

# Metodología para la creación de hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones



supported by UNOPS

Supported by:



on the basis of a decision by the German Bundestag



Con contribuciones de:



Cofinanciado por:



Implementado por:



## Metodología para la **creación de hojas de ruta para la descarbonización y adaptación** de organizaciones

Documento del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica desarrollado con el apoyo del **Proyecto NDC Action, el cual es financiado por la iniciativa IKI del Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima de Alemania (BMWK) y ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente** a través de una consultoría ejecutada por Climate Lead Group con el apoyo de la Alianza Empresarial para el Desarrollo. Septiembre, 2023.

### **Versión de este documento:**

Este documento corresponde a la tercera versión de la metodología para la creación de hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones. La primera versión fue revisada por un equipo nacional e internacional y piloteada para crear hojas de ruta en siete organizaciones del subsector alimentos y bebidas, la segunda versión incluyó ajustes y modificaciones con la realimentación obtenida en los pilotos realizados.

La presente versión incluye criterios de adaptación que buscan brindar una herramienta robusta e incluye las retroalimentación de nueve organizaciones, resultado del pilotaje de la metodología en el sector comercial.

Esta publicación ha sido revisada con el apoyo financiero de la Unión Europea en el marco del Programa Euroclima, como parte de la acción "Aumento del involucramiento, participación y ambición del sector privado en la acción climática de Costa Rica", implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Su contenido es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea.



**Equipo consultor:**

Dr. Jairo Quirós Tortós, *componente de Descarbonización (Líder de equipo)*

Ing. Mariana Rodríguez Arce, *componente de Descarbonización*

Máster Jessie Vega-Méndez, *componente de Adaptación*

Dra. Jessica Roccard-Pommer, *componente de Adaptación*

Ing. Andrés Fallas-Mena, *componente de Adaptación*

**Coordinación:**

Ing. Laura Mora Mora, *Coordinadora del Proyecto NDC Action – Costa Rica*

Ing. Carolina Vindas Chacón, *Asesora del Proyecto NDC Action – Costa Rica*

Ing. Michelle Libby, *Alianza Empresarial para el Desarrollo – Costa Rica*

**Revisión técnica:**

Chris Bataille, *Profesor adjunto en Simon Fraser University*

Ing. Laura Mora Mora, *Coordinadora del proyecto NDC Action – Costa Rica*

**Diseño y diagramación:**

Diana Castro Brenes

**Agradecimientos:**

Ing. Elizabeth Venegas, *Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo*

Ing. Pablo Rojas Wang, *Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo*

Ing. Andrea San Gil León, *Centro Para la Sostenibilidad Urbana*

Ing. Rosa Vásquez Rodríguez, *Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo*

José Alfredo Arce Chacón, *Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A.*

Karen Selva Castro, *Café Montaña.*

María del Rocío Salazar Gómez, *Relaxury SA*

Adriana Morales Martínez, *Cooperativa de Ahorro y Crédito Ande No. 1*

Silvia Fonseca Blanco, *Cooperativa de Ahorro y Crédito Ande No. 1*

Anhony Rodríguez Hidalgo, *Variedades El Sol Naciente*

Nancy Barquero Porras, *Variedades El Sol Naciente*

Jonathan Mata Pérez, *Grupo Purdy.*

Keilyn Martin, *Grupo Purdy.*

María Lara Díaz, *Península Papagayo.*

Gabriela Arias, *Los Arallanes S.A.*

Monica Soto Sandoval, *Los Arallanes S.A.*

Loriana Benavides, *Agroan Agrícola Roble de Angel.*

Allan Gómez Muñoz, *Agroan Agrícola Roble de Angel.*



# Contenido

<b>Nomenclatura</b>	<b>6</b>	2.2.1 Definición de la meta de reducción de emisiones	<b>35</b>
<b>Presentación</b>	<b>7</b>	2.2.2 Selección de opciones de descarbonización	<b>37</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>9</b>	2.2.3 Identificación de las acciones de adaptación aplicables	<b>38</b>
1.1 Objetivos de la metodología	<b>11</b>	2.2.4 Priorización de las acciones de adaptación	<b>39</b>
1.2 Consideraciones generales	<b>11</b>	2.3. Etapa 3: Hitos intermedios y pilares	<b>42</b>
1.3 Insumos requeridos para las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones	<b>14</b>	2.3.1 Definición de hitos	<b>43</b>
<b>2. Metodología propuesta</b>	<b>15</b>	2.3.2 Asignación de los hitos a los pilares de la descarbonización	<b>44</b>
2.1. Etapa 1: Línea base	<b>17</b>	2.3.3 Desarrollo de un plan de acción de adaptación	<b>47</b>
2.1.1 Descripción del perfil de la organización	<b>18</b>	2.4. Etapa 4: Opciones catalizadoras, oportunidades y co-beneficios	<b>49</b>
2.1.2 Recopilación de información	<b>18</b>	2.4.1 Identificación de barreras y limitaciones	<b>50</b>
2.1.3 Cuantificación de GEI	<b>19</b>	2.4.2 Identificación de opciones catalizadoras	<b>51</b>
2.1.4 Análisis de los riesgos climáticos	<b>22</b>	2.4.3 Identificación de oportunidades y co-beneficios	<b>52</b>
2.2. Etapa 2: Metas y opciones de descarbonización y adaptación	<b>34</b>	2.5. Etapa 5: Reporte, monitoreo y actualización	<b>53</b>

2.5.1 Creación de indicadores de monitoreo	<b>54</b>	4.2.1 Herramienta Hoja de Ruta Climática Empresarial	<b>65</b>
2.5.2 Creación de plan de monitoreo	<b>55</b>	4.2.2 Curvas de Costo-Beneficio	<b>66</b>
2.5.3 Producción de reporte	<b>56</b>	4.2.3 Curvas de Costos Marginales de Abatimiento	<b>67</b>
2.5.4 Ejecución y actualización de la hoja de ruta	<b>58</b>	4.3 Conceptos de Adaptación	<b>69</b>
<b>3. Referencias</b>	<b>59</b>	4.4 Pilares y acciones de adaptación	<b>72</b>
<b>4. Anexos</b>	<b>61</b>	4.5 Estructura y organización del informe de resultados de la hoja de ruta	<b>81</b>
4.1 ¿Cómo se crea este estándar metodológico?	<b>61</b>		
4.2 Uso de la metodología a nivel sectorial	<b>63</b>		



# Nomenclatura

<b>BIS</b>	Departamento de Negocios, Innovación y Habilidades del Reino Unido
<b>CBA</b>	Análisis Costo-Beneficio
<b>CO<sub>2</sub>eq</b>	Dióxido de carbono equivalente
<b>HRCE</b>	Herramienta Hoja de Ruta Climática Empresarial
<b>DECC</b>	Departamento de Energía y Cambio Climático del Reino Unido
<b>ETC</b>	Energy Transition Commissions
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero
<b>GLP</b>	Gas licuado de petróleo
<b>IEA</b>	Agencia Internacional de Energía
<b>IDDR</b>	Instituto de Desarrollo Sostenible y Relaciones Internacionales
<b>INGEI</b>	Inventario de Gases de Efecto Invernadero
<b>MACC</b>	Curvas de Costo Marginales de Abatimiento
<b>NDC</b>	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
<b>PM</b>	Protocolo de Montreal
<b>PNA</b>	Plan Nacional de Adaptación

<b>PdD</b>	Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050
<b>PPCN</b>	Programa País de Carbono Neutralidad
<b>SINAMECC</b>	Sistema Nacional de Métrica del Cambio Climático
<b>SBTi</b>	Science Based Target initiative
<b>UNFCCC</b>	Convención Marco de Cambio Climático
<b>UK</b>	Reino Unido



# Presentación

El Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica 2018-2050 (PdD) [1] y las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) [2] promueven una economía con cero emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) a mitad de siglo. El PdD presenta una hoja de ruta para alcanzar esta descarbonización a mitad de siglo y define metas sectoriales que ayudarían a lograr este fin. El PdD indica como meta al 2022 el desarrollo y publicación de al menos dos hojas de ruta para la reducción de emisiones en dos tipos de industrias.

Adicionalmente, desde la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica 2018 -2030 y el Plan Nacional de Adaptación 2022 – 2026 se fomenta la transformación de los sectores productivos, asegurando las condiciones para la continuidad de sus negocios y la protección de sus activos, aumentando la capacidad adaptativa mediante el intercambio de las mejores prácticas y la innovación para la eco competitividad, sensibilizando al consumidor y aprovechando oportunidades que favorezcan sinergias entre mitigación y adaptación en la acción climática. Este documento presenta una metodología para crear hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones del sector privado que busca servir de base para alinear esfuerzos a nivel país; de lo nacional a lo específico.

El proceso de transformación tecnológica hacia una industria baja en emisiones y resiliente se beneficia de la creación de hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones que guíen el proceso de transformación. Las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones definen las metas de reducción de emisiones de GEI y de acciones de adaptación, las cuales pueden ser creadas para un sector productivo o una organización. Las hojas de ruta para la

descarbonización y adaptación de organizaciones son particulares de cada sector u organización y se diseñan con base a la información propia de sus actividades.

La metodología fue inicialmente creada con una visión de descarbonización y únicamente enfocada en la industria. La misma se fortaleció con la inclusión de la componente de adaptación, así como con la versatilidad de poder ser utilizada por cualquier organización del sector privado. En conjunto, la metodología permitiría lograr la descarbonización de los diferentes sectores productivos del país sin dejar de lado la necesidad de adaptación. En esta metodología se destacan las sinergias de la adaptación con la descarbonización y se potencian las acciones necesarias para reducir la vulnerabilidad ante los impactos actuales y futuros del cambio climático en Costa Rica y sus sectores productivos.

La metodología puede ser fácilmente ajustada para su uso a nivel sectorial. La misma contempla aspectos técnicos, financieros, económicos y ambientales. Su implementación hace uso de insumos sectoriales y nacionales que procuran el alineamiento de políticas a distintos niveles de ejecución. Además, su uso permite la comparación, la trazabilidad, y la transparencia de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones del sector privado. Este tipo de metodologías mixtas además de fortalecer las sinergias a nivel sectorial y organizacional, son únicas a nivel mundial.

Sustentado por una revisión exhaustiva de la literatura internacional, la metodología se ha estructurado en cinco etapas, detalladas en la Figura 1:



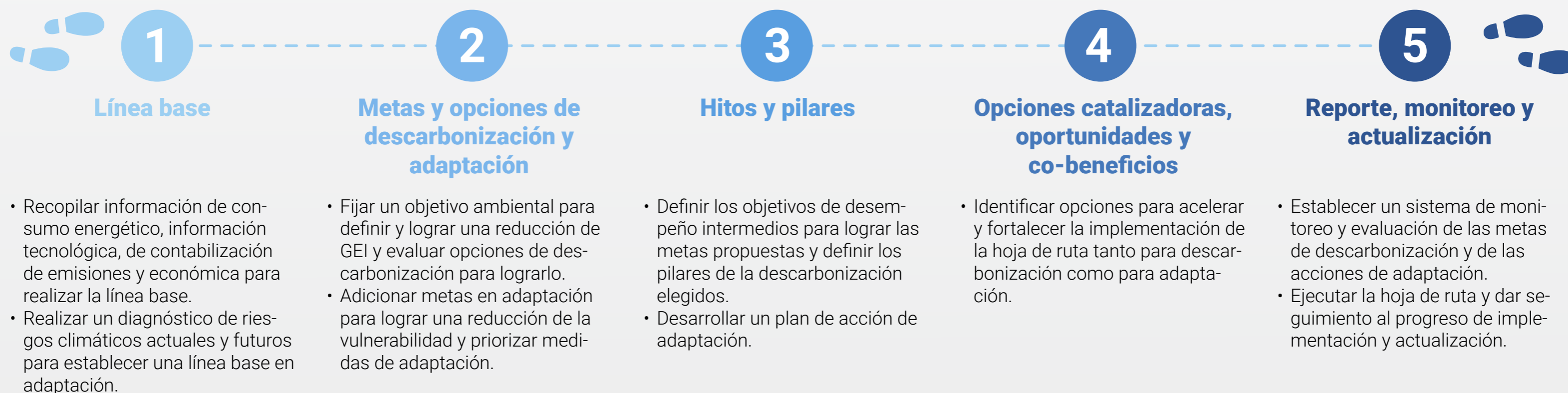
1. Línea base.
2. Metas y opciones de descarbonización.
3. Hitos y pilares.
4. Opciones catalizadoras, oportunidades y co-beneficios.
5. Reporte, monitoreo y actualización.

La metodología se desarrolló con la participación de personas expertas y fue sometida a revisiones en múltiples talleres de consulta con partes interesadas de diversas organizaciones de diversos sectores productivos. Los talleres permitieron recopilar retroalimentación sobre los aspectos positivos, desafíos o limitaciones de su implementación, así como inquietudes de la metodología que luego han sido

aclaradas para resultar en la presente versión de la metodología. La metodología se basa en las respuestas a preguntas generadoras y en cada etapa del proceso se destacan ideas que fueron discutidas a través de los talleres. No se descartan futuras actualizaciones.

Esta metodología es desarrollada como parte de los esfuerzos que realiza el país en su rol de líder en materia ambiental y, en consecuencia, con los objetivos de mitigación y adaptación en el contexto de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el PdD, Plan Nacional de Adaptación (PNA) 2022-2026 [3] y los compromisos internacionales establecidos en la NDC y el Acuerdo de París.

Figura 1. Estructura metodológica





# 1. Introducción

El Plan de Descarbonización 2018-2050 [1] establece el compromiso de buscar convertir a Costa Rica en una economía moderna, verde y libre de emisiones. El objetivo a largo plazo es tener emisiones netas cero de gases de efecto invernadero (GEI) para el 2050, con base en 10 ejes. En el eje seis de este plan se promueve la transformación del sector privado de cara a una economía con cero emisiones netas de GEI a 2050.

El PdD está formulado a largo plazo, de manera que, al 2050 el sector industrial habrá cambiado fuentes de energía para desacoplar el crecimiento de su actividad del de sus emisiones. Al 2030, se establece la habilitación de modelos innovadores de economía circular en las principales cadenas productivas de la agroindustria, servicios, construcción, entre otros. En el corto plazo, al 2022, se establece como meta la creación de “al menos 2 hojas de ruta para la reducción de emisiones (1 por tipo de industria) desarrolladas y publicadas”.

La NDC de Costa Rica de 2020 establece las siguientes metas para el área de acción de industria, comercio y servicios:



**En el año 2030, el área temática de industria, comercio y servicios contará con modelos innovadores productivos de “cuna a cuna” o con un enfoque de economía circular en las principales cadenas productivas de la agroindustria, servicios, construcción y economía creativa y cultural, entre otros.**



**Durante el período de implementación de esta contribución, Costa Rica creará y habrá comenzado la implementación de objetivos y metas basados en ciencia y alineados a las NDCs y al PdD para las actividades productivas de los sectores de industria, comercio y servicios que generan mayor impacto en emisiones de GEI.**

La actividad del sector industrial varía desde la elaboración de productos alimenticios y bebidas, hasta la fabricación de implementos de tipo informático, electrónico y de óptica. Cada proceso industrial es particular y responde a sus requerimientos propios. Los sectores a su vez, se distinguen por sus fuentes de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq): las procedentes de la combustión y las inherentes a los procesos.

Las primeras se derivan del uso de combustibles fósiles: diésel, búnker, gas licuado de petróleo, coque, entre otros. Las inherentes de los procesos se emiten del proceso industrial para la fabricación de productos o bien del uso de productos, típicamente químicos, en los procesos; e.g., los gases generados en las chimeneas durante la producción de cemento, vidrio u otros minerales.

El proceso de transformación tecnológica hacia una industria baja en emisiones se beneficia de la creación de hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones que guíen el proceso de transformación. Las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones definen las metas de reducción

de emisiones de GEI y estas pueden ser creadas para un sector o una organización. Con el objetivo de fortalecer la hoja de ruta de descarbonización se incluyen criterios de adaptación para permitir, facilitar o coadyuvar a la adaptación al cambio climático del sector privado. De esta forma, la componente de descarbonización apoya a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la componente de adaptación es fundamental para aprovechar de las oportunidades que el cambio climático crea y reducir sus impactos negativos.

Por otro lado, la adaptación al cambio climático y su sinergia con la mitigación ha sido reconocida como un pilar fundamental en las NDC porque ayuda a los países a reducir su vulnerabilidad a los efectos negativos del cambio climático. La aplicación de las medidas de adaptación puede ayudar a aumentar la resiliencia de los procesos del sector privado, de los colaboradores, comunidades y ecosistemas, y a proteger los logros del desarrollo. Al incluir la adaptación en sus NDC, los países pueden garantizar que están tomando medidas proactivas para hacer frente a los impactos del cambio climático y construir un futuro más sostenible.

En el caso de Costa Rica, la NDC vigente ha incorporado Comunicación sobre la Adaptación, en la cual establece, como meta titular para la adaptación del país, que: “Costa Rica se compromete a fortalecer las condiciones de resiliencia social, económica y ambiental del país ante los efectos del cambio climático, mediante el desarrollo de capacidades e información para la toma de decisiones, la inclusión de criterios de adaptación en instrumentos de financiamiento y planificación, la adaptación de los servicios públicos, sistemas productivos e infraestructura y la implementación de soluciones basadas en naturaleza.”

La identificación y la ejecución de acciones de adaptación al cambio climático es importante porque el país es particularmente vulnerable ante las amenazas del cambio climático, como lo son el aumento del nivel del mar, el aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, y los cambios en los patrones de temperatura y precipitación. Estos impactos pueden afectar

todos los sectores, incluyendo la agricultura, el turismo y las infraestructuras, sectores claves para la economía del país. Al identificar las opciones de adaptación en estos sectores, Costa Rica puede tomar medidas para reducir su vulnerabilidad y construir un futuro más resiliente y sostenible.

En el sector privado, los impactos del cambio climático incluyen la interrupción en las cadenas de suministro, daños a las infraestructuras y la reducción en la disponibilidad y calidad de las materias primas, lo que puede provocar un aumento de los costes, una reducción de la productividad y una disminución de los beneficios económicos.

Este documento brinda las pautas para elaborar hojas de ruta **para la descarbonización y adaptación de organizaciones del sector privado, con orientación al sector industrial** (el primer sector estudiado), no obstante, su implementación es genérica y podría servir de insumo para otros sectores.

Partiendo de una recopilación literaria e identificación de buenas prácticas (ver Anexos), se plantea una metodología estructurada en cinco etapas, donde cada etapa incluye una descripción de su objetivo, las consideraciones necesarias para su desarrollo y las actividades a realizar para lograr el objetivo. Las cinco etapas son:

1. Línea base;
2. metas y opciones de descarbonización;
3. hitos y pilares;
4. opciones catalizadoras, oportunidades y co-beneficios; y
5. reporte, monitoreo y actualización.

Esta metodología permitirá crear hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones. La metodología se formuló con participación de personas expertas en ambos temas y se discutió con actores locales y organismos internacionales de acción local. Dichas actividades de socialización permitieron el

robustecimiento de la metodología. Este documento puede adaptarse a distintos niveles de aplicación, tanto sub-sectorial donde se incluyen las distintas actividades económicas del sector privado, como sectorial para expandir su aplicación a otros sectores de la economía (comercial, institucional y de servicios públicos...). El reporte de cada hoja de ruta, sus actualizaciones, y los indicadores de monitoreo serán instrumentos valiosos para comprender el avance en acciones de mitigación de cara al cumplimiento de las NDC y la implementación del PdD y el Plan Nacional de Adaptación 2022 – 2026, complementando así otras iniciativas de monitoreo, reporte y verificación del país.

## 1.1. Objetivos de la metodología

Los principales objetivos de esta metodología son:

- Brindar lineamientos comunes que apoyen a las organizaciones del sector privado en el diseño de trayectorias de descarbonización y adaptación organizacional.
- Identificar trayectorias de descarbonización y adaptación beneficiosas para las organizaciones del sector privado.
- Establecer metas basadas en ciencia que permitan el cumplimiento de los compromisos nacionales.
- Apoyar a las organizaciones a crear planes de acción de adaptación en el corto, mediano y largo plazo para mantener la continuidad de la producción, reducir sus riesgos y costes, e incluso crear nuevas oportunidades.

Además, implementar la metodología permitirá responder las siguientes preguntas:

- » ¿Cuáles son las emisiones actuales de la organización o un proceso de la organización?
- » ¿Cuáles son las amenazas climáticas actuales y futuras?

- » ¿Cuáles son los receptores o sectores vulnerables a las amenazas del cambio climático?
- » ¿Qué opciones de descarbonización son aptas para la organización?
- » ¿Qué acciones son prioritarias para la adaptación?
- » ¿Cuáles pilares de la descarbonización están incluidos en la hoja de ruta creada?
- » ¿Cuál es el potencial de reducción de emisiones?
- » ¿Qué opciones catalizan el cumplimiento de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones?
- » ¿Cómo se evalúa el cumplimiento de la hoja de ruta?
- » ¿Qué beneficios resultan de la hoja de ruta?
- » ¿Cuáles necesidades de financiamiento e inversiones se identifican como resultado de la hoja de ruta?

## 1.2. Consideraciones generales

La Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) define las hojas de ruta como el conjunto dinámico de requisitos técnicos, políticos, legales, financieros, de mercado y organizativos identificados por todas las partes interesadas involucradas en su desarrollo [4]. Lograr objetivos a largo plazo requiere de mecanismos de planeación eficientes. **Las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones garantizan la correcta identificación de etapas a seguir, así como las barreras y las limitaciones para cumplir con futuras necesidades.** La metodología propuesta brinda insumos para que las organizaciones alineen sus acciones de descarbonización con las metas sectoriales y nacionales, considerando no solo las soluciones tecnológicas costo-efectivas, sino también las implicaciones ambientales, la demanda del mercado, opciones de los proveedores, las normativas, las condiciones regulatorias y aspectos de adaptación al cambio climático.

**Una hoja de ruta de descarbonización y adaptación es un proceso dinámico que se encuentra en constante desarrollo, se debe estar implementando, evaluando y actualizando (si es necesario).** La IEA establece que el esfuerzo debe ser guiado por el intercambio y la colaboración continua. El objetivo es acelerar el proceso general de investigación, desarrollo, demostración y despliegue con el fin de promover la inclusión de nuevas opciones tecnológicas con bajos impactos ambientales en el mercado.

