incluye elevar el camino principal para prevenir interrupciones por inundaciones con un costo estimado inferior al 1% de las ganancias proyectadas al 2100. Pavimentar áreas clave mejoraría la movilidad interna, reduciría la generación de polvo y garantizaría la continuidad operativa, con una inversión de 2,5 millones USD y beneficios a largo plazo. La optimización de los sistemas de drenaje mediante mantenimiento preventivo y mejoras en su capacidad permitirá evitar acumulaciones de agua. Para proteger bienes y áreas de almacenamiento, se plantea reorganizar espacios vulnerables y elevar la altura de muros y patios. En cuanto a productos, se busca invertir en mercados para cultivos más resilientes al cambio climático. Asimismo, se propone gestionar los costos energéticos mediante la mejora de la eficiencia de los contenedores frigoríficos y evaluar la transferencia de costos a los clientes. Finalmente, fortalecer los seguros contra interrupciones climáticas, inundaciones y otros eventos extremos asegurará una cobertura adecuada frente a posibles contingencias.

Beneficios esperados:

- Reducción de riesgos financieros, operativos y reputacionales.
- Continuidad en las operaciones y mejoras en la relación con las comunidades locales.
- Mayor sostenibilidad ambiental y resiliencia a largo plazo frente al cambio climático.

La implementación de estas estrategias permitirá al MEB adaptarse eficazmente a las condiciones climáticas cambiantes y salvaguardar su desempeño operativo, ambiental y financiero en el futuro.

BUENAS PRÁCTICAS DE MITIGACIÓN CLIMÁTICA

Para los proyectos de infraestructura en proceso de Estructuración, el promotor deberá proceder con la definición de las actividades específicas que el proyecto deberá cumplir para lograr los objetivos de desarrollo bajo en carbono o carbono neutralidad, es decir, las actividades orientadas a reducir o compensar las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Para guiar este proceso, en los siguientes subapartados se brindan: (i) orientaciones y recomendaciones técnicas para abordar este diagnóstico detallado de las emisiones de GEI; (ii) los recursos necesarios a obtener por el equipo evaluador para abordar dicho diagnóstico; (iii) lineamientos para la inclusión de estrategias de mitigación climática en función de los resultados obtenidos, y (iv) casos de buenas prácticas documentados.





BUENA PRÁCTICA 7: REALIZAR UNA ESTIMACIÓN DETALLADA DE LA HUELLA DE CARBONO

Para los proyectos de infraestructura en Etapa de Estructuración cuyo análisis detallado de los riesgos climáticos y de desastres resulte asumible a través de la formulación de un Plan de adaptación y resiliencia previamente elaborado, y vayan a pasar a la Etapa de Transacción, el promotor o evaluador deberá **abordar un diagnóstico detallado de las emisiones de GEI asociadas al proyecto a lo largo de su vida útil**. Esto con el objetivo de que puedan proponerse medidas de mitigación adecuadas en cada una de las etapas del ciclo de vida de las infraestructuras, partiendo de los recursos y conocimientos técnicos que están disponibles en la fase final de la Etapa de Estructuración de un proyecto.

El cambio hacia el desarrollo de una infraestructura de APP carbono neutral requiere el empleo de una base empírica que fundamente las respectivas decisiones de financiación, construcción y explotación. Como no es posible introducir cambios significativos a posteriori en un proyecto de infraestructura para reducir sus emisiones, la evaluación ex ante de las emisiones de efecto invernadero de un proyecto de infraestructura es de vital importancia. Para este propósito sirven las recomendaciones generales efectuadas en el título **Buenas prácticas de mitigación climática** de la Etapa de Evaluación Inicial, relativas al marco metodológico a considerar (evaluación de la HCP basado en ACV, en la que sólo se utiliza la categoría de evaluación de impacto de cambio climático), y sobre los recursos y herramientas disponibles para apoyar una evaluación de GEI según normativas (norma ISO 14067) y protocolos de amplia aceptación, tales como el Protocolo GHG (Greenhouse Gas Protocol, 2011). Para más información véase el Anexo 2.

Para la Etapa de Estructuración del proyecto es necesario, además, incluir las siguientes recomendaciones:

1. El estudio riguroso de la HCP debe realizarse en las cuatro fases típicas de un ACV (definición de objetivo y alcance; inventario del ACV; evaluación de impactos; interpretación de resultados e informe). En la Tabla 7, mostrada a continuación, se detallan las recomendaciones analíticas a seguir en cada una de estas fases estratégicas del ACV.

Tabla 7Recomendaciones para cada fase del ACV

Fase	Consideraciones por fase
Fase 1 Definición del objetivo y determinación del alcance del estudio	 Donde: Se establece el Sistema de Producto a estudiar. Se elige la unidad funcional y, en su caso, el flujo de referencia. Se define el diagrama de proceso del producto a estudiar. Se definen los GEI que se van a considerar en el estudio. Se identifican todos los procesos unitarios del sistema de producto en los que se emiten GEI y de qué gases se trata.
Fase 2 Análisis del inventario	 Donde: Se recopilan datos de actividad de los distintos procesos unitarios, que permitan aplicar los factores de emisión disponibles. Se determinan los factores de emisión a emplear en los cálculos. Se determinan los Potenciales de Calentamiento Global (GWP) a aplicar para los GEI empleados en el estudio.
Fase 3 Evaluación de impactos	 Donde: Se determinan las emisiones de GEI de los distintos procesos unitarios, multiplicando los datos de actividad por los factores de emisión y por los GWP apropiados. Los resultados se refieren a la unidad funcional y se estructuran en las fases que establezca el protocolo o estándar empleado. Con frecuencia se distinguen al menos: proceso principal (el desarrollado en la instalación analizada), aguas arriba (extracción y preparación de la materia prima) y aguas abajo (distribución, uso y fin de vida).
Fase 4 Interpretación de los resultados	Donde: Elaboración del Informe de la HCP. Comunicación de los resultados a las partes interesadas.

- 2. El estudio riguroso de la HCP bajo la perspectiva del ciclo de vida debe adoptar un enfoque o proceso iterativo en el que, a lo largo del estudio, se deben revisar, las veces necesarias, las decisiones tomadas e hipótesis consideradas en cada una de las fases. Esto con el objetivo de conseguir una HCP consistente, incluyendo su redefinición y consiguiente reevaluación de cálculos y estimaciones siempre que sea necesario.
- 3. Se recomienda que el ACV se lleve a cabo junto con el análisis del **Costo del Ciclo de Vida (CCV)** para obtener una imagen completa de las implicaciones de las diferentes decisiones y opciones.
- 4. Una vez finalizada la evaluación de la HCP según ACV y comunicados los resultados a las partes interesadas, los equipos dispondrán de las herramientas necesarias para hacer una selección final de las acciones de mitigación más costo-efectivas a considerar en cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto, desde su proceso constructivo hasta el final de su vida útil. Las acciones deben priorizar la eficiencia energética, la economía circular, y el uso directo de energías renovables, como la generación in situ o la contratación de fuentes externas sostenibles (WB, 2022). Un detalle mayor de estas alternativas se ofrece en los apartados que continúan inmediatamente a este (Buenas Prácticas 8, 9 y 10).
- 5. Finalmente, el conjunto de acciones de mitigación a implementar deberán quedar estratégicamente formuladas en el Plan de Mitigación del Proyecto o Plan de reducción y mitigación de GEI, cuya estructura y contenido incluye, además de objetivos y metas claras, un plan de implementación, una descripción de los costos (inversión), ahorros y beneficios de la estrategia, así como un Plan de Seguimiento y Monitoreo de esta. Un detalle mayor de la estructura y contenido se ofrece en la Buena Práctica 5 asociada a la Etapa de Gestión de Contratos.

Recuadro 6

Implementación de la estrategia de reducción de GEI a largo plazo



Figura 19 Metro de Quito



Fuente: Marco Andrés Palacios / World Bank.

Este proyecto de infraestructura urbana ha integrado un enfoque ambiental, incluyendo el inventario de emisiones de GEI. Se realizaron estudios para determinar la huella de carbono de las obras y se implementaron medidas para mitigar su impacto. Este proceso forma parte de los esfuerzos del gobierno de Ecuador para reducir las emisiones del sector de la construcción y del Plan Maestro de Movilidad Sostenible 2022-2042, que busca descarbonizar el transporte y consolidar el Centro Histórico de Quito como una zona de cero emisiones. El sistema 100% eléctrico no solo mejora la dinámica social, cultural y económica de la capital ecuatoriana, sino que también contribuye significativamente a la reducción de la huella de carbono, alineándose con el objetivo de Quito de alcanzar la carbono neutralidad para 2050.

Durante los primeros seis meses de operación del metro (diciembre 2023 a mayo 2024), se registraron más de 25 millones de viajes, evitando la emisión de 27.461,26 toneladas de $\rm CO_2$, cifra equivalente a la cantidad de $\rm CO_2$ que más de 1,2 millones de árboles remueven del medioambiente en un año. Este resultado fue posible gracias a una metodología desarrollada con el apoyo del PNUD, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador y la Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito. El análisis de datos y métricas de desempeño en todas las etapas del proyecto fue clave para garantizar decisiones fundamentadas, minimizar riesgos y optimizar recursos.

Fuente: Metro de Quito (2024). <u>Con el Metro de Quito, la capital ha reducido 27 mil toneladas de</u> emisiones de CO₂.

Banco Mundial (2024). <u>Transformación del transporte urbano: Lecciones aprendidas del proyecto de la Línea 1 del Metro de Quito</u>.

Ecuador En Vivo (2024). Quito ha reducido 27 mil toneladas de emisiones de CO2 con el Metro.

BUENA PRÁCTICA 8: INCORPORAR MATERIALES CON BAJA HUELLA DE CARBONO

Incorporar materiales con baja huella de carbono en la fase de pre-diseño de proyectos de infraestructura exige un enfoque estratégico basado en buenas prácticas y estándares de sostenibilidad. Una práctica clave es realizar el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) desde el diseño preliminar para identificar opciones de materiales con menor impacto ambiental. Incluir Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) en las especificaciones de materiales desde una fase temprana de los proyectos permite realizar estudios de alternativas que se adecuen a las necesidades (tanto económicas, ambientales y climáticas, entre otras) de todas las partes interesadas.



Algunas de las especificaciones técnicas que se pueden incorporar dentro de los proyectos para asegurar que el proyecto reduce su huella de carbono, podrían aplicar a materiales como:

- Concreto: Especificar mezclas de concreto que incluyan Materiales Cementantes Suplementarios (MCS) como cenizas volantes, humo de sílice o escoria de alto horno, con un reemplazo mínimo del 30% del contenido de cemento. Además, se puede requerir concreto con una relación agua-cemento reducida para mejorar su durabilidad y reducir el cemento necesario. Para elementos no estructurales, permitir el uso de concreto geopolímero como alternativa sin cemento.
- Acero: Utilizar acero con un contenido mínimo de 90% de material reciclado. Es importante solicitar documentación que certifique tanto el contenido reciclado como el método de producción utilizado, asegurando el cumplimiento de estándares internacionales como la norma ISO 14021. Este enfoque no solo respalda la sostenibilidad, sino que garantiza una reducción en el impacto ambiental asociado al uso de acero en la construcción.
- Materiales de aislamiento: Requerir materiales de aislamiento provenientes de recursos naturales y renovables, como el corcho, o cáñamo, evitando materiales con alta huella de carbono, como el poliestireno extruido (XPS), a menos que no exista alternativa adecuada. Establecer un umbral de Potencial de Calentamiento Global (GWP) para el aislamiento.
- Madera: Prescribir el uso de madera certificada por sellos internacionales. En los casos que sea aplicable, se podrá definir una distancia máxima de procedencia del material para minimizar las emisiones del transporte.
- Vidrio y ventanas: Incluir en las especificaciones vidrio de alta eficiencia y baja emisividad (low-e), con doble o triple acristalamiento y marcos con ruptura térmica. Solicitar vidrio con un porcentaje mínimo de contenido reciclado (por ejemplo, 20%).
- Otros materiales de construcción de origen local: Para reducir el impacto del transporte, la especificación debe incluir un requisito de materiales producidos o extraídos en un radio predefinido (por ejemplo, 300 kilómetros de la ubicación del proyecto), lo cual también puede aumentar la resiliencia local y reducir los costos de transporte.

Estos objetivos del tipo de materiales a utilizar y las metas a alcanzar se podrán incorporar posteriormente como cláusulas contractuales en la Etapa de Transacción del proyecto.

Recuadro 7

Uso de materiales con baja huella de carbono en el aeropuerto de Oslo



El Aeropuerto de Oslo logró reducir sus emisiones de carbono en un 35% mediante el uso de concreto de baja huella de carbono, una estrategia clave en la expansión de su terminal. Esta reducción fue posible gracias al uso de un concreto especial mezclado con ceniza volcánica, lo cual disminuye significativamente las emisiones de $\rm CO_2$ en comparación con el concreto tradicional. Adicionalmente, el proyecto incorporó otros materiales sostenibles como acero reciclado y madera local, lo que permitió no solo minimizar las emisiones, sino también lograr una certificación BREEAM de nivel "Excelente" y reducir el consumo de energía a la mitad en el nuevo edificio. .

Figura 20Expansión de la terminal del aeropuerto de Oslo



Fuente: Página web de Buildingsmart





BUENA PRÁCTICA 9: INCORPORAR FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES Y ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La incorporación de soluciones técnicas en la fase de prediseño de los proyectos que consideren fuentes de energía renovable es fundamental para asegurar la reducción de GEI. Colombia cuenta con un gran potencial de Fuentes No Convencionales de Energías Renovables (FNCER), como la solar, eólica, biomasa y pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, entre otras, que se pueden utilizar para promover la descarbonización. Las opciones para la incorporación de fuentes renovables de energía en los proyectos son ilimitadas. Sin embargo, se muestran a continuación algunas de las estrategias que podrían tener un mayor impacto.

- Integración de generación de energía renovable in situ. Incluir en los proyectos la instalación de sistemas fotovoltaicos, eólicos o PCH (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas) para generar electricidad localmente o biomasa para la generación de biogás. En Colombia, dada la abundancia de recursos solares, es fácil identificar la implementación de paneles solares fotovoltaicos o colectores solares en techos o estructuras para alimentar las instalaciones, especialmente en proyectos de gran escala como hospitales, edificios gubernamentales o complejos industriales, inclusive en peajes sobre desarrollo de infraestructura vial. Los colectores solares son ampliamente utilizados para el calentamiento de agua y otros líquidos en las construcciones sostenibles. Igualmente, las turbinas eólicas pequeñas pueden ser adecuadas en zonas con vientos constantes. Sin lugar a duda, la caracterización de la biomasa que se prevé generar durante la ejecución del proyecto puede ser una fuente de energía térmica y biogás.
- Movilidad eléctrica para uso interno del proyecto. Considerar la posibilidad del uso de vehículos eléctricos durante la fase de construcción y operación del proyecto. Para tal fin, la infraestructura necesaria para las estaciones de carga y otra infraestructura vinculada deberá ser considerada desde la etapa de prediseño, en lo posible, incluyendo FNCER. De manera complementaria, el uso óptimo de vehículos, como son los esquemas para compartir rutas y viajes, contribuye a la reducción del consumo de combustible.
- Eficiencia energética y reducción de la demanda. Implementar tecnologías y prácticas que optimicen el uso de energía, como la integración de sistemas inteligentes para gestionar y reducir la demanda energética. En este sentido, los proyectos deben considerar la instalación de equipos que aprovechen la gestión inteligente de la energía, como sensores y controladores automáticos que ajustan el consumo según las necesidades, así como la utilización de tecnología eficiente de bajo consumo energético para iluminación, calor y frío. Con todo ello, se contribuye a generar beneficios energéticos, económicos y ambientales.

Integrar soluciones de energías renovables y eficiencia energética desde la fase de prediseño en los proyectos de infraestructura es clave para reducir las emisiones de GEI. Aprovechar el potencial de las FNCER en Colombia, como la solar y la eólica, no solo favorece la sostenibilidad del proyecto, sino que contribuye a la descarbonización del sector. La implementación de sistemas fotovoltaicos, movilidad eléctrica y tecnologías de gestión inteligente de energía, junto con una adecuada infraestructura de soporte, permitirán maximizar el impacto positivo de la gestión eficiente de la energía en el medio ambiente y en el proyecto.

Debe considerarse además, que bajo la reglamentación vigente aplicable a los temas energéticos, el desarrollar sistemas de autogeneración con la infraestructura contribuye a generar una serie de beneficios, incluyendo: (i) a nivel técnico, reduce el consumo de energía del Sistema Interconectado Nacional (SIN); (ii) desde el punto de vista ambiental, evita emisiones; (iii) a nivel económico, permite la consecución de ahorros en el gasto en energía por los créditos de energía y la obtención de ingresos frescos por la venta de excedentes de energía, y (iv) socialmente, si estos sistemas energéticos se desarrollan bajo el marco de trabajo de comunidades energéticas, contribuye al desarrollo del tejido social benéfico para el proyecto y para la implementación de la política pública.

Recuadro 8

Optimización energética y uso de energías renovables



Figura 21Aeropuerto Internacional El Dorado



Fuente: El Tiempo, en página web de Portafolio.

El Aeropuerto El Dorado (APP) ha logrado el reconocimiento LEED Zero Energy que avala que, durante 12 meses consecutivos, la electricidad consumida de fuentes tradicionales ha sido compensada con el uso de energía alternativa. El Dorado es el primer aeropuerto en el mundo en obtener esta certificación que ha logrado tras realizar una serie de iniciativas con las cuales ha generado ahorros en electricidad y con ello, reducción de emisiones GEI en alcance 2 (emisiones indirectas) y el uso de energías renovables. Entre las más representativas están:

- Modernización del sistema de iluminación: Se reemplazaron aproximadamente 25.600 luminarias en el Área Concesionada, lo que resultó en una disminución de más de 80.000 kWh mensuales únicamente por la optimización de los bombillos instalados.
- Optimización del sistema HVAC: Se mejoró la interoperabilidad entre los sistemas de enfriamiento de precisión (cuartos IT) y de confort (zonas públicas), logrando una mayor eficiencia en la producción de agua helada y un ahorro energético mensual de 51.000 kWh.
- Instalación de un parque solar propio: Este sistema genera un promedio de 279.000 kWh al mes, destinados exclusivamente a las operaciones internas de la Terminal de Pasajeros T1, alineándose con las políticas gubernamentales de promoción de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.
- Adquisición de Certificados de Energía Renovable (RECs / C-FER): Estos respaldan el consumo eléctrico promedio de 1,9 millones de kWh mensuales en las terminales de pasajeros T1 y TPA, utilizando fuentes renovables con bajo impacto ambiental, como las centrales hidroeléctricas a filo de agua.

Fuente: Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2021). Caso de estudio Aeropuerto El Dorado.