La creación de las hojas de ruta para la descarbonización y de adaptación de las organizaciones involucra y alinea, a veces por primera vez, a diversas partes interesadas en un curso de acción común. El cumplimiento de la hoja de ruta fomenta la resiliencia organizacional y aumenta la competitividad, impulsa la innovación y transforma las prácticas comerciales, además de que construye credibilidad y reputación [4].

Las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones identifican fuentes de evidencia, trayectorias y conclusiones estratégicas [5]. Las **fuentes de evidencia** están basadas en fuentes bibliográficas, datos disponibles sobre emisiones, entrevistas, reuniones y talleres con las partes interesadas, equipos analíticos y de políticas gubernamentales, asociaciones, cámaras de comercio y equipos académicos. Las **trayectorias** deben basarse en análisis de evidencia para construir vías de descarbonización y eficiencia energética. Para superar las barreras y fortalecer condiciones habilitantes se deben desarrollar **conclusiones estratégicas** basadas en las **trayectorias** que fueron determinadas.

**La metodología que se presenta en las próximas secciones plantea etapas que son aplicables a hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones.** Este tipo de hojas de ruta están destinadas a respaldar la **sustitución** de tecnologías, **reducción** de consumo de energía y uso de tecnologías para impulsar la descarbonización en procesos productivos del sector privado. Por ejemplo, la sustitución de calderas de búnker por eléctricas, el reemplazo de hornos de coque

por hornos de arco eléctrico, inserción de flota vehicular eléctrica, y el uso de materias primas bajas en emisiones en lugar de las tradicionales.

Los procedimientos establecidos son versátiles y adaptables para su aplicación tanto a nivel sectorial como a nivel organizacional, por lo que la metodología presentada puede apoyar diferentes **niveles de planificación**. De hecho, para la creación de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones se requieren hojas de ruta sectoriales. Las hojas de ruta sectoriales son construidas a partir de los principios que se mencionan en esta metodología y son reportadas a través de la Herramienta Hoja de Ruta Climática. En el Cuadro 1 se muestra quiénes agrupan cada nivel de ejecución y presenta ejemplos ilustrativos.

**Cuadro 1. Posibles niveles de planificación. Autoría propia.**

<b>Nivel de planificación</b>	<b>¿Qué, quiénes agrupan cada nivel?</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>Sectorial</b>	Corresponde al agrupamiento de actividades que producen similares bienes elaborados o semielaborados a partir de materias primas específicas.	Industria cementera, hierro y acero, alimentos y tabaco.
<b>Organizacional</b>	Cada una de las organizaciones que componen la industria.	Las textilerías, embotelladoras, ingenios.



## 1.3. Insumos requeridos para la creación de hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones

Para cumplir los acuerdos ratificados por el país en el nivel internacional bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y, más recientemente, el Acuerdo de París sobre cambio climático y sus NDC, se hace necesario disponer de mecanismos transparentes de ejecución y medición, reporte y verificación (MRV) que permitan a las organizaciones alinearse a las medidas nacionales.

Para acelerar este proceso se debe hacer uso de herramientas y guías que han sido desarrolladas a nivel nacional. La metodología hace uso de los lineamientos y las herramientas del Programa País de Carbono Neutralidad (PPCN), el Catálogo de Adaptación y Descarbonización Empresarial, la ISO 22301, la ISO 31000 [6], [7], y el formato para reportar los resultados de la hoja de ruta. Todos estos insumos son fundamentales en el desarrollo de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones, ya sea en la etapa de elaboración de la hoja de ruta como en la etapa de reporte, monitoreo y actualización. El Cuadro 2 resume los insumos de la metodología y su finalidad. A continuación, se realiza una breve descripción de cada insumo.

**Lineamientos y herramientas del PPCN:** Los lineamientos del PPCN establecen las reglas y el proceso que deben cumplir las organizaciones interesadas en for-

mar parte del PPCN del Gobierno de Costa Rica para obtener alguno de sus reconocimientos. En conjunto con sus lineamientos, se incluyen herramientas, guías y cálculos que simplifican y hacen accesible el proceso de elaboración del Inventario de GEI para cualquier tipo de organización, incluyendo del sector privado. Específicamente se hace uso de las reglas establecidas en la categoría organizacional, la cual utiliza como estándares aplicables las normas INTE B5 e ISO 14064-1 en sus versiones vigentes para el desarrollo del inventario de GEI.

**Herramienta Hoja de Ruta Climática Empresarial (HRCE):** Es una herramienta computacional que facilita la creación de hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones o sectores. Contiene los resultados de estudios de acciones climáticas en descarbonización y adaptación. Es un instrumento en continuo proceso de mejora, su fin primordial es ser empleado por las organizaciones para producir hojas de ruta para la descarbonización y adaptación<sup>1</sup>.

En su apartado de descarbonización, la herramienta HRCE muestra las opciones de descarbonización financieramente atractivas para el sector, tomando como referencia el potencial de reducción de emisiones. También incluye las trayectorias de emisiones sectoriales que sirven de base para la definición de las trayectorias de emisiones organizacionales.

---

<sup>1</sup> La herramienta HRCE contiene los resultados sobre estudios de análisis de opciones de descarbonización del consumo energético [21], refrigerantes y aires acondicionados [22], evaluaciones en los sectores de caña de azúcar, productos forestales y pesca [23]. En el componente de adaptación se integran, además, receptores vulnerables identificados por organizaciones de los sectores de Alimentos, Bebidas, Comercial, Financiero, entre otros.

En su apartado de adaptación, la herramienta incorpora los criterios para el análisis de riesgos climáticos en la organización. Además, sugiere una serie de acciones coherentes con los valores de riesgos climáticos identificados. Estas acciones fueron seleccionadas a partir de las revisiones de los instrumentos de políticas nacionales relacionadas con la adaptación, como la Contribución Nacionalmente Determinada y el Plan Nacional de Adaptación. La herramienta permite priorizar dichas acciones mediante valoraciones de criterios técnicos, para finalmente obtener una hoja de ruta para la adaptación de la organización.

**Herramienta para la construcción de la trayectoria de emisiones organizacionales:**

La metodología en su etapa 3 produce una trayectoria de descarbonización organizacional con base en las trayectorias de emisiones sectoriales. La herramienta para esta trayectoria organizacional está embebida en la herramienta HRCE. La herramienta utiliza la línea base organizacional y desagrega las metas sectoriales para definir las trayectorias de transición tecnológica que permiten la reducción de emisiones organizacionales.

**Estructura y organización del informe de resultados:** En aras de garantizar comparabilidad, transparencia y trazabilidad, se proporciona en el Anexo 4.5. orientación para desarrollar el informe de resultados de la hoja de ruta. El reporte agrupa los resultados de cada una de las etapas de la metodología que serán detalladas en los próximos capítulos.

Esta metodología y la herramienta HRCE potencian los esfuerzos de las organizaciones participantes del Programa País Carbono Neutralidad y, junto con el inventario de GEI, el PPCN recomienda acciones de mitigación, adaptación y transformación tecnológica, que deberían alinearse con las sugeridas en la hoja de ruta para la descarbonización y adaptación.

Cuadro 2. Insumos, estado de desarrollo y finalidad. Autoría propia.

Insumo	Utilidad para la creación de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones
<i>Lineamientos y herramientas del Programa País de Carbono Neutralidad: Categoría organizacional</i>	Elaboración del Inventario de GEI para las organizaciones
<i>La Herramienta Hoja de Ruta Climática Empresarial</i>	Obtención de información del sector: porcentajes de reducción de emisiones, opciones viables de descarbonización, e hitos sectoriales.
<i>Herramienta para la construcción de la trayectoria de emisiones</i>	Construcción de la trayectoria de emisiones organizacionales.
<i>Formato para el reporte de la hoja de ruta</i>	Redacción del reporte con base a una plantilla estándar.

## 2. Metodología propuesta

La propuesta metodológica para crear hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones y procesos toma como insumo diversos protocolos o herramientas existentes [4], [5], [8]–[10]. Sustentadas por la literatura consultada, la propuesta aquí planteada se ha adaptado a las particularidades del país y la misma se ha estructurado en cinco etapas (Figura 2): i) Línea base; ii) Metas y opciones

de descarbonización; iii) Hitos y pilares; iv) Opciones catalizadoras, oportunidades y co-beneficios; y v) Reporte, monitoreo y actualización. Cada etapa incluye el objetivo, las consideraciones o insumos necesarios, y las actividades fundamentales de la etapa.

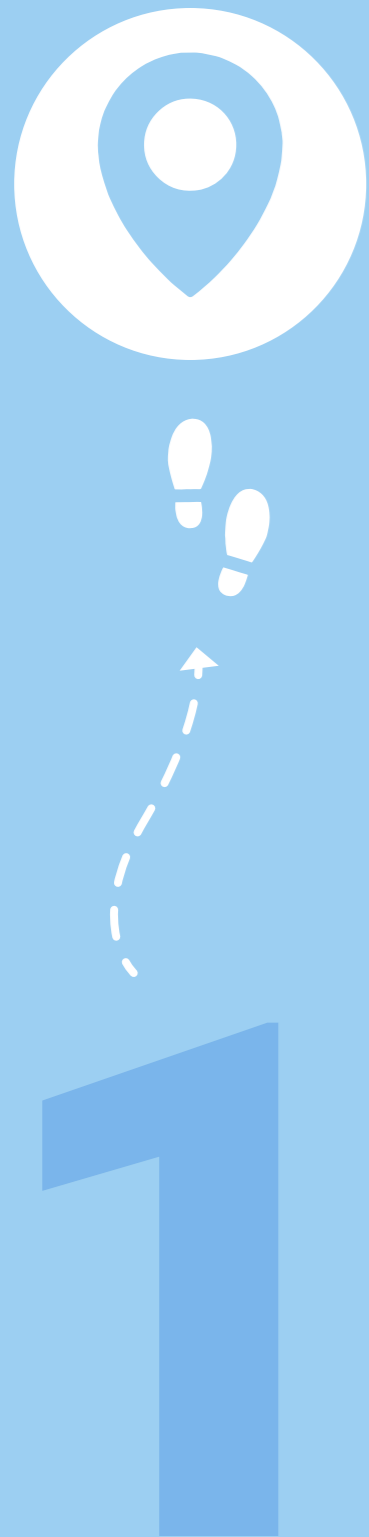
Figura 2. Etapas fundamentales de la metodología. Autoría propia.





Cuadro 3. Metodología para la creación de hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones del sector privado

<b>Etapas</b>	<b>Etapa 1</b>	<b>Etapa 2</b>	<b>Etapa 3</b>	<b>Etapa 4</b>	<b>Etapa 5</b>
<b>Subetapas</b>	<b>Línea base</b>	<b>Metas y opciones de descarbonización y adaptación</b>	<b>Hitos y pilares</b>	<b>Opciones catalizadoras</b>	<b>Reporte, monitoreo y actualización</b>
<b>Objetivos del Componente Descarbonización</b>	Recopilar información de consumo energético, información tecnológica, de contabilización de emisiones y económica para realizar la línea base.	Fijar un objetivo ambiental para definir y lograr una reducción de GE y evaluar opciones de descarbonización para lograrlo.	Definir los objetivos de desempeño intermedios para lograr las metas propuestas y definir los pilares de la descarbonización elegidos.	Identificar opciones para acelerar la implementación de la hoja de ruta.	Ejecutar la hoja de ruta y dar seguimiento al progreso de implementación y actualización.
<b>Objetivos complementarios en adaptación</b>	Realizar un diagnóstico de riesgos climáticos actuales y futuros para establecer una línea base en adaptación.	Adicionar objetivos en adaptación para lograr una reducción de la vulnerabilidad y priorizar medidas de adaptación.	Desarrollar un plan de acción	Identificar opciones para acelerar la implementación del componente adaptación en la hoja de ruta	Establecer un sistema de monitoreo y evaluación de las acciones. Ejecutar las acciones de adaptación. Dar seguimiento al progreso de implementación y actualización.



## 2.1. Etapa 1: Línea base

*El objetivo de esta etapa es caracterizar el estado actual de la organización o del proceso a descarbonizar en torno a su inventario de emisiones de GEI, los riesgos y las oportunidades que enfrenta producto del cambio climático. En esta etapa se caracteriza la organización, además se recopila información de consumo energético, información tecnológica, económica y de contabilización de emisiones, vulnerabilidades para realizar la línea base. Definir la línea base genera **tres principales insumos**: la definición de estado actual de las tecnologías y de vulnerabilidad frente a amenazas climáticas, procesos y consumo de combustibles, la contabilización de emisiones y las matrices de valorización de amenazas, vulnerabilidad y riesgo.*

### **Las siguientes consideraciones son relevantes para la creación de esta etapa:**

- La creación de la línea base permitirá producir un escenario base (un escenario en el que se representa la trayectoria de un escenario en el que no se emplean más medidas para reducir las emisiones de la organización).
- Se debe definir el equipo de trabajo que producirá la hoja de ruta. El equipo de trabajo está conformado por la alta dirección y el equipo ejecutor.

**Rol de la alta dirección:** Se asegura de la disponibilidad de recursos esenciales para establecer, implementar, mantener y mejorar la creación de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones. Además, está compuesto por las personas tomadoras de decisiones con respecto a metas, alcance y límites dentro de la organización.

**Rol del equipo ejecutor:** Se encarga de coordinar y desarrollar la hoja de ruta tal y como se plantea en esta metodología. Es recomendable que el equipo posea experiencia en la creación de Inventario de GEI, temas de descarbonización, y adaptación, transiciones tecnológicas y la actividad económica de la organización.

- La contabilización de emisiones está basada en los estándares requeridos por el PPCN categoría organizacional (INTE B5 e ISO 14064-1) [6]. Los lineamientos y guías se encuentran disponibles en la página web Programa País de Carbono Neutralidad.

La Etapa 1 se divide en cuatro actividades/subetapas (Figura 3).

Figura 3: Subetapas de la Etapa 1. Autoría propia.



### 2.1.1. Descripción del perfil de la organización

En esta subetapa, la organización debe desarrollar su perfil organizacional, considerando los aspectos más importantes de su negocio y el alcance del análisis de adaptación y descarbonización que desea realizar, en término de cantidad de instalaciones o procesos que desea analizar.

Para organizaciones que tienen múltiples sedes en diferentes espacios geográficos, el análisis de la adaptación se debe realizar para cada sede, esto por cuando las amenazas y la vulnerabilidad cambian dependiendo del espacio geográfico. Para esta subetapa se sugiere completar un cuadro como el siguiente.

Cuadro 4. Variables para incluir en el perfil de la organización

<i>Nombre de la organización</i>	
<i>Ubicación geográfica (por sede de la organización)</i>	
<i>Descripción de la organización (Actividad sustantiva a que se dedica)</i>	
<i>Cantidad de colaboradores</i>	
<i>Alcance del proceso de análisis de adaptación</i>	
<i>Alcance de la hoja de ruta de descarbonización</i>	

### 2.1.2. Recopilación de información

En esta subetapa se realiza un inventario de datos tecnológicos y datos de mercado de la organización. Se debe recolectar información para entender el grado de impacto que se tendrá de la descarbonización de la organización o el proceso. La misma permite conocer con detalle la estructura organizacional, el consumo energético, el consumo de materias primas y las tecnologías existentes. El Cuadro 5 presenta los diferentes tipos de datos que se deben recolectar en esta subetapa.

Cuadro 5. Tipos de datos requeridos. Autoría propia

Tipo	Datos requeridos
<i>Tecnología</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de combustibles (por tipo)</li> <li>Consumo de materias primas (por tipo)</li> <li>Consumo de refrigerantes (por tipo)</li> <li>Facturas de compras de tecnologías y combustibles</li> <li>Registros de suministro de tecnologías y combustibles</li> <li>Rendimiento de las tecnologías existentes</li> <li>Costos tecnológicos (capital, operación y mantenimiento, costos variables, tributos)</li> <li>Kilometraje recorrido por los sistemas de transporte</li> </ul>

Tipo	Datos requeridos
Mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listado de proveedores de materias primas e insumos.</li> <li>Distribuidores de los productos generados (si existen).</li> <li>Clientes (incluidas las perspectivas de demanda por sector de uso final)</li> <li>Búsqueda de opciones de financiamiento disponibles para proyectos orientados a la descarbonización (compra de nuevas tecnologías, instalación, construcción de infraestructura...)</li> </ul>

### 2.1.3. Cuantificación de GEI

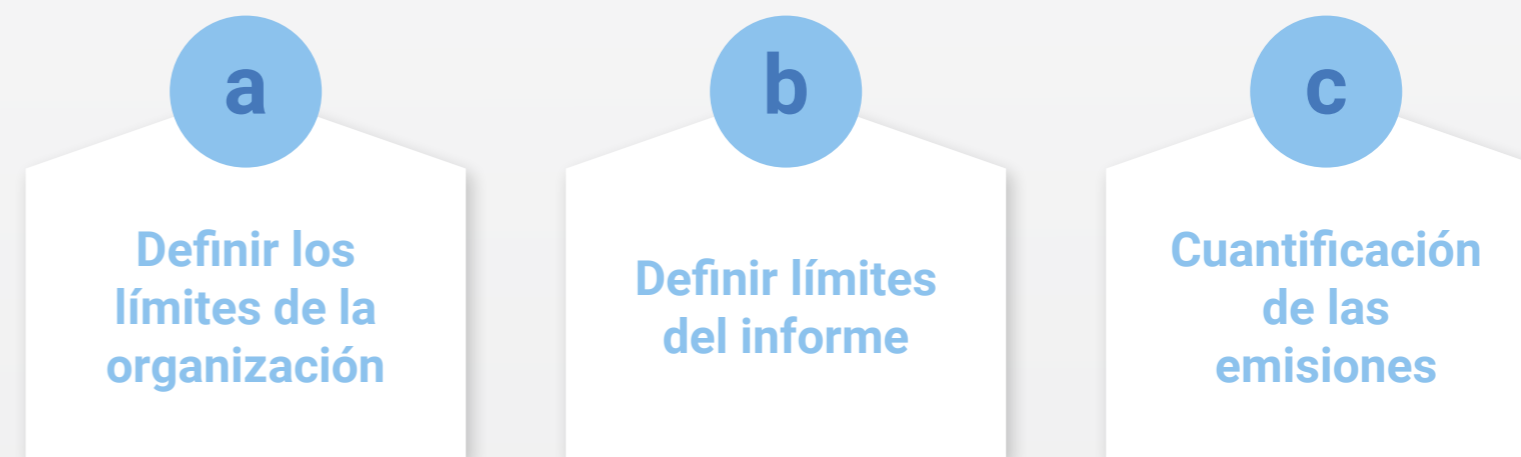
**En esta subetapa se estiman las emisiones de GEI de la organización, proceso o tecnología.** Conocer el estado actual de las emisiones sirve como base para planificar qué tanto se deben reducir esas emisiones año a año para alinear la meta organizacional con las metas nacionales. Se sugiere el uso de los lineamientos para participar en el PPCN<sup>2</sup>, la guía y la herramienta para producir un inventario de GEI de la organización, proceso o tecnología. El uso de otros instrumentos es posible mientras se sigan las reglas del PPCN. La información recopilada y los resultados obtenidos durante el proceso de reconocimiento del PPCN sirve de insumo para

realizar estimación, sin embargo, se debe revisar que se cumpla lo estipulado en esta metodología.

El Inventario de GEI para las organizaciones debe reportarse según la norma establecida en el PPCN, la ISO 14064-1. Específicamente haciendo énfasis en la definición de límites organizacionales, límites del informe, etapas de cuantificación, y los procedimientos de gestión de la información.

La creación del Inventario de GEI requiere de las siguientes acciones presentadas en la Figura 4 y detalladas a continuación:

Figura 4: Etapas principales para la creación del Inventario de GEI.



2 La contabilización de emisiones se basa en la Norma INTE-B5. Las organizaciones del sector privado que realicen las hojas de ruta deben iniciar la definición de la línea base con la elaboración de su inventario de emisiones. La norma INTE/ISO 14064-1 debe ser utilizada para su desarrollo. Las organizaciones pueden utilizar la norma INTE-ISO TR 14069 Gases de efecto invernadero - Cuantificación e informe de las emisiones de GEI para las organizaciones- Orientación para la aplicación de la norma ISO 14064-1 como insumo adicional para el reporte de sus inventarios de emisiones y de remociones de GEI [24], [25].

### a. Definir los límites de la organización:

Según la ISO 14064-1 existen dos principales enfoques (Cuadro 6): el de participación accionaria y el enfoque de control. La metodología usa el enfoque de control operacional. La organización debe incluir un listado de las operaciones que generan emisiones de GEI sobre las cuales ejerce control operacional. Por el enfoque metodológico, las propuestas de transición tecnológica exigen influir sobre la tecnología y las fuentes de emisión. Es aconsejable dar prioridad a las fuentes en las que existe un control operativo. No obstante, las organizaciones deben identificar y evaluar las emisiones indirectas significativas.

Cuadro 6. Enfoques de participación organizacional: accionaria y de control operacional [8]. Autoría propia.

Enfoque de participación accionaria	Enfoque de control operacional
Una organización contabiliza las emisiones de GEI de acuerdo con la proporción que posee en la estructura accionaria.	Una organización contabiliza el 100% de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales ejerce el control (financiero o de control operacional).

**Enfoque de control operacional:** conteo de emisiones dentro de los límites sobre los cuales la organización del sector privado posee la capacidad o habilidad para gobernar el proceso de toma de decisiones por medio de la selección de políticas operativas.

**Enfoque de control financiero:** conteo de emisiones dentro de los límites sobre los cuales la organización del sector privado posee la capacidad o habilidad para gobernar el proceso de toma de decisiones por medio de la selección de políticas financieras.

### b. Definir los límites del informe:

La organización debe establecer y documentar los límites operativos. Su establecimiento incluye la identificación de las emisiones y remociones de GEI asociadas a las operaciones de las organizaciones del sector privado. Los límites del informe deben incluir las emisiones directas (correspondientes al alcance 1), las emisiones indirectas por importación de energía (correspondientes al alcance 2), y otras emisiones indirectas: i) de productos y servicios que se utilizan por la organización; ii) las asociadas al uso de productos de la organización; iii) las encontradas en otras fuentes (correspondientes al alcance 3).

Las emisiones directas se generan de fuentes pertenecientes o controladas por la organización. Las indirectas son todas aquellas emisiones que proceden de las actividades de la organización, pero las fuentes de emisión no pertenecen o no son controladas por la organización. El Cuadro 7 muestra un resumen de la distinción entre ambos tipos de alcances.



Cuadro 7. Tipos de alcances. Autoría propia.

Emisiones directas	Emisiones indirectas significativas <sup>3</sup>
Las emisiones del alcance 1 son aquellas generadas por fuentes pertenecientes o controladas por la organización. Las fuentes de emisión directa pueden ser de 4 tipos: fijas, de transporte, de proceso, y fugitivas.	Fuentes de emisiones indirectas derivadas de otros procesos: energía importada, transporte, productos y servicios que se utilizan por la organización, uso de productos luego de producidos, otras fuentes.

- **Emisiones indirectas por energía importada:** se calcularán primordialmente a partir del consumo medido de electricidad y de factores de emisión publicados por los proveedores de electricidad o por la red eléctrica local.
- **Emisiones indirectas por transporte:** emisiones que se deben principalmente al consumo de combustible en vehículos para transporte de personas, productos, etc. por todos los medios. También se puede incluir emisiones de fugas de gases refrigerantes en los vehículos o de la construcción de estos.
- **Emisiones indirectas de productos y servicios utilizados por la organización:** emisiones de productos comprados, bien de capital y servicios.
- **Emisiones indirectas asociadas al uso de productos de la organización:** emisiones de los productos vendidos después de realizar el proceso productivo.

3 Emisiones indirectas significativas: emisiones generadas fuera del control directo de la organización, las cuales deben ser evaluadas y seleccionadas a partir de criterios determinados por la organización, considerando su cadena de valor. Para más información, referirse al Anexo H de la norma 14064-1.

Puede incluir emisiones que se asocian al uso del producto o a la disposición final del mismo.

- **Emisiones indirectas en otras fuentes:** cualquier otra emisión no estando incluida en categorías anteriores.

### c. Cuantificación de las emisiones:

El inventario de emisiones de GEI debe incluir los gases acordados en la Convención Marco de Cambio Climático y en el Protocolo de Montreal (Cuadro 8).

Cuadro 8. Gases acordados en la Convención Marco de Cambio Climático y en el Protocolo de Montreal. Autoría propia.

Convención Marco de Cambio Climático	Protocolo de Montreal:
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), Metano (CH <sub>4</sub> ), Óxido nitroso(N <sub>2</sub> O), Hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> ),	Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) Trifluoruro de Nitrógeno (NF <sub>3</sub> )
	Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) Clorofluorocarbonos (CFC)

Las organizaciones deben cuantificar y reportar las emisiones y remociones de GEI según lo detallado en las cinco fases que se encuentran en la Guía para participar en el PPCN.

- Identificación de fuentes y sumideros de GEI
- Selección de la metodología de cuantificación
- Selección y recopilación de datos de la actividad de GEI
- Selección o desarrollo de los factores de emisión o remoción de GEI
- Cálculo de las emisiones y remociones de GEI

 **Resultado de la etapa:**

- **Reporte de los datos recopilados.**
- **Inventario de GEI según el reporte del PPCN.**

## 2.1.4. Análisis de los riesgos climáticos

Esta subetapa consiste en el análisis de los riesgos climáticos futuros, específicamente se pretende identificar amenazas, identificar vulnerabilidades y valorizar el riesgo climático<sup>4</sup>.

Figura 5: Etapas principales para el análisis de riesgos.



### Consideraciones:

Las organizaciones que cuenten con una metodología propia o sistema de gestión de riesgos empresariales pueden utilizarla en sustitución de este paso, siempre que analicen si están incorporando las amenazas y la vulnerabilidad desde la óptica del cambio climático. En caso de que no la tengan, es necesario agregar estas variables a su metodología o sistema.

- Se recomienda a las organizaciones realizar esta sub etapa mediante una metodología participativa en la cual integren representantes de las diferentes partes interesadas de la organización, así como colaboradores con conocimiento del clima característico de la sede o sedes participantes.

4 Para abordar el análisis de riesgos climáticos se recomienda consultar el Anexo 4.3 Conceptos de Adaptación.



### a. Identificación de las amenazas:

En esta actividad la organización debe identificar las amenazas actuales y futuras que podrían impactar a la organización. Además, valorando la probabilidad de ocurrencia en el tiempo de estas, considerando la información climática de referencia actual y futura, así como, los impactos históricos percibidos o potenciales.

Como parte de esta actividad es necesario también identificar los posibles impactos históricos y futuros debido a la ocurrencia de las amenazas para la organización, esta identificación de impactos para cada amenaza permite mapear, además, las pérdidas y los daños que producto de la ocurrencia de los impactos la organización puede sufrir.

La identificación de las amenazas puede basarse en la experiencia previa de la organización. También, se puede apoyar en mapas o estudios realizados por entidades calificadas para realizarlo. Ejemplos en Costa Rica podrían ser los mapas de amenaza de la Comisión Nacional de Emergencia, mapas realizados por el Instituto Meteorológico Nacional o los mapas de desarrollados por el cantón donde se ubica la sede analizada, para lo cual debe contactar a la municipalidad respectiva.

Para analizar la probabilidad de ocurrencia hacia el futuro de las amenazas es necesario consultar de manera frecuente los escenarios de cambio climático y pronósticos del tiempo atmosférico que realiza el Instituto Meteorológico Nacional, institución encargada de elaborar y actualizar la información climática en el país [11], así como los Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático [12], el Plan Cantonal de Adaptación Ante el Cambio Climático del cantón o la región a la que pertenece la sede o sedes de la organización en análisis.

Las principales amenazas climáticas a las que se puede ver expuesta una organización son las siguientes:

Cuadro 9. Principales amenazas climáticas. Adaptado de [13].

Amenaza climática	Definición
<i>Lluvias intensas</i>	<i>Fenómeno meteorológico en el cual la caída de agua es superior a los 60 mm en el transcurso de una hora.</i>
<i>Huracanes</i>	<i>Fenómeno meteorológico de la atmósfera baja, que puede describirse como un gigantesco remolino en forma de embudo. Puede alcanzar un diámetro de cerca de 1000 km y una altura de 10 km. Produce vientos con velocidades superiores a los 200 km/hora y con ráfagas de hasta 400 km/hora, trayendo consigo fuertes lluvias.</i>
<i>Tormentas tropicales</i>	<i>Fenómenos meteorológicos generados por el calentamiento del aire y la disponibilidad de masas de aire húmedas e inestables. Las tormentas van desde tormentas localizadas (con fuertes lluvias y / o granizo, relámpagos, vientos fuertes, tornados) hasta eventos de varios días a escala meso.</i>
<i>Sequía</i>	<i>Un período extendido de precipitación inusualmente baja que produce una escasez de agua para las personas, los animales y las plantas. La sequía es diferente de la mayoría de los otros peligros, ya que se desarrolla lentamente, a veces incluso durante años, y su aparición es generalmente difícil de detectar.</i>
<i>Escasez de agua</i>	<i>Periodo en el cual la demanda de agua para la población y las actividades productivas no puede ser completamente satisfecha debido a factores naturales y humanos, como la falta de precipitación asociada a procesos climáticos o la falta de infraestructura adecuada.</i>

<b>Amenaza climática</b>	<i>Definición</i>
<i>Olas de calor</i>	<i>Un periodo de tiempo anormalmente caliente o inusualmente húmedo, con una duración mínima de dos días.</i>
<i>Incendio forestal</i>	<i>Es un fuego que se propaga sin control a través de vegetación rural o urbana y pone en peligro a las personas, los bienes y el medio ambiente.</i>
<i>Erosión costera</i>	<i>Pérdida temporal o permanente de sedimentos o masas terrestres en márgenes costeros debido a la acción de olas, vientos, mareas o actividades antropogénicas.</i>
<i>Incidentes con fauna silvestre</i>	<i>Encuentros entre personas con fauna silvestre en ambientes tanto urbanos como rurales.</i>
<i>Deslizamientos</i>	<i>Una gran masa de tierra suelta que fluye o cae rápidamente por una ladera bajo la fuerza de la gravedad</i>
<i>Corte de energía</i>	<i>Suspensión del fluido eléctrico por algún evento hidrometeorológico extremo</i>
<i>Inundaciones</i>	<i>Desbordamiento de agua de un canal de un río o quebrada sobre tierra normalmente seca en la zona de inundación o de protección del cuerpo de agua. También, ocurre cuando se desborda el alcantarillado pluvial por falta de capacidad para en causar las aguas durante lluvias intensas.</i>

<b>Amenaza climática</b>	<b>Definición</b>
<i>Enfermedades</i>	<i>Un aumento inusual en el número de incidentes de una enfermedad infecciosa que ya existía en la región o la aparición de una enfermedad infecciosa previamente ausente en la región, que afecta a la salud de la población o la salud de los cultivos y animales.</i>

Basado en las amenazas identificadas anteriormente, se deben atribuir un valor basado en la ocurrencia y la intensidad de la amenaza, mediante la asignación de un valor de acuerdo la escala siguiente.

**Cuadro 10. Escala de valoración de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas**

<b>Escala de probabilidad</b>	<b>Significado</b>	<b>Valor asignado</b>
<i>Muy alta</i>	<i>La amenaza se ha presentado anualmente durante los últimos 5 años afectando a la organización directamente y se pronostica que continuará presentándose en los próximos años.</i>	<b>5</b>
<i>Alta</i>	<i>La amenaza se ha presentado varias veces durante los últimos 5 años, afectando a la organización directamente y se pronostica que continuará presentándose en los próximos años.</i>	<b>4</b>

Escala de probabilidad	Significado	Valor asignado
<i>Moderada</i>	<i>La amenaza se ha presentado varias veces durante los últimos 5 años y ha afectado a la organización indirectamente y se pronostica que continuará presentando en los próximos años.</i>	<b>3</b>
<i>Baja</i>	<i>La amenaza se ha presentado en el pasado y no ha afectado a la organización, pero se pronostica que continuará presentando en los próximos años. Para la ubicación de la organización esta amenaza no está reportada ni se proyecta en el tiempo su ocurrencia.</i>	<b>2</b>
<i>Muy Baja</i>	<i>La amenaza no ha ocurrido en el pasado y sólo ocurriría en circunstancias muy excepcionales</i>	<b>1</b>

La variable exposición está implícita dentro de la identificación de amenazas ya que está directamente relacionada con la probabilidad de ocurrencia y el impacto de las diferentes amenazas estudiadas.

Como resultado de esta actividad se obtienen una matriz (ver cuadro siguiente) en la cual se identifican las amenazas de la organización y su probabilidad de ocurrencia, lo ideal es ordenar las amenazas en orden de prioridad dependiendo del valor asignado para la probabilidad de ocurrencia, es decir aquellas amenazas que tengan una probabilidad de ocurrencia de 5 o 4 son las amenazas prioritarias para analizar y atender.

Cuadro 11. Matriz de valorización de las amenazas

Amenaza	Probabilidad de ocurrencia	Prioridad de atención
<i>Ejemplo: Inundaciones</i>	<i>Ejemplo: 4</i>	<i>Ejemplo: 1</i>
<i>Ejemplo: Sequía</i>	<i>Ejemplo: 3</i>	<i>Ejemplo: 2</i>
<i>Ejemplo: Cortes de energía</i>	<i>Ejemplo: 2</i>	<i>Ejemplo: 3</i>

Una vez identificas las amenazas a las que la organización se expone debido al cambio climático es importante identificar los posibles impactos, daños y pérdidas que la ocurrencia de estas amenazas puede implicar a la organización, para lo cual se propone que cada organización identifique estos impactos para diferentes receptores de la organización, siguiendo la lista sugerida en el Cuadro 12. Para cada impacto identificado es recomendable documentar el dato del monto en pérdidas y daños que la organización ha tenido producto de la ocurrencia histórica de las amenazas identificadas.

Cuadro 12. Listado de posibles impactos para el sector privado debidos al cambio climático

Sector	Posibles impactos
<i>Mercados</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aumento, baja o cambio temporal de demanda de un producto o servicio.</i></li> <li>• <i>Requerimiento de nuevas características de un producto o servicio.</i></li> <li>• <i>Mercado emergente para producto nuevo o existente.</i></li> <li>• <i>Impactos en comportamiento del cliente o su habilidad para acceder a producto o servicio.</i></li> <li>• <i>Oportunidades de mercadeo.</i></li> <li>• <i>Incapacidad de satisfacer incrementos en demanda o a ciertos segmentos del mercado.</i></li> <li>• <i>Posición de competidores mejorada o empeorada por cambio climático.</i></li> <li>• <i>Ventajas para pioneros en respuesta a mercados o estilos de vida cambiantes</i></li> </ul>
<i>Procesos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cambios en productividad como resultado de cambios climáticos en otro sitio.</i></li> <li>• <i>Sobrepaso de límites establecidos en políticas, procedimientos o contratos.</i></li> <li>• <i>Daño a inventario.</i></li> </ul>
<i>Logística</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Impactos a transporte de materias primas, entrega de producto o viaje de colaboradores.</i></li> <li>• <i>Implicaciones al negocio por impactos a proveedores.</i></li> <li>• <i>Impactos en precio o disponibilidad de materias primas y proveedores claves.</i></li> <li>• <i>Interrupción de servicios como electricidad o agua.</i></li> <li>• <i>Cambio a requerimientos de proceso de empaque o distribución.</i></li> </ul>

Sector	Posibles impactos
Personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos a comodidad térmica, salud o seguridad de colaboradores u otros dentro de edificios.</li> <li>• Impactos en salud,</li> <li>• Seguridad o comodidad de colaboradores en áreas fuera del edificio.</li> <li>• Implicaciones al negocio de impactos en comunidades locales.</li> <li>• Problemas relacionados con reclutamiento o capacidades.</li> <li>• Implicaciones al negocio de tendencias sociales derivadas del clima.</li> </ul>
Instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos físicos en edificio o equipo.</li> <li>• Implicaciones de diseño para nuevos edificios.</li> <li>• Implicaciones en diseño o mantenimiento para edificios existentes.</li> <li>• Impactos en el ambiente exterior, equipo u otros activos.</li> </ul>
Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asuntos relacionados con los seguros.</li> <li>• Asuntos relacionados con inversiones.</li> <li>• Potenciales nuevas obligaciones.</li> </ul>

Fuente: [14].

## b. Identificación de receptores de vulnerabilidad:

La organización debe identificar y evaluar la vulnerabilidad de diferentes receptores y elementos ante las amenazas identificadas en el paso anterior. Los principales sectores o receptores donde las organizaciones pueden analizar su vulnerabilidad son:

- **Instalaciones:** infraestructura física que posee la organización, edificios, sedes, oficinas y demás.
- **Procesos:** los procesos de gestión internos y los procesos que se realizan en la organización. Se incluyen acá los procesos de importaciones y exportaciones que realiza la organización.
- **Logística:** conjunto de actividades que realiza la organización para el transporte de materias primas y envío de productos o servicios en su cadena de distribución.



- **Materias primas:** materiales o insumos que la organización usa para producir sus productos o servicios.
- **Colaboradores:** personas que trabajan para la organización.
- **Clientes:** personas que adquieren los productos o servicios de la organización.
- **Proveedores:** organizaciones o personas que proveen servicios, materias primas y productos que sirven para que la organización realice sus actividades económicas.
- **Comunidad:** conjunto de personas que habita las áreas de influencia de la organización.

La identificación de los receptores y elementos vulnerables se debe basar en el conocimiento de su organización y de su sector. Para este análisis de vulnerabilidad no es necesario analizar cada receptor; queda a criterio de la organización la selección de los receptores. Idealmente se deben analizar los que se considere que a futuro pueden verse más afectados por las amenazas identificadas en la sección anterior.

A continuación, se hace un listado de los posibles factores para analizar la vulnerabilidad en los receptores seleccionados.

Cuadro 13. Principales sectores y factores de vulnerabilidad

Sector Receptor vulnerable	Factores de vulnerabilidad
<i>Instalaciones</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Estado de los activos críticos</i></li> <li>• <i>Ubicación de los activos críticos</i></li> </ul>
<i>Procesos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dependencia a bienes y servicios que dependen del clima</i></li> <li>• <i>Diversificación en la cadena de suministro</i></li> <li>• <i>Dependencia de recursos (agua, energía)</i></li> </ul>
<i>Logística</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sensibilidad de procesos a cambios en las condiciones climáticas (temperatura, humedad)</i></li> <li>• <i>Dependencia de infraestructura de transporte (Carreteras, puentes)</i></li> <li>• <i>Exposición de la infraestructura de almacenamiento</i></li> </ul>
<i>Materias primas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dependencia de proveedores de servicios de transporte</i></li> <li>• <i>Falta de programas y protocolos de atención de emergencia</i></li> <li>• <i>Falta de inventarios de materias primas</i></li> </ul>

<i>Personas colaboradoras</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Composición demográfica vulnerable (nivel de escolaridad, composición étnica, edad, discapacidad, composición del hogar, niveles de pobreza, empleo y desempleo, ingresos, tenencia de propiedad, entre otros);</i></li> <li>• <i>Bienestar y salud<sup>5</sup> (indicadores como índice de necesidades básicas insatisfechas, índice de desarrollo humano, mortalidad, morbilidad, entre otros);</i></li> <li>• <i>Actividades económicas<sup>6</sup>, incluyendo los principales medios de vida; entre otros.</i></li> </ul>
<i>Proveedores</i>	
<i>Clientes</i>	
<i>Comunidad</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ineficiencia y falta de eficacia de las instituciones públicas;</i></li> <li>• <i>Inexistencia de programas y protocolos de atención de emergencia;</i></li> <li>• <i>Factores sociales y de la comunidad: composición de las familias y el acceso a la formación técnica y especializaciones. Además, el acceso limitado a tecnología y medios de comunicación, así como la falta de acceso a crédito y servicios financieros.</i></li> <li>• <i>Vulnerabilidad territorial y de la vivienda: tenencia de la tierra y al acceso a viviendas dignas.</i></li> <li>• <i>Vulnerabilidad ecológica: identificación y caracterización de los ecosistemas locales y críticos. Índices de contaminación ambiental.</i></li> </ul>

La valoración de la vulnerabilidad se realiza luego de analizados diferentes factores para cada sector, siguiendo la siguiente escala. Para elegir un valor asignado, se deben analizar la información disponible para cada factor analizado, e.g. si una organización analiza el receptor denominado “colaboradores” de acuerdo con su nivel de educación y determina que el 75% de sus colaboradores tiene una escolaridad baja y adicionalmente el 50% de estas personas habitan en lugares con altos

índices de pobreza, lo cual los hace altamente susceptibles a verse afectados por los impactos del cambio climático, lo correcto es asignar a ese receptor una vulnerabilidad alta.

El Cuadro 14 sugiere una valoración de la vulnerabilidad por receptor, considerando los principales factores de vulnerabilidad para guiar la valoración. Cada organiza-

5 El cambio climático puede afectar directamente la salud y el bienestar de las personas, especialmente en términos de aumento de la frecuencia y gravedad de eventos climáticos extremos, como olas de calor, inundaciones y sequías, que pueden tener impactos en la salud mental y física de las personas. Estos impactos se ven evidenciados en cambios en indicadores.

6 Se refiere a las actividades económicas que pueden verse afectadas por cambios en las condiciones climáticas, como la agricultura, la pesca y la industria turística, lo que puede tener impactos en la producción y los ingresos percibidos.



ción tiene sus propias particularidades, contextos y necesidades específicas, lo que puede requerir la inclusión de criterios adicionales o ajustes a los existentes en la evaluación de la vulnerabilidad. Las listas proporcionadas en el Cuadro 14 son una guía inicial y general para identificar los principales factores de vulnerabilidad.

Cada organización opera en un entorno único y puede enfrentar amenazas y riesgos específicos en función de su sector, ubicación geográfica, cadena de suministro, infraestructura, recursos humanos y otros aspectos relevantes.

**Cuadro 14. Escala de valoración de la vulnerabilidad**

<b>Sector Receptor vulnerable</b>	<b>Factor de vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>	<b>Vulnerabilidad media</b>	<b>Vulnerabilidad baja</b>
<i>Instalaciones</i>	<i>Estado de las instalaciones</i>	<i>Al menos una instalación de la organización se encuentra en mal estado</i>	<i>Las instalaciones de la organización se encuentran en un estado regular a bueno</i>	<i>Las instalaciones de la organización se encuentran en un estado bueno a muy bueno</i>
	<i>Ubicación de las instalaciones</i>	<i>Al menos una instalación de la organización se ha visto impactada directamente por la amenaza climática analizada</i>	<i>Al menos una instalación de la organización se ha visto impactada indirectamente por amenaza climática analizada</i>	<i>Ninguna instalación de la organización se ha visto impactada por la amenaza climática analizada</i>
<i>Procesos</i>	<i>Disponibilidad de materiales</i>	<i>Al menos un proceso de la organización requiere de materiales cuya disponibilidad varía en el año debido a la ocurrencia de la amenaza climática analizada y no se cuenta con un material de reemplazo</i>	<i>Al menos un proceso de la organización requiere de materiales cuya disponibilidad varía en el año debido a la ocurrencia de la amenaza climática analizada y se cuenta con un material de reemplazo</i>	<i>Ningún proceso de la compañía es dependiente de materiales cuya disponibilidad varíe durante el año por la ocurrencia de la amenaza climática analizada</i>
	<i>Daño a inventario</i>	<i>En el pasado han ocurrido daños a inventario debido a la ocurrencia de la amenaza climática analizada</i>	<i>En el pasado no han ocurrido daños a inventario, pero es posible que ocurra en el futuro por la ocurrencia de la amenaza analizada</i>	<i>No se proyecta en el futuro daños a inventario debido a la ocurrencia de la amenaza climática analizada</i>

<b>Sector Receptor vulnerable</b>	<b>Factor de vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>	<b>Vulnerabilidad media</b>	<b>Vulnerabilidad baja</b>
<b>Colaboradores</b>	Grado de escolaridad de las personas colaboradoras	Más del 50 % de las personas colaboradoras tiene como máximo grado académico secundaria o niveles inferiores	Entre el 25 y el 50% de las personas colaboradoras tiene como máximo grado académico secundaria o niveles inferiores	Menos del 25% de las personas colaboradoras tiene como máximo grado académico secundaria o niveles inferiores
	Ubicación de los hogares de las personas colaboradoras	El 25% o más de las personas colaboradoras habita en zonas de alta exposición a la amenaza estudiada o se ha visto afectado en el pasado por la amenaza estudiada	Menos del 25% de las personas colaboradoras habita en zonas de alta exposición a la amenaza estudiada o se ha visto afectado en el pasado por la amenaza estudiada	Ninguna persona colaboradora habita zonas expuestas a la amenaza estudiada
<b>Proveedores</b>	Exposición a amenazas	El 25% o más de los proveedores se ha visto impactado por la amenaza estudiada en el pasado	Menos del 25% de los proveedores se ha visto impactado por la amenaza estudiada en el pasado	Ningún proveedor se ha visto impactado por la amenaza estudiada.
<b>Clientes</b>	Poder adquisitivo de los clientes	Los clientes de la organización se caracterizan por poseer ingresos económicos bajos	Los clientes de la organización se caracterizan por poseer ingresos medios	Los clientes de la organización se caracterizan por poseer ingresos económicos altos
<b>Comunidad</b>	Índice de desarrollo humano cantonal	El cantón donde se ubica la organización tiene un índice de desarrollo cantonal bajo	El cantón donde se ubica la organización tiene un índice de desarrollo cantonal medio	El cantón donde se ubica la organización tiene un índice de desarrollo cantonal alto
	Índice de pobreza multidimensional cantonal	El cantón donde se ubica la organización tiene un índice de pobreza multidimensional alto o muy alto	El cantón donde se ubica la organización tiene un índice de pobreza multidimensional medio	El cantón donde se ubica la organización tiene un índice de pobreza multidimensional bajo o muy bajo

Como resultado de este análisis se obtiene una matriz como la mostrada a continuación, en la cual se integran los resultados de la vulnerabilidad por receptor con sus factores de vulnerabilidad.