La economía circular busca imitar el comportamiento de la naturaleza, reduciendo el consumo de los recursos naturales, maximizando el uso de los productos y creando ciclos cerrados en los que se busca eliminar los residuos promoviendo su aprovechamiento como insumos en el proceso de producción de otros bienes y servicios. En este modelo se considera que todos los materiales empleados en los procesos de fabricación y los materiales que llegan al final de su vida son nutrientes para un nuevo ciclo técnico o biológico. La economía circular en los proyectos de infraestructura trae consigo un gran esfuerzo en repensar la forma en la que se están haciendo todos sus procesos, servicios y productos e involucrar a actores externos en los mismos. Los proyectos con Participación Privada representan una oportunidad ideal para incorporar principios de economía circular desde la Etapa de Estructuración. Algunas de las estrategias más relevantes incluyen:

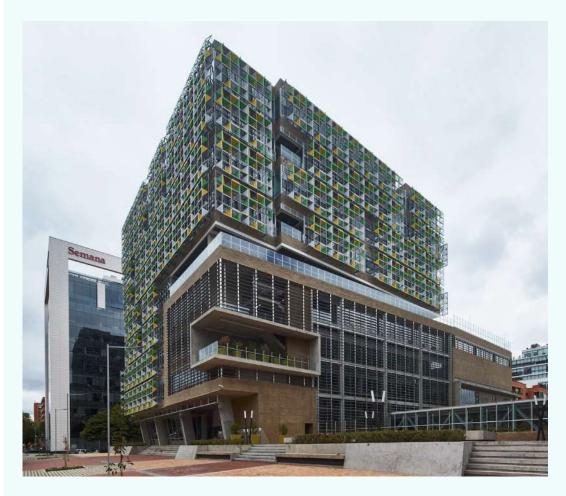
- Diseño para reducir el uso de materias primas. Un objetivo fundamental durante la estructuración del proyecto es desincentivar la entrada de nuevas materias primas al sistema. Esto puede lograrse mediante procesos de decisión que prioricen recursos locales o materiales recuperados que hayan tenido una vida previa. En este sentido, se busca priorizar el uso de materiales provenientes de flujos circulares, como aquellos recuperados, reciclados o provenientes de fuentes sostenibles, que mantengan la calidad y funcionalidad de los materiales convencionales.
- Diseño para el desensamblaje. Este es un enfoque efectivo para incorporar principios de economía circular en la ejecución de proyectos. Este enfoque respalda la posible reutilización de materiales y componentes en etapas futuras del proceso de los proyectos con Participación Privada al permitir la reutilización de componentes y materiales. Esto incluye: (i) fomentar la reparabilidad y disponibilidad de piezas de repuesto; (ii) diseñar estructuras y componentes adaptables a necesidades futuras; (iii) evitar acabados complejos que dificulten la reutilización o reciclaje, y (iv) la creación de un "pasaporte de materiales" que registre información detallada sobre los recursos empleados, facilitando su trazabilidad y futura reutilización.
- Diseño de ciclo de vida completo para promover prácticas de economía circular. Adoptar un enfoque de ciclo de vida completo que permita incorporar prácticas de economía circular a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto con Participación Privada. Este enfoque maximiza las capacidades futuras para operar el activo conforme a los estándares curriculares definidos en la fase de diseño.
- Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Identificar y cuantificar, desde la estructuración del proyecto, los residuos potenciales que se generarán durante la obra. Establecer planes claros de gestión de RCD que incluyan la separación adecuada en la fuente y el aprovechamiento de materiales como insumos para otros procesos productivos.
- Ecodiseño y fabricación sostenible. Incorporar principios de ecodiseño que maximicen la durabilidad y utilidad de los productos y materiales. Esto incluye diseñar para la eficiencia, reducir el uso de materias primas vírgenes y aumentar la inclusión de materiales recuperados en nuevos productos.
- Circularidad en el recurso hídrico. Esta estrategia está basada en el reúso y la eficiencia del uso del agua.
 Algunas acciones clave que se pueden implementar en los proyectos con Participación Privada son:
 - Reutilización de aguas tratadas: incorporar sistemas de tratamiento y reutilización de aguas residuales en el proyecto para aplicaciones no potables, como riego, limpieza de equipos, control de polvo y procesos industriales.
 - Eficiencia hídrica en diseño: implementar tecnologías y diseños que minimicen el uso de agua durante la construcción y operación, como sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, así como el uso de equipos y tecnologías eficientes en consumo hídrico.
 - Planificación hidrológica y gestión de recursos: desarrollar un enfoque integral de gestión hídrica en la APP que contemple las necesidades del entorno local, los ciclos hidrológicos y las proyecciones de disponibilidad futura del recurso.para el proyecto y para la implementación de la política pública.

Recuadro 9

Aplicación de los principios de economía circular en edificación



Figura 22
Fachada del edificio EAN Legacy



Fuente: Revista Axxis.

Cerca del 20% de los materiales del edificio fueron manufacturados usando materiales reciclados, y más del 82% de los materiales del edificio colectados en un radio de 800 km del proyecto, adicionalmente el 99% de los residuos originados en el proceso de construcción fueron reciclados y reutilizados, en consonancia con los postulados de su filosofía de diseño.

Fuente: Universidad EAN (2015). <u>El Edificio Ean Legacy será pionero en el modelo Cradle to Cradle en América Latina</u>.

Revista Axxis (2023). El edificio Universidad Ean que logró una certificación 'categoría oro' en sostenibilidad.



BUENA PRÁCTICA 11: DISTRIBUCIÓN DE LOS RIESGOS ENTRE SOCIO PÚBLICO Y SOCIO PRIVADO, CON ASIGNACIÓN DE LOS MISMOS A LA PARTE MÁS ADECUADA PARA SU GESTIÓN

Durante la Etapa de Estructuración, se definirá la distribución de los riesgos entre el socio público y el privado que se incluirá en el contrato a firmar en la Etapa de Transacción, y que tendrá vigor durante la Etapa de Gestión del Contrato (construcción, operación, mantenimiento, y si procede, desmantelamiento). De acuerdo con el CONPES 4117 de 2023, se presentan diferentes tipos de riesgos que deben ser tenidos en cuenta. El CONPES 4117 identifica ocho categorías de riesgos: (i) riesgos generales para proyectos de infraestructura; (ii) riesgos financieros; (iii) riesgo económico; (iv) riesgo cambiario; (v) riesgo de liquidez; y (vi) cambios regulatorios; (vii) fuerza mayor (hechos de la naturaleza y riesgo geopolítico), y (viii) cambio climático.

Una asignación adecuada de los riesgos es aquella que minimiza el costo de su mitigación. Esto se logra asignando cada riesgo a la parte que mejor lo puede gestionar. Los riesgos deben ser identificados y asignados claramente a las partes en los contratos. Los riesgos de un proyecto se refieren a los diferentes factores que pueden hacer que no se cumplan los resultados previstos y los respectivos flujos esperados o, incluso, que puedan provocar el fracaso del proyecto o su falta de viabilidad. Para determinar cuáles son los riesgos asociados a un proyecto se deben identificar las principales variables que determinan estos flujos.

Según las particularidades de cada riesgo, las partes están en capacidad de establecer los mecanismos de mitigación de su impacto y de cobertura, así como su asignación a los distintos agentes involucrados.

Figura 23 Pasos a considerar para el análisis detallado de riesgos climáticos



Fuente: Adaptado de DNP (2023).

A continuación, se analizan los lineamientos para la adjudicación de los riesgos relacionados con desastres y cambio climático relevantes para esta guía.

Riesgo de Fuerza mayor²² (riesgos de desastres de la naturaleza y riesgo geopolítico)

Los eventos eximentes de responsabilidad son aquellos eventos o circunstancias fuera del control razonable de las partes contratantes que afectan el cumplimiento de las obligaciones contractuales, aun cuando se hayan tomado todas las medidas posibles para prevenirlos. Esto incluye casos de fuerza mayor, como desastres o riesgos geopolíticos.

²² El artículo 64 del Código Civil Colombiano, establece como Fuerza Mayor, o Caso Fortuito el "imprevisto que no es posible resistir, como un naufragio, un terremoto, el apresamiento de enemigos, los actos de autoridad ejercidos por un funcionario público, etc."

- Eventos no asegurables. El da
 ño emergente ser
 á asumido por la entidad contratante, incluyendo los
 costos ociosos de mayor permanencia de obra, siempre que se demuestre la imposibilidad de movi lizar recursos durante el evento. No se reconocer
 á lucro cesante.
- Eventos asegurables. La parte privada asumirá todos los daños y costos asociados, incluyendo lucro cesante y reconstrucción de infraestructura, así como los costos relacionados con mecanismos de cobertura durante el contrato.

Si el evento impide el cumplimiento de plazos contractuales, la entidad contratante podrá establecer compensaciones especiales según lo efectivamente ejecutado y las condiciones del contrato.

Riesgo de cambio climático

El cambio climático implica variaciones en el estado del clima que afectan la sostenibilidad de la infraestructura. Es necesario incluir medidas de resiliencia climática en el diseño, planeación, construcción, operación y mantenimiento de los proyectos.

- Riesgos asociados al cambio climático. Los efectos desfavorables serán transferidos y cubrirán los costos de reposición de infraestructura en casos aplicables.
- Eventos excepcionales. En casos de baja recurrencia y alto impacto, como desastres hidrometeorológicos o aumento del nivel del mar, los costos elevados podrán ser compartidos entre las partes
 según lo establecido en las normas y políticas nacionales, alineadas con recomendaciones internacionales como el PNACC y el SNGRD.

Figura 24 Niveles y tipologías de distribución de la asignación de riesgo según la recurrencia



- T3 Baja recurrencia, riesgo con la más alta magnitud registrada y costo de reconstrucción. Asignación podrá ser compartida.
- T2 Recurrencia mediana, riesgos con magnitud de destrucción y pérdidas moderada a alta. Asignación completa al privado.
- T1 Recurrencia alta, riesgos con magnitud de destrucción y pérdidas bajas a moderadas. Asignación completa al privado.

Fuente: Adaptado de documento CONPES 4117, Política de riesgo contractual del Estado para proyectos de infraestructura con participación privada.

Sin perjuicio de que lo habitual en los contratos de APP es asignar al socio privado la mayoría de los riesgos, debe evitarse en este proceso que algunos riesgos concretos se asignen al socio privado, porque ello podría traducirse en un encarecimiento del costo global del proyecto o, en el peor de los casos, en su inviabilidad comercial o de obtención de financiamiento.



BUENA PRÁCTICA 12: REVISIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS PARA LA OBTENCIÓN DE SELLOS DE CERTIFICACIÓN DE SOSTENIBILIDAD

Los sellos de certificación internacional de sostenibilidad, como Envision o LEED, incorporan una visión integral de 360º de la sostenibilidad en los proyectos. Los requerimientos técnicos asociados a estas herramientas abarcan aspectos sociales, ambientales, institucionales, económicos y climáticos, entre otros. Considerando esta visión holística, y buscando garantizar el éxito en la obtención de estos sellos, se recomienda la aplicación de estos marcos internacionales desde la fase más temprana posible. Esto permitirá asegurar que, durante la fase de diseño del proyecto, de selección de proveedores, de prescripción de materiales a utilizar, o de procesos de integración de las partes interesadas, los requisitos específicos de los sellos sean tenidos en consideración.

De igual manera, durante la Etapa de Estructuración del proyecto, se deben incluir no solo los requisitos técnicos que permitan el cumplimiento de los criterios establecidos, sino también los costos específicos asociados a la certificación (como tarifas de registro, verificación y consultoría o la incorporación de profesionales con experiencia en la aplicación de estas herramientas, que puedan dar apoyo en la preparación de la documentación). Además, es clave prever los ajustes necesarios en los cronogramas de ejecución del proyecto para garantizar que se cumplan las etapas de auditoría y revisión definidas por los organismos certificadores.

Adicionalmente, para maximizar las oportunidades de éxito en la obtención de los sellos, se recomienda realizar un análisis comparativo de los sistemas de certificación disponibles (como Envision y LEED) para identificar cuál se alinea mejor con las características y el tipo de proyecto, sus objetivos estratégicos y los compromisos climáticos y de sostenibilidad definidos desde las etapas tempranas.

Vale la pena mencionar que en algunos casos existe la posibilidad de obtener algún tipo de incentivo financiero o descuento ligado a la obtención de estos sellos. Esta información puede tener un impacto positivo importante en la factibilidad del proyecto. Para más detalle sobre sellos y certificaciones de infraestructura sostenible, consultar el Apéndice 2 del documento de información complementaria a la guía²³.



BUENA PRÁCTICA 13: DEFINICIÓN DE INDICADORES DE DESEMPEÑO CLIMÁTICOS Y CONTINUACIÓN DEL DILIGENCIADO DEL DASHBOARD DE SOSTENIBILIDAD

La Etapa de Estructuración es clave para continuar profundizando en los aspectos técnicos—y de otra naturaleza—que permitirán garantizar la integración de prácticas sostenibles en el proyecto. Para tal fin, en esta etapa se continuará con el diligenciado del *dashboard* de sostenibilidad, ya considerado como herramienta de *screening* en la etapa anterior. El uso de dicha herramienta permitirá, no solo identificar qué aspectos de sostenibilidad ya forman parte del proyecto, sino también apoyar en el proceso de toma de decisiones, asegurando que temas clave relativos a aspectos ambientales, climáticos, sociales, institucionales y económicos son considerados en las fases de prefactibilidad y factibilidad del proyecto. Se recomienda, de igual manera, dar seguimiento continuo al cumplimiento del *dashboard* de sostenibilidad también durante la gesión posterior del proyecto.

²⁰ Este documento incluye una serie de apéndices cuyo objetivo es: (i) profundizar en temas clave relacionados con el objeto de la guía y (ii) proporcionar información adicional y detallada de algunas secciones de la guía.

Además de la aplicación del dashboard, la incorporación de requisitos de sostenibilidad en los proyectos también se puede llevar a cabo mediante la incorporación de indicadores de desempeño específicos. Esto permite fortalecer áreas concretas del proyecto. Por ejemplo, en los casos en los que se quiera fortalecer las áreas climáticas, se deberán incorporar indicadores de desempeño alineados con: (i) estrategias de reducción de emisiones; (ii) uso de materiales bajos en carbono; (iii) estrategias de economía circular, o (iv) la implementación de estrategias de adaptación climática. Igual que en el caso anterior, estos requisitos deberán ser conocidos desde la fase más temprana posible, para asegurar que tanto el diseño del proyecto como los procesos llevados a cabo, se alinean con las expectativas. Los indicadores de desempeño y las metas propuestas dependerán del contexto y del nivel de ambición del proyecto. Para más información sobre indicadores de desempeño, consultar el capítulo 6 de recomendaciones y conclusiones de esta guía y el Apéndice 1 del documento de información complementaria.

El nivel de detalle requerido para la implementación de sellos de certificación es mayor que el requerido para reportar el desempeño en indicadores específicos. Sin embargo, estas dos opciones también se pueden implementar en conjunto y de forma secuencial: en primer lugar, la recopilación de información necesaria para la certificación del proyecto con base en mejores prácticas internacionales, y en segundo lugar, la identificación de indicadores de desempeño a los que dar seguimiento en las etapas posteriores del proyecto. En cualquiera de los dos casos, será de vital importancia que los requisitos deseados queden reflejados en el contrato a firmar entre las partes en la siguiente Etapa de Transacción.



Los indicadores presentados en el Apéndice 1 deben ajustarse a las características específicas y necesidades de cada proyecto. Aunque su cumplimiento representa un primer paso hacia la alineación con las mejores prácticas en sostenibilidad, mitigación y adaptación al cambio climático, no garantiza la obtención de certificaciones como LEED o Envision. Estas certificaciones requieren un enfoque integral que considere criterios adicionales y un nivel de ambición claramente definido en la implementación de estrategias sostenibles.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y PRINCIPALES LECCIONES APRENDIDAS

La Etapa de Estructuración de los proyectos requiere una evaluación integral que asegure su viabilidad técnica, financiera, socioeconómica, legal y ambiental, además de llevar a cabo un diagnóstico detallado de riesgos climáticos y de desastres. Este diagnóstico permite profundizar en el análisis preliminar que ya se realizó en la Etapa de Evaluación Inicial. Algunos de los análisis a llevar a cabo en la Etapa de Estructuración incluyen la evaluación detallada de amenazas, exposición y vulnerabilidad (considerando la incidencia combinada de eventos climáticos y no climáticos) con el respaldo de modelos rigurosos de carácter físico-cuantitativos. La formulación de estrategias de adaptación climática debe basarse en una evaluación detallada de los riesgos climáticos y su evolución futura mediante modelos globales, regionales o locales, lo que permite identificar tendencias de factores de estrés que podrían afectar al proyecto.

Además, se recomienda analizar proyecciones climáticas bajo distintos escenarios de emisiones y simular el desempeño de la infraestructura en cada uno. Esto permite informar a los tomadores de decisiones sobre el nivel de protección que ofrecen las estrategias de adaptación. Para ello, es fundamental evaluar los riesgos climáticos considerando la intensidad, frecuencia y distribución de las amenazas, así como la exposición y vulnerabilidad del proyecto. Finalmente, en proyectos con Participación Privada, es clave diseñar medidas de adaptación y resiliencia rentables que incluyan acciones de preparación, prevención y respuesta frente a riesgos climáticos, y asignar los riesgos a la parte mejor preparada para su gestión y manejo. En conclusión, el análisis detallado de riesgos climáticos y no climáticos que se lleva a cabo como parte de la Etapa de Estructuración permite garantizar, no sólo su viabilidad y rentabilidad, sino también identificar las soluciones técnicas a incorporar en la fase de diseño del proyecto que pueden ayudar a alcanzar estas metas.

Desde el punto de vista de mitigación climática, durante la Etapa de Estructuración se fomenta el diseño de infraestructuras bajas en carbono mediante la evaluación detallada de la huella de carbono según el ACV para cuantificar las emisiones de GEI asociadas al proyecto. El empleo de metodologías reconocidas, como el Protocolo GHG y la norma ISO 14067, facilita identificar oportunidades de reducción de emisiones, incluyendo el uso de materiales sostenibles, energía limpia y SbN. Estas estrategias deben integrarse en un plan de mitigación de GEI que contemple objetivos medibles y un seguimiento continuo. Algunos ejemplos que se mencionan en esta sección incluyen: prácticas de economía circular, uso de energías renovables y gestión eficiente de la energía, SbN, etc. Todos estos factores permitirán, de forma agregada, definir la capacidad del proyecto para enfrentar distintos riesgos y su capacidad de reponerse a ellos durante su ciclo de vida completo.



Evaluación de conocimientos

Evalúe los conocimientos adquiridos en esta sección de **Etapa de Estructuración** completando el siguiente formulario. Haga clic **aquí** para comenzar.



OBJETIVOS DE LA GUÍA EN LA ETAPA DE TRANSACCIÓN

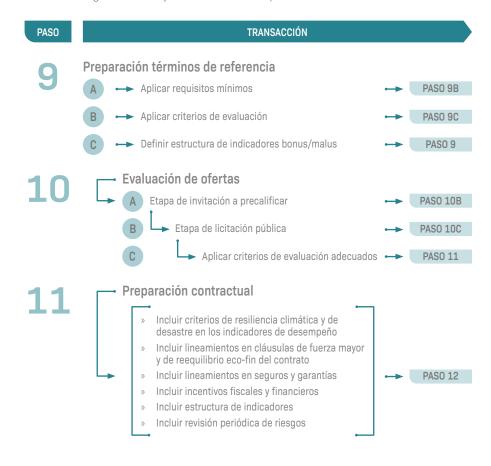
La guía busca alcanzar los siguientes objetivos en la Etapa de Transacción:

- Preparar Términos de Referencia (TdR) que permitan incorporar consideraciones de mitigación climática, adaptación climática y respuesta de desastres en los contratos de infraestructura.
- Definir criterios de evaluación que valoren el impacto climático de las propuestas, priorizando metodologías de bajo carbono y soluciones innovadoras para enfrentar riesgos climáticos y de desastre.
- Incorporar indicadores de desempeño que reflejen la resiliencia climática, vinculando el cumplimiento de estas métricas a cláusulas de fuerza mayor para asegurar una respuesta eficaz ante desastres.
- Proporcionar incentivos fiscales, financieros y garantías en el cierre financiero del proyecto, recompensando a los contratistas que integren resiliencia climática y sostenibilidad en la infraestructura.

DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE TRANSACCIÓN

Durante esta etapa, se definen los requisitos mínimos para presentar propuestas y los criterios de evaluación de estas a considerar en los Términos de Referencia (TdR). Igualmente, se estudia la consideración de incentivos en el pago periódico (por disponibilidad y calidad) y en los niveles de desempeño en función del grado de reconocimiento y compromiso de los eventuales riesgos climáticos en las propuestas de los licitadores. Además, también se estudia la inclusión de los criterios de resiliencia climática y de desastres en los indicadores de desempeño. La siguiente ilustración muestra el proceso de análisis de esta etapa con sus distintos pasos y las tareas a realizar.

Figura 25
Proceso del análisis de riesgos climáticos y de desastre en la Etapa de Transacción



Esta etapa se divide en 3 fases según se detalla a continuación:

Fase 1 Preparación de los Términos de Referencia (TdR)

Para la selección y adjudicación de la mejor oferta para el desarrollo del contrato de proyectos con Participación Privada, deben tenerse en consideración los siguientes aspectos: (i) los requisitos mínimos relativos a los riesgos climáticos y de desastre (certificaciones, sellos, experiencia previa, etc.), que podrán suponer un filtro, pero en todo caso, facilitarán que las ofertas presentadas por los licitadores cumplan con los criterios básicos necesarios para hacer frente a las amenazas climáticas y de desastres; (ii) se incluirán también los criterios de evaluación, que permitirán seleccionar la oferta más conveniente de todas aquellas que cumplan los requisitos mínimos citados; (iii) los TdR deberán incluir la definición de la estructura de indicadores con bonificaciones y penalizaciones aplicables posteriormente al contrato, y (iv) se deberá aportar un borrador del contrato de APP, tratando de que sea lo más estandarizado posible, según recomiendan las buenas prácticas del Banco Mundial.

Fase 2 Evaluación de ofertas

Con el fin de favorecer la elección de las ofertas más convenientes, el proceso de licitación deberá incorporar unos criterios de valoración que pueden ser relativos a solvencia técnica o que puntúen favorablemente las propuestas de actuación frente a los riesgos, etc.

En lo referente a evaluación de ofertas, en la mayoría de los procesos de licitación de los proyectos con Participación Privada en América Latina y el Caribe (Rebel y BID, 2022), se establecen criterios de precalificación, lo que ayuda a garantizar que se seleccione una empresa competente, con la capacidad adecuada para gestionar el proyecto. Este proceso de precalificación y licitación también es conocido como contratación en dos etapas: (i) **etapa de "Invitación a Precalificar"**, centrada en la evaluación de los proponentes para determinar si tienen la experiencia y la capacidad necesarias para llevar a cabo y gestionar la APP, y (ii) **etapa de "Licitación Pública"**, enfocada en la evaluación de las propuestas.

Fase 3 Preparación contractual

Esta fase incluye la preparación de todos los contratos, desde el proyecto con Participación Privada y lo que ello implica, hasta el cierre financiero.

Los impactos de los riesgos tanto físicos (destrucción) como económicos (sobrecostos) pueden implicar dos efectos según su intensidad: (i) una variación en la remuneración a percibir por el socio privado. Esto implica incorporar un adecuado mecanismo de pagos con sus correspondientes indicadores de desempeño, y (ii) un quebranto en la viabilidad económico-financiera del contrato. Esto implica tener en consideración los lineamientos relativos a cláusulas de reequilibrio económico del contrato y los relativos a la fuerza mayor.

Por otro lado, hay otros cuatro aspectos relevantes para tener en cuenta en esta fase: (i) los lineamientos en materia de seguros y garantías; (ii) los incentivos fiscales y financieros aplicables; (iii) la estructuración de los indicadores de desempeño, y (iv) la revisión periódica de los riesgos. Todo ello favorecerá la viabilidad financiera del proyecto y su mayor atractivo en el mercado.



RESUMEN DE BUENAS PRÁCTICAS DE LA ETAPA DE TRANSACCIÓN

Como se muestra a continuación, la mayor parte de las buenas prácticas propuestas en la Etapa de Transacción están alineadas con mitigación, adaptación y respuesta frente a desastres. Esto debido a que los requisitos contractuales que se definen como parte de esta Etapa pueden englobar todas ellas de forma transversal.

Tabla 8Resumen de buenas prácticas en la Etapa de Transacción

M: Mitigación / A: Adaptación / R: Resiliencia y respuesta a desastres

BUENA	AS PRÁCTICAS	Aplicabilidad(*)	М	А	R
1	Incorporar exigencias climáticas y de respuesta de desastres claras en los Términos de referencia (TdR)	Necesaria	•	•	•
2	Incorporación de sellos de certificación de sostenibilidad a nivel contractual	Recomendable	•	•	•
3	Descripción de las consideraciones de fuerza mayor	Necesaria		•	•
4	Incentivos fiscales y financieros, y garantías y subvenciones en el cierre financiero del proyecto	Recomendable	•	•	•
5	Acceso a fuentes de financiamiento sostenible: Bonos verdes	Recomendable	•	•	•

(*) Las buenas prácticas clasificadas como "necesarias" no tienen una connotación normativa o similar, sino que son condiciones imprescindibles para que los criterios climáticos y de respuesta a desastres se mantengan en el tiempo y tengan un impacto real en los proyectos. Las buenas prácticas "recomendables" son altamente relevantes para garantizar la integración de criterios climáticos y de respuesta a desastres, si bien su implementación requiere una evaluación específica por parte del equipo, según las características y necesidades particulares del proyecto en cuestión.



BUENA PRÁCTICA 1: INCORPORAR EXIGENCIAS CLIMÁTICAS Y DE RESPUESTA DE DESASTRES CLARAS EN LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA (TdR)

Los TdR de un proyecto de con Participación Privada pueden incorporar referencias climáticas y de respuesta de desastres de forma variada mediante: (i) la incorporación de procedimientos precisos para la evaluación de vulnerabilidades climáticas y protocolos de respuesta frente a desastres; (ii) la definición de métricas e indicadores de desempeño claros vinculados a exigencias climáticas y de desastres; (iii) técnicas de construcción resilientes y protocolos de respuesta ante eventos climáticos; (iv) obligatoriedad de incluir un Plan General de Riesgo de Desastres, y (v) calificaciones y requisitos del equipo. A continuación, se aporta información adicional de cada uno de los puntos. No obstante, algunos de ellos se cubren como buenas prácticas independientes en las siguientes secciones. De igual manera, en el Apéndice 5 del documento de información complementaria a la guía²⁴ se presentan consideraciones específicas para esta incorporación.

²⁴ Este documento incluye una serie de apéndices con el objetivo de: (i) profundizar en temas clave relacionados con el objeto de la guía y (ii) proporcionar información adicional y detallada de algunas secciones de la guía.



- Incorporación de procedimientos precisos para la evaluación de vulnerabilidades climáticas y protocolos de respuesta frente a desastres. Como seguimiento a las evaluaciones climáticas llevadas a cabo en las secciones anteriores, es recomendable que los TdR incluyan el análisis periódico de modelos climáticos para prever impactos potenciales durante el ciclo de vida completo del proyecto. Esto implicará la obligatoriedad, no solo de realizar un análisis puntual en las fases tempranas del proyecto de Estructuración, sino también la actualización periódica de dichos análisis durante el ciclo de vida del proyecto. La periodicidad y nivel de detalle de tales revisiones deberán ser definidas por el ente público en función del nivel de riesgo del proyecto en cuestión.
- Definición de métricas e indicadores de desempeño claros vinculados a exigencias climáticas y de desastres. Es clave establecer indicadores de desempeño vinculados a la resiliencia climática y la capacidad de respuesta a desastres a nivel de proyecto. Estos pueden incluir métricas de reducción de emisiones de carbono, eficiencia energética, uso de materiales de baja huella de carbono, y la frecuencia de inspecciones de resiliencia estructural. Los indicadores deben estar claramente definidos en el contrato y tener objetivos medibles que los socios de la APP deban cumplir en fases definidas del ciclo de vida del proyecto. Además, es recomendable vincular estos indicadores a incentivos o penalizaciones para garantizar el compromiso de todas las partes. Tanto la definición de métricas de desempeño como incentivos financieros se desarrollan en mayor detalle en los Apéndices 1 y 3 que forman parte del documento de información complementaria a esta guía.
- Utilización de materiales y técnicas de construcción resilientes. Los TdR incluirán: (i) especificaciones técnicas de materiales, detallando requisitos para el uso de materiales certificados como sostenibles y resilientes y de acuerdo con los códigos de construcción existentes para usos específicos (por ejemplo, uso de acero con alta resistencia a la corrosión para zonas costeras o de alta humedad), promoviendo además el uso de materiales locales y naturales con baja huella de carbono y la utilización de materiales reciclados en la medida de lo posible; (ii) técnicas de construcción adaptativas, priorizando tecnologías constructivas que reduzcan el uso de energía, el efecto isla de calor o el uso de agua, así como redundancias en el diseño como estructuras reforzadas y sistemas de respaldo, y (iii) innovación tecnológica constructiva, como la utilización de sensores en las estructuras para monitorear la degradación de las mismas.
- Obligatoriedad de incluir un Plan de Gestión de Riesgo de Desastres (PGRD), asegurando la existencia de protocolos de respuesta ante eventos climáticos a través de su Plan de Emergencia y Contingencia (PEC) que incluyen planes de emergencia, contingencia y recuperación, permitiendo la continuidad de operaciones o una reconstrucción rápida con un menor impacto negativo. Además, es importante que estos protocolos se refuercen mediante capacitación y simulacros para asegurar que el equipo de proyecto esté preparado y actúe con rapidez ante cualquier situación climática extrema. El PGRD será actualizado periódicamente para reflejar nuevos riesgos climáticos o cambios en las condiciones de contexto.
- Calificaciones y requisitos del equipo. Según se ha descrito en las secciones anteriores, el desarrollo y la implementación de una estrategia climática requiere contar con profesionales calificados en adaptación, mitigación y gestión de riesgos. Por tanto, es recomendable que el equipo del proyecto incluya expertos en sostenibilidad, ingenieros ambientales y especialistas en cambio climático, responsables de asegurar que las estrategias de adaptación y mitigación se implementen de acuerdo con estándares internacionales de mejores prácticas y los requisitos específicos del proyecto. La experiencia demostrada en infraestructura resiliente y sostenible debe ser un criterio prioritario en la selección de contratistas, garantizando que todos los aspectos técnicos y de sostenibilidad se aborden con el máximo rigor y competencia profesional. Esto asegura una respuesta integral y profesional a los desafíos climáticos del proyecto.

Recuadro 10

Incorporación obligatoria de exigencias climáticas en los TdR

Salvaguardas climáticas, ambientales y sociales en proyectos APP PAÍS SECTOR Multisectorial Multisectorial PAÍS Filipinas Multisectorial PAÍS SECTOR Multisectorial Multisectorial Multisectorial

La inclusión de exigencias climáticas, ambientales y sociales en los TdR de proyectos APP en Filipinas se consolidó con la Resolución No. 2018-12-02, emitida por la Junta de Gobierno de las APP. Este marco unificado permite abordar riesgos relacionados con el cambio climático, impactos ambientales y sociales desde las primeras etapas de los proyectos. Las medidas incluyeron la incorporación de salvaguardas obligatorias en los TdR y contratos, mecanismos de monitoreo para garantizar su cumplimiento y herramientas específicas para mitigar riesgos como la gestión del derecho de vía, la reubicación de comunidades afectadas, la protección de grupos vulnerables y la promoción de la igualdad de género.

Esta práctica facilita una implementación eficiente al prevenir retrasos causados por la dispersión de políticas, promoviendo simultáneamente proyectos resilientes al clima y sostenibles. Además, se dio prioridad al desarrollo de proyectos verdes con componentes de resiliencia climática, respaldados por el Fondo de Desarrollo y Monitoreo de Proyectos.

Fuente: Global Center on Adaptation (2021). <u>Climate-Resilient Infrastructure Officer Handbook.Knowledge</u>
<u>Module on Public-Private Partnerships for Climate-Resilient Infrastructure.</u>



Con el objetivo de evitar la necesidad de prescribir estrategias y/o metas individuales en áreas diversas como sociales, ambientales, eficiencia de recursos, reducción de GEI o resiliencia en los proyectos, es recomendable la aplicación de estándares o sellos que permitan verificar la idoneidad de los proyectos. Algunas de las herramientas principales en este ámbito son los sistemas de certificación en sostenibilidad como Envision—en el caso de infraestructura—o LEED—en el caso de edificación vertical—que tienen verificación de tercera parte independiente (ver el Apéndice 2 del documento de información complementaria a la guía para mayor detalle). La implementación de estas herramientas en los TdR puede ser incorporada de una manera diversa, entre las cuales se incluyen:

- Requerir que los proyectos alcancen niveles específicos de certificación (por ejemplo, LEED Plata, Oro
 o Platino; Envision Certificación, Plata, Oro o Platino).
- Incluir la necesidad de cumplir con indicadores clave de sostenibilidad, como eficiencia energética, gestión de recursos hídricos, resiliencia climática y bienestar social, establecidos por las metodologías LEED o Envision.
- Permitir que los sistemas de certificación sean utilizados como herramientas dinámicas y marco de referencia que guíen la mejora continua del proyecto con base en mejores prácticas internacionales.

La incorporación de estos sellos de certificación en los contratos asegura un enfoque holístico de la sostenibilidad que permite abordar múltiples áreas de impacto, a través de estándares reconocidos internacionalmente. Esto facilita la transparencia y la rendición de cuentas al establecer criterios claros y verificables, reduce la complejidad en la redacción de contratos al confiar en herramientas comprobadas, y promueve la innovación mediante el potencial uso de incentivos financieros para el cumplimiento y superación de los objetivos de sostenibilidad.

Recuadro 11Incorporación del uso de LEED en los TdR de los contratos

Hospital de Bosa							
	PAÍS		SECTOR		BUENA PRÁCTICA		
	Colombia	•	Salud	φ	Se incorporó la metodología LEED como uno de los requisitos a nivel contractual.		

El Hospital de Bosa ubicado en Bogotá D.C., ha sido el primer proyecto de infraestructura social construido en Colombia bajo el modelo de APP. Como uno de los requisitos contractuales, el proyecto, incorporó la certificación LEED Silver durante sus fases de planificación y construcción, asegurando que la sostenibilidad fuera un eje central en el diseño del hospital. La implementación de los estándares LEED incluyó un enfoque integral hacia la eficiencia energética, conservación de agua y calidad del aire. El sistema de aire acondicionado, clave para obtener puntos LEED, utilizó chillers de alta eficiencia y sistemas de ventilación avanzados, diseñados para cumplir con los estándares ASHRAE. Además, se prestó especial atención a la filtración de áreas críticas como los quirófanos y las UCI, y se integraron estrategias de ventilación natural donde fue posible. El proyecto también empleó la metodología BIM para facilitar la coordinación, asegurando que se cumplieran eficazmente los rigurosos requisitos de sostenibilidad de LEED. Adicionalmente, dentro del proyectó se instaló una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la reutilización total de las aguas lluvias y grises en el suministro de aparatos sanitarios y todo el sistema de riego del paisajismo.

Figura 26 Hospital de Bosa



Fuente: Página web de Pedelta.

Fuentes: Alcaldía de Bogotá (2023). Distrito entrega Hospital de Bosa, primero del país construido a través de APP.

IFC (2022). PPP Project Briefs. Colombia: Bosa Hospital.





BUENA PRÁCTICA 3: DESCRIPCIÓN DE LAS CONSIDERACIONES DE FUERZA MAYOR

En el contexto de proyectos de APP, los desastres naturales o riesgos climáticos de carácter excepcional, como terremotos, inundaciones extremas o tormentas severas, que no podrían ser anticipados o gestionados razonablemente durante la planificación del proyecto, suelen incluirse dentro de esta categorización como fuerza mayor.

Para los proyectos de APP carreteros gestionados por la ANI, a partir de la cuarta generación de concesiones (4G), se transfieren los riesgos asegurables por causa de fuerza mayor al concesionario, el cual deberá cumplir con una póliza de seguros "todo riesgo" (Rebel y BID, 2022). Algunas buenas prácticas a implementar en relación con este tema para los contratos de APP son:

- Definición de criterios claros de lo que se considera fuerza mayor. Definir en los contratos qué eventos califican como fuerza mayor, estableciendo criterios claros que excluyan aquellos riesgos que pudieron haberse mitigado o que ocurren con regularidad, como lluvias estacionales.
- Contextualizar qué es fuerza mayor con base en los análisis previos. Definir qué eventos climáticos y
 de desastres naturales se pueden clasificar como fenómenos habituales de acuerdo con la evaluación
 de riesgos climáticos realizada en las etapas anteriores. Esto puede variar por tipo de proyectos o, en
 el caso de Colombia, por la región del país donde esté ubicado.
- Incorporar cláusulas contractuales para la incorporación de medidas correctivas. Incluir cláusulas que permitan alinear el contrato con posibles eventos de fuerza mayor, como desastres naturales, y prever cómo éstos afectarán la viabilidad económica-financiera del contrato, asegurando que se tomen medidas correctivas cuando sea necesario.
- Impacto de eventos extremos en el equilibrio contractual. Revisar las condiciones contractuales en relación con los impactos de eventos extremos, y cómo estos podrían influir en el equilibrio económico-financiero del contrato. El reequilibrio del contrato debe garantizar que se tomen las medidas correctivas pertinentes si un riesgo asignado al socio privado afecta el proyecto.
- Integración del riesgo climático en los análisis fiscales. Incorporar el riesgo climático y de desastres
 naturales en los análisis fiscales de tal manera que contribuya a fortalecer la sostenibilidad financiera
 al mitigar o eliminar dichos riesgos, reduciendo así los pasivos contingentes asociados.

Recuadro 12

Definición de las consideraciones de fuerza mayor



En Japón se han integrado lecciones de desastres naturales previos en las cláusulas de Fuerza Mayor de sus contratos APP, asignando responsabilidades específicas según la intensidad del evento y definiendo umbrales claros para compartir costos y daños. En este caso, fenómenos como terremotos solo califican como Fuerza Mayor si superan una intensidad sísmica predefinida. Si el evento no alcanza el umbral establecido (como lluvias o vientos por debajo de ciertos niveles), la responsabilidad recae en la parte privada, que debe asumir los costos y gestionar la respuesta.

Figura 27Observatorio Astronómico de Sendai



Fuente: Página web de Good Luck Trip

El contrato del Observatorio Astronómico de Sendai, vigente entre 2008 y 2038, incluye un anexo que establece el umbral de intensidad sísmica 4 como criterio para el reparto de riesgos. Esta decisión se tomó tras analizar el impacto del terremoto de Miyagi en 2005, de intensidad 5, que dañó el reflector del antiguo observatorio. Dado que no se registraron daños en reflectores con terremotos de intensidad 4, se consideró que las empresas podían implementar medidas preventivas como parte de sus actividades regulares (World Bank, 2017). En consecuencia, los costos y daños asociados a terremotos de intensidad sísmica 4 o menor son responsabilidad del operador privado, mientras que eventos de mayor magnitud califican como Fuerza Mayor y activan un reparto de riesgos con el gobierno.