**Cuadro 15. Matriz de valorización de la vulnerabilidad**

Receptor	Factor de vulnerabilidad	Valor asignado
<i>Ejemplo: Instalaciones</i>	<i>Ejemplo: Activos críticos: el 30% de los activos de la organización se ubica en áreas que se han inundado previamente.</i>	<i>Ejemplo: 3</i>
<i>Ejemplo: Colaboradores</i>	<i>Ejemplo: Escolaridad: 50% de las personas colaboradoras tienen primaria completa como su máximo grado educativo.</i> <i>Género: 75 % de las personas con escolaridad baja con mujeres.</i> <i>Ubicación de las viviendas: 30% de las viviendas de personas colaboradoras se ubica en áreas que se han inundado previamente</i>	<i>Ejemplo: 3</i>

### C. Valoración del riesgo:

Con los resultados de los análisis realizados en las actividades anteriores sobre las amenazas y la vulnerabilidad se procede a calcular el nivel de riesgo que tiene la organización ante determinada amenaza con la siguiente matriz, cruzando los resul-

tados de la valoración de la probabilidad de la amenaza (eje horizontal) con los de la valoración de la vulnerabilidad (eje vertical).

**Cuadro 16. Clasificación de riesgo**

Vulnerabilidad	Valor de la amenaza				
	Muy bajo (1)	Bajo (2)	Moderado (3)	Alto (4)	Muy Alto (5)
Baja (1)	Muy bajo (11)	Bajo (21)	Moderado (31)	Alto (41)	Alto (51)
Moderada (2)	Muy bajo (12)	Bajo (22)	Moderado (32)	Alto (42)	Muy alto (52)
Alta (3)	Bajo (13)	Moderado (23)	Alto (33)	Muy alto (43)	Muy alto (53)

La evaluación del riesgo permite identificar cuáles son las amenazas y las vulnerabilidades sobre las cuales la organización debe dar prioridad al establecimiento de medidas de adaptación, es decir entre mayor sea el valor del riesgo mayor la prioridad para tomar acciones.

Como resultado tendrá una matriz que vincula los resultados de las actividades 2 y 3 con el nivel de riesgo para determinada amenaza, como se muestra a continuación.

Cuadro 17. Matriz de valorización del riesgo

<b>Amenaza</b>	<b>Valoración de la amenaza</b>	<b>Receptor de Vulnerabilidad analizado</b>	<b>Valoración de la vulnerabilidad</b>	<b>Valoración del riesgo<sup>7</sup></b>	<b>Nivel de prioridad</b>
<i>Inundaciones</i>	4	<i>Instalaciones</i>	3	<i>Muy alto</i>	1
<i>Cortes de energía</i>	2	<i>Instalaciones</i>	1	<i>Bajo</i>	3
<i>Sequía</i>	3	<i>Instalaciones</i>	2	<i>Moderado</i>	2

<sup>7</sup> La valoración del riesgo está dada a partir de la relación entre el valor asignado de la amenaza y de la vulnerabilidad, a partir de la clasificación indicada en el cuadro 17. A partir de la valoración del riesgo se establece el orden de prioridad.



## 2.2. Etapa 2: Metas y opciones de descarbonización y adaptación

La etapa 2 tiene como **objetivo** establecer la meta de reducción de emisiones organizacionales y listar las opciones de descarbonización para lograr la meta. Además, la organización debe mapear las acciones de adaptación aplicables en el contexto organizacional para reducir el riesgo climático y los impactos potenciales.

### Las siguientes consideraciones son relevantes para la creación de esta etapa:

- Los objetivos de descarbonización se deben basar en las metas sectoriales que vienen contenidas en la herramienta HRCE.
- Los objetivos de adaptación deben basarse en los valores de riesgo climático más altos estimados, considerando las amenazas de mayor intensidad y frecuencia, así como los receptores de mayor vulnerabilidad.
- La herramienta HRCE brindan las posibles opciones de descarbonización que la organización debe seleccionar según se adapten a sus actividades productivas. En la sección de adaptación brinda las acciones de adaptación más coherentes con los valores de riesgo climático estimados por la organización.

Las metas organizacionales se deben adaptar a las sectoriales, las cuales se basan en las metas nacionales. De esta forma se trabaja en sintonía, homogeneidad y se garantiza

el cumplimiento de compromisos internacionales, como las NDCs y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La Figura 6 muestra la jerarquización de las metas de descarbonización nacionales, sectoriales y organizacionales.

Figura 6: Jerarquización de las metas. Autoría propia.



Como ejemplo, el Plan Nacional de Descarbonización establece metas de electrificación de aquellos usos energéticos que tengan opción técnica de hacerlo. A nivel sectorial, esto se traduce a la sustitución de productos energéticos como el fuel oil y GLP a nivel del sector privado, que se traduce a la futura sustitución de calderas y montacargas que usan estos productos. En el caso de la adaptación, se realizó

una revisión de las metas de la Contribución Nacionalmente Determinada y el Plan Nacional de Adaptación más afines al sector privado y a partir de estas se desarrolló un catálogo de acciones de adaptación alineado a dichas metas.

La etapa se divide en cuatro actividades/subetapas (Figura 7).

Figura 7: Subetapas de la etapa 2. Autoría propia.



### 2.2.1. Definición de la meta de reducción de emisiones

**La meta consiste en un porcentaje claro y conciso de reducción de emisiones de GEI en un periodo específico.** La meta debe de ser consistente con los objetivos sectoriales y nacionales. La definición de la meta hace uso de la herramienta HRCE y del inventario de GEI de la organización. Su definición requiere la ejecución de los siguientes pasos:

#### a. Definir el año base

El año base es el año de referencia identificado para propósitos de comparar emisiones de GEI o remociones de GEI u otra información relativa a los GEI en un pe-

riodo. El mismo se define con respecto al año en el que se comience a emplear la metodología.

#### b. Definir el año objetivo

En principio, el año objetivo de la organización debe coincidir con el año objetivo del sector. Si se desea aumentar la ambición organizacional, se podrá acelerar la transición obtenida con la herramienta para la construcción de la trayectoria de emisiones organizacionales. La herramienta permite modificar el año objetivo a cumplirse siempre y cuando sea para aumentar la ambición.



### C. Calcular el porcentaje de reducción proporcional de emisiones

Para este paso se requiere utilizar la herramienta HRCE disponible para el sector al que pertenece su empresa, específicamente se requiere lo siguiente:

- Emisiones sectoriales en el año base: La herramienta HRCE brinda las emisiones sectoriales en el año base.
- Las emisiones organizacionales en el año base: Las emisiones organizacionales en el año base deben ser tomadas del inventario de GEI de su organización.
- Porcentaje de participación organizacional del total del sector en el año base: Utilizando el valor de emisiones de su inventario organizacional calcule el porcentaje de participación del total del sector en el año base dividiendo las emisio-

nes organizacionales por el total de emisiones en el sector (multiplique por 100 para obtener el valor en porcentaje).

$$\% \text{ de participación organizacional}_{\text{año base}} = 100 \times \frac{\text{Total de emisiones organizacionales}_{\text{año base}}}{\text{Total de emisiones del sector}}$$

- Cálculo de las emisiones en el año objetivo: Multiplique el porcentaje de participación organizacional obtenido por las emisiones sectoriales al año objetivo. El resultado de la multiplicación es el valor meta de las emisiones de GEI en el año objetivo.

Un ejemplo de la estructura de la meta de reducciones es:

Reducir las emisiones organizacionales en un **X**% (R ton CO<sub>2</sub>eq) para el año objetivo **Y**, tomando el año **Z** como año base.

**X** = Reducción de las emisiones a nivel sectorial para el año objetivo con respecto al año base.

**R** = Emisiones en el año base menos emisiones en el año objetivo

**Y** = Año objetivo

**Z** = Año base

Por ejemplo: Reducir las emisiones organizacionales en un 40% (150 ton CO<sub>2</sub>eq) para el año objetivo 2030, tomando el año 2020 como año base.



## 2.2.2. Selección de opciones de descarbonización

Lograr la meta requiere que la organización escoja entre diferentes opciones de descarbonización a implementar. La herramienta HRCE enlista opciones de descarbonización por sector. La organización debe seleccionar cuáles pueden ser incorporadas en las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones según sus actividades y con base en el inventario tecnológico de la organización. Por ejemplo, si la organización posee una caldera de búnker, será necesario seleccionar opciones de calderas incluidas en la herramienta HRCE. Al ser esta opción compatible con la reducción sectorial, la misma es viable para la organización. La organización debe valorar también la costo-efectividad de la opción. La herramienta HRCE enlista opciones de descarbonización costo-efectivas e indica su potencial para reducir emisiones (abatimiento).

La herramienta HRCE agrupa las opciones por categoría de descarbonización: reducir, sustituir y capturar. La organización debe mantener dicha clasificación que se utilizan para entender y contrastar las implicaciones ambientales de las opciones de descarbonización a nivel de organización. El Cuadro 18 muestra las categorías y su descripción.



### Resultado de la etapa:

- Meta de reducción de emisiones.
- Lista de opciones de descarbonización por categoría.

Cuadro 18. Categorías de descarbonización. Autoría propia

Reducir	Sustituir	Capturar
<i>Fomento de la optimización integral de activos y procesos.</i>	<i>Reemplazo de combustibles fósiles o materias primas contaminantes por fuentes renovables o menos intensivas.</i>	<i>Empleo de tecnologías de captura de carbono, o tecnologías de control de emisiones, para reducir los GEI.</i>

## 2.2.3. Identificación de las acciones de adaptación aplicables

### a. Definición de los objetivos para la adaptación

Una vez completado el análisis de los riesgos y los impactos prioritarios para la organización, se procede a realizar una identificación de las acciones de adaptación aplicables en el contexto organizacional para reducir el riesgo climático y los impactos potenciales.

Para lograrlo, es necesario que la organización, tomando en cuenta los riesgos y vulnerabilidades identificados, establezca de manera clara y precisa los objetivos que se propone alcanzar en cuanto a adaptación, estos objetivos deben de ser claros y específicos con respecto al resultado esperado, e implementables en un período de tiempo determinado. A manera resumen los objetivos deben tener las siguientes características [15].

- Responder a los principales riesgos, contexto territorial y necesidades identificadas.
- Alinearse con las prioridades estratégicas de la organización.
- Ser ambiciosos pero implementables.
- Desarrollar de manera colaborativo con las partes interesadas de la organización.
- Tener en consideración los lineamientos de la Política y el PNA.

### b. Identificación de acciones de adaptación

Una vez establecidos los objetivos se procede a establecer las acciones de adaptación para cumplir cada objetivo. Es importante tomar en cuenta que **las acciones de adaptación son acciones e intervenciones públicas o privadas de cara a los**

**impactos probables del cambio climático, tendientes a reducir condiciones de vulnerabilidad que permitan moderar daños y evitar pérdidas, aprovechando las oportunidades para potenciar la resiliencia de sistemas económicos, sociales y ambientales, a escala nacional, regional y local de forma medible, verificable y reportable.**

Las acciones de adaptación aplicables que deben identificar en este paso deben ir más allá de la mitigación de las emisiones y la idea es que se identifiquen acciones que reduzcan los riesgos y los impactos climáticos identificados por cada organización. Sumando a las acciones de descarbonización que ya la organización ha identificado.

Para reconocer las acciones de adaptación adecuadas, es fundamental enfocar los esfuerzos en las acciones que contribuyan a reducir las vulnerabilidades previamente identificadas en la sección de análisis de los riesgos climáticos. Esto se debe a que, de todas las variables relacionadas al riesgo climático, solo se puede incidir y disminuir la vulnerabilidad y la exposición. Las acciones de adaptación tienen que estar diseñadas con metas a corto, mediano y largo plazo. De esta manera, se podrá abordar de manera efectiva los desafíos climáticos y garantizar una adaptación sostenible a lo largo del tiempo.

Para identificar las posibles acciones de adaptación que se puedan implementar en la organización, es necesario que estén en correspondencia con los factores de vulnerabilidad previamente identificados para los receptores o sectores analizados. Para lo cual se puede completar una matriz como la siguiente.

Cuadro 19. Matriz de relación entre acciones y receptores

Factor de Vulnerabilidad	Acción de adaptación identificada
<i>Ejemplo: Instalaciones Activos Críticos</i>	<p><i>Fortalecer el programa de mantenimiento de activos ubicados en sitios expuestos a inundaciones, mediante la aplicación de acciones preventivas y correctivas de las instalaciones que permitan reducir la vulnerabilidad de estas a un nivel aceptable de riesgo.</i></p> <p><i>Implementar la metodología de blindaje climático en el diseño de nuevas instalaciones de la organización para prevenir la exposición de estas antes las amenazas climáticas. El blindaje climático es una metodología que permite identificar los riesgos que enfrenta un proyecto de desarrollo o una instalación como consecuencia de la variabilidad y el cambio climático, para reducirlos a niveles aceptables, mediante la incorporación de cambios de larga duración y en armonía con el medioambiente, que sean económicamente viables y socialmente aceptables, y que se pongan en ejecución en una o varias de las siguientes etapas del ciclo de un proyecto: la planificación, el diseño, la construcción, la operación y el cierre de operaciones. Para más información visitar: <a href="https://www.blindajeclimatico.org/">https://www.blindajeclimatico.org/</a></i></p>

## 2.2.4. Priorización de las acciones de adaptación

El siguiente paso consiste en priorizar las acciones identificadas siguiendo la metodología de análisis multicriterio, la cual es una herramienta analítica que permite evaluar distintas propuestas de acciones de adaptación a partir de un conjunto diverso de criterios, a los que se asignan distintos pesos según el nivel de importancia que las personas evaluadoras consideran que deben tener.

Los criterios y la escala para priorizar las acciones de adaptación se detalla continuación, estos criterios son una adaptación basada en la guía de la CEPAL “Herramientas para acelerar la implementación de los planes de acción climática en América Latina y el Caribe” publicada en 2021.

Cuadro 20. Criterios para priorizar las acciones de adaptación identificadas

Criterio	Pregunta para evaluar	Puntuación		
		Mucho (3)	Modernamente (2)	Poco (1)
<i>Reducción de vulnerabilidad</i>	<i>¿Contribuye la acción a reducir la vulnerabilidad de la organización?</i>	<i>La medida contribuye directamente a reducir la vulnerabilidad y los impactos en al menos 3 receptores</i>	<i>La medida contribuye indirectamente a reducir la vulnerabilidad y los impactos en 2 receptores</i>	<i>La medida no contribuye a reducir la vulnerabilidad y los impactos en 1 receptor</i>
<i>Reducción de emisiones</i>	<i>¿En qué medida esta acción contribuiría a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero?</i>	<i>Las emisiones de GEI se reducirán al menos un 20% en relación con la línea base establecida</i>	<i>Las emisiones de GEI se reducirán entre un 10 y 19% (en relación con la línea base establecida)</i>	<i>Las emisiones de GEI se reducirán menos del 10% (en relación con la línea base establecida)</i>
<i>Costo de implementación</i>	<i>¿Cuál es el coste relativo de esta acción?</i>	<i>La medida requiere bajo presupuesto para realizarse</i>	<i>La medida requiere moderado presupuesto para realizarse</i>	<i>La medida requiere alto presupuesto para realizarse</i>
<i>Complejidad técnica</i>	<i>¿Qué tan compleja técnicamente es la acción? ¿Se dispondrá de los diseños, las aptitudes y las competencias necesarias, y el soporte de mantenimiento para esta acción?</i>	<i>La acción es de baja complejidad porque se cuenta con los recursos y la experiencia para ejecutarla</i>	<i>La acción es de baja complejidad media a baja, pero la organización no cuenta con la experiencia y/o los recursos para ejecutarla</i>	<i>La acción es de una alta complejidad y se cuenta con muy poca experiencia para ejecutarla</i>
<i>Co-beneficios</i>	<i>¿Esta acción aportará otros beneficios indirectos en otros temas del desarrollo organizacional?</i>	<i>La acción generará muchos co-beneficios de gran impacto y relevancia</i>	<i>La acción generará pocos co-beneficios de bajo impacto y relevancia</i>	<i>La acción no generará beneficios adicionales asociados a otros objetivos/sectores de la organización</i>

Una vez evaluadas las acciones de adaptación, se suman las puntuaciones y las soluciones con mayor puntuación son sus prioridades de acción, como se muestra en el ejemplo a continuación.

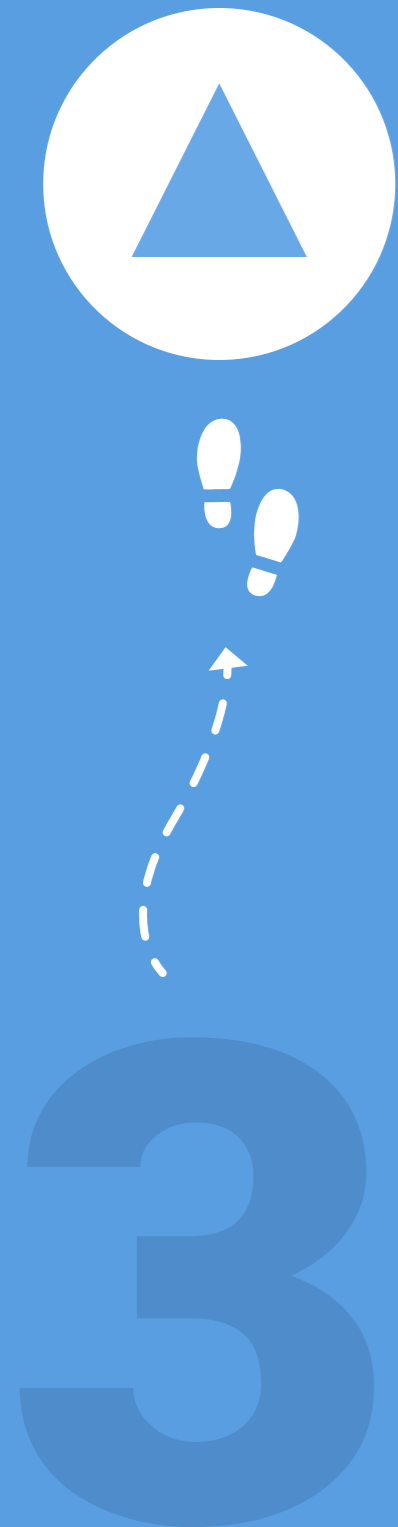
Cuadro 21. Matriz de priorización de las acciones de adaptación

Acción identificada	Criterios de priorización					Puntaje total	Prioridad
	Reducción de la vulnerabilidad	Reducción de emisiones	Costo de implementación	Complejidad técnica	Co-beneficios		
<i>Desarrollar un plan de seguridad hídrica</i>	3	1	3	2	3	12	1
<i>Blindaje climático de la infraestructura organizacional</i>	3	2	1	1	3	9	2

La cantidad de acciones de adaptación a priorizar queda a criterio de cada organización de acuerdo con sus condiciones y presupuesto disponible para implementar las acciones. Se sugiere que al menos se prioricen acciones para los principales riesgos identificados, para aquellos que quedaron en el rango de alto a muy alto.

Asimismo, la organización puede priorizar todas las acciones que considere necesarias y en el paso siguiente crea un plan de ejecución gradual de las mismas, priorizando la ejecución en aquellas acciones más urgentes o que generan un riesgo más alto para la organización.





## 2.3. Etapa 3: Hitos intermedios y pilares

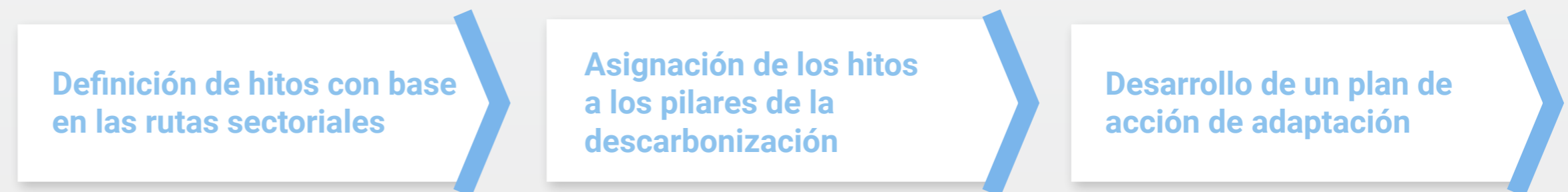
El **objetivo de la etapa** es definir los hitos organizacionales de desempeño intermedio para lograr las metas de reducción de emisiones propuestas y definir los pilares de la descarbonización a los que pertenecen los hitos. Los hitos corresponden a los objetivos de desempeño intermedios para lograr las metas de reducción de emisiones.

**Las siguientes consideraciones son relevantes para la creación de esta etapa:**

- Las hojas de ruta para la descarbonización de organizaciones y de procesos deben considerar los hitos sectoriales contenidos en la herramienta HRCE.
- Para el desarrollo de la trayectoria de reducción de emisiones se utiliza la herramienta para la construcción de la trayectoria de emisiones organizacionales.

La Etapa 3 se divide en tres actividades/subetapas: definición de hitos con base en las rutas sectoriales, asignación de los hitos a los pilares de la descarbonización y desarrollo de un plan de acción de adaptación.

Figura 8. Subetapas de la etapa 3. Autoría propia.



### 2.3.1. Definición de hitos

Los hitos representan los objetivos intermedios para lograr las metas de descarbonización. Se determinan para evaluar el progreso de las acciones que conducen hacia la reducción de emisiones. Por ejemplo:

- mejorar la eficiencia energética de los edificios comerciales en un 2% anual durante los próximos cinco años sin desacelerar el crecimiento económico,
- al 2030, 8% del transporte de empleados y de flota vehicular de la organización son eléctricos,
- al 2030, 100% de las nuevas edificaciones usarán “sistemas y tecnologías de bajas emisiones y resilientes”.

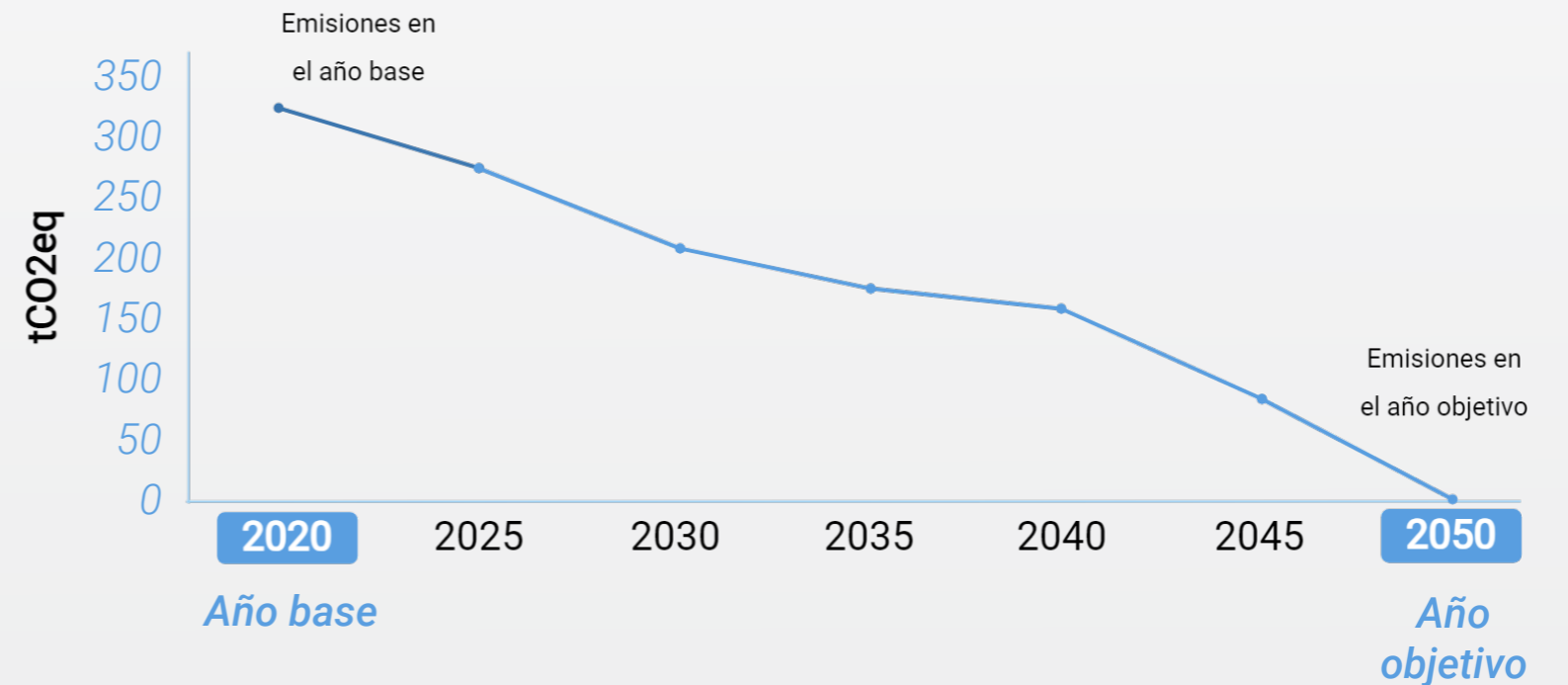
La definición de los hitos organizacionales debe considerar la herramienta HRCE, la cual presenta resultados de la evaluación de opciones de descarbonización a nivel sectorial. La herramienta HRCE resume hallazgos en términos del costo-beneficio de las opciones de descarbonización para el sector, presenta curvas de costo marginales de abatimiento de las opciones, y detalla la transformación tecnológica sectorial más beneficiosa a nivel sectorial que ha sido obtenida a través de estudios de prospectiva utilizando metodologías basadas en ciencia. Esta trayectoria indica el nivel de penetración de cada opción de descarbonización que permite la reducción de emisiones sectoriales al año meta. Esta información sobre transformación tecnológica sectorial sirve de insumo para las organizaciones.

La hoja de ruta de descarbonización organizacional debe utilizar la herramienta HRCE y extraer los hitos relacionados con las opciones de descarbonización que se identificaron en la etapa 2 para sus procesos en particular. Por ejemplo, si a nivel sectorial se requiere un electrificar 5% de la capacidad de calderas eléctricas a 2030, la organización debe también definir el hito de electrificar el 5% de su capacidad a 2030. La trayectoria, sin embargo, puede ser diferente. Para ello, la organi-

zación debe utilizar la **Herramienta Hoja de Ruta Climática Empresarial (HRCE)**. Esta herramienta permite el alineamiento de los hitos organizacionales con los sectoriales, que a su vez se alineen con las metas nacionales.

La trayectoria de emisiones representa gráficamente la meta de reducción de emisiones planteada, una representación de la trayectoria de emisiones se muestra en la Figura 9.

Figura 9: Ejemplo de trayectoria de reducción de emisiones. Autoría propia.



La consecución de los hitos en el contexto del componente de adaptación está estrechamente vinculada al reporte de acciones que facilita la HRCE. Este informe

crítico sirve de base para un plan de acción que define los objetivos de cada acción priorizada, como se detalla en la sección 2.3.2. La estrategia para reforzar la resiliencia y reducir las vulnerabilidades a los impactos del cambio climático se incluye en este plan de acción. A cada acción priorizada se le asigna un objetivo, y el plan detalla los pasos que se darán para implementar eficientemente estas acciones.

Los procesos de seguimiento de la implementación de estas medidas se esbozan para permitir un esfuerzo bien coordinado y sostenido, garantizando una supervisión y evaluación continuas. Hacia el 2030, el plan de acción traza una senda de éxito que reforzará la preparación y la capacidad de la organización para adaptarse a los retos que plantea el cambio climático.

### 2.3.2. Asignación de los hitos a los pilares de la descarbonización

La descarbonización del sector privado puede realizarse orientada a cuatro principales pilares:

- a. **gestión de la demanda,**
- b. **eficiencia energética,**
- c. **descarbonización de la producción y las tecnologías y**
- d. **descarbonización de la materia prima.**

La definición de los pilares permite agrupar las medidas que se van a implementar alrededor de los distintos sectores de la industria. Estos pilares de la descarbonización se basan en las rutas que se establecen en el reporte Misión Posible: logrando cero emisiones de carbón a mitad de siglo en sectores difíciles-de-abatir (*Mission Possible: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century*) [16] de la Comisión de Transición Energética (*Energy Transition Commissions*).

Las distintas opciones de descarbonización que se planteen a nivel organizacional deben asignarse a alguno de los pilares de la descarbonización. Esto permitirá clasificar las acciones a nivel sectorial y organizacional que se están ejecutando a nivel país.

a

#### **La gestión de la demanda:**

**Se refiere a cambios que permitan limitar o reducir la demanda final de un bien o servicio. Esto cubre, en particular un mayor reciclaje y reutilización de materiales dentro de una economía que busque la circularidad, combinado con eficiencia logística.**

**b****La eficiencia energética:**

Se refiere a reducir el consumo de energía por unidad de un bien o un servicio determinado. Lograrlo requiere innovación en tres áreas principales: diseño de equipos y productos, sistemas de manufactura de materiales y modelos comerciales<sup>8</sup>.

**c****La descarbonización de la producción y las tecnologías:**

Incluye nuevas tecnologías y nuevos procesos que evitan emisiones de GEI. La descarbonización de los procesos y las tecnologías está orientada a la sustitución de tecnologías emisiones que resultan de realizar algún proceso de producción específico.

**d****La descarbonización de la materia prima:**

Incluye el uso de nuevas materias primas en los procesos que evitan emisiones de GEI. La descarbonización de la materia prima está orientada a la utilización de materias primas limpias y la sustitución de combustibles.

De forma más específica, los pilares de descarbonización están asociados con la huella de carbono de un producto. La cual se refiere al total de emisiones de GEI causadas directa e indirectamente a lo largo de todo su ciclo de vida, es decir desde la extracción de las materias primas, la producción, el uso y eliminación de un producto.

Es posible considerar el Análisis de Ciclo de Vida (LCA) para abordar los pilares en los cuales las opciones de descarbonización son asignadas. Esto implica reducir las emisiones a lo largo de toda la cadena de suministro, incluyendo la producción de materias primas, el proceso de fabricación y el transporte y distribución de los productos. Además, se pueden buscar fuentes de materiales más sostenibles, como materiales reciclados, y adoptar el uso de energías renovables en lugar de combustibles fósiles, así como implementar tecnologías y procesos más eficientes. Optimizar las rutas de transporte, reducir los residuos y disminuir el consumo

---

<sup>8</sup> En las ETC sectoriales se especifica que, en los sectores privados, las oportunidades para mejorar la eficiencia energética dentro de los procesos existentes (a través de técnicas de producción avanzadas o la aplicación de tecnologías digitales) pueden permitir reducciones de emisiones a corto plazo. Es poco probable que superen el 15-20% del consumo de energía, pero serán esenciales para reducir las emisiones de los activos existentes y duraderos, en particular en los países en desarrollo.

energético también se convierten en medidas cruciales para contribuir a la reducción de emisiones.

En sectores difíciles de descarbonizar, la gestión de la demanda y la eficiencia energética son particularmente esenciales y pueden ir de la mano a otras opciones de descarbonización que hayan sido identificadas. Estos dos pilares tienen el potencial de reducir las emisiones en la industria pesada y en el transporte de carga.



### Resultado de la etapa:

- **Lista de hitos organizacionales categorizados por pilar de descarbonización**

Cuadro 22. Pilares de descarbonización y ejemplo de opciones para el sector privado. Adaptado de las ETC Sectoriales [16].

Pilar de descarbonización	Acero	Cemento	Alimentos y bebidas
<i>Gestión de la demanda</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rediseño del producto para la eficiencia de los materiales y la circularidad</li> <li>• Uso más intensivo de productos a base de acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar edificios de forma más eficiente</li> <li>• Sustitución de cemento por madera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del desperdicio de alimentos</li> <li>• Planes de optimización de viajes</li> </ul>
<i>Eficiencia energética</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de gas a alta presión que sale de los hornos para alimentar otros equipos</li> <li>• Hornos de arco eléctrico a base de chatarra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar a hornos secos</li> <li>• Calentadores ciclónicos de etapas múltiples</li> <li>• Disminuir la proporción de clinker en el cemento</li> </ul>	
<i>Descarbonización de la producción</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captura de carbono</li> <li>• Electrólisis del hierro</li> <li>• Hornos de arco eléctrico basados en el uso de chatarra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de biomasa o residuos para generación de calor</li> <li>• Captura de carbono en la producción y emisiones del proceso</li> <li>• Cemento a base de puzolanas</li> <li>• Electrificación de hornos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrificación de calderas, hornos y montacargas.</li> </ul>



## Pilar de descarbonización

### Acero

### Cemento

### Alimentos y bebidas

#### Descarbonización de la materia prima

- Mayor y mejor reciclaje de chatarra
- Uso de materias primas bajas en emisiones
  - Reciclaje de cemento sin hidratar
  - Reutilización de cemento
- Cambio de refrigerantes

## 2.3.3. Desarrollo de un plan de acción de adaptación

A partir de la priorización de las acciones desarrollada en la sección 2.2.4 se procede a elaborar un plan para la ejecución de las acciones que obtuvieron mayor puntuación, siguiendo el formato indicado en el Cuadro 23. Este plan establece las principales variables para explicar la ejecución y el seguimiento de la acción en el tiempo.

Para la elaboración del plan de cumplimiento la organización debe elegir al menos las cuatro acciones de adaptación con mayor nivel de prioridad de todas las evaluadas.

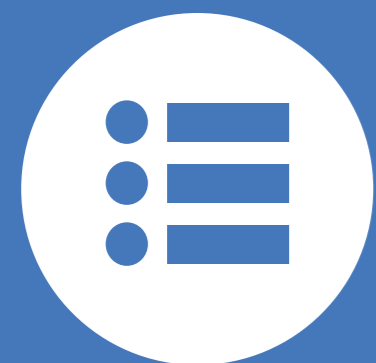
Cuadro 23. Ficha de las acciones de adaptación priorizadas

Rubro	Descripción
<i>Pilar al que pertenece la acción de adaptación</i>	<i>Indicar el nombre del pilar de adaptación al que pertenece la acción</i>
<i>Descripción de la acción</i>	<i>Detallar en qué consiste la acción a realizar</i>
<i>Objetivo de la acción</i>	<i>Detallar el fin de la acción para la adaptación de la organización</i>
<i>Instalación donde se implementará la acción</i>	<i>Indicar la instalación de la organización en donde se implementará la acción</i>

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>
<i>Región climática</i>	<i>Región Central / Chorotega / Pacífico Central / Brunca / Huetar Norte / Huetar Caribe</i>
<i>Amenaza climática asociada</i>	<i>Indicar la principal amenaza o riesgo climático al que responde la medida. Si hay otros riesgos asociados, agregarlos</i>
<i>Plazo de implementación</i>	<i>2, 4 o 7 años</i>
<i>Indicador</i>	<i>Detallar al menos un indicador para evaluar la implementación de la acción propuesta</i>
<i>Meta</i>	<i>Metas asociadas al indicador, a partir del plazo de implementación establecido</i>
<i>Potenciales beneficios y co-beneficios esperados</i>	<i>Indicar los beneficios y co-beneficios de la medida. *Co-beneficios: Beneficios que se obtienen más allá del objetivo central de la iniciativa de adaptación</i>
<i>Costo aproximado</i>	<i>Indicar el costo estimado para ejecutar la medida</i>
<i>Responsable de la acción</i>	<i>Detallar el departamento, persona o equipo responsable de la ejecución de la acción</i>

Para la selección de los indicadores de monitoreo y evaluación de sugiere identificar al menos un indicador para cada acción que ayuden a demostrar el avance en la reducción de la vulnerabilidad identificada para la organización<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> En caso de requerir información adicional para desarrollar este paso, se puede consultar la Guía para la planificación de la adaptación ante el cambio climático desde el ámbito cantonal del Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático [12].



# 4

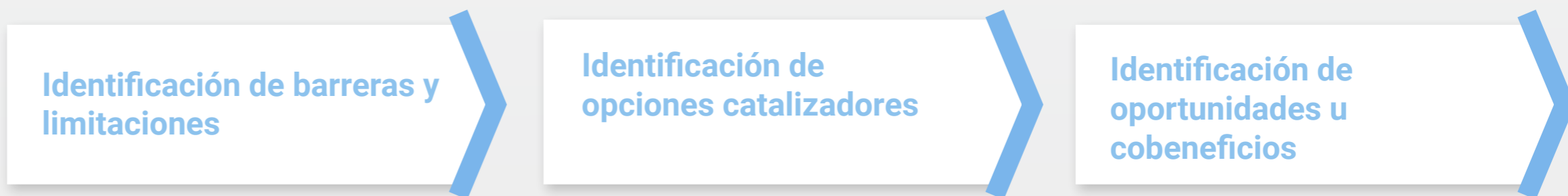
## 2.4. **Etapa 4: Opciones catalizadoras, oportunidades y co-beneficios**

*Durante la formulación de la hoja de ruta se deben identificar limitaciones y barreras particulares de cada sector u organización para la implementación de las opciones de descarbonización y de las acciones de adaptación. Por lo tanto, se debe definir una lista de opciones catalizadoras para sobreponer dichas limitaciones y barreras, y con ello, y acelerar la ejecución de la hoja de ruta. El objetivo fundamental de esta etapa es identificar acciones que acelerarían la implementación de la hoja de ruta para la acción climática organizacional, considerando tanto el componente de descarbonización como de adaptación.*

### **Las siguientes consideraciones son relevantes para la creación de esta etapa:**

- Las limitaciones son aspectos internos de la organización que pueden dificultar la implementación de las acciones como lo son: falta de conocimientos o información, bajas capacidades tecnológicas y humanas para realizar las acciones, así como financiamiento para las acciones.
  - Las barreras son aquellos obstáculos externos a la organización, relativos al mercado y contexto local y nacional que pueden frenar la implementación de las acciones de adaptación entre estos pueden ser: aspectos tecnológicos, políticos, de mercado, aceptación y regulación.
- La Etapa 4 se divide en tres actividades/subetapas (Figura 10): Identificación de barreras y limitaciones, identificación de opciones catalizadoras e identificación de oportunidades y co-beneficios.

Figura 10: Subetapas de la etapa 4. Autoría propia.



## 2.4.1. Identificación de barreras y limitaciones

La hoja de ruta puede estar expuesta a limitaciones y barreras. Identificarlas permitirá plantear mecanismos catalizadores para acelerar la ejecución de la hoja de ruta. Es fundamental que se realice una evaluación conjunta con todas las partes interesadas en el proceso de implementación de las acciones de descarbonización y adaptación, con el objetivo de identificar soluciones que reduzcan o eliminen dichas barreras y limitaciones. El Cuadro 24 enlista las limitaciones (de conocimiento, financiamiento e infraestructura) que el sector u organización puedan tener y las barreras (tecnológicas, mercado, aceptación pública y regulatorias) que se vislumbran. Algunas limitaciones pueden ser: financiamiento limitado, temor de no cumplir con la calidad requerida del producto, temor de interrupción de la producción, escasez de mano de obra calificada, falta de información confiable y completa. Algunos ejemplos de barreras pueden ser: disponibilidad de capital o competencia por fondos, aumento de los precios de la electricidad, incertidumbre regulatoria, alto costo de capital y largos ciclos de inversión.

El proceso de identificación de barreras y limitaciones se refuerza con el diálogo entre los actores relevantes. Se recomienda realizar talleres, encuestas y entrevistas, involucrando a la alta dirección, coordinación técnica, personal técnico, finan-

ciero y administrativo de la organización. El fin de los talleres, y las encuestas y entrevistas es:

### Talleres

Revisar las opciones potenciales de descarbonización tecnológica y eficiencia energética, la aplicabilidad, y el potencial de mejora, la facilidad de implementación. También en los talleres se deben discutir elementos catalizadores para la inversión en eficiencia energética y descarbonización. Para el enfoque de adaptación se debe revisar la factibilidad técnica y económica de la implementación de las acciones de adaptación priorizadas a desarrollar, con el fin de tomar las decisiones correspondientes para lograr el éxito de su implementación.

### Encuestas y entrevistas

Obtener detalles específicos sobre las inquietudes del personal de la organización respecto a las acciones de adaptación seleccionadas a implementar.

## 2.4.2. Identificación de opciones catalizadoras

Las limitaciones y barreras se pueden resolver con acciones catalizadoras (Cuadro 24). Las acciones típicas de solución incluyen el desarrollo e implementación de tecnologías, el desarrollo de regulaciones y estándares, la formulación de políticas, la creación de mecanismos de financiamiento y la participación pública.

**Cuadro 24. Tipos de barreras y limitaciones. Autoría propia.**

<b>Barreras</b>	<i>Tecnológicas</i>	• Disponibilidad de capital o competencia por fondos
	<i>Mercado</i>	• Aumento de los precios de la electricidad
	<i>Aceptación pública</i>	• Incertidumbre regulatoria
	<i>Regulatorias</i>	• Alto costo de capital • Largos ciclos de inversión
<b>Limitaciones</b>		• Financiamiento limitado
	<i>Conocimiento</i>	• Temor de no cumplir con la calidad requerida del producto
	<i>Financiamiento</i>	• Temor de interrupción de la producción
	<i>Infraestructura</i>	• Escasez de mano de obra calificada • Falta de información confiable y completa.

El objetivo es consolidar una lista de elementos catalizadores. Esta lista será utilizada a futuro para acelerar el proceso de descarbonización y nutrir las acciones que pueden promoverse a nivel país.

**Cuadro 25. Ejemplos de posibles opciones catalizadoras. Autoría propia.**

<b>Acciones organizacionales</b>	• Capacitaciones técnicas enfocadas al desarrollo de nuevos procesos o al uso de una tecnología.
	• Desarrollo e implementación de tecnologías
	• Buscar y obtener certificaciones que validen el compromiso y los logros de la organización en sostenibilidad y reducción de carbono
	• Establecer políticas que fomenten la adquisición de productos y servicios sostenibles y de bajas emisiones de carbono en toda la cadena de suministro
<b>Acciones nacionales</b>	• Alianzas con otras organizaciones del sector para la promoción de la innovación en la acción climática.
	• Desarrollo de regulaciones y estándares
	• Formulación de políticas
	• Creación de mecanismos de financiamiento
	• Participación pública



### Resultado de la etapa:

- **Lista de barreras y limitaciones**
- **Lista de opciones catalizadoras**



### 2.4.3. Identificación de oportunidades y cobeneficios

Los co-beneficios de la reducción de las emisiones de GEI se extienden al impacto sobre la eficiencia, el ahorro, la calidad del trabajo, las comunidades, entre otros, y es importante que se tengan en cuenta al considerar los costos y beneficios generales de las estrategias de reducción de emisiones. Una acción efectiva sobre el cambio climático puede generar beneficios económicos significativos, al mismo tiempo que crea empleos y reduce las enfermedades relacionadas con la contaminación del aire.