Fuente: World Bank (2017). <u>Resilient Infrastructure Public-Private Partnerships (PPPs):</u>
Contracts and Procurement. The Case of Japan.





BUENA PRÁCTICA 4: INCENTIVOS FISCALES Y FINANCIEROS, Y GARANTÍAS Y SUBVENCIONES EN EL CIERRE FINANCIERO DEL PROYECTO

Lograr un equilibrio efectivo entre incentivos y riesgos es fundamental para promover APP sostenibles. Ante la necesidad de involucrar estrategias de mitigación, adaptación y resiliencia en los proyectos, es probable que algunos de los costos iniciales del proyecto sean más elevados. Sin embargo, esto puede generar ahorros y beneficios significativos a largo plazo. Existen algunos mecanismos financieros en términos de incentivos que pueden compensar estos sobrecostos iniciales, promoviendo la viabilidad del proyecto en la Etapa de Transacción.

- Bonos verdes, subsidios y financiamiento preferencial. Estos instrumentos permiten acceder a recursos financieros en condiciones favorables, como tasas reducidas o términos mejorados (greenium²⁵), para proyectos que demuestren un impacto positivo en el medio ambiente y la sociedad. Este mecanismo financiero se describe en mayor detalle a continuación (buena práctica 5).
- Líneas de crédito sostenibles. El diseño de productos financieros enfocados en sostenibilidad facilita la adopción de prácticas responsables y resilientes en el desarrollo de infraestructura. Además, al vincular estas líneas de financiamiento con estándares o sellos reconocidos de sostenibilidad, se incentiva tanto el cumplimiento de metas ambientales como el acceso a recursos asequibles para proyectos con beneficios demostrables.
- Incentivos tributarios en el contexto energético. En Colombia, desde 2014, el Gobierno ha implementado incentivos tributarios mediante leyes como la 1715 y la 2099 de 2021, junto con resoluciones recientes. Estos beneficios incluyen deducción de renta, exclusión del IVA, exención de aranceles y depreciación acelerada, destinados a proyectos que promuevan fuentes no convencionales de energía, eficiencia energética y el desarrollo de hidrógeno azul o verde.
- Vinculación con los pagos por disponibilidad. Integrar incentivos o sanciones directamente en los pagos por disponibilidad del contrato de APP. Este enfoque define cómo se remunerará a la parte privada, condicionando los pagos al cumplimiento de indicadores clave, como la promoción de medidas climáticas o el manejo eficiente de riesgos. De esta manera, se asegura que los objetivos de sostenibilidad se conviertan en un componente central del desempeño del proyecto, impulsando su implementación efectiva y la asignación adecuada de riesgos.
- Contratos flexibles. Estos permiten la adaptación a cambios regulatorios climáticos o medioambientales, tales como cláusulas de adaptación climática en proyectos en zonas vulnerables a sequías o terremotos, cláusulas de reducción de la exposición del sector privado a riesgos inesperados, etc.

Estos instrumentos son fundamentales a la hora de favorecer la factibilidad del proyecto, ya sea reduciendo sus costos financieros y fiscales, obteniendo bonificaciones fiscales o disponiendo de recursos adicionales para financiar las inversiones. Entre los incentivos financieros, además de los recursos de financiamiento en condiciones más ventajosas, se tienen en cuenta los incentivos oportunos en los mecanismos de pago al concesionario del contrato de APP. Todos estos incentivos e instrumentos se detallan en el Apéndice 3 del documento de información complementaria a la guía.

²⁵ "Greenium": Es una de las características que hace más atractiva esta financiación para el emisor del bono verde, que es más barata, en comparación con otro bono de la misma compañía que no tenga características sostenibles.

Recuadro 13

Línea de crédito sostenible en Colombia



En Colombia, Bancolombia ha implementado una línea de crédito sostenible diseñada para financiar proyectos que generan impactos positivos ambientales, sociales y económicos. Este producto ofrece tasas preferenciales y plazos ajustados para proyectos que incorporen tecnologías eficientes, promuevan la economía circular, o se enfoquen en sectores como energía renovable, movilidad sostenible y construcción certificada. Por ejemplo, en el caso de proyectos de construcción sostenible, se requiere que los beneficiarios cuenten con pre-certificaciones de estándares reconocidos, como LEED, EDGE o CASA Colombia, promoviendo así la adopción de prácticas responsables en el sector.

En el ámbito de infraestructura de transporte, la entidad financiera ofrece financiamiento bajo el esquema *Project Finance* con descuentos en la tasa de interés para proyectos que integren estrategias de sostenibilidad. Los mayores beneficios se otorgan a proyectos certificados bajo el estándar Envision. Esta iniciativa no solo apoya directamente a los proyectos sostenibles, sino que también fomenta la competitividad del sector financiero, incentivando a otras entidades a diseñar productos similares que impulsen la sostenibilidad en proyectos APP e infraestructura vial.

Fuente: Grupo Bancolombia (2024). Líneas Sostenibles.



BUENA PRÁCTICA 5: ACCESO A FUENTES DE FINANCIAMIENTO SOSTENIBLE: BONOS VERDES

Los bonos verdes son instrumentos de deuda emitidos por gobiernos, instituciones financieras o empresas con el objetivo de financiar proyectos que generen beneficios ambientales. Si bien los bonos verdes tienen las mismas condiciones financieras y jurídicas que los bonos ordinarios, la diferencia radica en que los recursos captados deben destinarse a financiar o refinanciar actividades o proyectos sostenibles elegibles. En cuanto a la aplicación de bonos verdes en proyectos financiados bajo el esquema de APP, el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD por sus siglas en inglés) propone en la publicación Green Bonds in Public-Private Partnerships (2015) que los bonos verdes sean una forma alternativa de financiar APP verde mediante la participación de los mercados de capital. En este sentido, se expone que, en la







mayor parte del mundo, las APP todavía dependen en gran medida de los préstamos bancarios para satisfacer sus necesidades de financiación. No obstante, la volatilidad subyacente del apetito crediticio de los bancos puede hacer que el costo del financiamiento sea muy elevado, especialmente durante situaciones de tensión en los mercados. En este contexto, se cree que los bonos verdes tienen el potencial de cerrar esta brecha de financiación. Existen dos enfoques principales para integrar los bonos verdes en proyectos:

- Emisión de bonos verdes por parte del concesionario. Bajo este modelo, el gobierno emite bonos verdes o atrae préstamos soberanos para financiar hitos específicos del proyecto, como la finalización de la construcción. Este esquema da el rol principal a la entidad de gobierno sobre la identificación de las opciones de tipo de emisiones que se ajusten al proyecto y sobre el monitoreo y evaluación de los objetivos sostenibles del proyecto, garantizando que el concesionario cumpla estos objetivos como parte del pago por hitos. Para el caso colombiano, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público elaboró un marco de referencia de bonos verdes que se puede consultar en el Apéndice 3 del documento de información complementaria a la guía.
- Líneas de crédito sostenibles. En este caso, el concesionario asume la emisión de bonos verdes para cubrir parte de la deuda del proyecto. En experiencias recientes, este tipo de financiamiento ha sido respaldado por Instituciones Financieras de Desarrollo (IFD), fortaleciendo la confianza de los inversores y garantizando condiciones favorables. En este esquema el concesionario tiene la responsabilidad de examinar las opciones de emisiones que se ajusten y desarrollar los reportes de monitor de acuerdo con los principios de la ICMA²⁶.

²⁶ Asociación Internacional del Mercado de Capitales (ICMA por sus siglas en inglés)

Recuadro 14Financiación a través de bonos verdes de proyectos APP

Proyecto North Island Hospitals							
	PAÍS		SECTOR		BUENA PRÁCTICA		
<u>&</u>	Canadá	•	Salud	ф	Financiamiento sostenible mediante emisión de bonos verdes		

El North Island Hospitals Project marcó un hito al convertirse en la primera emisión de bonos verdes para financiar un proyecto de APP en América del Norte y la primera en el ámbito de infraestructura pública en Canadá. La emisión se realizó en 2014 por un monto de 231.5 millones de dólares canadienses, con un vencimiento a 32 años y una calificación crediticia de "AAA". Esta operación despertó un alto interés entre los inversores y fue sobresuscrita, atrayendo tanto a compradores tradicionales como nuevos participantes en el mercado, incluidos gestores de fondos y compañías de seguros.

El proyecto contempla el diseño, construcción, financiamiento y mantenimiento durante 30 años de dos hospitales en la región de Vancouver Island. Ambos establecimientos están diseñados para cumplir con los estándares LEED Oro, con metas estrictas de reducción de consumo energético y emisiones de GEI.

Figura 28
North Island Hospitals



Fuente: <u>Página web de Graham.</u>

La emisión fue gestionada por Tandem Health Partners, en colaboración con los bancos subyacentes National Bank Financial y Bank of Nova Scotia. La sólida calificación crediticia de la provincia de Columbia Británica (AAA), que actúa como proveedor de pagos anuales de servicio al concesionario, fue un factor clave para generar confianza entre los inversores. Adicionalmente, la certificación como bono verde contribuyó a cerrar la emisión con un margen competitivo frente a otros proyectos APP, incentivando la exploración de esta modalidad en otras provincias y sectores en Canadá.

Fuentes: Infra PPP (2014). North Island Hospitals Project financed with green bond.

Connor, Clark & Lunn Financial Group (s.f.). North Island Hospital Project

British Columbia (2014). North Island Hospitals Project green bond issue a first



EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y PRINCIPALES LECCIONES APRENDIDAS

Muchas de las buenas prácticas definidas en las fases anteriores se consolidarán en la Etapa de Transacción o de firma de contrato. Para lograrlo, es crucial integrar criterios de adaptación, mitigación climática y respuesta a desastres en cada fase del proceso contractual, desde la definición de los TdR hasta el cierre financiero del proyecto. Este enfoque permite, no solo mitigar riesgos climáticos y sus impactos económicos, sino también aprovechar oportunidades de financiamiento sostenible y fomentar prácticas innovadoras.

En los TdR se deben establecer requisitos mínimos relacionados con riesgos climáticos y de desastres, como certificaciones específicas, o equipos con experiencia previa y capacidades técnicas en temas climáticos y de resiliencia. Asimismo, los criterios de evaluación deben incluir métricas claras de desempeño vinculadas a la mitigación y adaptación climática, incentivando propuestas que promuevan prácticas sostenibles. La inclusión de indicadores clave de desempeño, tales como reducción de emisiones de carbono, eficiencia energética y uso de materiales resilientes, es fundamental para evaluar y premiar el cumplimiento de objetivos climáticos. Además, estos indicadores deben estar vinculados a bonificaciones o penalizaciones contractuales, incentivando el compromiso del socio privado con los estándares climáticos. Este último punto se recoge de forma amplia en el Apéndice 5 del documento de información complementaria a la quía.

En la fase de Evaluación de Ofertas se deberá considerar la capacidad y la experiencia del equipo en aspectos climáticos y de resiliencia para precalificar en el proceso de envío de oferta. De igual manera, se deberá considerar cuál es la metodología propuesta por la parte privada para la cuantificación de los indicadores y, a ser posible, cuáles son las metas a las que se comprometen como parte de la propuesta enviada. Se sugiere que los proyectos con prácticas de sostenibilidad más ambiciosas puedan tener una ventaja competitiva en la Evaluación de Ofertas.

En la fase de Preparación Contractual, la inclusión de cláusulas específicas para la gestión de riesgos climáticos es fundamental. Esto abarca mecanismos de reequilibrio económico ante eventos extremos, disposiciones de fuerza mayor y estrategias adaptativas que aseguren la continuidad operativa del proyecto. La incorporación de seguros "todo riesgo" y la vinculación de indicadores de resiliencia en los pagos periódicos fortalecen la capacidad del proyecto para enfrentar eventos adversos. El financiamiento sostenible juega un rol clave en compensar los costos iniciales de incorporar estrategias climáticas. Instrumentos como bonos verdes, subsidios y líneas de crédito preferenciales facilitan el acceso a recursos financieros bajo condiciones favorables, promoviendo la viabilidad económica del proyecto. Estos mecanismos deben integrarse estratégicamente en los esquemas de pago por disponibilidad y en los incentivos tributarios, vinculando directamente la sostenibilidad con los resultados financieros.

Finalmente, la adopción de estándares internacionales como Envision o LEED en los contratos de APP asegura un enfoque holístico y verificable para abordar los desafíos climáticos. Estos sistemas, al establecer criterios claros y promover la mejora continua, garantizan la alineación con mejores prácticas internacionales y refuerzan la transparencia y confianza en los proyectos.



Evaluación de conocimientos

Evalúe los conocimientos adquiridos en la sección de **Etapa de Transacción** completando el siguiente formulario. Haga clic **aquí** para comenzar.







OBJETIVOS DE LA GUÍA EN LA ETAPA DE GESTIÓN DE CONTRATOS

La guía busca alcanzar los siguientes objetivos en la Etapa de Gestión de Contratos:

- Definir los procesos de seguimiento y monitoreo relativo a la fase de construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento.
- Proveer lineamientos para el desarrollo de: (i) Plan de Gestión del Riesgo de Desastre; (ii) Plan de Adaptación Climática, y (iii) Plan de Reducción y Compensación de GEI.
- Atender los lineamientos relativos a las cláusulas de fuerza mayor y de reequilibrio económico-financiero del contrato de APP en caso de que se produzcan tales supuestos.
- Recomendaciones sobre cómo dar seguimiento a los indicadores de desempeño propuestos en las etapas anteriores.

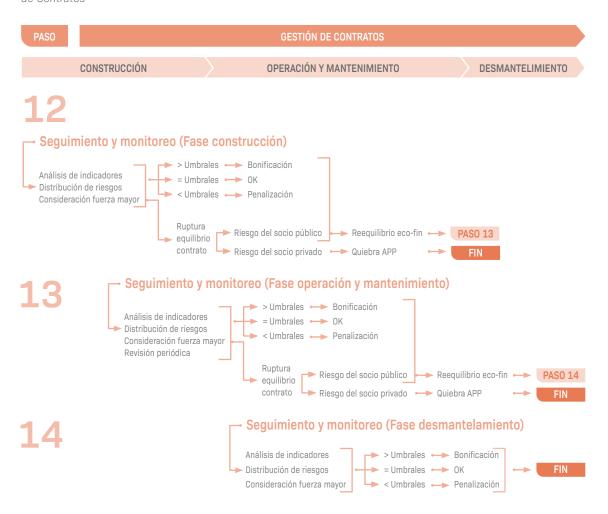


DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA

Durante esta etapa, se tendrán en cuenta, en su caso, los lineamientos para los procesos de reequilibrio económico-financiero establecidos en los contratos, tal como se ha descrito en la Etapa de Transacción anterior. También se preparan los sistemas de monitoreo y supervisión de los contratos y se analiza el impacto en la rentabilidad y viabilidad financiera del contrato.

La Figura 29 mostrada a continuación ilustra de manera esquemática los pasos a seguir en la Etapa de Gestión de Contratos, que están vinculados a las tres fases del contrato.

Figura 29
Pasos a seguir para la incorporación de soluciones de adaptación y mitigación climática en la Etapa de Gestión de Contratos



Tal como se detalla en la ilustración anterior, los pasos a llevar a cabo en esta etapa están vinculados a las fases del contrato: construcción, operación y mantenimiento y, finalmente, desmantelamiento.

Fase 1 Estudios y diseños definitivos

En esta fase, se desarrollan los diseños técnicos detallados de todos los elementos y especialidades necesarios para la ejecución del proyecto de infraestructura. Estos diseños deben ser lo suficientemente precisos y completos para que el constructor pueda llevar a cabo su implementación. El propósito principal de esta fase es concretar en terreno el proyecto final y definir cada uno de sus componentes, permitiendo así el inicio de su construcción.

Fase 2

Seguimiento y monitoreo (fase de construcción)

El seguimiento y monitoreo durante toda la fase de construcción del proyecto debe tener en cuenta tres aspectos: (i) el análisis del grado de cumplimiento de los indicadores establecidos; (ii) la distribución de los riesgos entre el socio público y el socio privado para determinar quién tiene que asumir el impacto y llevar a cabo su resolución, y (iii) las consideraciones de fuerza mayor para identificar las causas y las repercusiones en cuanto a la posible ruptura del equilibrio económico-financiero del contrato.

Si el impacto de tales riesgos provoca la ruptura del equilibrio del contrato y dichos riesgos están asignados al socio privado, puede derivar en la quiebra del contrato de APP, salvo que se proceda al reequilibrio económico del contrato y/o una reasignación puntual del reparto de determinados riesgos. En lo referente a los indicadores de esta fase, se podrían generar penalizaciones o bonificaciones según el grado de cumplimiento de los umbrales establecidos.

Fase 3

Seguimiento y monitoreo (fase de operación y mantenimiento)

En la fase 3, el procedimiento es similar al descrito para la fase 2, pero enfocado en la operación y mantenimiento de la infraestructura, con la única diferencia de que en esta fase 3 el monitoreo se desarrolla durante un plazo mucho mayor en el que debe enfocarse la atención en la conservación y el mantenimiento. Por otro lado, en esta fase se puede recomendar la revisión periódica de los riesgos.

Fase 4

Seguimiento y monitoreo (fase de desmantelamiento)

En la fase 4, el procedimiento es similar al descrito para las fases 2 y 3, pero enfocado al desmantelamiento de la infraestructura. En este paso no hay posibilidad de ruptura del equilibrio económico-financiero del contrato.

RESUMEN DE BUENAS PRÁCTICAS DE LA ETAPA DE GESTIÓN DE CONTRATOS

A continuación, se presenta el índice de buenas prácticas sugeridas para la Etapa de Gestión de Contratos. Esta etapa se encarga de dar seguimiento a los compromisos definidos durante la firma del contrato entre las partes. Por tanto, se garantiza: (i) que los criterios e indicadores definidos cumplen las expectativas y (ii) que se crean los sistemas de gestión que permitan dar seguimiento a dichos compromisos.

Tabla 9

Resumen de buenas prácticas en la Etapa de Gestión de Contratos

M: Mitigación / A: Adaptación / R: Resiliencia y respuesta a desastres

BUENA	S PRÁCTICAS	Aplicabilidad(*)	M	А	R
1	Asegurar la integración de criterios de sostenibilidad en los diseños definitivos del proyecto	Necesaria	•	•	
2	Monitoreo continuo de indicadores de desempeño y/o sellos de certificación	Necesaria	•	•	•
3	Plan de Gestión del Riesgo de Desastres	Necesaria		•	•
4	Plan de Adaptación Climática	Necesaria		•	•
5	Plan de Reducción y Compensación de GEI	Necesaria	•		

^(*) Las buenas prácticas clasificadas como "necesarias" no tienen una connotación normativa o similar, sino que son condiciones imprescindibles para que los criterios climáticos y de respuesta a desastres se mantengan en el tiempo y tengan un impacto real en los proyectos.



BUENA PRÁCTICA 1: ASEGURAR LA INTEGRACIÓN DE CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO

Esta buena práctica busca asegurar que los diseños definitivos reflejen las mejores prácticas en sostenibilidad y mitigación del cambio climático definidas en la Etapa de Estructuración del proyecto, permitiendo la implementación efectiva de estas estrategias durante la fase de construcción y a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esto facilita el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad, y también prepara al proyecto para cumplir con los requisitos de certificaciones reconocidas, como LEED y Envision, si así se decide.