En esta etapa se promueve que las organizaciones analicen cuáles son los beneficios sociales y organizacionales de la descarbonización más allá de los beneficios económicos y ambientales. Los insumos de esta etapa serán de beneficio para la etapa de monitoreo en la que se podrán definir indicadores para cuantificar el impacto sobre los beneficios identificados.

En el siguiente cuadro se detallan algunos de los co-beneficios que se pueden generar al implementar las acciones climáticas seleccionadas.

Cuadro 26. Ejemplos de posibles co-beneficios. Autoría propia.

Área	Co-beneficios
<b>Social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora en las relaciones con las comunidades de influencia de la organización</li> <li>• Fomento a la sensibilización de los clientes, proveedores y comunidad</li> <li>• Fomento de la responsabilidad individual y colectiva</li> <li>• Construcción de capacidades comunales en gestión del riesgo y adaptación</li> <li>• Beneficios espirituales e intelectuales del contacto con la naturaleza</li> </ul>

<b>Económicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora en la reputación de la organización</li> <li>• Fomento de las alianzas entre sectores productivos</li> <li>• Fomento a la creación de empleo</li> <li>• Reducción de la incidencia de enfermedades infecciosas</li> <li>• Mejoramiento del acceso a servicios públicos</li> <li>• Mejora en la economía local</li> </ul>
<b>Ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la vulnerabilidad climática de la comunidad</li> <li>• Captura y almacenamiento de carbono</li> <li>• Regulación del clima</li> <li>• Regulación de flujos hídricos</li> <li>• Purificación del agua de lluvia</li> <li>• Purificación del aire</li> <li>• Mantenimiento de los medios de vida y la seguridad alimentaria</li> <li>• Conservación de la biodiversidad</li> <li>• Resguardo de las fuentes de agua</li> <li>• Incremento del confort térmico</li> <li>• Incremento de la productividad de los bosques naturales</li> </ul>
<b>Gestión del conocimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar el acceso a la información.</li> <li>• Facilita la toma de decisiones en acción climática</li> <li>• Fomenta la investigación y el desarrollo</li> <li>• Generación de conocimiento en materia climática</li> </ul>



# 5

## 2.5. **Etapa 5: Reporte, monitoreo y actualización**

*El objetivo de esta última etapa es crear instrumentos para reportar, monitorear y actualizar la hoja de ruta y su avance tanto en las medidas de descarbonización como en las medidas de adaptación. Esto permitirá realizar informes y evaluaciones periódicas y, en última instancia, identificar las lecciones aprendidas y las recomendaciones para la mejora continua de la descarbonización y la adaptación de la organización. La creación de la hoja de ruta no debe limitarse a definir las metas e hitos o en evaluar los riesgos climáticos, debe centrarse en el futuro cumplimiento de las acciones planteadas, por lo que se debe documentar el proceso de creación de la hoja de ruta y crear informes que contengan las conclusiones que guiarán su desarrollo.*

*En este proceso, también es importante llevar a cabo la supervisión de la ejecución de las acciones y asegurarse de que se estén cumpliendo los plazos establecidos. Si se detectan desviaciones o retrasos, es necesario tomar medidas correctivas para asegurar que se alcancen los objetivos y metas establecidos.*

### **Las siguientes consideraciones son relevantes para la creación de esta etapa:**

- Se debe analizar la disponibilidad de indicadores o bien la formulación de estos para el monitoreo del avance de la hoja de ruta.
- Se debe definir el periodo de monitoreo de indicadores que permitan comprender el avance de la hoja de ruta.
- Se debe considerar la disponibilidad de opciones de monitoreo accesibles para el sector o la organización.
- Para la componente de adaptación, ya la herramienta HRCE trae indicadores sugeridos para cada acción de adaptación y genera un reporte para facilitar el seguimiento de las metas e indicadores.

La Etapa 5 se divide en cuatro actividades/subetapas (Figura 11): creación de indicadores de monitoreo, creación de plan de monitoreo, producción de reporte, y ejecución y actualización de la hoja de ruta.

Figura 11: Subetapas de la etapa 5. Autoría propia.



### 2.5.1. Creación de indicadores de monitoreo

Se deben crear indicadores para rastrear el desempeño de las opciones de descarbonización y de la adaptación, sobre esta última la herramienta HRCE ya trae posibles indicadores para cada acción de adaptación sugerida. Se recomienda que los indicadores sean representativos de las opciones de descarbonización elegidas.

Para el componente de descarbonización, se pueden definir cuatro tipos de indicadores aplicables a cualquier organización: entradas, actividades, efectos intermedios, efectos en las emisiones de GEI y co-beneficios.

Cuadro 27. Tipos de indicadores de monitoreo.

Tipos de Indicadores	Definición	Ejemplos
<i>Entradas</i>	<i>Recursos que se utilizan para implementar las acciones</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinero invertido.</li> <li>• Cantidad de calderas eléctricas adquiridas.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nueva flotilla eléctrica.</li> <li>• Nueva capacidad instalada.</li> </ul> </li> </ul>
<i>Actividades</i>	<i>Actividades administrativas involucradas en la implementación de las acciones</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de certificaciones obtenidas en eficiencia energética.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de proyectos ejecutados.</li> </ul> </li> </ul>

Tipos de Indicadores	Definición	Ejemplos
<i>Efectos Intermedios</i>	<i>Cambios en el comportamiento, la tecnología, los procesos o las prácticas que resultan de la política o acción.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del uso de combustibles.</li> <li>• Toneladas de residuos reciclados.</li> <li>• Porcentajes de aumento de eficiencia.</li> </ul>
<i>Efectos GEI</i>	<i>Cambios en las emisiones de gases de efecto invernadero por fuentes o remociones por sumideros que resultan de los efectos intermedios de la política o acción.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por la reducción del uso de combustibles</li> </ul>
<i>Co-beneficios</i>	<i>Beneficios que trascienden la reducción de emisiones de GEI intrínsecas por definición a los proyectos de mitigación.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorros por concepto de combustibles</li> </ul>

Para el componente de adaptación, la Herramienta Hoja de Ruta Climática Empresarial (HRCE) proporciona un conjunto de indicadores y criterios asociados a las amenazas climáticas y a los receptores vulnerables. Estos indicadores permiten

evaluar y comprender mejor los posibles impactos del cambio climático en diferentes sectores, brindando a las organizaciones una visión más completa de los riesgos a los que se enfrentan.

## 2.5.2. Creación de plan de monitoreo

Esta subetapa consiste en a partir de los indicadores seleccionados para cada una de las acciones de descarbonización y adaptación priorizadas para ejecutar definir un sistema de monitoreo y evaluación de estos, este paso le permite a la organización analizar el estado del cumplimiento de la acción mediante revisiones periódicas.

En este paso lo que corresponde es completar un plan de monitoreo para cada acción y sus respectivos indicadores, en el cual se designa la meta de cumplimiento de los indicadores, los responsables del seguimiento de la acción en el tiempo y la frecuencia del seguimiento al avance de la medida, siguiendo un formato similar al siguiente:

Cuadro 28. Ejemplo de plan de monitoreo

<i>Nombre de la medida</i>	<i>Indicar el nombre de la medida</i>
<i>Indicador</i>	<i>Describir el indicador</i>
<i>Línea base del indicador</i>	<i>Indicar la línea base del indicador</i>
<i>Año base del indicador</i>	<i>Indicar el año base del indicador</i>
<i>Meta del indicador</i>	<i>Establecer una meta de cumplimiento para el indicador</i>
<i>Año de la meta</i>	<i>Especificar el año de cumplimiento de la meta</i>
<i>Responsable del seguimiento</i>	<i>Indicar el nombre del responsable de realizar el seguimiento de la medida</i>
<i>Frecuencia del seguimiento de la medida</i>	<i>Indicar la frecuencia del seguimiento a la implementación de la medida: mensual, semestral, anual.</i>
<i>Evaluación final de la medida</i>	<i>Indicar la fecha aproximada en la cual se realizará la evaluación final de la medida, usualmente será una fecha luego de finalizar la implementación de la medida.</i>

### 2.5.3. Producción de reporte

En esta etapa se debe producir el informe de los resultados de la hoja de ruta. Se proporciona un formato de reporte en Anexo 4.5. El mismo debe entregarse a la DCC del MINAE. El reporte deberá incluir como mínimo los aspectos que se

mencionan en el Cuadro 29. La DCC del MINAE podrá revisar y emitir comentarios a dicha hoja de ruta para asegurar el alineamiento de las metas e hitos con las metas e hitos sectoriales y nacionales.



Cuadro 29. Aspectos incluidos en el reporte de la hoja de ruta. Autoría propia.

<i>Definir la línea base</i>	<p><i>Perfil de la organización</i>  <i>Estado actual de las tecnologías, el consumo de combustibles y el consumo de materias primas</i>  <i>Inventario de fuentes de Gases de Efecto Invernadero</i>  <i>Identificación de las amenazas climáticas</i>  <i>Principales sectores y factores de vulnerabilidad</i>  <i>Matriz de valorización de amenazas, de vulnerabilidad y del riesgo</i></p>
<i>Metas y opciones de descarbonización</i>	<p><i>Definición de la meta de reducción de emisiones</i>  <i>Lista de opciones de descarbonización asignadas a las categorías de descarbonización</i>  <i>Definición de los objetivos para la adaptación</i>  <i>Acciones de adaptación identificadas</i>  <i>Ficha de las acciones de adaptación priorizadas</i></p>
<i>Pilares e hitos</i>	<p><i>Lista de hitos</i>  <i>Lista de pilares involucrados</i></p>
<i>Opciones catalizadoras</i>	<p><i>Lista de barreras y limitaciones</i>  <i>Lista de posibles opciones catalizadoras</i></p>
<i>Reporte, monitoreo y actualización</i>	<p><i>Indicadores, con su respectivo plan de monitoreo</i>  <i>Periodo de evaluación, implementación y monitoreo</i>  <i>Reporte de las acciones de adaptación priorizadas, generado por la HRCE<sup>10</sup>.</i></p>

10 Este reporte de acciones generado por la HRCE cuenta con: descripción de la acción, sus objetivos, la instalación en donde se debe implementar, la región climática, la amenaza climática asociada, plazo de implementación, indicadores, metas, beneficios y co-beneficios, costo aproximado de implementación y responsable.

## 2.5.4. Ejecución y actualización de la hoja de ruta

La hoja de ruta es finalmente ejecutada, o puesta en marcha. Durante la ejecución se debe comenzar con la implementación de las medidas a corto plazo. La organización debe monitorear las variables necesarias para la producción de los indicadores creados. El avance debe realizarse según el periodo de monitoreo definido en la sección anterior. Los resultados deben reportarse a la DCC a través del **Formato para el reporte de la hoja de ruta** en sus secciones de avances, disponible en Anexo 4.5.

Es recomendable que las organizaciones se mantengan alertas y reaccionen para responder a las condiciones cambiantes. Cada 5 años se puede realizar la actualización de la hoja de ruta para determinar si hay opciones tecnológicas que hayan tenido una mejora en sus condiciones (costos, rendimientos...) que en ese escenario sea una opción atractiva para la organización. Durante una actualización, la organización puede utilizar nuevamente esta metodología para crear su nueva hoja de ruta. Es importante que la hoja de ruta actualizada presente una ambición más alta que la anterior.

Es importante considerar que en el caso de la adaptación resulta de particular importancia hacer procesos de revisión y actualización de la identificación de riesgos climáticos anuales, puesto que cada año existe mejor información disponible sobre los escenarios climáticos y las proyecciones de ocurrencia de las amenazas por parte de las instituciones rectoras del tema. Lo cual puede permitir determinar nuevos riesgos y ajustar las acciones propuestas para que tengan un mayor alcance.

Esta metodología fue elaborada con el objetivo de facilitar la realización de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones del sector privado. La misma puede ser de utilidad para otros sectores. La información analizada en este proceso genera acciones basadas en ciencia y permite a las organizaciones alinear sus metas de reducción de emisiones a las acciones nacionales

y sectoriales. Además, buscan promover el cambio en los hábitos de consumo y de producción, debido a la tecnología y la optimización en el uso de los recursos naturales, mejorando frente a sus competidores.

Con respecto a la componente de adaptación, es fundamental realizar un análisis exhaustivo de los factores de vulnerabilidad de la organización y de los receptores o sectores que se encuentran dentro de su área de influencia. Este análisis permitirá identificar las principales amenazas y riesgos a los que se enfrenta la organización y sus grupos de interés, y determinar las medidas de adaptación más adecuadas en cada caso.

El proceso de implementación de la hoja de ruta debe ser un proceso dinámico que requiere realizar acciones de mejora continua y actualización. Por lo tanto, se vuelve imprescindible que tomando de referencia los resultados obtenidos, la organización haga una actualización continua de las metas de descarbonización y de las acciones de adaptación. Incluso, es importante la periodicidad en la realización de los análisis de riesgos para evaluar cómo los riesgos identificados se han reducido, han aumentado o surgido nuevos riesgos. De esta forma las organizaciones pueden desarrollar nuevas acciones, o aumentar la ambición en su acción en adaptación e incorporar acciones en los otros riesgos identificados que no fueron priorizados inicialmente.

Para alcanzar los objetivos en adaptación y mitigación es fundamental el compromiso de la alta dirección para la realización y revisión del proceso de ejecución. La participación de todos es de suma importancia para hacer frente al calentamiento global antropogénico. Este instrumento pretende apoyar los esfuerzos que se realizan en forma individual o colectiva, desde el sector privado o público para lograr los objetivos que se han establecido en la NDC, el Plan Nacional de Adaptación y el Plan de Descarbonización y avanzar hacia un modelo de desarrollo bajo en emisiones de GEI.

# 3. Referencias

- [1] Gobierno de Costa Rica, “Plan Nacional de Descarbonización,” 2019.
- [2] Ministerio de Ambiente y Energía, “Contribución Nacionalmente Determinada,” 2015.
- [3] MINAE, “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2022-2026,” San José, Costa Rica, 2022.
- [4] International Energy Agency, “Technology Roadmap: a guide to development and implementation,” 2014.
- [5] I. and S. Department of Energy and Climate Change and the Department for Business, “Industrial Decarbonisation & Energy Efficiency Roadmaps to 2050, Iron and Steel,” 2015.
- [6] ISO, ISO 31000, Risk management – Guidelines, provides principles, a framework and a process for managing risk. 2018.
- [7] ISO, ISO 22301 Security and resilience – Business continuity management systems – Requirements. 2019.
- [8] Dirección de Cambio Climático, “Guía para la participación en el Programa País de Carbono Neutralidad Categoría Organizacional,” 2018.
- [9] C. G. F. Bataille, “Physical and policy pathways to net-zero emissions industry,” WIREs Clim. Change, 2020.
- [10] Science Based Targets, “Science-Based Target Setting Manual,” 2020.
- [11] MINAE, “Escenarios de cambio climático regionalizados para Costa Rica,” <http://cglobal.imn.ac.cr/index.php/publications/escenarios-de-cambio-climatico-regionalizados-para-costa-rica/>, 2012.
- [12] Dirección de Cambio Climático, “PLAN – A: TERRITORIOS RESILIENTES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO,” <https://cambioclimatico.go.cr/plan-a-territorios-resilientes-ante-el-cambio-climatico/adaptacion-regional/#1651762447897-2a171c19-cb37>.
- [13] Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, “Herramienta Rápida de Estimación del Riesgo,” México, 2021.
- [14] D. de C. C. M. de A. y E. & F. para el D. S. Alianza Empresarial para el Desarrollo, “Guía de Experiencias en Adaptación al Cambio Climático,” 2018.
- [15] Dirección de Cambio Climático y Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), “Guía para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático utilizando el método Análisis Multicriterio. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático,” 2021.
- [16] Mission Possible, “Mission Possible: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century,” 2018.
- [17] World Resources Institute, “Protocolo de gases de efecto invernadero, Estándar corporativo de Contabilidad y Reporte.”

- [18] M. Martínez, “Metodologías para apoyar la estimación de costos en la implementación del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en Guatemala,” 2017.
- [19] B. Campos, M. Díaz, and J. Clearc, “Desarrollo de una metodología para la construcción de curvas de abatimiento de emisiones de GEI incorporando la incertidumbre asociada a las principales variables de mitigación,” 2013.
- [20] IPCC, “Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio climático (AR5),” 2014.
- [21] SEPSE, “Opciones de descarbonización del consumo energético en el sector industrial,” 2020.
- [22] PNUMA, “Opciones de descarbonización de procesos industriales.,” 2021.
- [23] Banco Mundial, “Opciones de descarbonización en los sectores caña de azúcar, pesca y productos de madera,” 2022.
- [24] ISO, “ISO 14064-1:2018 Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals,” 2018.
- [25] J. Ranganathan, “GHG Protocol Initiative Team.”
- [26] MiTransporte, “Catálogo de soluciones basadas en naturaleza,” <https://biocorredores.org/biodiver-city-sanjose/sobre-el-proyecto/el-proyecto>.



## 4. Anexos

### 4.1. ¿Cómo se crea este estándar metodológico?

El estándar metodológico se deriva de múltiples fuentes de información a nivel internacional: reportes gubernamentales, reportes de agencias internacionales y artículos científicos. Las principales fuentes de información son:

- Energy Technology Roadmaps, a guide to development and implementation [4], creado por la Agencia Internacional de Energía.
- Mission Possible: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century [16], formulado por Energy Transition Commissions.
- Industrial Decarbonisation and Energy Efficiency Roadmaps to 2050 [5], creado para el Departamento de Energía y Cambio Climático y el Departamento de Negocios, Innovación y Habilidades (BIS, por sus siglas en inglés) del Reino Unido.
- Physical and policy pathways to net-zero emissions industry [9], escrito por Chris Bataille del Instituto de Desarrollo Sostenible y Relaciones Internacionales (ID-DRI, por sus siglas en francés).
- Metodología SBTi [10]

Si las organizaciones quieren ampliar el análisis pueden consultar los documentos mencionados para fortalecer el desarrollo de sus hojas de ruta para la descarbonización y adaptación. A continuación, se muestra un breve resumen de los aspectos

más importantes de los documentos consultados. De estos documentos, solamente dos trazan metodologías específicas sobre cómo desarrollar hojas de ruta: Energy Technology Roadmaps y la Metodología SBTi. La metodología SBTi específica que para ejecutar de forma correcta la metodología que plantean se debe hacer uso del GHG Protocol [17]. Este documento no es una metodología para la creación de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones, sin embargo, es una guía para tomarlo en consideración porque especifica cómo estimar y reportar tanto las emisiones de gases de efecto invernadero como las respectivas reducciones ante la implementación de políticas y acciones.

La metodología planteada por la IEA identifica los pasos necesarios para acelerar la implementación de cambios tecnológicos, el objetivo de la guía es proporcionar a los países y las organizaciones el contexto, la información y las herramientas necesarias para diseñar e implementar hojas de ruta que se adapten a sus necesidades locales. La guía está orientada a gobiernos, las organizaciones del sector privado y el sector financiero; y pueden ser ejecutadas con un enfoque regional, nacional o sectorial.

La metodología de la IEA especifica que existen cinco factores clave para el éxito de una hoja de ruta, entre ellos: metas, hitos, limitaciones y barreras, elementos de acción y prioridades. Dentro del desarrollo de la metodología aquí presentada incluimos cada uno de estos aspectos, para así garantizar la validez de la hoja de ruta.



Dentro de la búsqueda bibliográfica se logran encontrar hojas de ruta que ya han sido desarrolladas para sectores de la industria. *Mission Possible: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century* [16], formulado por Energy Transition Commissions (ETC) desarrolla hojas de ruta sectoriales para Cemento, Hierro, Plásticos, Transporte de Carga Pesada, Embarcaciones y Aviación. Estos seis subsectores representan en conjunto el 30% de las emisiones de energía en la actualidad y podrían aumentar al 60% a mediados de siglo a medida que otros sectores reduzcan sus emisiones.

Este informe se desarrolló en conjunto con más de 200 personas expertas del sector industrial durante un proceso de revisión de seis meses. Los resultados de la implementación de la hoja de ruta demuestran que la descarbonización es factible con muchas de las tecnologías existentes, aunque varias aún necesitan más inversión para alcanzar el despliegue comercial. Además, se plantea que sea el punto de referencia clave para la Comisión Europea, miembros del Parlamento Europeo y Gobiernos de los Estados miembros a la hora de perfeccionar la hoja de ruta 2050 de Europa dirigida hacia una economía de baja emisión de carbono.

Dentro de las conclusiones de este informe se detalla que los dos subsectores más difíciles de descarbonizar son Plásticos, debido a sus emisiones al final de la vida útil, y Cemento por las emisiones de proceso y transporte. El informe también analiza el cambio en los costos de los bienes de consumo final. Por ejemplo, el uso de acero bajo en emisiones añadiría ciento sesenta euros al precio de un vehículo, el transporte marítimo bajo en emisiones supondría añadir menos del 1% al precio de unos pantalones importados, los plásticos con bajas emisiones de carbono añadirían menos de un céntimo de euro al precio de una botella de agua.

En general el informe integra hallazgos sectoriales de descarbonización del sistema energético e industrial, y presenta implicaciones para los tomadores de decisiones públicos y privados. El objetivo principal es informar la política y la inversión sobre cómo se comportan los sectores de forma general sin desarrollar escenarios complejos, en cambio sugieren una predicción precisa.

En cuanto a la metodología empleada para el desarrollo de la hoja de ruta, el documento no es explícito con los pasos que ejecutaron, pero se logran identificar algunos de ellos. Por ejemplo, el reporte sectorial comienza con la definición del alcance y estudian el contexto alrededor del sector en estudio, tomando en cuenta tecnologías, ambiente y tendencias actuales. Seguido de esto identifican potenciales opciones de descarbonización y evalúan las reducciones en emisiones y los costos y beneficios de la implementación de las acciones. Por último, reportan los resultados, las recomendaciones y comentan las implicaciones políticas.