Aunque los diseños definitivos son realizados principalmente por el socio Privado, es fundamental que la entidad pública supervise y promueva la integración de estas estrategias sostenibles desde el inicio de esta fase. Esto asegura que los criterios de sostenibilidad no sean obviados y que el proyecto cumpla con los objetivos climáticos establecidos.

Las recomendaciones de sostenibilidad a tener en cuenta en esta buena práctica son:

- Coordinación temprana: Asegurar que las decisiones tomadas en esta fase estén alineadas con los prediseños y estudios de factibilidad realizados previamente, evitando omisiones en criterios de sostenibilidad identificados como críticos en las etapas iniciales del proyecto.
- Materiales sostenibles: Seleccionar materiales de construcción con baja huella de carbono, priorizando aquellos certificados por estándares internacionales, como la Declaración Ambiental de Producto (DAP) y otros reconocimientos que aseguren su bajo impacto ambiental.
- Energías renovables y eficiencia energética: Diseñar sistemas que permitan la implementación de fuentes de energía renovable (como paneles solares o energía eólica) y maximizar la implementación de estrategias de eficiencia energética y reducción de la demanda en las operaciones del proyecto.
- Economía circular: Incluir en los diseños estrategias para optimizar el uso de recursos, tales como reciclaje, reutilización de materiales y reducción de residuos durante la construcción y operación del proyecto. Promover también la circularidad en el uso del recurso hídrico mediante la utilización de fuentes alternativas al agua potable para la construcción y operación del proyecto.
- Involucrar a equipos multidisciplinarios: Garantizar la participación de expertos en sostenibilidad, diseño ambiental y economía circular en la elaboración de los diseños definitivos, para integrar estas estrategias de forma efectiva y viable.



BUENA PRÁCTICA 2: MONITOREO CONTINUO DE INDICADORES DE DESEMPEÑO Y/O SELLOS DE CERTIFICACIÓN

El seguimiento y monitoreo continuo de indicadores de desempeño climáticos y la gestión de los sellos de certificación internacionales es una práctica importante en la gestión de proyectos de infraestructura de APP, especialmente cuando se abordan riesgos climáticos y de desastres. Aunque están relacionados, cada uno cumple un propósito diferente: los indicadores miden el cumplimiento de metas específicas, mientras que los sellos evalúan la sostenibilidad integral del proyecto. Asi mismo, en la Etapa de Gestión de Contratos, se recomienda continuar con el uso y actualización del dashboard de sostenibilidad con fines de monitoreo, una herramienta clave que ya ha sido mencionada en las Etapas de Evaluación Inicial y Estructuración. Este proceso abarca todas las fases incluyendo el diseño, cómo se tuvo en cuenta en la Etapa de Estructuración y en la buena práctica anterior, la construcción, la operación y mantenimiento y el desmantelamiento.

Durante la **fase de construcción** se implementarán las soluciones técnicas que se definieron en las Etapas anteriores (Etapa de Estructuración y Etapa de Transacción). Algunos ejemplos incluyen el uso de materiales con baja huella de carbono, instalación de fuentes de energías renovables , medidas de eficiencia energética o SbN. Los indicadores de desempeño propuestos deberán ser claros y medibles (ver Apéndice 1 del documento de información complementaria a la guía²⁷ para más información sobre los indicadores propuestos). En los casos en que los proyectos busquen alcanzar una certificación de sostenibilidad, la fase de construcción será clave para garantizar que las medidas implementadas cumplan con los requisitos específicos de los sellos, además de recopilar la documentación y evidencia necesaria para dicho propósito.

En la fase de operación y mantenimiento (0&M), se debe implementar un sistema robusto de seguimiento y control que garantice que las metas definidas en las fases tempranas se siguen cumpliendo a medio y largo plazo. Considerando que la etapa de 0&M es la más larga del proyecto, se recomienda llevar a cabo la revisión periódica de las hipótesis y proyecciones climáticas que se utilizaron en las fases tempranas de planificación y diseño del proyecto, especialmente por los denominados riesgos emergentes. Esto permitirá identificar si la vulnerabilidad y exposición ha cambiado, y en caso de ser así, se deberán definir las actuaciones a llevar a cabo. La periodicidad de estos análisis dependerá del nivel de riesgo, y dicha periodicidad deberá quedar claramente definida en el contrato entre las partes.

Es importante destacar que, en ocasiones, certificaciones de sostenibilidad internacionales (por ejemplo, LEED, Envision, etc.) no requieren una revisión continua durante la fase de operación para mantener su validez, lo cual no implica que los incentivos financieros del proyecto no estén vinculados a alcanzar ciertos indicadores de desempeño. Estos indicadores de desempeño—y las metas a alcanzar—deberán haber sido definidos previamente. Además, en esta fase es importante prever los procesos de reequilibrio económico-financiero necesarios para mantener la viabilidad del contrato y contemplar la aplicación de bonificaciones o penalizaciones al socio privado según su cumplimiento con las obligaciones derivadas de esas metas de sostenibilidad requeridas.

En la fase de operación y mantenimiento (0&M), se debe implementar un sistema robusto de seguimiento y control que garantice que las metas definidas en las fases tempranas se siguen cumpliendo a medio y largo plazo. Considerando que la etapa de 0&M es la más larga del proyecto, se recomienda llevar a cabo la revisión periódica de las hipótesis y proyecciones climáticas que se utilizaron en las fases tempranas de planificación y diseño del proyecto, especialmente por los denominados riesgos emergentes. Esto permitirá identificar si la vulnerabilidad y exposición ha cambiado, y en caso de ser así, se deberán definir las actuaciones a llevar a cabo. La periodicidad de estos análisis dependerá del nivel de riesgo, y dicha periodicidad deberá quedar claramente definida en el contrato entre las partes. Merece la pena destacar

²⁷ Este documento incluye una serie de apéndices cuyo objetivo es: (i) profundizar en temas clave relacionados con el objeto de la guía y (ii) proporcionar información adicional y detallada de algunas secciones de la guía.



que, en ocasiones, certificaciones de sostenibilidad internacionales (por ejemplo, LEED, Envision, etc.) no requieren una revisión continua del cumplimiento de los estándares, lo cual no implica que los incentivos financieros del proyecto no estén vinculados a alcanzar ciertos indicadores de desempeño. Estos indicadores de desempeño—y las metas a alcanzar—deberán haber sido definidos previamente. Además, en esta fase es importante prever los procesos de reequilibrio económico-financiero necesarios para mantener la viabilidad del contrato y contemplar la aplicación de bonificaciones o penalizaciones al socio privado según su cumplimiento con las obligaciones derivadas de esas metas de sostenibilidad requeridas.

Finalmente, en la **fase de desmantelamiento** del proyecto, resulta fundamental evaluar los indicadores de sostenibilidad y resiliencia climática para determinar el éxito de las medidas implementadas a lo largo de su ciclo de vida, asegurando que los estándares de sostenibilidad y resiliencia establecidos se hayan mantenido hasta el desmantelamiento, y que el entorno donde se ha ubicado el proyecto se devuelva a su condición original. Para devolver el proyecto a su condición original, será necesario haber definido dicha condición (o línea base) en la Etapa de Transacción, asegurando que la responsabilidad de una limpieza potencial de suelos contaminados, gestión desechos asociados a la demolición (si fuese necesario), o manejo de materiales tóxicos, queda asignada a la parte mejor posicionada para su gestión. Se deberán haber definido penalizaciones, en caso de que el proceso de desmantelamiento de la infraestructura no se lleve a cabo cumpliendo los estándares de sostenibilidad acordados.





Los sellos de certificación internacional tanto para edificación vertical (LEED) como para proyectos de infraestructura civil (Envision), incorporan una visión holística de sostenibilidad. Por tanto, la adaptación y mitigación al cambio climático, o la resiliencia y la respuesta frente a desastres, forman parte de los objetivos a evaluar como parte de estas certificaciones, pero no son las únicas. Otros aspectos que también forman parte de dichas certificaciones incluyen, impactos sociales generados por los proyectos, integración de partes interesadas, uso eficiente de recursos, o preservación de aspectos medioambientales, entre otros.

A pesar de que se espera que los indicadores de desempeño sean comunes en todas las fases, pueden existir ajustes necesarios en el proceso de monitoreo a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Para mayor detalle respecto a los indicadores potenciales a utilizar ver el Apéndice 1 del documento de información complementaria que acompaña a la presente guía.





De acuerdo con lo señalado en la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 1081 de 2015, adicionado mediante el Decreto 2157 de 2017, todas las entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre para la sociedad, deberán formular o adoptar e implementar Planes de Gestión de Riesgo de Desastre de Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP). A continuación, se resumen sus componentes principales en cuanto a conocimiento del riesgo, reducción del riesgo, manejo de desastres, y plan de inversiones que deberán formar parte de este PGRD.

Tabla 10Principales componentes a considerar para el desarrollo del Plan de Gestión de Riesgo de Desastres (PGRD)

Proceso para	a el Plan de Gestión d	le Riesgo de Desastres (PGRD)
1. Conocimiento del Riesgo	1.1 Establecimiento del Contexto	Contexto interno y externo: identifica características generales de la actividad, como ubicación, procesos, y elementos expuestos a riesgos. Contexto del proceso de gestión del riesgo: define roles, metodologías de valoración, y estudios necesarios para gestionar los riesgos. Criterios del riesgo: provee directrices para evaluar probabilidad, consecuencias y niveles de tolerancia al riesgo.
	1.2 Valoración del Riesgo	Identificación del riesgo: caracteriza amenazas internas y externas, elementos expuestos y posibles escenarios de afectación. Análisis del riesgo: determina probabilidad y consecuencias utilizando métodos cualitativos, cuantitativos o semicuantitativos. Evaluación del riesgo: establece prioridades y medidas para reducir o manejar los riesgos.
	1.3 Monitoreo del Riesgo	Protocolos de seguimiento para identificar cambios en amenazas, notificar alertas y prevenir emergencias.
2. Reducción del Riesgo	2.1 Intervención Correctiva	Medidas estructurales y no estructurales para reducir riesgos actuales en la población y el entorno. Priorización de medidas mediante análisis costo-beneficio y viabilidad técnica y presupuestal.
	2.2 Intervención Prospectiva	Garantiza que no surjan nuevas exposiciones a riesgos mediante el cumplimiento de normativas territoriales y diseños adaptativos para actividades nuevas o existentes.
	2.3 Protección Financiera	Promueve la suscripción de instrumentos financieros que cubran costos de daños y recuperación, reduciendo la exposición económica ante desastres.
3. Manejo de Desastres	3.1 Plan de Emergencia y Contingencia (PEC)	Preparación para la respuesta: capacitación, simulacros y organización de recursos para responder eficazmente a emergencias. Ejecución de la respuesta: protocolo de actuación basado en niveles de emergencia, sistemas de alerta temprana y coordinación interinstitucional. Actualización periódica del PEC para garantizar su efectividad.
4. Plan de Inversiones	Plan de Inversiones	El PGRDEPP debe incluir un plan de inversiones detallado que contemple acciones a corto, mediano y largo plazo, asignación de responsabilidades, presupuesto y planificación financiera, garantizando su integración en los instrumentos de desarrollo de las entidades.





BUENA PRÁCTICA 3.1: PLANES DE CONTINUIDAD DE OPERACIONES (PCO)

Como parte del PGRD, o como documento aparte (con base en las características propias del proyecto), se recomienda el **desarrollo de Planes de Continuidad de Operaciones (PCO)** para garantizar que las infraestructuras críticas puedan mantener o restablecer funciones esenciales durante e inmediatamente después de un desastre. Estos planes deben incluir la identificación de funciones críticas, lo cual permite priorizar los servicios esenciales y realizar un Análisis de Impacto Operacional (AIO) para determinar el tiempo máximo tolerable de interrupción de cada servicio. La redundancia de sistemas, mediante la duplicidad o descentralización de funciones críticas, debe ser un aspecto clave del PCO, garantizando que los servicios puedan continuar a pesar de los fallos. Además, se debe establecer un plan detallado de restauración de servicios y operaciones que considere la infraestructura tecnológica y los sistemas que sustentan esas operaciones, con especial énfasis en la protección de activos tecnológicos.

Otro componente esencial es la gestión de recursos humanos y operativos, la cual incluye medidas de reemplazo y movilidad del personal, así como estrategias para garantizar el suministro continuo de recursos esenciales como combustible, repuestos y otros materiales clave para la operación de la infraestructura. Además, es fundamental llevar a cabo simulacros y pruebas periódicas del PCO para evaluar la efectividad de los procesos en condiciones reales. Finalmente, se deben formalizar acuerdos y estrategias de comunicación y coordinación público-privada, que faciliten la colaboración entre las partes involucradas y aseguren que la información crítica se comparta de manera fluida. Estos acuerdos deben establecer canales claros de comunicación para coordinar las respuestas a emergencias y facilitar la recuperación post-evento, promoviendo alianzas estratégicas que optimicen los recursos disponibles y fortalezcan la resiliencia del proyecto ante desastres.





BUENA PRÁCTICA 3.2: OTRAS INICIATIVAS PARA HACER FRENTE A EVENTOS FORTUITOS

Acompañando a los planes ya mencionados anteriormente, existen ciertas iniciativas adicionales que pueden ayudar a hacer frente a eventos fortuitos. Algunos de estas iniciativas incluyen:

Planes de Evacuación y Seguridad y protocolos de cierre de operaciones

Planes como estos son esenciales para proteger vidas, salvaguardar bienes y garantizar que las operaciones críticas enfrenten interrupciones mínimas durante eventos inesperados como desastres naturales, incendios o emergencias técnicas.

Un Plan de Evacuación y Seguridad asegura que todos sepan cómo actuar en una emergencia. Incluye la identificación de rutas de evacuación, puntos de encuentro, y la asignación de roles claros al personal para coordinar una respuesta ordenada. También integra sistemas de comunicación y alarmas para alertas oportunas, mientras que la iluminación de emergencia garantiza visibilidad incluso en condiciones adversas. Además, se prepara equipo de rescate y suministros de primeros auxilios para atender necesidades inmediatas. Entrenamientos regulares y simulacros ayudan a que todas las personas involucradas se sientan seguras y listas para actuar de forma rápida y efectiva.



Por otro lado, los protocolos de cierre de operaciones se enfocan en detener las actividades en instalaciones críticas de manera segura. Esto incluye pasos como apagar equipos, desconectar fuentes de energía y aplicar medidas para contener riesgos ambientales, como derrames de materiales peligrosos. Además, estos protocolos aseguran que los cierres puedan revertirse metódicamente, permitiendo la reanudación segura y eficiente de las operaciones una vez controlada la emergencia.

Ambos planes son dinámicos y necesitan actualizaciones periódicas para incorporar lecciones aprendidas de simulacros o incidentes previos, garantizando que sigan siendo prácticos y efectivos en un entorno cambiante.

Fondos de Contingencia

Los fondos de contingencia son una herramienta que pueden dar apoyo en el caso de sufrir emergencias o desastres que puedan afectar la operación o desarrollo de un proyecto de infraestructura (incluyendo en el contexto de APP). El objetivo de este tipo de fondos es crear una reserva financiera que permita responder de manera inmediata ante eventos inesperados, como desastres naturales, fallas técnicas graves o situaciones de crisis, sin poner en riesgo la continuidad del proyecto ni las finanzas de las partes involucradas.

Estos fondos pueden estar diseñados para ser accesibles tanto por la parte pública como por la privada, ofreciendo flexibilidad para actuar de forma rápida en momentos críticos. Con estos fondos se pueden cubrir gastos urgentes, como reparaciones, medidas de mitigación de riesgos y otras acciones necesarias para restablecer la normalidad.

Más allá de su función inmediata, de recuperación frente a eventos inesperados, este tipo de iniciativas también generan confianza entre las partes involucradas—inversionistas, operadores y comunidades—al mostrar que existen planes sólidos para manejar crisis. Para garantizar su efectividad, es fundamental que estos fondos estén claramente definidos en los contratos, incluyendo las condiciones de uso, los mecanismos para reponerlos y las estrategias de supervisión para asegurar transparencia y un manejo adecuado.



Recuadro 15Desarrollo de un Plan de Gestión de Riesgo de Desastres

Concesión vial Villavicencio - Yopal						
	PAÍS		SECTOR		BUENA PRÁCTICA	
<u>&</u>	Colombia	•	Transporte	ф	Implementación de un sistema integral de gestión del riesgo que abarca prevención, mitigación, monitoreo y manejo de desastres durante todas las etapas del proyecto.	

El proyecto de concesión vial Villavicencio – Yopal, liderado por Covioriente S.A.S., ha desarrollado el Plan de Gestión de Riesgo de Desastre de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP) como se establece en el Decreto 2157 de 2017. Este plan se diseñó teniendo en cuenta la norma ISO 31000:2018, la cual establece un marco robusto para identificar, evaluar y mitigar riesgos relacionados con desastres naturales y antrópicos a lo largo del corredor vial.

Figura 30 Concesión vial Villavicencio – Yopal



Fuente: Página web de la Concesionaria Vial del Oriente

El PGRDEPP articula acciones entre el concesionario, las autoridades locales y las comunidades de las zonas de influencia, fomentando un modelo de corresponsabilidad. En el componente técnico, se destaca el análisis detallado de riesgos geológicos e hídricos, que permitió identificar amenazas como deslizamientos en el piedemonte llanero y eventos de inundación en áreas bajas. Basados en estos estudios, se implementaron intervenciones correctivas y prospectivas, tales como la construcción de drenajes mejorados, estabilización de taludes mediante reforestación y control de erosión, y la adecuación de estructuras resilientes frente a variaciones climáticas extremas.

En paralelo, el manejo del desastre está respaldado por protocolos claros que incluyen simulacros periódicos, monitoreo constante del corredor vial, y la capacitación de brigadas de respuesta rápida. Estas brigadas, compuestas por personal técnico entrenado, están equipadas para operar vehículos especializados y gestionar emergencias como accidentes o bloqueos causados por eventos climáticos severos. Además, se desarrollaron planes de contingencia en coordinación con los municipios, asegurando un tiempo de respuesta óptimo para reducir pérdidas humanas y materiales.

Fuente: Concesionaria Vial del Oriente (2019). <u>Plan de gestión de riesgo de desastre de las entidades</u> públicas y privadas, versión 7.



BUENA PRÁCTICA 4: PLAN DE ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

Un Plan de adaptación constituye un instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada frente a los efectos del cambio climático. Tiene como principal objetivo evitar o reducir los daños presentes y futuros derivados del cambio climático y fortalecer las capacidades resilientes. En este plan deberán figurar los objetivos y metas de adaptación de cada proyecto, junto con el plan de implementación, seguimiento y monitoreo de dichas medidas.

Fase 1

Diseño de estrategias de adaptación climática. Como parte de la información a contener en el Plan de Adaptación Climática del proyecto, se deberán conocer las estrategias de adaptación climática más pertinentes con base en los análisis realizados en las fases previas y con base en los riesgos climáticos del contexto del proyecto. Estas estrategias deben ser consistentes con las metas del PNACC, que incluyen la reducción de la vulnerabilidad y la mejora de la resiliencia de las infraestructuras y las comunidades, a la vez que son flexibles, para asegurar un análisis periódico de los riesgos. Las soluciones a proponer como parte de este plan pueden ser híbridas, mediante el uso tanto de alternativas naturales (como restauración de ecosistemas, gestión sostenible del agua) en combinación con soluciones tradicionales o grises (infraestructura de protección, como diques, presas, y sistemas de drenaje).

Fase 2

Plan de implementación de acciones. Las estrategias de adaptación seleccionadas deberán quedar articuladas en una hoja de ruta para su implementación exitosa, incluyendo: (i) una descripción precisa de las acciones de cada medida de adaptación hasta el nivel que permita su correcta ejecución; (ii) el cronograma de ejecución o calendario de implementación de las medidas según ciclos de planificación secuenciales, teniendo en cuenta cada una de las fases del ciclo de vida de la infraestructura; (iii) los actores involucrados en la implementación de las medidas con roles claros asociados, y (iv) los resultados y metas concretas que deben considerarse en el proceso de implementación (hitos de ejecución).

Fase 3

Presupuesto para la adaptación. El plan de implementación deberá acompañarse de una sección presupuestaria donde se detalle: (i) la inversión necesaria para la ejecución de las acciones de adaptación que se incluyen dentro de cada medida, desglosadas por unidades de obra, teniendo en cuenta costos directos e indirectos; (ii) los ahorros o costos evitados bajo escenarios de inacción adaptativa, y (iii) otros beneficios y co-beneficios cuantificables asociados a la implementación de la estrategia.

Fase 4

Plan de seguimiento y monitoreo. El seguimiento y monitoreo del plan ayuda a medir el desempeño de las soluciones de adaptación implementadas. Como requisito mínimo, este plan debe contener: (i) cronograma y calendario de revisión del plan; (ii) definición de indicadores de monitoreo²⁸ claros y medibles para cada una de las medidas implementadas; (iii) elaboración periódica de un informe global de riesgos derivados del cambio climático; (iv) hoja de registros de eventos adversos e impactos acontecidos para su consideración en el proceso de revisión, y (iv) comunicaciones, roles y funciones y articulación entre las partes.

²⁸ Los indicadores de monitoreo son una herramienta que aporta una visión dinámica de los efectos derivados del cambio climático y los progresos obtenidos en materia de adaptación.

Recuadro 16

Plan de Adaptación de la Red Vial Primaria de Colombia

Plan VÍAS-CC: Vías Compatibles con el Clima PAÍS Colombia SECTOR Transporte Desarrollo e implementación de un plan integral de adaptación al cambio climático para la Red Vial Primaria (RVP).

El Plan VÍAS-CC destaca como el primer esfuerzo integral de adaptación al cambio climático en el sector vial colombiano, incorporando estudios de vulnerabilidad climática que identificaron que el 40% de la red vial primaria, equivalente a 5.800 km, presenta niveles altos de riesgo climático al 2040. Esto incluye riesgos como deslizamientos en zonas de cordillera y afectaciones en áreas costeras por el ascenso del nivel del mar.

El plan incorpora la evaluación de vulnerabilidad climática de la red vial, incluyendo cinco estudios piloto representativos de las diversas regiones del país. Estos estudios permiten identificar tramos críticos y proponer medidas específicas de adaptación, como mejoramientos en los sistemas de drenaje, estabilización de taludes y diseño de carreteras capaces de soportar variaciones extremas de temperatura y precipitación.

La innovación es un eje transversal del plan, promoviendo la integración de modelos climáticos proyectados en el diseño y mantenimiento de la infraestructura vial. De esta manera, se superan las limitaciones de los datos históricos y se adoptan soluciones adaptativas de largo plazo. El plan ha facilitado la articulación interinstitucional y el fortalecimiento de capacidades técnicas en entidades clave como el Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y promovió la creación del Grupo de Asuntos Ambientales y Desarrollo Sostenible dentro del Ministerio de Transporte, así como la inclusión de consideraciones climáticas en proyectos viales bajo el esquema 4G.

Fuente: <u>GSD+, GRUPO E3 SAS, Ministerio de Transporte de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. 2014.</u>

<u>Plan VÍAS-CC: vías compatibles con el clima.</u>



Las metodologías aplicadas en las fases previas del proyecto permiten evaluar las emisiones de GEI utilizando análisis del ciclo de vida, entre otros. En la Etapa de Gestión de Contratos se debe desarrollar un plan detallado que permita dar cumplimiento a los compromisos de las etapas previas. Para tal fin se recomiendan varios pasos:

Paso 1

Identificación de estrategias de reducción y compensación de GEI. Estas acciones deben basarse en el Plan de Reducción y Compensación desarrollado durante etapas previas, adaptándose a las especificaciones finales de diseño e ingeniería y los resultados actualizados del cálculo de la HCP. Las estrategias deben priorizar la eficiencia energética, la economía circular, y el uso directo de energías renovables, como la generación in situ o la contratación de fuentes externas sostenibles (WB, 2022). Un ejemplo consiste en contratar parte del suministro de energía que requiere el proyecto proveniente de fuentes renovables garantizadas a través de Certificados de Energías Renovables (RECs). También deben fo-

mentarse tecnologías basadas en biomasa y calor renovable, así como la sustitución de combustibles fósiles por alternativas de emisiones cero, con metas integradas en los indicadores del contrato. Adicionalmente, la compensación de emisiones debe incluir SbN, como la restauración de ecosistemas y el desarrollo de sumideros de carbono, integradas en las cláusulas contractuales. Estas medidas deben ser monitoreadas periódicamente y ajustadas en respuesta a modificaciones contractuales o reequilibrios financieros, garantizando que los objetivos climáticos se mantengan alineados con los compromisos del proyecto y las metas nacionales de sostenibilidad.

Como parte del Plan de Reducción y Compensación de GEI, y buscando alcanzar objetivos de carbono neutralidad, es frecuente que las estrategias de mitigación incluyan acciones adicionales de compensación de GEI, tales como el fomento de sumideros naturales de carbono o SbN, que pueden ofrecer oportunidades de complementación al proceso adaptativo.

Paso 2

Plan de implementación de acciones. Tiene como foco principal detallar las acciones necesarias para ejecutar las opciones de reducción y compensación de GEI definidas en el paso anterior. Esto incluye la identificación de los medios necesarios para llevar a cabo estas acciones, lo cual abarca los requisitos técnicos específicos (como tecnologías, infraestructura y equipos necesarios), los sistemas de apoyo (herramientas, plataformas y personal capacitado), y los ajustes operativos que puedan ser requeridos para integrar las medidas de manera eficiente dentro del funcionamiento del proyecto. Además, es esencial prever los riesgos que podrían afectar la implementación y operación de estas medidas, como fallas tecnológicas, resistencia al cambio organizacional, interrupciones en la cadena de suministro o cambios regulatorios. Para mitigar estos riesgos, se deben proponer medidas de contingencia claras, como la selección de tecnologías con un historial probado, la capacitación continua del personal, la diversificación de proveedores y la vigilancia constante sobre posibles cambios en las regulaciones ambientales. Esta fase tiene como objetivo garantizar que las acciones de mitigación se implementen de manera efectiva, minimizando riesgos y asegurando que el proyecto cumpla con sus metas de sostenibilidad a lo largo del tiempo.

Paso 3

Descripción de costos, ahorros y beneficios de la estrategia. Incluye la realización de un análisis detallado del CCV de las distintas opciones de reducción y compensación de GEI, comparando alternativas para seleccionar la más rentable. Este análisis no solo considera los costos directos asociados con la implementación, operación y mantenimiento de la estrategia, sino también los beneficios colaterales, como la reducción de la contaminación y la mejora de la equidad social. Además, se debe llevar a cabo una evaluación de sensibilidad (estrés) para evaluar el impacto de variables inciertas, como la inflación, las fluctuaciones de precios de los productos básicos y las previsiones de costos a largo plazo, garantizando que la estrategia seleccionada sea robusta ante posibles cambios en el entorno económico. Este enfoque integral asegura que la estrategia elegida sea financieramente viable y maximice los beneficios sociales y ambientales a lo largo de su implementación.

Paso 4

Plan de seguimiento y monitoreo. Como último paso del desarrollo del Plan de Reducción y Compensación de GEI, se debe establecer un sistema robusto de monitoreo y evaluación para controlar el progreso del plan de reducción y compensación de GEI. Esto incluye la definición de indicadores de impacto medibles, como las emisiones evitadas, la cantidad de compensación lograda y el cumplimiento de los objetivos de reducción en los plazos establecidos. El seguimiento debe ser periódico y permitir ajustes a la estrategia según sea necesario, basándose en los resultados obtenidos y en las lecciones aprendidas.



Recuadro 17

Desarrollo de un Plan de reducción y compensación de GEI y obtención de la certificación ICONTEC de Carbono Neutro



Figura 31 Concesión vial Villavicencio – Yopal



Fuente: Concesión Túnel Aburrá Oriente.

Desde hace cuatro años, la Concesión Túnel Aburrá Oriente implementa un riguroso inventario de emisiones de GEI para su operación y las vías asociadas (Variante Palmas, Santa Elena y doble calzada Las Palmas). Basándose en este diagnóstico, desarrolló un plan de gestión para la reducción y compensación de emisiones, auditado por ICONTEC, que en 2023 otorgó la Declaración de Verificación de Inventario de GEI. Este plan incluye metas claras, como reducir un 68% de las emisiones de alcance 1 y 2 para 2025 y un 15% de alcance 3 para 2030, además de la compensación del 100% de las emisiones residuales.

Entre los resultados destacados se encuentran: la modernización del alumbrado público con la instalación de 1.391 luminarias LED, reduciendo un 56% el consumo eléctrico; la obtención del certificado REC de energía renovable; y la mejora en la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado para evitar fugas de gases refrigerantes. Adicionalmente, se promovió la capacitación de comunidades locales en cambio climático y adaptación, fortaleciendo sus capacidades y compromiso con la sostenibilidad ambiental. Esta medición y compensación de GEI permitió que la Concesión obtuviera la certificación CN-CER-2024-75860 por parte de ICONTEC, acreditándolo como una organización Carbono Neutro.

Fuente: La República (2024). <u>Concesión Túnel Aburrá Oriente recibe certificación de carbono</u>
<u>neutralidad de Icontec.</u>

Concesión Túnel Aburrá Oriente (2024). <u>Concesión Túnel Aburrá Oriente fue certificada como</u>
<u>Carbono Neutral.</u>



EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y PRINCIPALES LECCIONES APRENDIDAS

Incorporar criterios climáticos en la Etapa de Gestión de Contratos es clave para asegurar las condiciones de adaptación y mitigación climática y resiliencia del proyecto a largo plazo. Durante esta etapa, el monitoreo y seguimiento continuo de los indicadores climáticos y de sostenibilidad se convierte en una herramienta clave para evaluar y ajustar las soluciones implementadas, desde la construcción hasta el desmantelamiento del proyecto. Considerando que la Etapa de Gestión de Contratos puede durar décadas, es importante garantizar que en este periodo no sólo se asegura el cumplimiento de los objetivos climáticos establecidos en el Plan de Adaptación y Mitigación Climática—formulado en la Etapa de Estructuración—, sino que también se realizan análisis periódicos de los riesgos climáticos (con proyecciones futuras) para asegurar una respuesta adecuada frente a ellos a lo largo de la vida útil de la infraestructura. Este proceso de actualización y revisión de la evaluación de los riesgos climáticos puede llegar incluso a revelar nuevos hallazgos, tales como cambios en los niveles de riesgo, o incluso la presencia de riesgos asociados a amenazas emergentes²⁹ con base en las condiciones climáticas cambiantes y que puedan afectar la operatividad de la infraestructura a medio y largo plazo. La periodicidad de dichos análisis deberá ser definida en el contrato entre las partes y dependerá del nivel del riesgo (alto, medio o bajo). De igual manera, se deberán realizar revisiones periódicas que permitan definir si las estrategias de mitigación para la reducción de GEI han alcanzado las metas deseadas.

Como parte del proceso de supervisión y monitoreo de los proyectos, en esta etapa se desarrollan distintos planes de adaptación y mitigación climática y gestión de riesgos de desastres—incluyendo las intervenciones correctivas y prospectivas—que deben estar claramente definidos y detallados en los contratos, lo que permite anticipar posibles escenarios adversos. La adaptación al cambio climático debe ser un proceso flexible, con medidas que aborden tanto los riesgos identificados como los futuros, utilizando una combinación de soluciones naturales y tecnológicas que minimicen la vulnerabilidad de la infraestructura. La inclusión de cláusulas contractuales que garanticen el cumplimiento de estos planes y la evaluación periódica de su efectividad asegura que los compromisos climáticos no solo se formalicen, sino que se mantengan durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Otro aspecto clave a considerar en esta Etapa de Gestión de Contratos es la aplicación y revisión de los lineamientos que permitan el reequilibrio económico-financiero de los contratos establecidos en la Etapa de Transacción. Los contratos deben incluir mecanismos que permitan ajustes financieros en caso de desastres o eventos climáticos severos, favoreciendo la viabilidad económica y financiera del proyecto sin dejar de lado la resiliencia. Asimismo, los contratos deben prever mecanismos de reequilibrio económico-financiero que puedan ajustarse a las fluctuaciones climáticas, con la inclusión de fondos de contingencia y sistemas de penalización o bonificación que fomenten el cumplimiento de las metas de sostenibilidad.

Un equilibrio adecuado entre los riesgos presentes y futuros puede asegurar, no sólo la resiliencia del proyecto a medio y largo plazo, sino también la rentabilidad y viabilidad financiera para todas las partes involucradas a lo largo del tiempo.



Evaluación de conocimientos

Evalúe los conocimientos adquiridos en esta sección de **Etapa de Gestión de Contratos** completando el siguiente formulario. Haga clic **aquí** para comenzar.

²⁶ Se entiende por amenaza emergente aquella que tiene poca o nula incidencia bajo condiciones climáticas actuales, pero que, sin embargo, se espera que sea exacerbada bajo condiciones climáticas futuras.



IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO

La correcta implementación de estrategias de adaptación y mitigación frente al cambio climático es fundamental para garantizar que las infraestructuras desarrolladas bajo esquemas de Participación Privada sean resilientes y contribuyan a la sostenibilidad a largo plazo. Así mismo, el monitoreo de las acciones y buenas prácticas implementadas juega un papel importante en el seguimiento de la eficiencia y efectividad de las estrategias encaminadas a mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático. Los sistemas de monitoreo y verificación garantizan que los proyectos, además de cumplir con los compromisos establecidos, proporcionan un marco claro de rendición de cuentas y transparencia a lo largo de su ejecución.

Sistemas de monitoreo y verificación

Los sistemas de monitoreo y verificación buscan asegurar que cada estrategia o buena práctica de sostenibilidad y resiliencia climática implementada en el proyecto pueda ser evaluada de manera efectiva y objetiva. Para medir y verificar el progreso en estos objetivos, es importante incluir indicadores que se aplican a lo largo de distintas etapas de los proyectos de Participación Privada.

En la Etapa de Estructuración, se definen y calibran los indicadores específicos que evaluarán el desempeño ambiental, social y económico del proyecto. Estos indicadores constituyen la base para medir el éxito de las estrategias adoptadas desde el inicio del proyecto. Seguido de esto, durante la Etapa de Transacción, los indicadores se incorporan en los contratos, estableciendo los requisitos de cumplimiento y los mecanismos de seguimiento necesarios. En esta etapa, cada promotor del proyecto debe establecer estos indicadores de manera interna, asegurando su alineación con los objetivos establecidos y con el tipo de proyecto que se va a ejecutar.

Finalmente, en la Etapa de Gestión del Contrato, se realiza un monitoreo continuo de los indicadores de desempeño para evaluar que el proyecto cumple, en sus diferentes etapas—construcción, operación y mantenimiento, desmantelamiento—, con las metas y compromisos definidos. Este monitoreo se lleva a cabo siguiendo las buenas prácticas descritas en los capítulos 2 a 5 de esta guía, garantizando un desempeño consistente y transparente.

Con base en su tipología, los indicadores pueden estar clasificados según su función dentro del sistema de monitoreo. Cómo se clasifica cada uno de ellos dependerá del acuerdo entre las partes (por ejemplo, ningún indicador es excluyente de forma intrínseca, a no ser que se especifique como tal en el contrato). La clasificación propuesta incluye tres tipos de indicadores:

- Indicadores positivos o de incentivo. Estos indicadores están diseñados para otorgar bonificaciones cuando se superan las metas establecidas en sostenibilidad y resiliencia.
- Indicadores negativos. Estos indicadores aplican penalizaciones en casos de incumplimiento de los objetivos o estándares definidos.
- Indicadores excluyentes. Son aquellos indicadores que, si no se cumplen, pueden suponer la cancelación del contrato.

Más allá de la connotación contractual o de incentivo que se le quiera dar a los distintos indicadores, la presente guía los organiza en cuatro dimensiones de sostenibilidad específicas, cada una alineada con una línea estratégica. La primera es la sostenibilidad ambiental y cambio climático, que evalúa el impacto ambiental del proyecto mediante indicadores que miden la reducción de emisiones de GEI, el uso eficiente de recursos como energía y agua, la optimización de materiales, y la protección de la biodiversidad y el capital natural. Alineada con esta primera dimensión, se encuentra la dimensión de sostenibilidad ante desastres y resiliencia, en la cual se incluyen métricas relacionadas con la capacidad del proyecto para adaptarse y responder ante eventos climáticos extremos, como la resiliencia a riesgos climáticos, la respuesta y recuperación tras desastres. Complementando estas dimensiones, se encuentra la sostenibilidad social. Ésta mide los impactos en las comunidades involucradas, fomentando la inclusión, la participación comunitaria, la generación de empleo local y la equidad en la distribución de beneficios. Por último, la sostenibilidad económica y financiera se centra en la eficiencia del uso de recursos, la rentabilidad del proyecto y su capacidad de generar valor a largo plazo.

Los indicadores de desempeño propuestos en el marco de esta guía están organizados según líneas estratégicas específicas que abarcan aspectos como mitigación (reducción de GEI, economía circular,

gestión del agua, energías renovables, eficiencia energética), adaptación (gestión del riesgo, respuesta frente a desastres, y SbN), inclusión (responsabilidad con los empleados, integración comunitaria y proveeduría responsable) y finanzas (impactos económicos y financieros). Así mismo, se han desarrollado indicadores para cada una de las fases de los proyectos de APP: construcción, 0&M, y desmantelamiento. La Tabla 11 presenta como ejemplo una versión simplificada—sin métrica—de los indicadores de desempeño definidos específicamente para la fase de construcción. En esta tabla también se muestra la relación entre dichos indicadores y las categorías equivalentes de los sellos de certificación mencionados en esta guía (LEED y Envision). Al tratarse de una versión simplificada, únicamente se exponen las categorías equivalentes, mientras que los indicadores detallados correspondientes a las fases de operación y mantenimiento (0&M) y desmantelamiento, y los requerimientos de cada sello de certificación, se encuentran detallados en el Apéndice 1 del documento de información complementaria a la guía³⁰.

Tabla 11Ejemplo de los indicadores de desempeño propuestos para la fase de construcción de las APP



Dimensión Sostenibilidad Ambiental y Cambio Climático (SC)							
Línea estratégica	Indicador de Construcción	Alineación con sellos de certificación					
		LEED	Envision				
Mitigación - Reducción de GEI	 Reducción de emisiones contaminantes por maquinaria de construcción Reducción del carbono embebido Reducción de GEI asociadas a la instalación de energías renovables, o uso de soluciones más eficientes 	Materiales y Recursos Energía y Atmósfera	Clima y resiliencia: Emisiones Asignación de recursos: Energía				
Mitigación - Economía Circular	 Porcentaje de residuos evitados, minimizados, reutilizados o reciclados durante la construcción Proporción de materiales provenientes de fuentes locales Porcentaje de materiales utilizados en el proyecto que cuentan con estrategias de circularidad 	Materiales y Recursos	Asignación de recursos: Materiales				
Mitigación - Gestión del Agua	Reducción del consumo de agua potable mediante sistemas de eficiencia hídrica	Eficiencia en el uso de agua	Asignación de recursos: Agua				
Monitoreo - Calidad del Aire	Reducción de los impactos negativos en el medio ambiente durante la construcción del proyecto	Calidad del ambiente interior	Clima y resiliencia: Emisiones				
Mitigación - Gestión de impactos	Reducción de los impactos negativos en el medio ambiente durante la construcción del proyecto	Sitios Sostenibles	Calidad de vida: Bienestar				



Dimensión de Sostenibilidad ante Desastres y Resiliencia (DR)						
Línea estratégica	Indicador de Construcción		con sellos ficación			
		LEED	Envision			
Adaptación - Gestión del riesgo	 Número de estrategias implementadas para reducir el efecto isla de calor en zonas duras del proyecto Porcentaje de reducción de la escorrentía generada 	Sitios Sostenibles	Clima y resiliencia: Resiliencia			
	con relación a las condiciones previas a la construcción del proyecto		Entorno natural: Conservación			

³⁰ Este documento incluye una serie de apéndices cuyo objetivo es: (i) profundizar en temas clave relacionados con el objeto de la guía y (ii) proporcionar información adicional y detallada de algunas secciones de la guía.



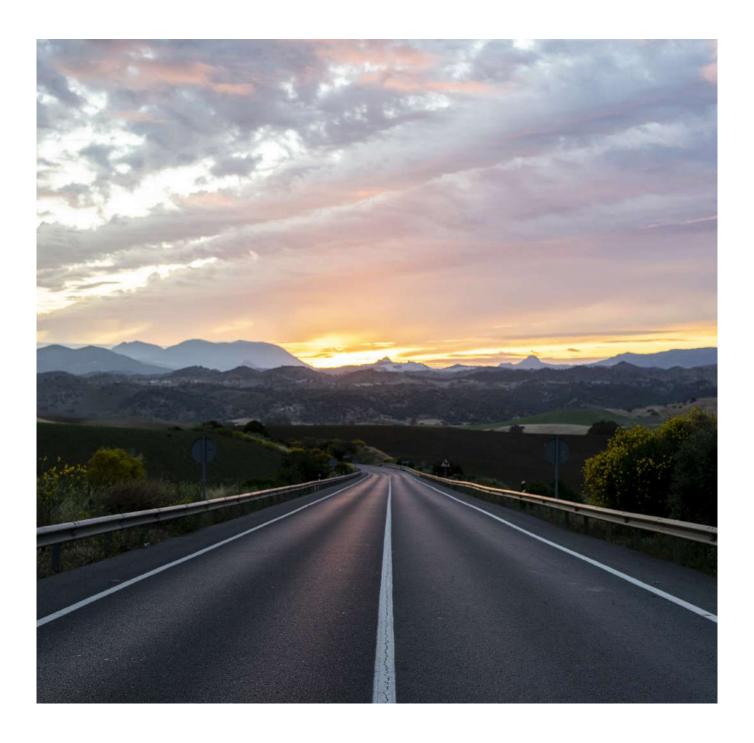


Dimensión de Sostenibilidad ante Desastres y Resiliencia (DR)							
Línea estratégica	Indicador de Construcción	Alineación con sellos de certificación					
		LEED	Envision				
Respuesta frente a desastres	Existencia de un Plan de Gestión del Riesgo de Desastres (PGRD)	Sitios Sostenibles	Clima y resiliencia: Resiliencia				
Adaptación - Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)	 Áreas implementadas para Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y/o acciones de adaptación basadas en ecosistemas (AbE) 	Créditos piloto	NA				

Dimensión de Sostenibilidad Social (SS)							
Línea estratégica	Indicador de Construcción	Alineación con sellos de certificación					
		LEED	Envision				
Inclusión	 Porcentaje del personal contratado durante la fase de construcción perteneciente a poblaciones vulnerables. Porcentaje de mujeres empleadas durante la fase de construcción sobre el total de contrataciones. Porcentaje de trabajadores locales contratados durante la fase de construcción 	NA	Liderazgo: Economía Calidad de vida: Comunidad				
Responsabilidad con los empleados	 Porcentaje de trabajadores capacitados durante la fase de construcción en sostenibilidad y manejo constructivo. Número de programas de salud y bienestar implementados durante la fase de construcción para los trabajadores del proyecto. 	Créditos piloto	Liderazgo: Economía				
Integración Comunitaria	 Número de reuniones realizadas durante la fase de construcción con la comunidad para promover la participación en la planificación del proyecto. 	Innovación	Liderazgo: Colaboración Liderazgo: Planificación				
Proveeduría responsable	Porcentaje de proveedores que cuentan con reportes ASG (Ambientales, Sociales y de Gobernanza)	Materiales y recursos	NA				



Dimensión de Sostenibilidad Económica y Financiera (EF)							
Línea estratégica	Indicador de Construcción	Alineación con sellos de certificación					
		LEED	Envision				
Impactos económicos y financieros	 Proporción del presupuesto de la fase de construcción destinado a medidas de mitigación y adaptación climática. (ej. Materiales con menor huella de carbono, energía renovable, gestión eficiente de la energía, etc) Incremento en la proporción de financiamiento proveniente de fuentes verdes o sostenibles. Inclusión del análisis de costo del ciclo de vida (ACCV) en las decisiones del proyecto. 	NA	Liderazgo: Economía				



TRANSPARENCIA Y REPORTES

La transparencia es fundamental para asegurar la credibilidad y el respaldo de las partes interesadas en el proyecto. Los sistemas de reporte implementados permiten documentar y compartir el progreso de manera clara y accesible, facilitando la rendición de cuentas en el cumplimiento de los compromisos climáticos y de sostenibilidad. En caso de que el proyecto opte al logro de algún sistema o sello de certificación, al contar éstos con una verificación de tercera parte, garantizan la transparencia de la implementación de las estrategias (Véase el Apéndice 2 del documento de información complementaria a la guía).

Adicionalmente, si desde los desarrolladores del proyecto se elaboran Informes de Sostenibilidad en donde se evalúan indicadores de desempeño basándose en criterios ASG (Ambientales, Sociales y de Gobernanza) o guiados por estándares como GRI (*Global Reporting Initiative*), se garantiza que los reportes sean consistentes, comparables, verificables y la transparencia de la medición de estos indicadores.

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Para integrar de forma efectiva los principios de mitigación, adaptación y resiliencia climática en proyectos de infraestructura bajo modalidad de infraestructura con Participación Privada, es esencial tener una visión holística de todas las etapas del ciclo de proyectos de Infraestructura con Participación Privada: Evaluación Inicial, Estructuración, Transacción, y Gestión de Contratos. Este enfoque asegura que las decisiones estratégicas estén alineadas con la sostenibilidad a largo plazo, minimizando riesgos y maximizando beneficios asociados a la integración de consideraciones climáticas en los proyectos. De igual manera, esta visión integral ayuda a la transferencia de responsabilidades climáticas durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Las soluciones a incorporar para asegurar la adaptación y mitigación climática dependen del contexto de cada proyecto. Por tanto, en primer lugar, se deberán realizar análisis preliminares de riesgos climáticos en la Etapa de Evaluación Inicial, los cuales deberán ser fortalecidos posteriormente durante la Etapa de Estructuración, permitiendo la detección en fases tempranas de posibles ajustes o modificaciones a realizar en los proyectos. En la segunda Etapa de Estructuración se deberán realizar análisis detallados de riesgos (climáticos y no climáticos), en función de los cuales se deberá elegir la mejor estrategia o buena práctica para la reducción o mitigación de dichos riesgos. Las buenas prácticas que forman parte de esta guía son de distinta naturaleza. Algunas de ellas se consideran "necesarias" puesto que sin la implementación de estas no se puede asegurar que el proyecto esté alineado con criterios climáticos o de resiliencia. Ejemplos de esto incluye llevar a cabo un diagnóstico detallado de riesgos climáticos, la definición de indicadores de desempeño climáticos objeto de monitoreo a largo plazo, o la incorporación de estos requisitos como parte de los TdR que definen los requisitos contractuales entre las partes. Otras de las buenas prácticas propuestas son "recomendables" y su implementación dependerá del contexto del proyecto, incluyendo la incorporación de SbN como estrategia de adaptación climática, uso de materiales con baja huella de carbono, o incorporación de estrategias de economía circular. Finalmente, en esta Etapa de Estructuración se podrá realizar también un análisis preliminar de indicadores de desempeño climáticos.

Una vez que se identifique cuáles de las buenas prácticas son relevantes y pertinentes para cada uno de los proyectos, deberán ser reflejadas en los acuerdos contractuales entre las partes. Durante la Etapa de Transacción, es crucial incorporar criterios de sostenibilidad en los TdR y en los contratos. Estos deben incluir cláusulas específicas sobre desempeño climático, junto con incentivos y penalizaciones claras para garantizar su cumplimiento. Adicionalmente, se deberán incorporar las cláusulas relativas a la fuerza mayor y a los procesos de reequilibrio económico-financiero del contrato, así como los lineamientos en seguros y garantías y en incentivos fiscales y financieros. Finalmente, se deberán establecer los requisitos para la revisión periódica de los riesgos.

La Etapa de Gestión de Contratos representa una oportunidad clave para garantizar la implementación efectiva de medidas de resiliencia y mitigación. Esto implica un monitoreo continuo de los indicadores de desempeño desde la construcción hasta la operación y el desmantelamiento del proyecto. Además, los PGRD deben implementarse de manera integral, asegurando respuestas rápidas y efectivas ante eventos extremos. De igual manera los planes de adaptación y mitigación climática deberán revisarse de forma periódica para asegurar que se han alcanzado las metas definidas. El monitoreo de los distintos planes debe estar respaldado por una gobernanza robusta y mecanismos de financiación que permitan ajustes en los contratos frente a cambios significativos, como desastres naturales o modificaciones regulatorias

En conclusión, el éxito de la integración de aspectos climáticos en proyectos APP requiere una visión integral y coordinada entre todas las partes. Este enfoque no solo minimiza riesgos financieros y operativos, sino que también posiciona a los proyectos como catalizadores para un desarrollo resiliente y bajo en carbono. Los actores involucrados deben comprometerse a promover soluciones innovadoras y basadas en la evidencia, asegurando que los beneficios de estas inversiones se extiendan tanto a las comunidades locales como al entorno global.

ANEXOS

ANEXO 1:Glosario de términos clave

Adaptación: Comprende el ajuste de los sistemas naturales o humanos a los estímulos climáticos actuales o esperados o a sus efectos, con el fin de moderar perjuicios o explotar oportunidades beneficiosas. En el caso de los eventos hidrometeorológicos la adaptación al cambio climático corresponde a la gestión del riesgo de desastres en la medida en que está encaminada a la reducción de la vulnerabilidad o al mejoramiento de la resiliencia en respuesta a los cambios observados o esperados del clima y su variabilidad (Ley 1523, art, 4).

Amenaza: Es un peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Ley 1523 de 2012).

Asociaciones Público Privadas: Instrumento de vinculación de capital privado, que se materializan en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes y mecanismos de pago, relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio. (Ley 1508 de 2012 o Ley de Asociaciones Público Privadas).

Cambio Climático: Cambio en el estado del clima que puede identificarse (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) por cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un período prolongado, normalmente décadas o más. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a fuerzas externas, como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas y cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra. Cabe señalar que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como: "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables". Por tanto, la CMNUCC distingue entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2022)

Desastre: Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción (Ley 1523, 2012, art. 4).

Downscaling: Método que obtiene información a escala local o regional a partir de modelos o análisis de datos a mayor escala. Existen dos métodos principales: la reducción de escala dinámica y la reducción de escala empírica/estadística. El método dinámico utiliza los resultados de modelos climáticos regionales, modelos globales de resolución espacial variable o modelos globales de alta resolución. Los métodos empíricos/estadísticos se basan en observaciones y desarrollan relaciones estadísticas que vinculan las variables atmosféricas a gran escala con las variables climáticas locales/regionales. En todos los casos, la calidad del modelo impulsor sigue siendo una limitación importante de la calidad de la información reescalada. Los dos métodos pueden combinarse, por ejemplo, aplicando la reducción de escala empírica/estadística a la salida de un modelo climático regional, consistente en una reducción de escala dinámica de un modelo climático global (IPCC, 2022).

- **Exposición:** Se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza (Ley 1523, 2012, art. 4).
- **Fuerza mayor o fortuito:** Imprevisto que no es posible resistir, como un naufragio, un terremoto, el apresamiento de enemigos, los actos de autoridad ejercidos por un funcionario público, etc. (Art. 64 del Código Civil Colombiano). Estos hechos o actos, u otros semejantes, que enuncia el legislador, requiere que sean imprevisibles o irresistibles, significando lo primero, un acontecer intempestivo, excepcional o sorpresivo; y lo segundo, imposible, fatal, inevitable de superar en sus consecuencias (CSJ SC, 2 dic. 1987, G.J. t. CLXXXVIII, pág. 332).
- Impactos: Las consecuencias de los riesgos materializados en los sistemas naturales y humanos, donde los riesgos resultan de las interacciones de los peligros relacionados con el clima (incluidos los fenómenos meteorológicos/climáticos extremos), la exposición y la vulnerabilidad. Los impactos se refieren generalmente a los efectos sobre las vidas, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los ecosistemas y las especies, los bienes económicos, sociales y culturales, los servicios (incluidos los servicios ecosistémicos) y las infraestructuras. Los impactos pueden denominarse consecuencias o resultados, y pueden ser adversos o beneficiosos (IPCC, 2022).
- Infraestructura: Conjunto diseñado y construido de sistemas físicos y los acuerdos institucionales correspondientes que median entre las personas, sus comunidades y el medio ambiente en general para proporcionar servicios que respalden el crecimiento económico, la salud, la calidad de vida y la seguridad (Chester, 2019; Dawson et al., 2018). Hay cuatro categorías de infraestructura-azul, verde, gris y social-que se definen por separado (IPCC, 2022)
- Infraestructuras azul: La infraestructura azul incluye cuerpos de agua, cursos de agua, estanques, lagos y sistemas de drenaje pluvial, que brindan funciones ecológicas e hidrológicas, incluida la evaporación, la transpiración, el drenaje, la infiltración y el almacenamiento temporal de escorrentía y descarga.
- **Infraestructura gris:** Componentes físicos y redes, tales como tuberías, cables, caminos y vías, diseñados para sustentar los sistemas de energía, transporte, comunicaciones (incluidas las digitales), formas construidas, agua y saneamiento y gestión de residuos sólidos.
- Infraestructura social: Actividades e instituciones sociales, culturales y financieras, así como propiedades, edificios y artefactos asociados y ámbitos de políticas como la protección social, la salud y la educación que respaldan el bienestar y la vida pública (Frolova et al., 2016; Latham y Layton, 2019).
- Infraestructuras verde: Conjunto interconectado y estratégicamente planificado de sistemas ecológicos naturales y construidos, espacios verdes y otras características del paisaje que pueden brindar funciones y servicios, incluida la purificación del aire y el agua, la gestión de la temperatura, la gestión de las aguas de inundación y la defensa costera, a menudo con beneficios colaterales para el bienestar humano y ecológico. La infraestructura verde incluye vegetación nativa plantada y remanente, suelos, humedales, parques y espacios verdes abiertos, así como intervenciones de diseño de edificios y calles que incorporan vegetación (según Culwick y Bobbins, 2016).
- Iniciativa Privada: Se trata de un proceso de promoción mediante el cual empresas o consorcios privados proponen al Gobierno (local, central...), sin una solicitud previa del mismo, el desarrollo de proyectos de infraestructura o servicios públicos, bajo la figura de una APP. Las empresas privadas identifican una necesidad o una oportunidad de inversión en infraestructura o servicios, y proponen un proyecto al Gobierno con el correspondiente estudio de pre-factibilidad. El Gobierno lo analiza y, si lo considera oportuno, se lleva a cabo el análisis de factibilidad. Si el proyecto resulta viable, se lleva a cabo el proceso de licitación pública.
- Mitigación (del cambio climático): Intervención humana para reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC, 2022).
- **Reducción del riesgo de desastre (RRD):** Designa tanto una meta u objetivo político como las medidas estratégicas e instrumentales empleadas para anticipar futuros riesgos de desastre, reducir la exposición, el peligro o la vulnerabilidad existentes y mejorar la resiliencia (IPCC, 2022).
- **Resiliencia:** Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosos respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC, 2022)

Riesgo: Se entiende como los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad" (Ley 1523 de 2012).

Riesgo climático: Potencial de consecuencias adversas para los sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad de valores y objetivos con dichos sistemas. En el contexto del cambio climático, los riesgos pueden derivarse de los impactos potenciales del cambio climático, así como de las respuestas humanas al cambio climático. Entre las consecuencias adversas relevantes se incluyen las que afectan a las vidas, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los activos y las inversiones económicas, sociales y culturales, las infraestructuras, los servicios (incluidos los servicios ecosistémicos), los ecosistemas y las especies. En el contexto de los impactos del cambio climático, los riesgos son el resultado de interacciones dinámicas entre los peligros relacionados con el clima y la exposición y vulnerabilidad del sistema humano o ecológico afectado a los peligros. Los peligros, la exposición y la vulnerabilidad pueden estar sujetos a incertidumbre en cuanto a su magnitud y probabilidad de ocurrencia, y cada uno de ellos puede cambiar con el tiempo y el espacio debido a los cambios socioeconómicos y a la toma de decisiones humanas. En el contexto de las respuestas al cambio climático, los riesgos se derivan de la posibilidad de que dichas respuestas no alcancen los objetivos previstos, o de posibles compensaciones o efectos secundarios negativos sobre otros objetivos sociales, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (IPCC, 2022).

Soluciones basadas en la naturaleza: Acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados que aborden los desafíos sociales de manera eficaz y adaptativa, brindando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad (IPCC, 2022).

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos." (Ley 1523 de 2012).

Anexo 2.

Recursos y herramientas climáticas disponibles para abordar estrategias de adaptación, resiliencia y mitigación climática en proyectos de infraestructura con Participación Privada

El objetivo de este anexo es ayudar a formuladores, evaluadores o promotores de proyectos en la identificación de recursos y herramientas disponibles que permitan apoyar y guiar la integración de acciones climáticas o EMAC en proyectos de infraestructuras desarrollados bajo esquemas de Participación Privada en cada una de las etapas de su ciclo de vida.

ETAPA DE EVALUACIÓN INICIAL *Nota: los recursos y herramientas marcados con fondo más oscuro sirven también al diagnóstico de la Etapa de Estructuración.				
Recursos que proveen información clave para el diagnóstico	Climate change knowledge portal	CCKP proporciona datos globales sobre amenazas climáticas históricas y futuras, vulnerabilidades e impactos. Desarrollado por: World Bank Group		
	Think Hazard!	Herramienta web que proporciona mapas de peligros de alto nivel por país, incluyendo también detalles de peligros a menor escala (nivel de distrito). Desarrollado por: Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR) - World Bank Group		
	<u>Desinventar</u> <u>Sendai</u>	Plataforma de suministro de datos sobre pérdidas por desastres en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el Sistema de Monitoreo del Marco de Sendai. Desarrollado por: UNDRR - Equipo GAR, Ginebra, Suiza, y asociados		
	Regional & country risk profiles and GHG emissions fact sheets	Los perfiles de riesgo climático resumen los principales factores de estrés y riesgos climáticos más relevantes para los objetivos de una misión. Las hojas informativas sobre emisiones de GEI ofrecen información que puede ser útil para identificar oportunidades de mitigación del cambio climático. Desarrollado por: United States Agency for International Development (USAID)		
	LAC risk profile viewer	Una herramienta en línea para informar a los usuarios de los estudios de riesgo disponibles y sus usos apropiados para los países de la región de América Latina y el Caribe, y también para permitir la investigación de los resultados clave de los estudios de riesgo en múltiples países. Desarrollado por: World Bank Group		
	Información pública del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	El IDEAM es una institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental de Colombia, que genera conocimiento, produce información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, que facilite la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general.		
	Geoportal del Servicio Geológico Colombiano (SGC)	El SGC brinda acceso a información oficial sobre monitoreo y análisis de actividad sísmica y volcánica en el país.Su geoportal permite el acceso y visualización de servicios de mapas Web de recursos de información georreferenciada en diferentes temáticas y escalas. Desarrollado por: Servicio Geológico Colombiano		

ETAPA DE EVALUACIÓN INICIAL

*Nota: los recursos y herramientas marcados con fondo más oscuro sirven también al diagnóstico de la Etapa de Estructuración.

Herramientas metodológicas que permiten guiar la evaluación "paso a paso" Climate Toolkits
for Infrastructure
PPPs

Kits de herramientas climáticas para las asociaciones público-privadas en materia de infraestructura que provee un enfoque integral de sostenibilidad ambiental y resiliencia climática en el desarrollo de infraestructura bajo el esquema de Asociaciones Público-Privadas (APP), apostando por una perspectiva multisectorial y un compromiso fiscal que abarque todo el ciclo de vida de los proyectos. Fuente: World Bank Group, 2022

Caja de
herramientas
para resiliencia
climática: las
asociaciones
público-privadas
de transporte en
Colombia

Kits de herramientas para la resiliencia climática para infraestructuras de transporte en Colombia basadas en asociaciones público-privadas, cuyo objetivo es es informar a las instituciones involucradas en la estructuración de APP sobre las amenazas debidas al cambio climático para su infraestructura y los contratos mismos, proveyendo soluciones pragmáticas basadas sobre las mejores prácticas internacionales identificadas.

Fuente: BID, 2022

Climate & Disaster
Risk Screening
Tools

Herramienta de screening con enfoque proactivo para considerar los riesgos climáticos y de desastres a corto y largo plazo en los proyectos y los procesos de planificación nacional y sectorial Desarrollado por:World Bank Group

Caja de herramientas para inversiones resilientes: metodología para evaluar riesgos Caja de Herramientas para intervenciones resilientes que busca orientar la incorporación de los análisis de riesgo de desastres y criterios de adaptación al cambio climático en la formulación de proyectos de inversión pública a nivel local, sectorial, regional y nacional. El objetivo es incorporar criterios de gestión del riesgo de desastre y de adaptación al cambio climático en la etapa de preinversión de los proyectos para garantizar su sostenibilidad y el uso eficiente de los recursos.

Desarrollado por: Departamento Nacional de Planeación de Colombia (DNP, 2022b)

Climate change adaptation toolkit: WeADAPT Conjunto de herramientas que combina un documento de orientación y hoja de trabajo que ayuda a las organizaciones a esbozar un proceso para identificar, explorar, evaluar y priorizar las opciones de adaptación. Desarrollado por: RMIT University, Net Balance Foundation, City of Greater Geelong

The adaptation support tool: climate adapt

La Herramienta de Apoyo a la Adaptación es una herramienta web de la Plataforma Europea de Adaptación al Clima Climate-ADAPT cuyo objetivo es ayudar a los responsables políticos y coordinadores a nivel a nivel nacional en la elaboración, aplicación, seguimiento y evaluación de estrategias y planes de adaptación al cambio climático.

Desarrollado por: European Commission, European Environment Agency

Metodología
de evaluación
de riesgos de
desastres y
cambio climático
para proyectos
del BID: un
documento de
referencia técnica
para los equipos
de proyectos del

Esta metodología proporciona apoyo práctico a los equipos de proyectos de diferentes sectores sobre cómo integrar las consideraciones relativas a los riesgos de catástrofes y cambio climático en la preparación y ejecución de los proyectos.

Desarrollado por: BID, 2019

ETAPA DE EVALUACIÓN INICIAL

*Nota: los recursos y herramientas marcados con fondo más oscuro sirven también al diagnóstico de la Etapa de Estructuración.

Nota: 103 recursos y nerramientas marcados con tondo mas oscario silven también ar diagnostico de la Etapa de Estracturación.				
Herramientas metodológicas que permiten guiar la evaluación "paso a paso"	Herramientas de cálculo sectoriales del Protocolo GHG (Greenhouse Gas Protocol)	GHG Protocol establece marcos globales estandarizados para medir y gestionar las emisiones de GEI procedentes de las operaciones de los sectores público y privado, las cadenas de valor y las acciones de mitigación. El GHG Protocol incluye múltiples herramientas de cálculo. Desarrollado por: WRI & WBCSD		
	Simplified GHG Emissions Calculator	Herramienta en línea que permite a los usuarios calcular las emisiones de CO₂e de forma simplificada. Desarrollado por: La Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA).		
	Designing climate change adaptation initiatives: a toolkit for practitioners	El kit de herramientas es una guía paso a paso sobre cómo desa- rrollar iniciativas de adaptación en los países en desarrollo. La guía ayuda a entender cómo diferenciar entre una iniciativa de «adapta- ción» al cambio climático y una iniciativa tradicional de desarrollo, y qué elementos clave deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar y diseñar una iniciativa de adaptación. Desarrollado por: UNDP, 2010		
	Integrating green and gray: creating next generation infrastructure	Este informe orienta a los proveedores de servicios de los países en desarrollo y a sus socios sobre cómo integrar la naturaleza en los principales sistemas de infraestructuras Desarrollado por: World Bank Group – World Resources Institute,		

2019

ETAPA DE ESTRUCTURACIÓN			
Recursos que proveen información clave para el diagnóstico	Aplicación web MetaGrid	Infraestructura de software para la gestión, difusión y análisis de los resultados de los modelos climáticos y datos de observación terrestre. La misión de la ESGF es: (i) Apoyar las actividades actuales del CMIP6 y prepararse para futuras evaluaciones,y (ii) Desarrollar instalaciones de datos y metadatos para la inclusión de observaciones y productos de reanálisis para su uso en el CMIP6. Desarrollado por: Earth System Grid Federation (ESGF)	
	WCRP CORDEX	El Experimento Regional Coordinado de Reducción de Escalas Climáticas, un marco destinado a abordar las necesidades de información climática a nivel regional. Desarrollado por: World Climate Research Program	
Herramientas metodológicas que permiten guiar la evaluación "paso a paso"	CAPRA Probabilistic Risk Assessment Platform	La Plataforma CAPRA (Evaluación Probabilística del Riesgo) es una iniciativa que busca fortalecer la capacidad institucional para evaluar, entender y comunicar el riesgo de desastres con el fin último de integrar la información de riesgo de desastre en las políticas y programas de desarrollo. La información sobre amenazas se combina con la referente a la exposición y vulnerabilidad física, que le permite al usuario determinar el riesgo conjunto o en cadena en función de múltiples riesgos relacionados entre sí. Desarrollado por: Universidad de los Andes	
	Climate Wizard	Climate Wizard permite a los usuarios técnicos y no técnicos acceder a información de vanguardia sobre el cambio climático y visualizar sus impactos en cualquier parte de la Tierra. El asistente climático proporciona métricas para interpretar los riesgos dentro de un sector o servicio específico. Desarrollado por: CGIAR y CIAT	

ETAPA DE ESTRUCTURACIÓN

Herramientas metodológicas que permiten guiar la evaluación "paso a paso" Vulnerability
assessment scoring
tool (VAST)

Herramienta basada en una hoja de cálculo que guía al usuario en la realización de un análisis cuantitativo de la vulnerabilidad de las redes de transporte frente al estrés climático basado en indicadores. Desarrollado por: ICF International, 2015

JICA Climate finance impact tool: climate fit (mitigation), japan international cooperation agency (draft ver. 3.0)

Directrices sobre metodologías para evaluar cuantitativamente el secuestro de carbono y la reducción de emisiones de GEI en diferentes sectores.

Desarrollado por: Japan International Cooperation Agency, 2019

Climate risks and adaptation pathways for coastal transport infrastructure Estas directrices se elaboraron para proporcionar a las autoridades y organizaciones de infraestructuras de transporte costero información específica sobre los riesgos climáticos tanto para los activos como para las operaciones. También contienen información práctica sobre estrategias y medidas para aumentar la resiliencia y planificar la adaptación.

Desarrollado por: Fisk, G.W, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, 2017

Confronting climate uncertainty in water resources planning and project design: the decision tree framework

El marco del árbol de decisiones descrito en este libro proporciona a los planificadores de proyectos y gestores de programas con recursos limitados un método rentable y eficaz, científicamente defendible, repetible y claro para demostrar la solidez de un proyecto frente al cambio climático.

Desarrollado por: World Bank, 2015

Anexo 3. Bibliografía y fuentes utilizadas en la elaboración de la guía

- ACR Latinoamérica. (2023). A LEED Silver hospital in construction. https://www.acrlatinoamerica.com/ en/2023022818925/articles/air-conditioning-and-ventilation-1/a-leed-silver-hospital-in-the-works. html
- Alcaldía de Bogotá. (2023). Distrito entrega Hospital de Bosa, primero del país construido a través de APP https://bogota.gov.co/mi-ciudad/salud/distrito-entrega-hospital-de-bosa-primero-construido-traves-de-app
- Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). (2018). Guía de buenas prácticas para la adaptación de las carreteras al clima. https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras_CAF.pdf
- Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). (2019). Guía para el Análisis Detallado de Riesgo Climático Tomo 3: Casos piloto.https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/guia_para_el_analisis_detallado_de_riesgo_climático-tomo_3.pdf
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2019). Metodología de evaluación del riesgo de desastres
 y cambio climático para proyectos del BID. Documento técnico de referencia para equipos a cargo de
 proyectos del BID. https://publications.iadb.org/en/publications/spanish/viewer/Metodologia-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastres-y-cambio-clim%C3%A1tico-para-proyectos-del-BID-Documento-tecnico-de-referencia-para-equipos-a-cargo-de-proyectos-del-BID.pdf
- Banco Mundial (WB, siglas en inglés). (2014). Notas Políticas de Colombia: hacia la paz sostenible, la erradicación de la pobreza y la prosperidad compartida. Washington, DC: Banco Mundial. Licencia: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO
- British Columbia (2014). North Island Hospitals Project green bond issue a first https://news.gov.bc.ca/ releases/2014FIN0023-000901
- Connor, Clark & Lunn Financial Group (s.f.) North Island Hospital Project https://cclinfrastructure.ccl-group.com/what-we-do/north-island-hospital-project-case-study/
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2022). Hoja de ruta nacional de edificaciones neto cero carbono. https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/2023/05/hoja-de-ruta-nacional-de-edificaciones-neto-cero-carbono.pdf
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2021). Caso de estudio Aeropuerto El Dorado. https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/2023/02/Caso-de-estudio-El-dorado.pdf
- Corporación Financiera Internacional (IFC, siglas en inglés). (2022) Colombia Bosa Hospital. https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2022/2022-colombia-bosa-hospital-ppp-brief.pdf
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022a). Caja de herramientas para inversiones resilientes: orientaciones para formular proyectos. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Gestion-Riesgo-Desastres/Orientaciones-para-formular-proyectos/ORIENTACIONES_FORMULAR_PROYECTOS.pdf
- Departamento Nacional de Planeación. (2022b). Caja de herramientas para inversiones resilientes: metodología para evaluar riesgos. https://2022.dnp.gov.co/programas/ambiente/gestion-del-riesgo/ Paginas/Caja-de-herramientas-para-intervenciones-resilientes.aspx
- Departamento Nacional de Planeación. (2022c). Caja de herramientas para inversiones resilientes: guía para analizar riesgos. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Gestion-Riesgo-Desastres/ Guia-para-realizar-analisis-de-riesgos%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B/Gui%C3%8C_a%20 para%20analizar%20%20riesgos_18%20May%20(1).pdf
- Dhakal, S., J.C. Minx, F.L. Toth, A. Abdel-Aziz, M.J. Figueroa Meza, K. Hubacek, I.G.C. Jonckheere, Yong-Gun Kim, G.F. Nemet, S. Pachauri, X.C. Tan, T. Wiedmann, 2022: Emissions Trends and Drivers. In IPCC,

2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.004https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter02.pdf

- Füssel, H.M. and Klein, R.J. (2006). Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking. Climate Change, 75, 301-329. http://dx.doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3
- GIZ. (2022). Case Study. Sustainable Asset Valuation (Savi): Forest Restoration In The Brantas River Basin, Indonesia Maintaining And Enhancing Water Yield Through Land And Forest Rehabilitation.https://sustainable-infrastructure-tools.org//wp-content/uploads/2022/12/Indonesia.pdf
- Global Center on Adaptation (2021). Climate-Resilient Infrastructure Officer Handbook. Knowledge Module on Public-Private Partnerships for Climate-Resilient Infrastructure. https://gca.org/wp-content/uploads/2021/08/GCA-Handbook-V2.0-13-September-2021-2.pdf
- Gobierno de Colombia. (2022). Taxonomía Verde de Colombia. https://www.taxonomiaverde.gov.co/ webcenter/ShowProperty?nodeld=/ConexionContent/WCC_CLUSTER-191401
- Gobierno de Colombia. (2021). Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París. MinAmbiente, DNP, Cancillería, AFD, Expertise France, WRI: Bogotá. https://unfccc. int/sites/default/files/resource/COL_LTS_Nov2021.pdf
- Gobierno de Colombia. (2020). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/informe-actualizacion-contribucion-determinada-Colombia-ndc-2020.pdf
- Grupo Bancolombia (2024). Líneas Sostenibles. Disponible en: https://www.grupobancolombia.com/sostenibilidad/enfoque-sostenible/clientes/financiacion-sostenible/lineas-sostenibles
- Grupo Banco Mundial. (2023). Informe sobre clima y desarrollo del país: Colombia. https://biocarbono.org/wp-content/uploads/2023/07/P1781040f920a400809a2c09e70149f435b.pdf
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. (2015). Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.https://unfccc.int/sites/default/files/resource/COLBUR1.pdf
- IDEAM. (2023). Estudio Nacional del Agua 2022. Ideam. 464 pp.https://www.andi.com.co/Uploads/ENA%202022_compressed.pdf
- IFC (2022). PPP Project Briefs. Colombia: Bosa Hospital.https://www.ifc.org/content/dam/ifc/do-c/2022/2022-colombia-bosa-hospital-ppp-brief.pdf
- Infra PPP (2014). North Island Hospitals Project financed with green bond. https://www.infrapppworld.com/news/north-island-hospitals-project-financed-with-green-bond
- International Institute for Sustainable Development (IISD). (2021). Forest restoration in the Brantas River Basin, Indonesia. International Institute for Sustainable Development. https://www.iisd.org/savi/project/forest-restoration-in-the-brantas-river-basin-indonesia/
- International Institute for Sustainable Development (IISD). (2015). Green Bonds in Public-Private Partnerships. Canada https://www.iisd.org/system/files/publications/green-bonds-public-private-partnerships.pdf
- ISO/TS 14067. Gases de Efecto Invernadero. Huella de Carbono de Productos. Requisitos y guías para la cuantificación y comunicación. 2013.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Política Nacional de Cambio Climático. https://archivo.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica_Nacional_de_Cambio_Climatico_-_PNCC_/PNCC_Politicas_Publicas_LIBRO_Final_Web_01.pdf
- Naciones Unidas (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. https:// unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf
- Neves, Philippe; Jade Shu Yu Wong; Díaz Fanás, Guillermo; Lev, Carmelo Rut; Pablo, Cristina Jutta; Saralegui, Gisele Annette; Weekes, Khafi; Kourkoulis, Rallis; Gelagoti, Fani. Climate Toolkits for Infrastructure PPPs (en inglés). Washington, DC: Grupo del Banco Mundial. http://documents.worldbank.org/curated/en/099120004052270615/P1746330d584ff0210a9670dcf49a5becb0
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR). (2022). Principios para la infraestructura resiliente. https://www.undrr.org/media/86825/download?startDown-

load=20241108

- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR). (2024). DesInventar Sendai. https://www.desinventar.net/
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). (2022). Cambio climático 2022: mitigación del cambio climático. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/
- Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. Greenhouse Gas (GHG) Protocol. World Resources Institute (WRI). World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). 2011.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2023). Avances y retos de Colombia frente a los acuerdos ambientales multilaterales. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/ files/2023-08/undp_co_pub_avances_compromisos_colombia_acuerdos_ambientales_multilaterales_0.pdf
- Rebel; Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Caja de herramientas para resiliencia climática: las asociaciones público-privadas de transporte en Colombia. https://publications.iadb.org/es/caja-de-herramientas-para-resiliencia-climática-las-asociaciones-publico-privadas-de-transporte-en
- Ribalaygua J, Gaitán E, Pórtoles J, Monjo R. (2017). Climatic change on the Gulf of Fonseca (Central America) using two-step statistical downscaling of CMIP5 model outputs. Theor Appl Climatol.
- Thacker S, Adshead D, Fantini C, Palmer R, Ghosal R, Adeoti T, Morgan G, Stratton-Short S. 2021. Infrastructure for climate action. UNOPS, Copenhagen, Denmark. https://content.unops.org/publications/Infrastructure-for-climate-action_EN.pdf?mtime=20211008124956&focal=none
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. https://www.undrr.org/media/16176/download?startDownload=20240916
- Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2022). Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PAI-PROURE) para el periodo 2022-2030. https://www1.upme.gov. co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Documento_PROURE_2022-2030_v4.pdf
- World Bank (2017). Resilient Infrastructure Public-Private Partnerships (PPPs): Contracts and Procurement. The Case of Japan. https://thedocs.worldbank.org/en/doc/221901515466795175-0090022018/original/ResilientInfrastructurePPPsContractsandProcurementJapanCase.pdf
- World Bank. (2015). National Risk Assessment Tool Guidance Manual. https://documents1.worldbank. org/curated/en/753831593423608028/pdf/National-Risk-Assessment-Tool-Guidance-Manual-Module-1-Money-Laundering-Threat-Assessment.pdf
- World Bank Group (2021). Climate and Disaster Risk Screening: Making Energy Projects More Resilient. https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/d0d7e051-4471-5f43-92a0-818fcddbdb07/content
- World Bank Group. (2023). Climate Risk Profile: Colombia. https://climateknowledgeportal.worldbank. org/sites/default/files/country-profiles/16698-WB_Colombia%20Country%20Profile-WEB.pdf
- World Resources Institute (WRI). (2020). Gray to green: Investing in natural infrastructure to address water, food, and energy challenges. World Resources Institute. https://www.wri.org/insights/gray-green-investing-natural-infrastructure-address-water-food-and-energy-challenges
- WWF (s.f.). ¿En qué consisten las soluciones basadas en la naturaleza y cómo pueden ayudarnos a enfrentar la crisis climática? World Wildlife Fund. https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/en-que-consisten-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-y-como-pueden-ayudarnos-a-enfrentar-la-crisis-climática