El otro informe que desarrolla hojas de ruta para la descarbonización del sector industrial es *Industrial Decarbonisation and Energy Efficiency Roadmaps to 2050* [5], creado para el Departamento de Energía y Cambio Climático y el Departamento de Negocios, Innovación y Habilidades (BIS, por sus siglas en inglés) del Reino Unido. La iniciativa surgió desde el Gobierno, quien se comprometió a trabajar con el sector industrial para desarrollar hojas de ruta de descarbonización y eficiencia energética a largo plazo con el sector privado, centrándose en aquellos que utilizan la mayor cantidad de calor y representan las mayores emisiones de gases de efecto invernadero. El paquete de hojas de ruta incluye: Hierro y Acero, Productos Químicos, Refinación de petróleo, Alimentos y bebidas, Pulpa y Papel; y Cerámica. Cada documento bibliográfico consultado presenta distintas etapas para la construcción de las hojas de ruta. El Cuadro 30 resume las etapas presentes en cada uno de ellos.



Cuadro 30. Fuentes bibliográficas consultadas con sus respectivas etapas metodológicas. Autoría propia.






<i>Technology Roadmap</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planeación y preparación</li> <li>2. Visionando</li> <li>3. Desarrollo de la hoja de ruta</li> <li>4. Implementación, monitoreo y revisión de la hoja de ruta</li> </ol>
<i>ETC<sup>11</sup> Sectoral focus</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición de alcance</li> <li>2. Contexto</li> <li>3. Opciones de descarbonización</li> <li>4. Evaluación</li> <li>5. Reporte</li> </ol>
<i>UK Sectoral Roadmaps</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recolección de información</li> <li>2. Modelado</li> <li>3. Análisis</li> </ol>
<i>SBTi</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entender</li> <li>2. Calcular</li> <li>3. Consolidar</li> <li>4. Validar</li> <li>5. Planear una estrategia</li> <li>6. Actuar</li> </ol>
<i>GHG Protocol</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir políticas/acciones</li> <li>2. Identificar efectos</li> <li>3. Estimar efectos</li> <li>4. Verificar y reportar</li> </ol>

11 ETC por las siglas en inglés *Energy Transitions Commission*.

## 4.2. Uso de la metodología a nivel sectorial

La metodología presentada puede ser generalizada y aplicada a distintos niveles: sectorial, organizacional, de proceso o tecnológico. Las hojas de ruta sectoriales cuentan con la estructura metodológica presentada en la **Figura 12**. La diferencia en la metodología radica en la inclusión de los estudios basados en ciencia para la definición de las hojas de ruta sectoriales. Los estudios incluyen análisis de costo-beneficio, creación de curvas de costos marginales de abatimiento y estudios de prospectiva. Los resultados dan origen a la definición de las opciones de descarbonización y de los hitos sectoriales que son insumos para la hoja de ruta organizacional.

Figura 12: Estructura metodológica. Autoría propia.

					
<b>Etapas</b>	<b>Etapa 1</b>	<b>Etapa 2</b>	<b>Etapa 3</b>	<b>Etapa 4</b>	<b>Etapa 5</b>
<b>Subetapas</b>	<b>Línea base</b>	<b>Metas y opciones de descarbonización y adaptación</b>	<b>Hitos y pilares</b>	<b>Opciones catalizadoras</b>	<b>Reporte, monitoreo y actualización</b>
<b>Objetivos del Componente Descarbonización</b>	Recopilar información de consumo energético, información tecnológica, de contabilización de emisiones y económica para realizar la línea base.	Fijar un objetivo ambiental para definir y lograr una reducción de GE y evaluar opciones de descarbonización para lograrlo.	Definir los objetivos de desempeño intermedios para lograr las metas propuestas y definir los pilares de la descarbonización elegidos.	Identificar opciones para acelerar la implementación de la hoja de ruta.	Ejecutar la hoja de ruta y dar seguimiento al progreso de implementación y actualización.
<b>Objetivos complementarios en adaptación</b>	Realizar un diagnóstico de riesgos climáticos actuales y futuros para establecer una línea base en adaptación.	Adicionar objetivos en adaptación para lograr una reducción de la vulnerabilidad y priorizar medidas de adaptación.	Desarrollar un plan de acción	Identificar opciones para acelerar la implementación del componente adaptación en la hoja de ruta	Establecer un sistema de monitoreo y evaluación de las acciones. Ejecutar las acciones de adaptación. Dar seguimiento al progreso de implementación y actualización.

Las hojas de ruta sectoriales para la descarbonización y adaptación requieren de la participación del gobierno para garantizar que los objetivos se alineen a las políticas nacionales. Lo anterior porque las hojas de ruta sectoriales determinan las metas con base a la política nacional y las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones se adaptan a las metas establecidas a nivel sectorial.

### 4.2.1. Herramienta Hoja de Ruta Climática Empresarial

La Herramienta Hoja de Ruta Climática Empresarial (HRCE) contienen información producida en los estudios de opciones de descarbonización de los sectores. La herramienta HRCE permite que las organizaciones produzcan su hoja de ruta. La misma asegura que las transformaciones están alineadas a la visión sectorial y nacional ya que se construyen con un enfoque jerárquico. La herramienta HRCE se compone de archivos de Excel que cuentan con la información del sector. Junto con la herramienta HRCE, se tiene la herramienta para la construcción de la trayectoria de emisiones organizacionales para que las empresas puedan construir su hoja de ruta empresarial (tomando como insumo la hoja de ruta sectorial). En este sentido, la herramienta HRCE es valiosa porque determina la hoja de ruta del sector que permitirá alinear las metas nacionales con las metas empresariales.

La herramienta HRCE incluye las opciones tecnológicas existentes y su correspondiente opción tecnológica baja en emisiones, las trayectorias de descarbonización sectorial, y nivel de sustitución tecnológica del sector para lograr una meta de reducción de emisiones compatible con la meta nacional. Estos catálogos sirven para guiar las transiciones tecnológicas a nivel organizacional, para facilitar la visualización de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones.

Los datos de entrada de la herramienta HRCE son los inventarios tecnológicos que tiene cada organización (Figura 13). Esa información se contrasta con las transiciones sectoriales. La herramienta HRCE es capaz de definir la trayectoria organizacional de sustitución tecnológica y la trayectoria de reducción de emisiones. La herramienta para la construcción de la trayectoria de emisiones organizacionales utiliza la línea base organizacional y desagrega las metas sectoriales para definir las trayectorias de transición tecnológica que permiten la reducción de emisiones organizacionales. La organización será capaz de conocer cuándo debe sustituir sus equipos por alguna de las opciones tecnológicas que se encuentran en la matriz de sustitución.

Figura 13. Insumos y resultados del Catálogo de Adaptación y Descarbonización Empresarial. Autoría propia.



## 4.2.2. Curvas de Costo-Beneficio

El primer estudio técnico necesario incluido en la creación de las hojas de rutas sectoriales para la descarbonización y adaptación incluidas en la herramienta HRCE es la evaluación del costo-beneficio de las opciones de descarbonización comparadas con las tecnologías existentes. El análisis de costo-beneficio (CBA, por sus siglas en inglés) es un análisis financiero o económico de los gastos incurridos en la adopción de tecnologías, y se basa en la construcción de un flujo de costos y beneficios derivado de la implementación de un proyecto. Para el análisis de costo-beneficio se realiza un flujo de caja al que se enfrentaría una organización para satisfacer sus necesidades para producir sus bienes o servicios, ante situaciones como la puesta en marcha de una nueva planta de producción o la sustitución de un equipo por el agotamiento de su vida útil o degradación, entre otras. El proceso de elaboración de los análisis de costo beneficios consiste en (Figura 14):

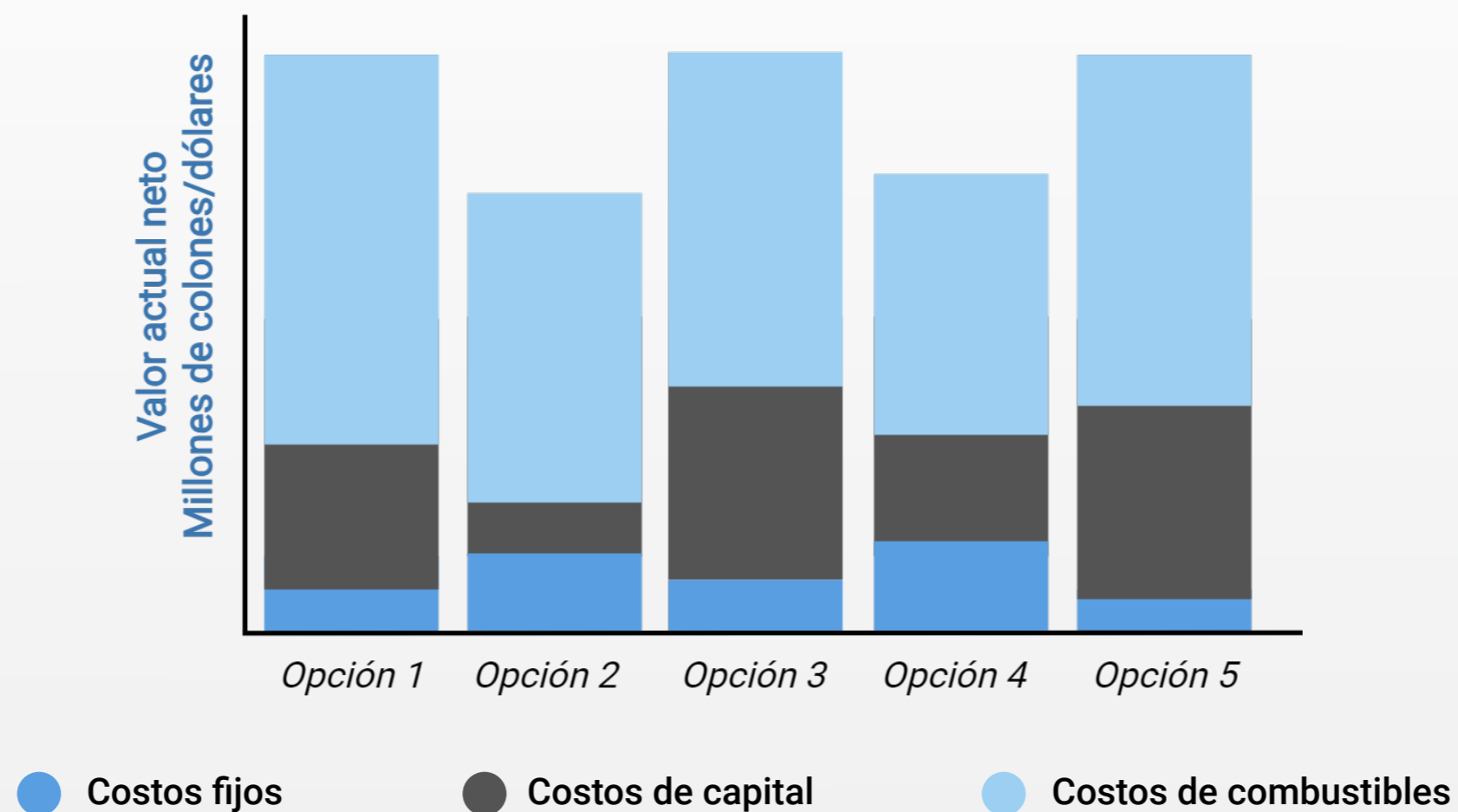
1. Listar las tecnologías existentes y las opciones de descarbonización para cada tecnología existente.

2. Evaluar la razón costo-beneficio de las tecnologías en su vida útil u operativa en el sector u organización. Utilizar la información operativa y económica recolectada en las etapas anteriores. El costo-beneficio de la tecnología existente y sus opciones de descarbonización deben de ser contrastadas. Se debe contemplar los costos de la compra del equipo, los costos fijos de mantener el equipo y los costos de operación asociados al combustible que utiliza cada tecnología. Se toma en cuenta también la posibilidad de financiar parte o la totalidad del equipo. Otras variables económicas para incluir son: la tasa de descuento, porcentaje de la prima sobre los equipos, porcentaje a financiar, tasa de interés de financiamiento de los equipos (que puede ser diferente para cada opción). Además, siempre que sea posible se debe incorporar costos de externalidades y co-beneficios como los efectos en salud, calidad del aire, entre otros.
3. Utilizar las ecuaciones para descontar flujos de caja futuros a valor presente.
4. Presentar los resultados para comparar las tecnologías. Dichos resultados se pueden presentar como curvas de barra como se ilustra en la Figura 15.

Figura 14: Proceso de creación del análisis costo-beneficio. Autoría propia.



Figura 15: Ejemplo de curvas análisis de costo-beneficio. Autoría propia.



### 4.2.3. Curvas de Costos Marginales de Abatimiento

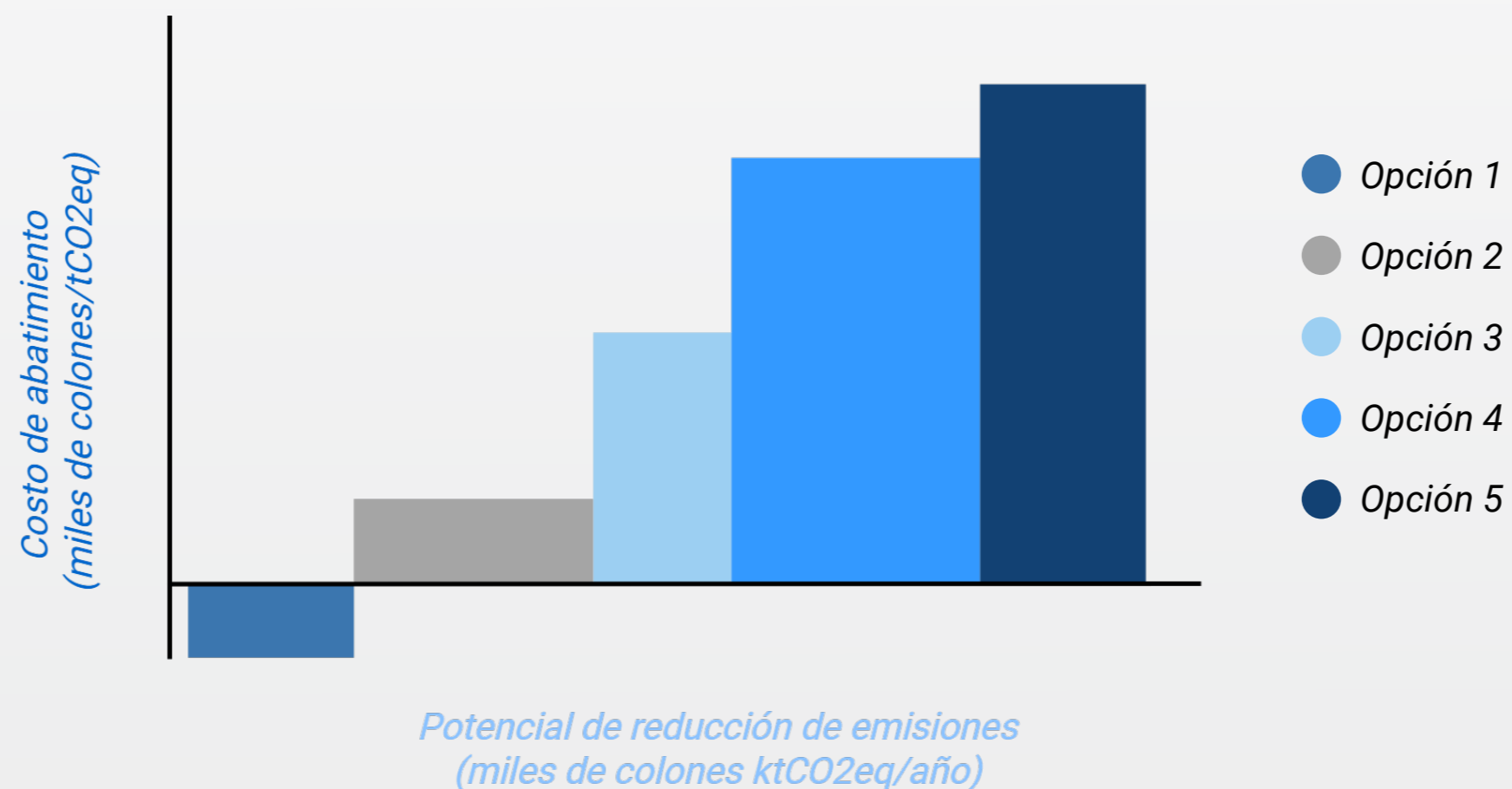
Los resultados de un CBA se pueden utilizar para la construcción de las curvas de costos marginales de abatimiento (MACC por sus siglas en inglés). Las MACC son una herramienta útil para visualizar el potencial de reducción de emisiones o ahorros en energía de acuerdo con las medidas que promueven la descarboniza-

ción del sector. Estas curvas muestran en el eje vertical los costos unitarios, y en el eje horizontal la información del impacto ambiental (potencial de reducción de emisiones de GEI de cada opción expresada en tCO<sub>2</sub>eq) relativo a un escenario sin implementación de las opciones de descarbonización.

Estas curvas representan las distintas opciones tecnológicas ordenadas ascendentemente de acuerdo con sus costos unitarios de descarbonización (el costo de cada opción para reducir una tonelada de GEI y se expresa en unidades monetarias/tCO<sub>2</sub>eq). El costo marginal de abatimiento se calcula de forma individual para cada opción y luego se ordenan de la opción con costos más negativos a la de más positivos. Un costo negativo indica que la opción nueva es menos costosa que la opción actual y viceversa con los costos positivos. La Figura 16 ilustra una MACC de ejemplo.

Por otro lado, el ancho de las barras de esta curva indica el potencial de mitigación de emisiones que están relacionados con las capacidades de reducción de emisiones de cada opción evaluada. Las opciones pueden tratarse de forma que sean mutuamente excluyentes o no; esto quiere decir que en una misma curva no puedan aparecer 2 o más opciones para mitigar una mismo proceso o producto que emite GEI o que sí puedan hacerlo. En el caso de este proyecto, la curva no va a cumplir ser mutuamente excluyente pues la idea es comparar varias opciones de mitigación (de acuerdo con la cantidad que se encuentre en las actividades del objetivo 3) para un único proceso o uso de producto piloto.

Figura 16: Ejemplo de curvas marginales de abatimiento. Autoría propia.





A continuación, se muestran los cálculos para cada opción de descarbonización necesarios para la construcción de las curvas de abatimiento (basado en [18], [19]).

- CAE (costo anual equivalente):

$$CAE = VAN \cdot FRC$$

- FRC (factor de recuperación de capital):

$$FRC = \frac{r \cdot (1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$$

- Costo marginal de abatimiento de emisiones:

$$\text{Costo marginal de abatimiento de emisiones} = \frac{CAE_{\text{opción nueva}} - CAE_{\text{opción actual}}}{Emisiones_{\text{opción nueva}} - Emisiones_{\text{opción actual}}}$$

Donde **VAN** es el valor actual neto de flujo de caja, **r** es la tasa de descuento y **n** es el número de años de análisis del flujo de caja que en esta ocasión corresponde a la vida útil de cada equipo evaluado.

Es necesario notar que el valor presente neto de los costos debe incorporar todos los flujos que genere el proyecto a lo largo de su vida útil (estos pueden ser costos de inversión, costos de capital, gastos de operación y mantenimiento, costos transaccionales, impuestos, externalidades, entre otros).

### 4.3. Conceptos de Adaptación

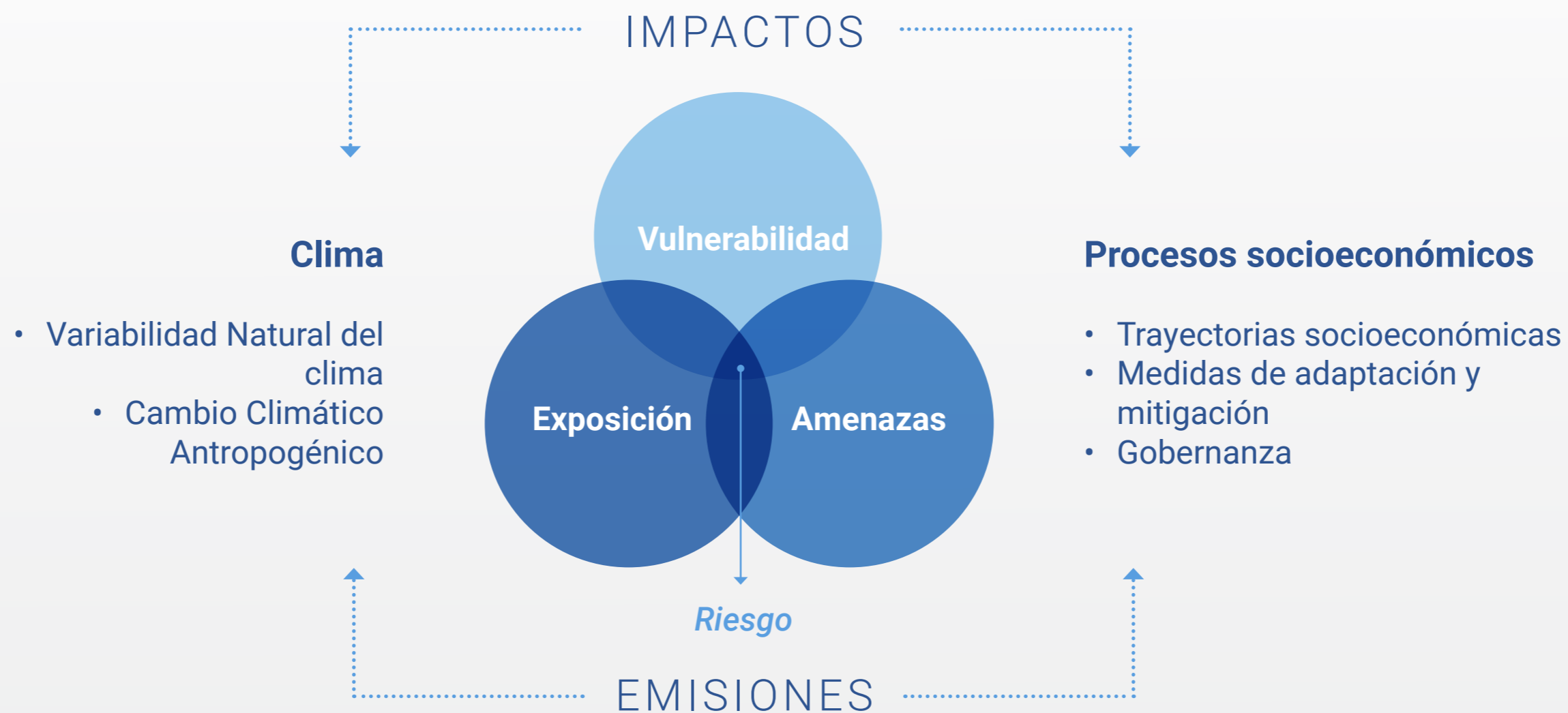
Para el abordaje de la adaptación ante el cambio climático, se requiere una aproximación desde el análisis de los riesgos<sup>12</sup> futuros que genera y generará el cambio climático para la organización.

El riesgo climático resulta de la interacción en el espacio tiempo de tres elementos (Figura 17): la vulnerabilidad (del sistema o elemento afectado), la exposición a lo largo del tiempo de los sistemas humanos y naturales (a las amenazas), así como las amenazas (relacionadas con el clima) y la probabilidad de que ocurran.

---

12 Potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro. En el presente informe, el término riesgo se utiliza principalmente en referencia a los riesgos de impactos del cambio climático [20].

Figura 17: Marco conceptual del riesgo climático de acuerdo con el Quinto Reporte de Evaluación del IPCC (AR5). Adaptado de [20].



## Cuadro 31. Definiciones

**Riesgo:** el riesgo climático se define como la interacción entre las amenazas relacionadas con el clima, en particular de la variabilidad del clima y los episodios climáticos extremos, con la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos o ecológicos a estos cambios en el clima [20].

---

**Vulnerabilidad:** Para una mejor comprensión de los elementos, la vulnerabilidad se entiende como las características intrínsecas de los sistemas naturales y humanos que los predispone a tener impactos negativos al exponerse ante una amenaza climática, como por ejemplo el nivel socioeconómico de las personas o la dependencia a materias primas cuya producción depende de la disponibilidad de agua.

---

**Amenaza:** Por su parte, las amenazas son fenómenos o sucesos naturales o humanos, que pueden causar impactos negativos, daños y pérdidas en los sistemas naturales y humanos. En el caso particular de la planificación de la adaptación ante cambio climático es necesario centrar el análisis en las amenazas climáticas, es decir, aquellas que están directamente relacionadas con la atmósfera y los cambios ocasionados en esta por la acción humana, como por ejemplo aumento de la temperatura, aumento de la frecuencia de huracanes y tormentas o la disminución en los patrones de precipitación para un sitio en particular.

---

**La exposición:** es el tercer elemento que se analiza y se entiende como la presencia de sistemas o elementos naturales y humanos en lugares donde pueden verse afectados negativamente por las amenazas climáticas, como por ejemplo infraestructura construida en las llanuras de inundación de ríos o campos de cultivos en áreas con estrés hídrico por sequía.

---

**Daños y pérdidas:** los impactos que las personas no pueden sobrellevar o adaptarse, que causan daños irreparables o pérdidas irreversibles. Estos impactos climáticos que afectan a las personas y su territorio pueden significar pérdidas de elementos económicos y no económicos como son la cultura, tradiciones, idiomas y hasta verse obligadas a abandonar sus hogares para resguardar sus vidas.

---

Para el caso particular del sector privado se pueden identificar impactos potenciales en las áreas del negocio de mercados, procesos, logística, personal, instalaciones y finanzas, para un mejor detalle de estos impactos se muestra a continuación el siguiente listado de impactos potenciales para el sector.

En este contexto, la adaptación es de primera importancia porque permite mitigar los impactos del cambio climático, como daños a inventarios de materias primas, afectaciones a la disponibilidad de materias primas o producto acabado por la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos. La gestión de riesgos cli-

máticos es un aspecto crítico en la planificación de la adaptación, por lo que se consideran los estándares ISO 22301 e ISO 31000 [6], [7], para abordar la gestión de los riesgos climáticos y la adaptación a los impactos del cambio climático en el sector privado.

La integración de criterios de adaptación al cambio climático en sus estrategias puede ayudar a las organizaciones a mantener la continuidad de la producción, reducir sus riesgos y costes, e incluso crear nuevas oportunidades, e.g., las instalaciones pueden diseñarse para ser más resistentes a condiciones meteorológicas extremas, escasez de agua y estrés térmico y, además, al mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de GEI, las industrias pueden reducir su contribución al cambio climático, lo que también es beneficioso. Esto puede ayudar a garantizar que el sector siga siendo competitivo y sostenible a largo plazo.

## 4.4. Pilares y acciones de adaptación

A continuación, se presentará una serie de posibles acciones de adaptación asociadas a distintos pilares de adaptación, que las organizaciones pueden desarrollar para hacer frente a los riesgos climáticos actuales y futuros identificados en el análisis de riesgos. Estas acciones se basan en las mejores prácticas disponibles y en la experiencia previa en la implementación de medidas de adaptación en diferentes contextos. Cada organización puede seleccionar y adaptar las acciones que consideren más adecuadas y eficaces en función de sus necesidades y características específicas. Se espera que esta lista de acciones sea útil para orientar y facilitar el proceso de planificación y ejecución de la adaptación al cambio climático en el sector privado.

Figura 18. Pilares de las acciones de adaptación aplicables en organizaciones



## Fomento a la gestión del conocimiento

No comprender la adaptación al cambio climático y no tener acceso a información sobre cambio climático son las primeras limitaciones para poder adaptarse al cambio climático, es por esto por lo que fomentar acciones de creación de capacidades y acceso a la información permitirá que el sector privado puede tomar

decisiones en material de adaptación basadas la mejor información disponibles. Las acciones particulares que dentro de esta línea se pueden implementar son las siguientes:

### Cuadro 32. Acciones relacionadas al fomento a la gestión del conocimiento

---

*Fomentar el desarrollo de plataformas, herramientas y recursos para tener acceso a la información climática que permitan diseñar y ajustar los procesos organizacionales como la logística ante los riesgos climáticos.*

---

*Desarrollar programas de capacitación en adaptación para las partes interesadas internas y externas de la organización, de manera que puedan comprender los impactos y los riesgos del cambio climático y crear conjuntamente acciones de adaptación dentro de la cadena de valor de la organización.*

---

*Promover la capacitación dentro del personal técnico clave de la organización para que tenga las capacidades de diseño y ejecución considerando criterios de adaptación y resiliencia para los procesos productivos y de ejecución de infraestructura que se realizan en la organización.*

---

*Apoyar el desarrollo de plataformas, herramientas y espacios de capacitación de acceso público que se fomente por a nivel local y nacional, para promover el acceso a conocimiento en adaptación en las comunidades dentro del área de acción de la organización.*

---

## Eficiencia y transformación energéticas

Cuando se aplican medidas de eficiencia y transformación energéticas, se produce un menor consumo de energía, lo que puede reducir las emisiones de GEI del sector, y también ayudar a reducir la exposición del sector a los impactos del cambio climático al reducir la necesidad de energía procedente de combustibles fósiles, e.g., un proceso de fabricación eficiente desde el punto de vista energético se verá menos afectado por las variaciones del precio de los combustibles.

Además, el aumento de la eficiencia energética también puede ayudar al sector privado a adaptarse a los impactos del cambio climático al reducir los costes energéticos del sector y mejorar su competitividad, haciéndolo más resistente a las crisis económicas y permitiéndole seguir operando ante condiciones climáticas cam-

biantes. Las medidas de eficiencia energética también pueden aportar beneficios colaterales como el ahorro de costes, la mejora de la productividad y la calidad del aire y el aumento de la seguridad energética. La transformación energética incluye la transición a fuentes de energía renovables y la implementación de sistemas de almacenamiento de energía para garantizar la disponibilidad de energía en momentos de mayor demanda.

La eficiencia energética puede incorporarse en las organizaciones invirtiendo en equipos y procesos más eficientes desde el punto de vista energético, la implementación de sistemas de gestión de la energía y el uso de fuentes de energía renovables.

### Cuadro 33. Acciones relacionadas a la eficiencia y transformación energética

---

*Gestionar fuentes de energía alternativas renovables como medida de contingencia ante amenazas climáticas que puedan afectar la continuidad de los servicios de la organización.*

---

*Uso de sistemas de energía interrumpible (UPS) como respaldo temporal a equipos de aplicación crítica ante eventos de falla en el suministro eléctrico principal.*

---



## Infraestructura resiliente

Aumentar la resiliencia ante fenómenos meteorológicos extremos se considera una opción de adaptación en el sector privado porque puede ayudar al sector a resistir mejor los impactos de condiciones meteorológicas severas como inundaciones, tormentas, olas de calor y sequías. Estos fenómenos meteorológicos extremos

son cada vez más frecuentes y graves debido al cambio climático y pueden tener un impacto significativo en el sector privado, provocando daños en infraestructuras, equipos y procesos de producción, así como la interrupción de las cadenas de suministro. Para aumentar la resiliencia ante estos fenómenos es necesario e.g.:

### Cuadro 34. Acciones para aumentar la resiliencia ante fenómenos meteorológicos extremos

---

*Aplicar medidas estructurales y no estructurales para proteger las infraestructuras, los equipos y los procesos de producción de los daños, como la construcción o el refuerzo de estructuras, fortalecimiento de sistemas de drenaje, la instalación de sistemas de amortiguamiento contra inundaciones o la reubicación de equipos en terrenos más elevados. e.g., una empresa de manufactura en una zona propensa a inundaciones decidió construir un muro de contención alrededor de su propiedad para proteger sus instalaciones y equipos. También instaló un sistema de drenaje mejorado para evitar que el agua se acumule alrededor de sus edificios. Además, la empresa trasladó algunos de sus equipos críticos a terrenos más elevados para minimizar su exposición a las inundaciones.*

---

*Desarrollar planes de respuesta de emergencia para prepararse y responder a fenómenos meteorológicos extremos, incluyendo procedimientos de emergencia, planes de evacuación y protocolos de comunicación. e.g., una empresa de energía renovable ubicada en una región con frecuentes tormentas eléctricas desarrolló un plan de respuesta de emergencia que incluye procedimientos de seguridad, protocolos de comunicación y un plan de evacuación en caso de emergencia. La empresa capacitó a sus empleados en estos procedimientos y realizó simulacros periódicos para asegurarse de que todos estén preparados para responder adecuadamente en caso de una emergencia.*

---

*Incorporar consideraciones sobre el cambio climático en la planificación del uso del suelo y las decisiones de zonificación de sus instalaciones y propiedades para reducir los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos. e.g., con base en los resultados de este análisis de vulnerabilidad climática, una organización decide zonificar su propiedad de tal manera que las áreas más vulnerables sean utilizadas para fines no críticos y las áreas más seguras sean destinadas a la construcción de sus instalaciones. Además, la empresa también incorpora medidas de adaptación, como sistemas de drenaje mejorados y la construcción de muros de contención, en la planificación y diseño de su propiedad.*

---

---

*Crear asociaciones y colaboraciones estratégicas que puedan proporcionar apoyo y recursos durante los fenómenos meteorológicos extremos. Además, al colaborar con otras organizaciones y comunidades, se pueden compartir conocimientos, recursos y experiencias, lo que puede resultar en soluciones más efectivas y sostenibles. Además, al establecer alianzas con comunidades locales, se puede lograr una mayor comprensión de las necesidades y desafíos específicos que enfrentan, lo que puede permitir la implementación de medidas de adaptación más adecuadas y pertinentes.*

---

## Gestión integral del recurso hídrico

El sector privado depende en gran medida del agua para sus operaciones, por lo tanto, cambios en la disponibilidad y calidad del agua debidos al cambio climático pueden tener un impacto significativo en el sector.

Con el cambio en los patrones de precipitaciones asociados al cambio climático se genera escasez de agua y sequías en algunas regiones e inundaciones en otras. Estos cambios pueden afectar directamente al suministro de agua del sec-

tor privado, haciéndolo escaso y aumentando su coste, también pueden provocar cambios en la calidad del agua, lo que conlleva un aumento de los costes de tratamiento y posibles daños en los equipos.

Dentro de la implementación de acciones de adaptación para una mejor gestión del agua se pueden considerar las siguientes opciones:

### Cuadro 34. Acciones para mejorar la gestión del agua

---

*Reducción del uso del agua mediante tecnologías, procesos y prácticas de gestión más eficientes, lo que puede ayudar a reducir las necesidades de agua del sector y reducir los riesgos de escasez de agua.*

---

*Mejorar la gestión de los recursos hídricos aplicando estrategias como la recogida de agua de lluvia, la recarga de aguas subterráneas y el almacenamiento de aguas superficiales, que pueden ayudar a aumentar la disponibilidad de recursos hídricos y reducir los riesgos de escasez de agua.*

---

*Aumentar la eficiencia hídrica reutilizando y reciclando el agua, lo que puede contribuir a conservar los recursos hídricos y a reducir el consumo de agua del sector.*

---

---

*Mejorar la infraestructura de potabilización y distribución de agua mediante el blindaje climático que permita reducir su exposición y vulnerabilidad ante las amenazas climáticas.*

---

*Apoyar estrategias a nivel cantonal y nacional para la protección y el manejo apropiado de las cuencas hidrográficas y los acuíferos de manera que se garantice una correcta gestión del recurso hídrico para asegurar la demanda de agua futura.*

---

## **Desarrollar sistemas de alerta temprana**

El desarrollo de sistemas de alerta temprana proporciona al sector la capacidad de anticiparse y prepararse para los impactos relacionados con el cambio climático, como los fenómenos meteorológicos extremos y los cambios en la disponibilidad y calidad del agua.

Estos sistemas implican la recopilación, el análisis y la difusión de información sobre la peligrosidad de las amenazas climáticas y los riesgos potenciales, lo que puede ayudar al sector a tomar medidas proactivas para reducir los impactos. Para la implementación de un sistema de alerta temprana, se debe:

### **Cuadro 36. Acciones para implementar sistemas de alerta temprana**

*Mapear la ocurrencia y exposición ante las amenazas climáticas y riesgos específicos a los que se enfrenta o puede enfrentarse el sector como consecuencia del cambio climático, como inundaciones, tormentas, sequías o cambios en la disponibilidad y calidad del agua.*

---

*Desarrollar un sistema de recogida y análisis de datos sobre estas amenazas y riesgos, incluyendo información sobre patrones meteorológicos, niveles de agua y otros indicadores relevantes, que permitan orientar la toma de decisiones estratégicas de la organización como selección de sitios aptos para nuevas instalaciones o el diseño de acciones coordinadas para la atención y prevención de emergencias.*

---

---

*Desarrollar e implementar un sistema de alerta temprana que pueda proporcionar información oportuna y precisa al sector, incluyendo alertas, previsiones y evaluaciones de riesgos. Esto puede implicar el uso de diversas herramientas y tecnologías, como la vigilancia meteorológica, la teledetección y los modelos climáticos, para proporcionar información útil para la toma de decisiones de la organización.*

---

*Establecer procedimientos y protocolos para responder a los mensajes de alerta temprana y a las alertas, incluyendo planes de respuesta a emergencias y planes de evacuación.*

---

*Crear capacidad en el sector para utilizar y responder a los sistemas de alerta temprana, proporcionando formación y educación sobre el uso y la interpretación de la información proporcionada.*

---

*Evaluar y mejorar periódicamente los sistemas de alerta temprana para garantizar que proporcionan información precisa y procesable, y que satisfacen las necesidades del sector.*

---

## **Desarrollar planes de respuesta ante emergencias**

El desarrollo de planes de respuesta ante desastres ayudar al sector a prepararse, responder y reducir los impactos relacionados al cambio climático, como los fenómenos meteorológicos extremos, los cambios en la disponibilidad y calidad del agua, entre otros.

Estos planes implican el desarrollo de procedimientos y protocolos para responder, reducir y recuperarse de estos impactos, lo que puede ayudar a minimizar la afectación de estos sobre el sector privado y sus operaciones. Como opciones en este aspecto, se pueden considerar:

### **Cuadro 37. Acciones para desarrollar planes de respuesta ante emergencias**

---

*Identificación de riesgos específicos a los que se enfrenta o puede enfrentarse el sector como consecuencia del cambio climático, como inundaciones, tormentas, sequías o cambios en la disponibilidad y calidad del agua.*

---

---

*Desarrollar procedimientos y protocolos para responder a las amenazas y riesgos, incluidos planes de respuesta de emergencia, planes de evacuación y procedimientos para restablecer las operaciones después de un desastre.*

---

*Establecer protocolos de comunicación para proporcionar y recibir información durante una catástrofe, incluidos los procedimientos para activar alertas y avisos de emergencia y proporcionar información actualizada sobre la situación.*

---

*Crear capacidad en el sector privado para responder a las catástrofes proporcionando formación y educación sobre el uso y la aplicación de los planes de respuesta ante catástrofes.*

---

*Evaluar y mejorar periódicamente los planes de respuesta ante catástrofes para garantizar su eficacia y su adecuación a las necesidades del sector privado*

---

## **Soluciones basadas en la naturaleza**

Las soluciones basadas en la naturaleza son acciones para proteger, restaurar y gestionar de manera sostenible los ecosistemas naturales o modificados que hacen frente a los desafíos de la sociedad de manera eficaz y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad.

Estos beneficios para el ser humano se conocen como servicios ecosistémicos y tiene un valioso aporte a la adaptación ante el cambio climático al proporcionar aporte en la regulación del clima local, la moderación de eventos climáticos extre-

mos, la prevención de la erosión, el control biológico de plagas y la regulación de flujos de agua, entre muchos otros.

A nivel del sector privado estas soluciones se pueden implementar en las instalaciones propias de la organización o bien apoyando programas y proyectos que se estén relacionando en la comunidad donde se ubican las sedes de la organización. Son ejemplos de Soluciones Basadas en la Naturaleza las siguientes:

### Cuadro 38. Acciones para implementar Soluciones Basadas en la Naturaleza

*Diseño e implementación de techos verdes, pavimentos permeables, jardines de lluvia, hoteles para insectos, pasos de fauna, cunetas verdes y biojardineras<sup>13</sup>.*

---

*Fomento de la recuperación y regeneración de ecosistemas vulnerables en las áreas de influencia de la organización en las instalaciones y áreas de influencia de la organización*

---

*Fomento a la investigación y monitoreo de la calidad de los ecosistemas y las especies de flora y fauna en las áreas de influencia de la organización*

---

*Desarrollo y fomento de Corredores Biológicos en las áreas de influencia de la organización.*

---

*Apoyo a proyectos de gestión integral de zonas costeras.*

---

---

13 Potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro. En el presente informe, el término riesgo se utiliza principalmente en referencia a los riesgos de impactos del cambio climático [20].



## 4.5. Estructura y organización del informe de resultados de la hoja de ruta

Para garantizar la coherencia y legibilidad del informe, la organización debe estructurar la presentación de los resultados de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones de acuerdo con los siguientes capítulos. Este enfoque ayudará a garantizar que toda la información relevante se incluya en el informe, y que la información se presente de forma clara y organizada.

El formato facilitará la comprensión de los resultados y el uso de la información para respaldar la toma de decisiones y la acción futuras. Además, facilitará la comparación de los resultados entre diferentes actualizaciones de las hojas de ruta para la descarbonización y adaptación de organizaciones a lo largo del tiempo, lo que permitirá a la organización seguir sus progresos e identificar oportunidades de mejora y seguimiento de la hoja de ruta.

### Capítulo 1: Introducción

Este capítulo debe incluir la descripción de la organización, el objetivo que se desea alcanzar con la elaboración de la hoja de ruta para la descarbonización y adaptación de la empresa bajo análisis.

### Capítulo 2: Definición de la línea base

Este capítulo debe incluir la descripción del perfil de la organización (sección 2.1.1). Debe incluir un análisis de la situación actual de las tecnologías (del año base), consumos de combustible y de materias primas de sus procesos (sección 2.1.2).

Se debe agregar el inventario de GEI para identificar las fuentes y los niveles de emisiones (sección 2.1.3). Con respecto a la componente de adaptación debe incluir las principales amenazas climáticas, los principales sectores y factores de vulnerabilidad existentes y las matrices de valorización de amenazas, de vulnerabilidad y de riesgo (sección 2.1.4).

### Capítulo 3: Metas y opciones de descarbonización

Este capítulo deberá incluir la lista de opciones de descarbonización que se asignaron a categorías de descarbonización. Se deben indicar las opciones que se seleccionaron en función de su potencial para reducir las emisiones, su viabilidad y su viabilidad económica (Ver detalles en la sección 2.21 y 2.2.2).

Además, debe incluir las acciones de adaptación identificadas y las ficha de las acciones de adaptación priorizadas (sección 2.2.3)

### Capítulo 4: Pilares e hitos

Se deben establecer las lista de hitos y los pilares identificados asociados a la aplicación de las opciones de descarbonización (ver sección 2.3). Estos hitos sirven como puntos de referencia para seguir el progreso hacia el objetivo, mientras que los pilares proporcionan un marco para organizar los esfuerzos de las diferentes partes interesadas. En el componente de adaptación, se deben incluir los pilares y objetivos identificados por la HRCE y la información asociada, como la meta, indicador y el plazo máximo de implementación de las acciones priorizadas.

## Capítulo 5: Opciones catalizadoras

Se identifican las barreras y limitaciones para la aplicación de las opciones de descarbonización y se sugirieron posibles opciones catalizadoras para superar estas barreras (ver sección 2.4.1 y 2.4.2). Estas opciones pueden incluir medidas políticas, innovaciones tecnológicas e incentivos financieros.

## Capítulo 6: Reporte, monitoreo y actualización

Para garantizar el seguimiento y la evaluación de los avances hacia el objetivo, se desarrolla un conjunto de indicadores (sección 2.5.1). Estos indicadores se utilizarán para evaluar la aplicación y el impacto de las opciones de descarbonización, y los resultados se comunicarán y revisarán periódicamente. Cada uno de los indicadores debe tener su respectivo plan de monitoreo el cual debe incluir aspectos como; la meta del indicador, el responsable del seguimiento y la frecuencia de seguimiento (ver detalles en sección 2.5.2), en el caso del componente de adaptación, se deberá incluir en este informe el reporte de acciones generado por la HRCE.



**NDC  
ACTION**

**UN** environment programme | copenhagen climate centre

supported by **UNOPS**

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

**IKI** INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

**EAED** United Way  
ALIANZA EMPRESARIAL PARA EL DESARROLLO

**Climate Lead Group**  
Activating sustainability

on the basis of a decision by the German Bundestag

Con contribuciones de:

**Global Gateway**

**Euroclima**

Cofinanciado por:

European Union

cooperación alemana

Implementado por:

**giz** Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH