

# EL PROYECTO TRAYECTORIAS DE DESCARBONIZACIÓN

UNDER 2°

SECRETARIAT THE CLIMATE GROUP



## El Desarrollo y la Evaluación de la Trayectoria de Descarbonización en Quintana Roo

### INFORME FINAL

CON EL RESPALDO DE



SOCIO PRINCIPAL



BENEFICIARIO



SOCIOS



## Reconocimientos

Este informe ha sido elaborado por el Consorcio del Proyecto Trayectorias de Descarbonización, conformado por the Climate Group, Winrock International, Center for Climate Strategies, the Governors' Climate and Forests Task Force, y Reforestamos México, para el Gobierno del Estado de Quintana Roo como producto final del proyecto. El Consorcio agradece al dedicado equipo de la SEMA por toda su invaluable colaboración y apoyo en este trabajo, incluyendo a Lic. Efraín Villanueva Arcos, Secretario de Ecología y Medio Ambiente; M. en C. Graciela Saldaña Fraire, Subsecretaria de Política Ambiental; Biol. Miguel Ángel Suarez Sarabia, Director de Cambio Climático; Biol. Karen Angelina Fernández Estrada, Jefa del Departamento de Política de Cambio Climático; M. en C. Rafael Robles de Benito, Director de General del Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas de Quintana Roo; Biol. Luis González Escalante, Consultor; Biol. Mary de los Angeles Sansores Lule, Analista Profesional; Ing. Zain Benjamín Canul García, Analista Profesional; C. Daniel Rejón Alamilla, Analista Profesional; y C. Jesús Alberto Ojeda García, Auxiliar de servicios generales. También agradecemos a los numerosos actores clave del sector público y privado de todo Quintana Roo que asistieron a reuniones y talleres presenciales y virtuales, proporcionaron datos e información relevante, completaron la encuesta de evaluación multicriterio, y revisaron y aportaron comentarios a los diversos documentos producidos en este proyecto. El desarrollo de la trayectoria no habría sido posible sin su participación. Por último, agradecemos a la Iniciativa Internacional sobre el Clima y los Bosques de Noruega (NICFI, por sus siglas en inglés) por los recursos financieros y la orientación necesarios para llevar a cabo este trabajo.

# Contenido

<b>Resumen Ejecutivo</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Resumen del proceso de desarrollo y evaluación de la trayectoria de descarbonización en Quintana Roo</b> .....	<b>9</b>
<b>3. Línea de base de Quintana Roo</b> .....	<b>11</b>
<b>4. Metas de reducción de emisiones de GEI y visiones</b> .....	<b>17</b>
<b>5. Acciones prioritarias seleccionadas para la trayectoria y sus diseños</b> .....	<b>19</b>
SE-1 Energía solar centralizada (en el sector de suministro de energía) .....	20
SE-2 Energía eólica centralizada (en el sector de suministro de energía).....	20
RCI-1. Vivienda urbana – diseño eficiente (en el sector de RCI) .....	20
RCI-2. Edificios comerciales e institucionales: calefacción, ventilación y aire acondicionado (en el sector de RCI) .....	21
T-1. Electrificación de vehículos (en el sector de transporte) .....	21
Ag-1. Reducción de la quema agrícola (en el sector de agricultura y ganadería).....	21
FOLU-1. Planificación de la infraestructura y crecimiento urbano para reducir a mínimo la deforestación (en el sector de silvicultura y otros usos de la tierra) .....	22
FOLU-2. Reducción del riesgo de incendios forestales (en el sector de silvicultura y otros usos de la tierra) .....	22
D-1. Reducción de residuos de fuente municipal (en el sector de desechos) .....	22
D-2. Reciclaje y compostaje de residuos sólidos industriales (en el sector de desechos).....	23
D-3. Uso de residuos para producción de energía (en el sector de desechos) .....	23
<b>6. Impactos esperados de la implementación de la trayectoria de descarbonización</b> .....	<b>24</b>
A. Evaluación de impacto de GEI .....	25
Progreso esperado hacia las metas de reducción de emisiones de GEI .....	25
Reducción acumulada esperada de las emisiones de gases de efecto invernadero en toda la economía .....	30
B. Magnitud potencial de los costos o ahorros directos.....	31
C. Evaluación de potenciales impactos macroeconómicos .....	35
<b>7. Conclusión</b> .....	<b>38</b>

# Siglas

<b>AFOLU</b>	Agricultura, silvicultura, y otros usos de la tierra
<b>BAU</b>	Business as usual
<b>C</b>	Celsius
<b>CE</b>	Costo efectividad
<b>CCS</b>	Center for Climate Strategies
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>CONAFOR</b>	Comisión Nacional Forestal
<b>FOLU</b>	Silvicultura y otros usos de la tierra
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero
<b>Ha</b>	Hectárea
<b>HVAC</b>	Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
<b>MCA</b>	Evaluación multicriterio
<b>MWh</b>	Megavatio hora
<b>NDC</b>	Contribución Determinada a Nivel Nacional
<b>NICFI</b>	Iniciativa Internacional sobre el Clima y los Bosques de Noruega
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PNB</b>	Producto Nacional Bruto
<b>RCI</b>	Residencial, comercial, e institucional
<b>RSU</b>	Residuos sólidos urbanos
<b>RTQ</b>	Roza-tumba-quema
<b>SAMOF</b>	Sistema Satelital de Monitoreo Forestal
<b>SEMA</b>	Secretaría de Ecología y Medio Ambiente
<b>TCG</b>	The Climate Group
<b>Tg</b>	Teragramos
<b>G</b>	Gramos
<b>t</b>	Toneladas métricas
<b>VKT</b>	Kilómetros recorridos por vehículo



# Resumen Ejecutivo

Este informe incluye un resumen del proceso de desarrollo y evaluación de las acciones prioritarias de la trayectoria de descarbonización del estado de Quintana Roo en México, así como los resultados de los principales pasos del proceso, los cuales incluyen:

1. **Desarrollo de la línea de base del estado;**
2. **Selección de las metas del estado de reducir emisiones netas de GEI para 2030 y 2050;**
3. **Selección de las acciones prioritarias para la trayectoria y sus diseños; y,**
4. **Evaluaciones de los impactos esperados de la implementación de las acciones en las emisiones de GEI, en la magnitud en los costos y ahorros directos de las acciones, y en la macroeconomía del estado.**

La trayectoria de descarbonización es un proceso transformacional que permite reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a largo plazo (2050) a través de una serie de acciones en los sectores económicos claves que cambiarán la proyección de "business as usual" de estas emisiones de GEI (es decir, líneas de base) mediante la aplicación de tecnologías y prácticas nuevas y mejoradas.

## Proceso de desarrollo y evaluación de la trayectoria

Este fue un proceso colaborativo entre el gobierno del estado de Quintana Roo y un equipo de expertos técnicos internacionales. Los esfuerzos por parte del gobierno estatal estuvieron liderados por la Dirección de Cambio Climático de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) de Quintana Roo. El equipo del proyecto estuvo formado por the Climate Group (TCG), Winrock International, the Center for Climate Strategies (CCS), the Governors' Climate and Forests Task Force, y Reforestamos México. Durante todo el proceso, se solicitaron y se incorporaron las aportaciones y los comentarios de otros actores clave del sector público y privado a través talleres presenciales y remotos.

## Línea de base

La línea de base desarrollada reveló que en el año base 2015, las emisiones totales de gases efecto invernadero (GEI) de Quintana Roo fueron de 10,4 TgCO<sub>2</sub>e, y se proyectó que para el 2030 estas emisiones alcanzarán 15,9 TgCO<sub>2</sub>e, y para el 2050 se triplicarán alcanzando 33,4 TgCO<sub>2</sub>e en comparación con las emisiones de 2015. De acuerdo con este análisis, los impulsores de emisiones más importantes son: el suministro de energía (que incluye la generación de energía eléctrica en el estado y las importaciones

de energía eléctrica), la demanda de energía para el transporte, y la demanda de energía en el sector de industria.

## Meta de descarbonización

La selección de una meta de reducción de emisiones de GEI para el estado de Quintana Roo se basó en el nivel de reducción de emisiones requerido a nivel mundial para limitar el calentamiento global a menos de 2 grados Celsius (C) por encima de los niveles preindustriales. Se llevó a cabo una evaluación de las metas de reducción de emisiones a nivel estatal necesarias para lograr la coherencia con el objetivo de limitar el calentamiento global a 2°C. Estas metas también reflejan los compromisos del estado como miembro de la Coalición Under2. Con base en esta evaluación, el estado de Quintana Roo seleccionó las siguientes metas de reducción de GEI a nivel estatal consistentes con los niveles de emisiones requeridos para alcanzar el objetivo de limitar el calentamiento global a 2°C:

- Para el año 2030, 21% reducción de emisiones de GEI por debajo del nivel de emisiones de 2016.
- Para el año 2050, 63% reducción de emisiones de GEI por debajo del nivel de emisiones de 2016.

## Acciones seleccionadas

Se seleccionaron 11 acciones prioritarias para ser incluidas en la trayectoria de Quintana Roo:



**Sector de suministro de energía:** se incluyeron dos acciones: 1) energía solar centralizada; y 2) energía eólica centralizada;



**Sector de demanda de energía de residencial, comercial, e institucional:** se incluyeron dos acciones: 1) vivienda urbana - diseño eficiente; y 2) Edificios comerciales e institucionales: calefacción, ventilación y aire acondicionado



**Sector de demanda de energía de transporte:** se incluyó una acción: electrificación de vehículos



**Sector de agricultura y ganadería:** se incluyó una acción: Reducción de la quema agrícola.



**Sector de silvicultura y otros usos de la tierra:** se incluyeron dos acciones: 1) Planificación de la infraestructura y crecimiento urbano para reducir al mínimo la deforestación, y 2) Reducción del riesgo de incendios forestales



**Sector de desechos:** se incluyeron tres acciones: 1) Reducción de residuos de fuente municipal; 2) Reciclaje y compostaje de residuos sólidos industriales; y 3) Uso de residuos para producción de energía.

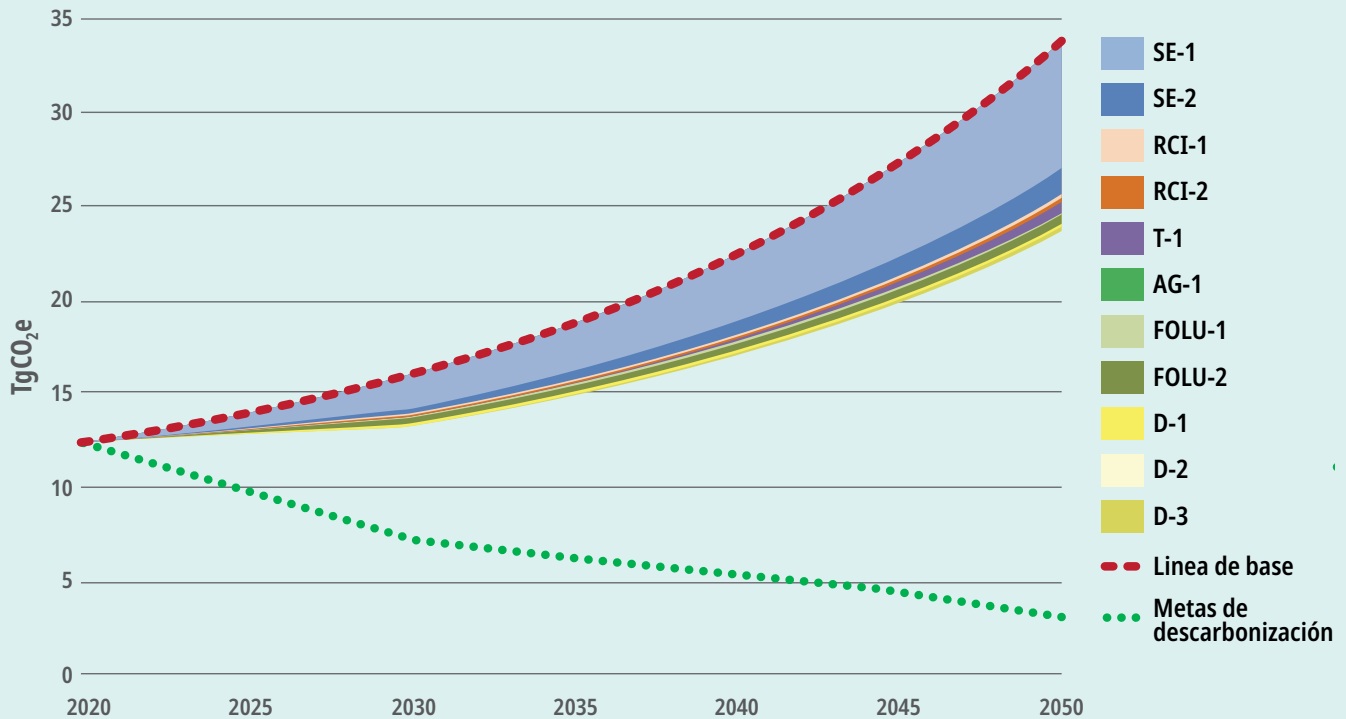


FIGURA 1. REDUCCIONES DE GEI POR LAS ACCIONES PRIORITARIAS

## Impactos esperados de la implementación de las acciones

### **Impactos esperados en las emisiones de gases de efecto invernadero**

Al implementar las 11 acciones, para 2030, se esperan reducciones de emisiones de GEI de 2,7 TgCO<sub>2</sub>e (es decir, una reducción del 17% en comparación con los niveles de BAU). Para el 2050, se esperan reducciones de 9,9 TgCO<sub>2</sub>e (es decir, una reducción del 29% frente a los niveles de BAU). La mayoría de las reducciones de emisiones de GEI provendrán de las acciones prioritarias en el sector de Suministro de Energía.

Para el año 2050, se estima que las reducciones de emisiones de GEI de las acciones prioritarias serán aproximadamente un tercio de las reducciones necesarias para alcanzar la meta 2050 (9,9 TgCO<sub>2</sub>e de las 30 TgCO<sub>2</sub>e necesarias). Las acciones prioritarias disminuirán en gran medida el crecimiento de las emisiones de GEI durante la próxima década; sin embargo, no producirán reducciones lo suficientemente grandes como para alcanzar las metas seleccionadas por el estado. Para alcanzar la meta para 2050, el estado deberá reducir niveles de emisiones de GEI de alrededor de 0,12 TgCO<sub>2</sub>e/año para el 2050.

Después de la implementación esperada de las acciones prioritarias en 2050, la mayoría de las emisiones quedarán en los sectores de Transporte e Industria.

A través de este proyecto, Quintana Roo ha establecido metas de descarbonización ambiciosas y transformadoras, y las acciones prioritarias representan un esfuerzo importante del estado para lograrlas debido a sus niveles de esfuerzo (objetivo) significativos. Para alcanzar las metas, se necesitarán reducir 5,9 TgCO<sub>2</sub>e emisiones adicionales para el 2030 y 20 TgCO<sub>2</sub>e emisiones adicionales para el 2050.

### **Impactos esperados en la magnitud de los costos y ahorros directos**

Se espera que la implementación de más de la mitad de las acciones prioritarias (8 de las 11) genere ahorros netos a lo largo del tiempo. También se espera que estos ahorros netos sean de pequeña magnitud para la mayoría de estas acciones (7 de las 8) en comparación con los niveles de gastos en los sectores de referencia. Solo para la acción SE-1 de generación de energía solar se estima un ahorro significativo. Generalmente, esto se debe a que los ahorros que se acumulan con el tiempo son más altos que los costos necesarios para implementar una acción.

Es importante resaltar que el análisis de costos y ahorros no tomó en cuenta el costo social de carbono, es decir el daño evitado que cada tonelada métrica de GEI causa a la sociedad debido a los impactos negativos del cambio climático. Tampoco incluyó los impactos de los servicios que los nuevos ecosistemas forestales establecidos y los existentes ecosistemas forestales conservados brindarían (además de las remociones de dióxido de carbono).

### **Impactos macroeconómicos esperados**

Se llevó a cabo una evaluación basada en indicadores y modelos empíricos previos para determinar la potencial dirección y la magnitud de los impactos en el empleo, los ingresos y el crecimiento

económico impulsados por las acciones prioritarias. Los seis indicadores incluyen: 1) Cambios a favor de tecnologías y prácticas con costos de implementación netos más bajos que en el escenario BAU; 2) Cambios en los gastos de energía y recursos naturales; 3) Cambios a favor del suministro de energía local y otros recursos locales; 4) Cambio a favor de las cadenas de suministro locales; 5) Cambio a favor de actividades intensivas en mano de obra; y 6) Cambios a favor de fuentes externas de inversión e ingresos.

La gran mayoría de las acciones prioritarias tienen indicadores positivos, lo que significa que probablemente generarán un impacto macroeconómico positivo para la economía de Quintana Roo si se implementan para capitalizar los impulsores clave de la ganancia macroeconómica. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las acciones prioritarias no representan desviaciones importantes de los patrones de crecimiento económico ni muestran el potencial de una influencia disruptiva si se considera – como evidenciado en la sección anterior– que los potenciales costos o ahorros directos son generalmente un porcentaje pequeño del nivel de gastos de los sectores asociados.

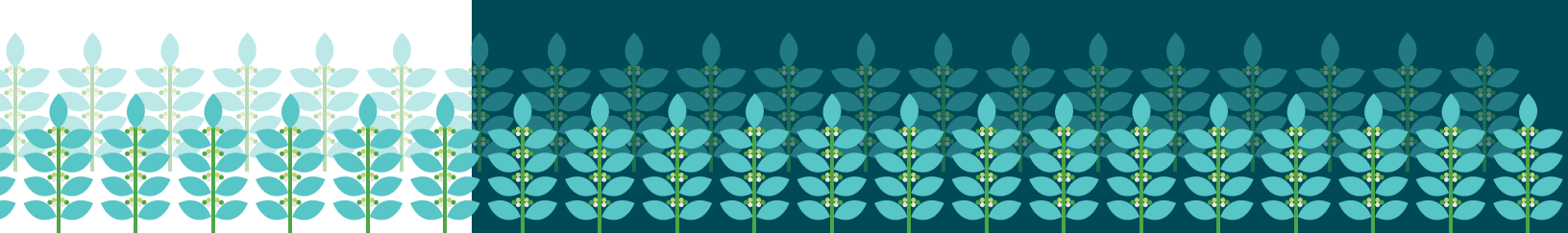
## Conclusión

Las once acciones prioritarias incluidas en la trayectoria ayudan parcialmente al estado a alcanzar sus metas de reducción de GEI para 2030 y 2050. Sin embargo, estas acciones posicionan a Quintana Roo muy bien para avanzar en su proceso de descarbonización y lograr otros objetivos socio-económico importantes para el estado. Por un lado, el Estado tendrá que identificar los mecanismos específicos de implementar y financiar las diferentes acciones de manera que puedan maximizar su potencial de mitigación y beneficios socio-económicos. Y por otro lado, también será necesario establecer un sistema de monitoreo, reporte, y verificación de los impactos de implementar estas acciones.

El estado puede lograr las metas mediante una mayor ambición de las acciones prioritarias y la identificación y desarrollo de acciones adicionales en los sectores económicos que son los impulsores clave de emisiones. Ejemplos de algunas maneras de aumentar las reducciones de emisiones en el estado serían incluir acciones de eficiencia energética en el sector RCI, acciones de energía renovable in situ el sector industrial y, en el sector de transporte, enfocarse en más electrificación de la flota y posiblemente agregar una acción de biocombustibles.

## Información adicional

En una carpeta adjunta a este informe, se incluye todos los productos intermediarios de este proyecto. Los Anexos I-VIII son los resúmenes de las líneas de base sectoriales; el Anexo IX es la metodología empleada para desarrollar las metas de descarbonización; el Anexo X incluye las visiones sectoriales de descarbonización; el Anexo XI incluye los catálogos sectoriales de acciones de mitigación; el anexo XII incluye las definiciones de los criterios usados para priorizar las acciones en la encuesta MCA; los Anexos XIII a XXIII son los documentos de diseño de cada acción prioritaria incluida en la trayectoria; los Anexos XXIV a XXXII son las herramientas de Excel para calcular las líneas de base de los diferentes sectores y los impactos de las acciones en dichos sectores; y los Anexos XXXIII a XXXV son los módulos presentando las metodologías detalladas de las evaluaciones de impactos de las acciones.



# 1. Introducción

El Proyecto Trayectorias de Descarbonización tiene como objetivo apoyar a gobiernos estatales y regionales en el desarrollo de un proceso transformacional o “trayectoria” que permita reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a largo plazo (2050). Desde 2019, el equipo de proyecto ha estado trabajando con los gobiernos de los estados de Querétaro y Quintana Roo en México; Amazonas, Mato Grosso, y São Paulo en Brasil; y la región de Madre de Dios en Perú para desarrollar estas trayectorias de acuerdo con sus prioridades de desarrollo económico y sus metas futuras de reducción de emisiones GEI.

Estas trayectorias consisten en una serie de acciones que deben llevarse a cabo para reducir las emisiones netas en diferentes sectores, tales como el sector energético; el sector de la agricultura, la silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU); y el sector del manejo de los desechos. Las acciones de la trayectoria pueden entenderse como actividades planificadas por el gobierno y/o el sector privado dentro de las jurisdicciones que cambiarán las trayectorias de business as usual de las emisiones de GEI (es decir, líneas de base) mediante la aplicación de tecnologías y prácticas nuevas y mejoradas. Estas nuevas actividades de baja emisión de carbono pueden contribuir a reducir las emisiones de GEI mediante la reducción del contenido de carbono de la energía (por ejemplo, mediante el cambio a energía renovable), la reducción del uso de energía intensiva en carbono (por ejemplo, mediante el cambio a una mayor eficiencia energética), el aumento del almacenamiento de carbono a largo plazo (por ejemplo, mediante la conservación de las reservas forestales), u otros enfoques.

A través de este proyecto, Quintana Roo y demás jurisdicciones iniciaron el proceso de desarrollo de su trayectoria de descarbonización con la identificación, desarrollo y evaluación de un portafolio inicial de acciones consideradas como prioritarias para la jurisdicción.



## 2. Resumen del proceso de desarrollo y evaluación de la trayectoria de descarbonización en Quintana Roo

El desarrollo y la evaluación de la trayectoria de descarbonización de Quintana Roo comenzó en junio de 2019 y concluyó en abril de 2021. Fue un proceso colaborativo entre el gobierno estatal y el equipo del proyecto. Los esfuerzos por parte del gobierno estatal estuvieron liderados por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA), que se refieren en este informe como las contrapartes del gobierno. El equipo del proyecto estuvo conformado por the Climate Group, Winrock International, Center for Climate Strategies, Governors' Climate and Forests Task Force, y Reforestamos México. A lo largo del proceso también hubo una importante participación de diferentes actores clave del estado del sector público y privado<sup>1</sup>. La Figura 2 presenta los pasos clave que se tomaron para desarrollar y evaluar la trayectoria de Quintana Roo como parte del marco de planeación desarrollado por el equipo del proyecto. En cada sección posterior de este informe en que se presenten los resultados, el paso relevante se presenta al principio de cada página para indicar en qué paso del desarrollo y de la evaluación de la trayectoria se produjeron los resultados.

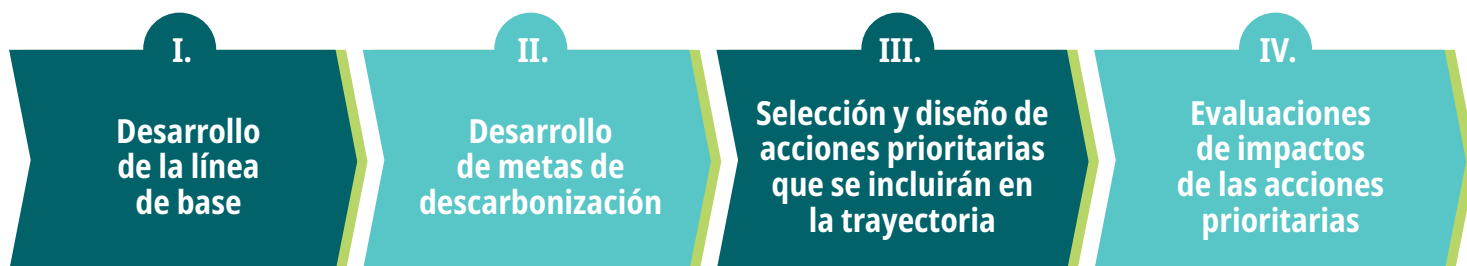


FIGURA 2. PASOS PARA DESARROLLAR Y EVALUAR LA TRAYECTORIA DE DESCARBONIZACIÓN DE QUINTANA ROO

Estos pasos se detallan a continuación:

- I. Desarrollo de la línea de base.** Para identificar las maneras más efectivas de reducir emisiones, primero es necesario desarrollar una línea de base. La línea de base consiste en una serie de datos históricos y datos proyectados en el futuro sobre la producción y consumo de energía, la producción de recursos naturales, el consumo, el manejo y los cambios de uso de suelo que reflejan las condiciones esperadas en el escenario *business as usual* y pueden ser usadas para estimar emisiones de GEI.

El equipo del proyecto y las contrapartes del gobierno trabajaron juntos para recopilar los datos que se necesitaban para la línea de base. La primera versión de la línea de base se presentó en un taller presencial en enero de 2020 para los actores clave interesados, durante el cual dichos actores tuvieron la oportunidad de dar su opinión. Con base en la retroalimentación y los datos proporcionados durante y después del taller, el equipo del proyecto actualizó la línea de base que fue finalizada en abril de 2020. Los resultados finales de la línea de base de toda la economía de Quintana Roo se presentan en la Sección 3. Los resúmenes de los resultados finales de las líneas de base de los diferentes sectores se encuentran en los Anexos I-VIII. Las herramientas de Excel con los cálculos se encuentran en los Anexos XXIV a XXXI.

- II. Desarrollo de metas de descarbonización y visiones sectoriales.** De manera paralela, al finalizar la línea de base, se propusieron metas de reducción de emisiones GEI para el 2030 y 2050, así como visiones sectoriales para ayudar a guiar la identificación de las acciones de la trayectoria. Estas metas y visiones se acordaron en el taller de enero de 2020. Las metas de reducción se presentan en la Sección 7. La metodología para identificar estas metas se encuentra en el Anexo IX, y las visiones sectoriales se encuentran en el Anexo X.

- III. Selección de acciones prioritarias que se incluirán en la trayectoria.** A partir de los resultados de la línea de base, el equipo del proyecto y las contrapartes del gobierno elaboraron catálogos de acciones. Es decir, listas exhaustivas de acciones potenciales en cada uno de los sectores que el estado podría incluir en su trayectoria para reducir las emisiones de GEI o aumentar las remociones de GEI de la atmósfera en comparación con la línea de base. Estos catálogos incluyeron una descripción de las diferentes acciones, así como ejemplos de cómo podrían implementarse.

Los sectores que Quintana Roo decidió incluir en su trayectoria son 1) suministro de energía; 2) demanda de energía: residencial, comercial, e institucional; 3) demanda de energía: transporte; 4) agricultura y ganadería; 5) silvicultura y otros usos del suelo; y 6) Desechos. Esta decisión fue tomada por el gobierno durante el taller en enero 2020, después de revisar los resultados de la línea de base y recibir los comentarios de los actores clave participantes.

1 Un total de 74 actores estatales participaron en el proceso.

Los actores clave tuvieron la oportunidad de revisar los catálogos y dar su opinión. Los catálogos se finalizaron con base en estos comentarios y se presentan en el Anexo XI.

El equipo del proyecto elaboró una encuesta de evaluación multicriterio (MCA por sus siglas en inglés) en línea para que los actores clave del estado pudieran priorizar las diferentes acciones del catálogo y seleccionar un conjunto de acciones prioritarias como enfoque del proyecto (en consideración de los recursos disponibles). A partir de los resultados de esta encuesta, las contrapartes del gobierno estatal, con el asesoramiento técnico del equipo del proyecto, hicieron la selección final de las acciones que se incluirían. Al principio, se seleccionaron un total de 12 acciones, pero durante las evaluaciones de impactos, se decidió excluir la acción centrada en los sistemas agrícolas tradicionales de roza-tumba-quema debido a la insuficiencia de datos. Esto se discute en la sección 5<sup>2</sup>. Las demás acciones también se presentan en la Sección 5 y en los Anexos XIII a XXIII.

Los criterios incluidos en la encuesta para priorizar las acciones fueron acordados con las contrapartes del gobierno y los actores clave durante el taller en noviembre 2019. Incluyen 1) potencial de mitigación climática; 2) costos; 3) impacto positivo en la igualdad; 4) prioridades gubernamentales existentes; y 5) impacto positivo en la calidad ambiental. Las definiciones de estos criterios se encuentran en el Anexo XII.

**V. Diseño de acciones prioritarias de la trayectoria.** Para cada de las acciones seleccionadas, se identificaron los siguientes parámetros de diseño:

- Una descripción de lo que representa la acción
- El nivel de esfuerzo o la escala de cambio en la actividad que la jurisdicción necesita realizar para llevar a cabo la acción.
- El tiempo de implementación para alcanzar el nivel de esfuerzo identificado.

Estos parámetros de diseño se definieron para cada acción por las contrapartes del gobierno y los otros actores clave del estado con asesoramiento técnico del equipo del proyecto. Se encuentran en la Sección 5 y también en los Anexos XIII a XXIII.

**VI. Evaluaciones de impactos de las acciones.** Para cada una de las acciones, se realizaron evaluaciones sobre el impacto estimado en las emisiones de GEI, en la magnitud de los costos y ahorros directos, y en la macroeconomía del estado al implementar la acción. Cuando se identificaron beneficios adicionales como resultado potencial de la acción que no se habían tenido en cuenta en estas evaluaciones, también se incluyeron en una sección separada. Los resultados de estas evaluaciones de impacto para todas las acciones se encuentran en la Sección 6. Los resultados de las evaluaciones para cada acción se encuentran en los Anexos XIII a XXIII.

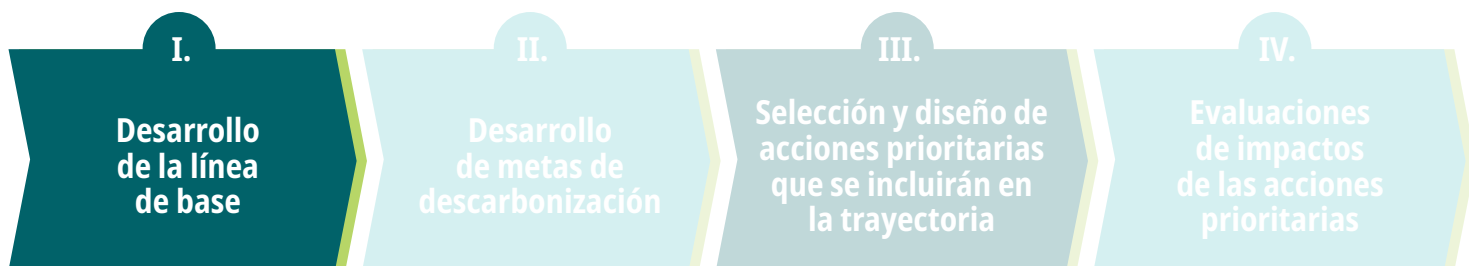
Además de la evaluación de cada acción individual, se llevó a cabo una evaluación de los impactos acumulativos esperados de todas las acciones sobre las emisiones de GEI en toda la economía del estado.

La Tabla 1 presenta la línea de tiempo de las fases del desarrollo de la trayectoria.

2 Es importante recalcar que, con la selección de las 11 acciones prioritarias, no se pretendía alcanzar las metas de descarbonización del estado, sino que el estado se posicione en el camino a la descarbonización.

**TABLA 1. PASOS Y LÍNEA DE TIEMPO PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LA TRAYECTORIA DE QUINTANA ROO**

PASOS	2019						2020						2021											
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	
I. Desarrollo de la línea de base	●—————●																							
II. Desarrollo de una meta de descarbonización							●	●																
III. Desarrollo de catálogos							●	●	●	●	●	●	●	●										
IV. Selección de acciones prioritarias que se incluirán en la trayectoria													●	●	●									
V. Diseño de acciones prioritarias de trayectorias																●	●	●	●	●	●	●	●	●
VI. Evaluaciones de impactos de las acciones prioritarias																		●	●	●	●	●	●	●



## 3. Línea de base de Quintana Roo

La Figura 3 a continuación proporciona la línea base de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en toda la economía para Quintana Roo, y está seguida por la Tabla 2 que indica el nivel de emisiones de GEI de cada sector de la economía en el escenario *business as usual* (BAU).

La línea de base aborda los años históricos desde 2000 y una proyección BAU hasta 2050. La proyección BAU está vinculada a los niveles esperados de crecimiento en la población (en base a una tasa de crecimiento anual de un alrededor de 1,6%) y la actividad económica (en base a la tasa histórica de crecimiento a nivel estatal para 2005-2015 de 4.1%) que están documentados en la línea base socioeconómica (ver Anexo B). La proyección BAU está vinculada a los niveles esperados de crecimiento en la población (en base a una tasa de crecimiento anual de un alrededor de 1,6%) y la actividad económica (en base a la tasa histórica de crecimiento a nivel estatal para 2005-2015 de 4.1%) que están documentados en la línea base socioeconómica (ver Anexo I).

Para el desarrollo de la línea de base de GEI de Quintana Roo, se utilizaron los datos proporcionados por el gobierno estatal y otros actores clave incluyendo el inventario nacional de GEI de 2010. Cada uno de los sectores económicos representados en la Figura 3 está respaldado por una línea de base de GEI a nivel de sector proporcionada en los Anexos II-VIII. Con la excepción de cambios de usos de suelo, para estimar emisiones, en base a los únicos datos disponibles del periodo 2005-2010 se aplicaron métodos simples de análisis retrospectivo para indicar el cambio en los datos de actividad de 2000 a 2005 y después métodos de proyección para indicar el cambio en los datos de actividad de 2010 a 2050. Estos métodos son documentados en los anexos II a VIII de las líneas de base sectoriales adjuntas a este informe. Para estimar emisiones/remociones de cambios de uso de suelo, se aplicaron los datos espaciales históricos del Sistema Satelital de Monitoreo Forestal (SAMOF) desarrollado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

La línea base de emisiones se presenta en forma neta, lo que significa que se incluyen tanto las fuentes de GEI como los sumideros (absorciones). Las emisiones para el suministro de energía incluyen las asociadas a la electricidad importada. Las unidades de emisión son teragramos (Tg) de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) y se incluyen todos los GEI. Una Tg equivale a un millón de toneladas métricas.

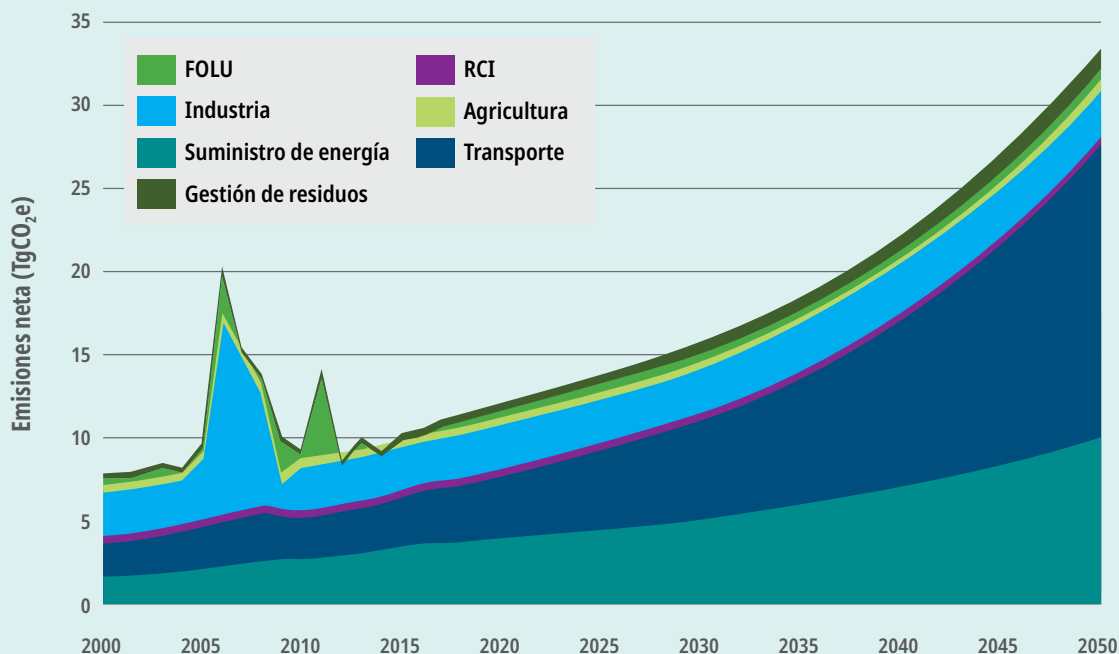
Como se indica en la Figura 3 y la Tabla 2 a continuación, los sectores que contribuyen significativamente a las emisiones de GEI en Quintana Roo incluyen:

- **Suministro de Energía:** emisiones de la generación de energía eléctrica en el estado e de las importaciones de energía eléctrica para satisfacer la demanda principalmente de los sectores residencial, comercial, institucional (RCI) e industrial. Bajo las condiciones BAU, no se espera que el sector del transporte genere una demanda significativa de electricidad.
- **Transporte:** principalmente emisiones del consumo de diesel y gasolina de los vehículos de carretera.
- **Industria:** principalmente emisiones del consumo de combustibles fósiles (especialmente gas natural) para procesos industriales.

Los sectores residencial, comercial e institucional (RCI), y los sectores agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU por sus siglas en inglés), y manejo de desechos contribuyen sólo con pequeñas cantidades de emisiones de GEI a la línea de base de toda la economía (particularmente para la proyección BAU). Respecto al sector de AFOLU, para facilitar la contabilidad de emisiones, se ha desglosado en 1) agricultura y ganadería y 2) silvicultura y otros usos del suelo (FOLU). En particular:

- **RCI:** las emisiones provienen principalmente de la quema de combustibles domésticos.
- **Agricultura y ganadería:** las emisiones de uso no energético durante la producción agrícola y ganadera. También se abordan los flujos de carbono orgánico del suelo por cambios en el manejo del suelo.
- **Silvicultura y otros usos del suelo (FOLU):** las emisiones que se producen por el aprovechamiento de madera, los incendios forestales, y los cambios de uso del suelo. En cuanto a ciertos cambios de uso del suelo (particularmente, la conversión de tierras no forestales a tierras forestales), también se incluyen las remociones de CO<sub>2</sub>.
- **Gestión de residuos:** las emisiones provienen principalmente de actividades de tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales y las emisiones no energéticas asociadas.

Las tres figuras a continuación proporcionan para cada sector la contribución de las diferentes actividades o subsectores a las emisiones en 2015, 2030 y 2050.



**FIGURA 3. LÍNEA DE BASE DE EMISIONES DE GEI EN TODA LA ECONOMÍA DE QUINTANA ROO\***

\* El aumento en las emisiones entre el 2005 y 2010 es asociado al aumento en el consumo de piedra caliza en el sector industrial debido a una importante actividad de reconstrucción en el estado después de dos huracanes a mediados de la década de 2000.

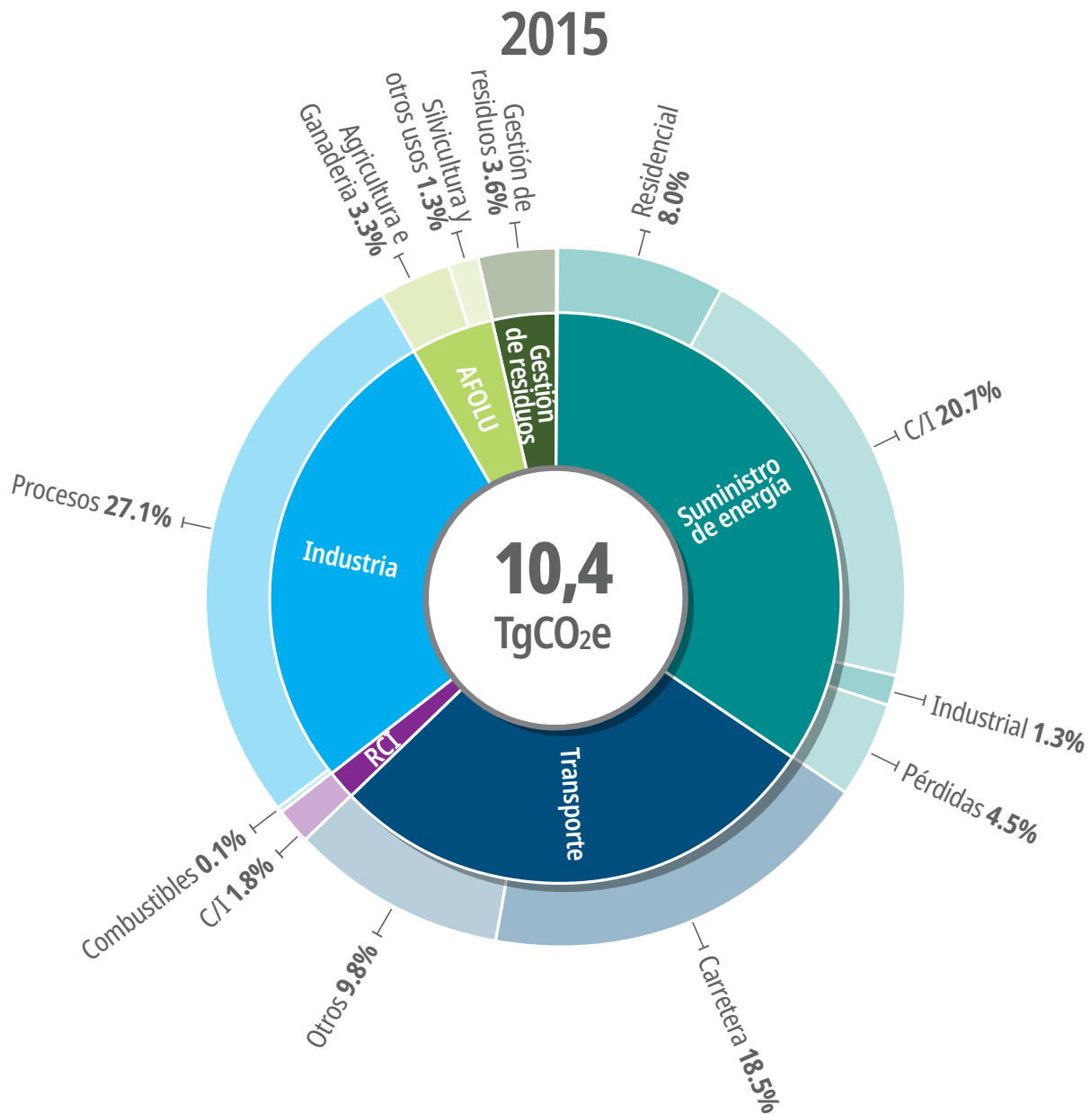
**TABLA 2. EMISIONES NETAS DE GEI POR CADA SECTOR EN EL ESCENARIO BAU**

SECTOR	Emisiones netas (TgCO <sub>2</sub> e)						
	2000	2010	2015	2020	2030	2040	2050
Suministro de energía	1,9	2,9	3,6	4,1	5,2	7,2	10,1
Transporte	1,8	2,4	2,9	3,7	5,9	9,9	17,6
RCI	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6
Industria	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Agricultura	0,4	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
FOLU	0,6	0,2	0,1	0,5	0,6	0,6	0,6
Gestión de residuos	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,1
<b>Emisiones Netas Totales</b>	<b>8,0</b>	<b>9,4</b>	<b>10,4</b>	<b>12,1</b>	<b>15,9</b>	<b>22,3</b>	<b>33,4</b>

La Figura 4 muestra que las emisiones netas de toda la economía en el 2015 fueron de 10,4 TgCO<sub>2</sub>e. En particular:

- En el **sector de suministro de energía** las emisiones se refieren todas al suministro de electricidad y son generadas principalmente por consumo de electricidad en el sector RCI.
- En el **sector transporte** las emisiones son generadas principalmente por transporte de carretera. "Otros" se refieren a las emisiones del transporte fuera de carretera (transporte aéreo, marítimo y ferroviario).
- En el **sector industrial** las emisiones son generadas principalmente por los procesos industriales.
- En el **sector RCI**, el desglose de las emisiones del uso de combustibles entre los subsectores resulta en que son demasiado pequeñas para ser vistas en este gráfico (entre 0,00-0,19)
- En el **sector AFOLU** la mayoría de las emisiones están asociadas al sector de agricultura y ganadería.
- En el **sector de Manejo de Desechos**, la mayoría de las emisiones están asociadas a las actividades de tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales.

Consulte los Anexos II a VIII para más detalles sobre el desglose de las emisiones de GEI en cada sector.



**FIGURA 4. DESGLOSE DE LAS EMISIONES DE GEI DE 2015**

Las figuras 5 y 6 proporcionan gráficos similares para los años de pronóstico BAU de 2030 y 2050. De manera similar a los valores históricos en la Figura 2, después de considerar el crecimiento de las emisiones, las emisiones de GEI de toda la economía todavía están dominadas por los sectores de transporte, suministro de energía, e industria.

2030

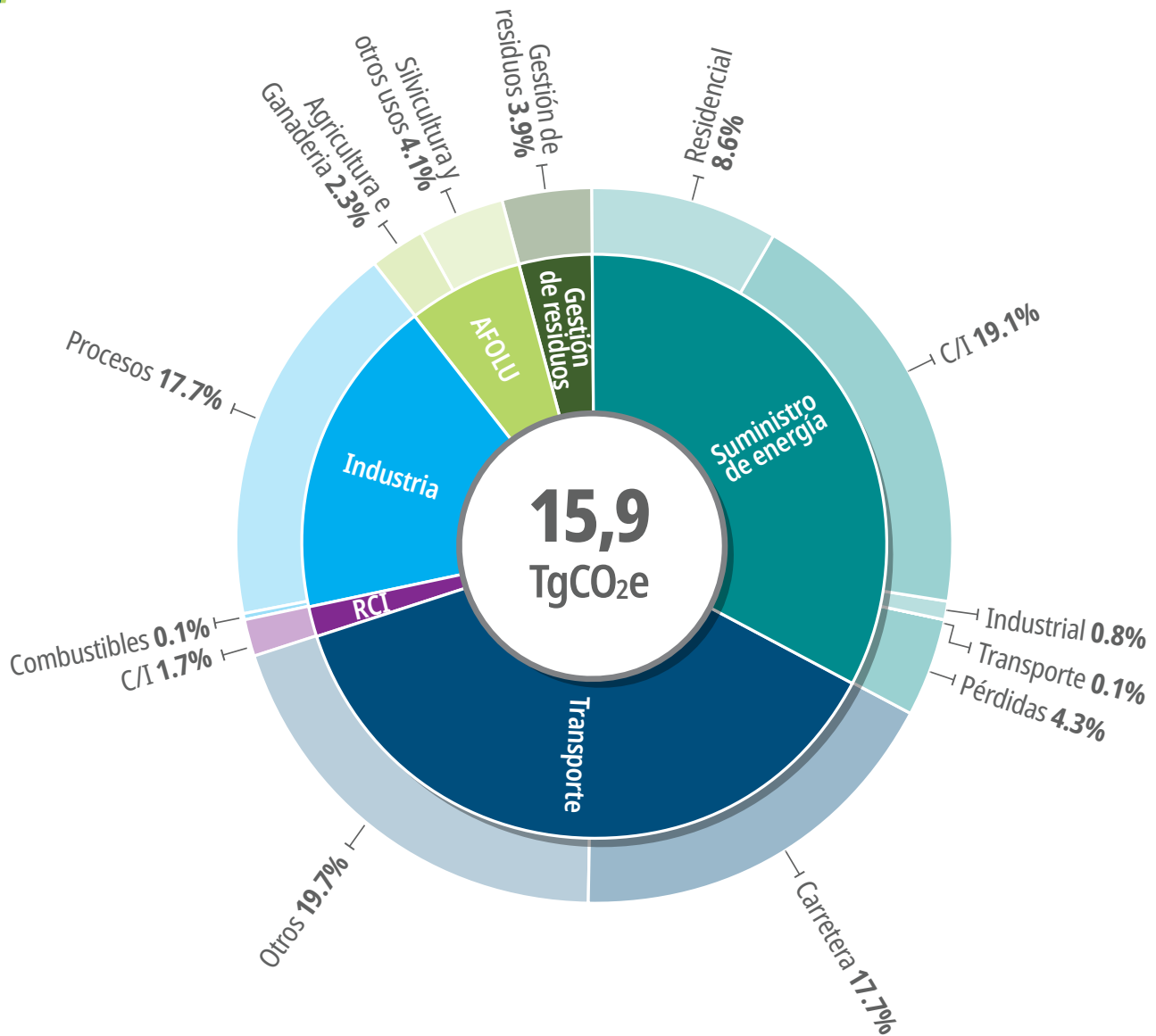
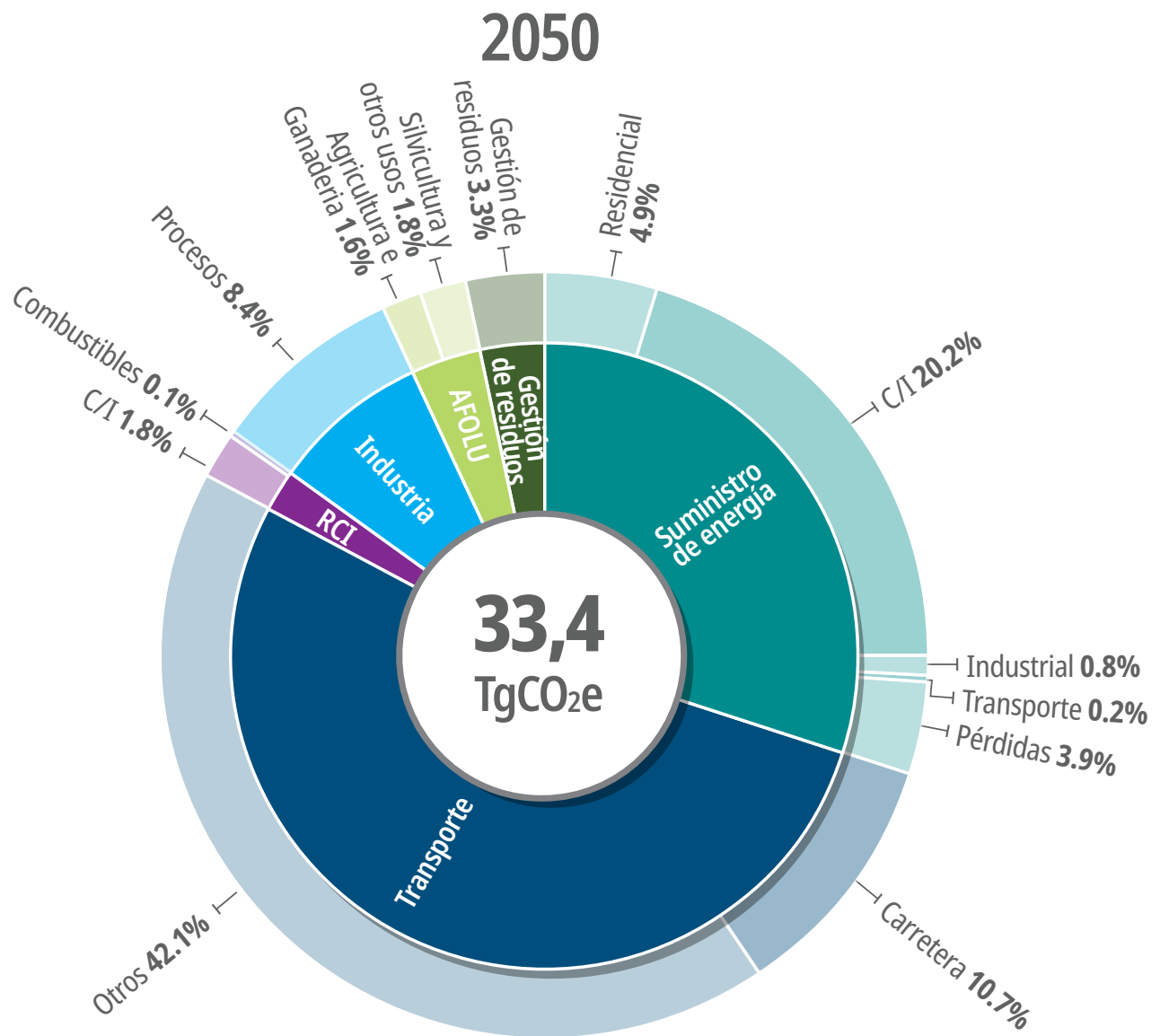


FIGURA 5. DESGLOSE DE EMISIONES DE GEI DE 2030

La Figura 5 muestra que las emisiones netas de toda la economía en el 2030 en la línea de base serán de 15,9 TgCO<sub>2</sub>e. El aumento de emisiones en el sector de transporte es asociado prevalentemente al transporte aéreo.





**FIGURA 6. DESGLOSE DE EMISIONES DE GEI DE 2050**

La Figura 6 muestra que las emisiones netas de toda la economía en el 2050 en la línea de base un escenario BAU serán de 33,4 TgCO<sub>2</sub>e. El aumento de emisiones en el sector de transporte es asociado prevalentemente al transporte aéreo.

A continuación, la Tabla 3 proporciona un resumen de la contribución de cada sector al crecimiento general de las emisiones en toda la economía en los periodos 2015-2030 y 2015-2050, así como la tasa de crecimiento anual de cada sector. Como se indica en esta tabla, se espera que los sectores de suministro y demanda de energía (los principales impulsores de emisiones) crezcan a tasas significativas (3-5% / año). También se espera que el crecimiento de las emisiones en el sector de la gestión de residuos crezca a tasas superiores al 3% anual y en el sector FOLU a una tasa de 4% año.

**TABLA 3. CRECIMIENTO DE EMISIONES POR SECTOR**

SECTOR	Contribución al crecimiento de toda la economía (%)		Contribución anual del sector (%/año)	
	2015-2030	2015-2050	2015-2030	2015-2050
Suministro de energía	30%	28%	2,5%	3,0%
Transporte	55%	64%	4,8%	5,3%
RCI	1,4%	1,8%	2,3%	3,3%
Industria	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%
Agricultura	0,3%	0,9%	0,4%	1,4%
FOLU	9,2%	2,0%	11%	4,3%
Gestión de residuos	4,6%	3,2%	3,5%	3,2%

Las Figuras 7 y 8 proporcionan las intensidades de carbono de las emisiones netas de GEI en toda la economía de Quintana Roo que también se espera que crezcan significativamente para el 2050. Con respecto a la población, se espera que la intensidad de carbono crezca de menos de 7,0 tCO<sub>2</sub>e/cápita en 2015 a 12,8 tCO<sub>2</sub>e/cápita en 2050. Con base en la actividad económica, la intensidad de carbono fue de 32 gramos gCO<sub>2</sub>e por dólar estadounidense de 2019 (USD 2019) en 2015 y disminuirá a alrededor de 24 gCO<sub>2</sub>e/2019USD para 2050.

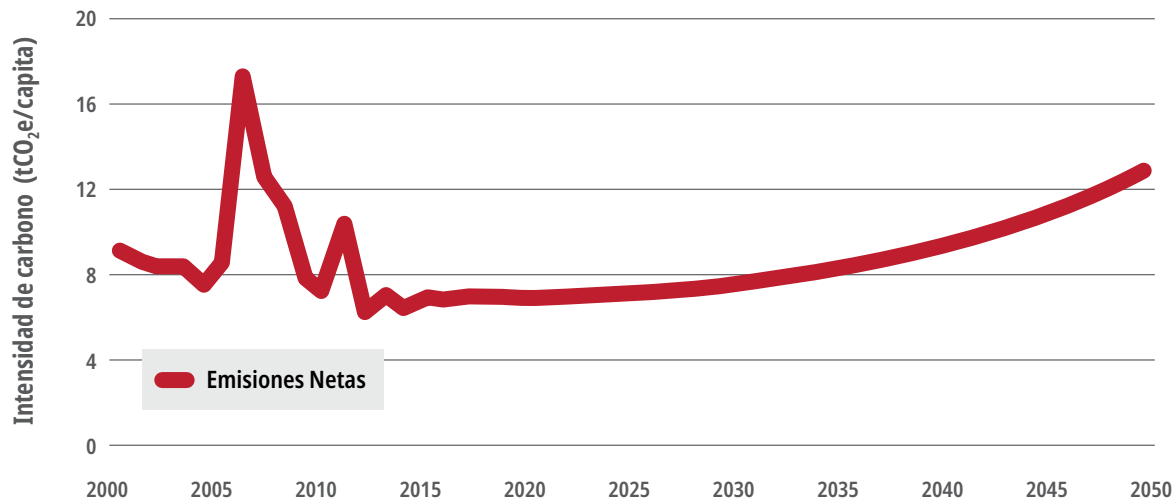


FIGURA 7. INTENSIDAD DE CARBONO POR CAPITA

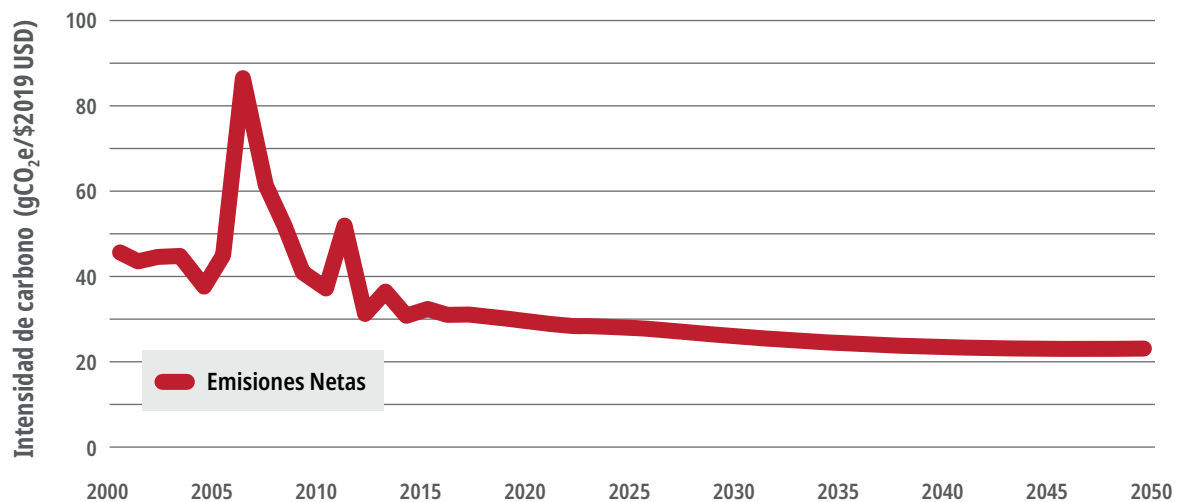


FIGURA 8. INTENSIDAD DE CARBONO DE LA ECONOMÍA

Como se mencionó anteriormente, los detalles de las líneas de base de emisiones de GEI a nivel socioeconómico y sectorial se pueden encontrar en los Anexos I al VIII de este informe y cubren lo siguiente:

- **Línea de base socioeconómica:** población BAU y crecimiento económico.
- **Línea de base del sector de suministro de energía:** crecimiento BAU en la actividad y las emisiones de suministro de energía. Para Quintana Roo, este sector aborda principalmente el suministro de electricidad y las emisiones directas de GEI asociadas.
- **Línea de base del sector residencial, comercial e institucional:** demanda BAU de combustibles y electricidad y las emisiones de GEI directas e indirectas asociadas.
- **Línea de base del sector industrial:** demanda BAU de combustibles y electricidad y las emisiones de GEI directas e indirectas asociadas. Además, la actividad de producción industrial y las emisiones de GEI no energéticas (de proceso) asociadas.
- **Línea de base del sector de transporte:** demanda BAU de combustibles y electricidad y las emisiones de GEI directas e indirectas asociadas.
- **Línea de base del sector agricultura y ganadería:** actividad de producción agrícola y ganadera en el escenario BAU y las emisiones de GEI y remociones de CO<sub>2</sub> asociadas.
- **Línea de base del sector de silvicultura y otros usos del suelo:** gestión de los bosques y otros usos de la tierra y las emisiones de gases de efecto invernadero y la absorción de CO<sub>2</sub> asociadas.
- **Línea base del sector gestión de residuos:** actividad de generación y gestión de residuos sólidos y aguas residuales y las emisiones de GEI asociadas.



I.  
Desarrollo  
de la línea  
de base

II.  
Desarrollo  
de metas de  
descarbonización

III.  
Selección y diseño de  
acciones prioritarias  
que se incluirán en  
la trayectoria

IV.  
Evaluaciones  
de impactos  
de las acciones  
prioritarias

## 4. Metas de reducción de emisiones de GEI y visiones

La selección de una meta de reducción de emisiones de GEI para el estado de Quintana Roo se basó en el nivel de reducción de emisiones requerido a nivel mundial para limitar el calentamiento a menos de 2 grados Celsius (C) por encima de los niveles preindustriales. El IPCC ha indicado que es necesario limitar el calentamiento global por debajo de este nivel para evitar las peores consecuencias del cambio climático (y también ha abogado por un nivel de calentamiento aún más bajo, de menos de 1,5°C. Mantenerse por debajo de este nivel de calentamiento resultará en menos dificultades para adaptarse al cambio climático, incluida una menor intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos, y menores impactos en los recursos naturales, la biodiversidad, la seguridad alimentaria y otros impactos.

Se llevó a cabo una evaluación de las metas de reducción de emisiones a nivel estatal necesarias para lograr coherencia con el objetivo de calentamiento de 2°C<sup>3</sup>. Los resultados se generaron en el Anexo IX. Con base en esta evaluación, el estado de Quintana Roo seleccionó las siguientes metas de reducción de GEI a nivel estatal consistentes con los niveles de emisiones requeridos para alcanzar el objetivo de limitar el calentamiento global a 2°C:

**Para el año 2030, 21% reducción de emisiones de GEI por debajo del nivel de emisiones de 2016.**

**Para el año 2050, 63% reducción de emisiones de GEI por debajo del nivel de emisiones de 2016.**

Como se indica en la sección de la línea de base, se estimó un nivel de emisiones de alrededor de 10,4 TgCO<sub>2</sub>e para el año del 2015, y se estimó que ese valor crecería, en condiciones BAU, a 15,9 TgCO<sub>2</sub>e en 2030 y 33,4 TgCO<sub>2</sub>e en 2050. Como resultado, las metas de reducción de GEI de Quintana Roo se traducen en una reducción anual estimada de emisiones a un nivel de 7,4 TgCO<sub>2</sub>e para el 2030, y luego a un nivel de 3,4 TgCO<sub>2</sub>e para el 2050 como se muestra en la Figura 9 a continuación. Esta figura compara también las metas de reducción de emisiones de Quintana Roo para el 2030 y 2050 con las metas de reducción de las NDC de México (es decir, 22% condicional y 36% incondicional por debajo de los niveles BAU para 2030, y 50% de reducción en comparación con el nivel de 2010 para 2050), y también muestra que el logro de la meta 2050 permitirá a Quintana Roo alcanzar un nivel de emisiones netas igual a cero para 2068 (asumiendo una proyección lineal).

**En conjunto con la generación de estas metas, se establecieron visiones estatales del desarrollo de los sectores para ayudar a identificar las acciones para incluir en la trayectoria en alineación con tales visiones. Las visiones se encuentran en el Anexo X.**

3 Estas metas también reflejan los compromisos del estado como miembro de la Coalición Under2.

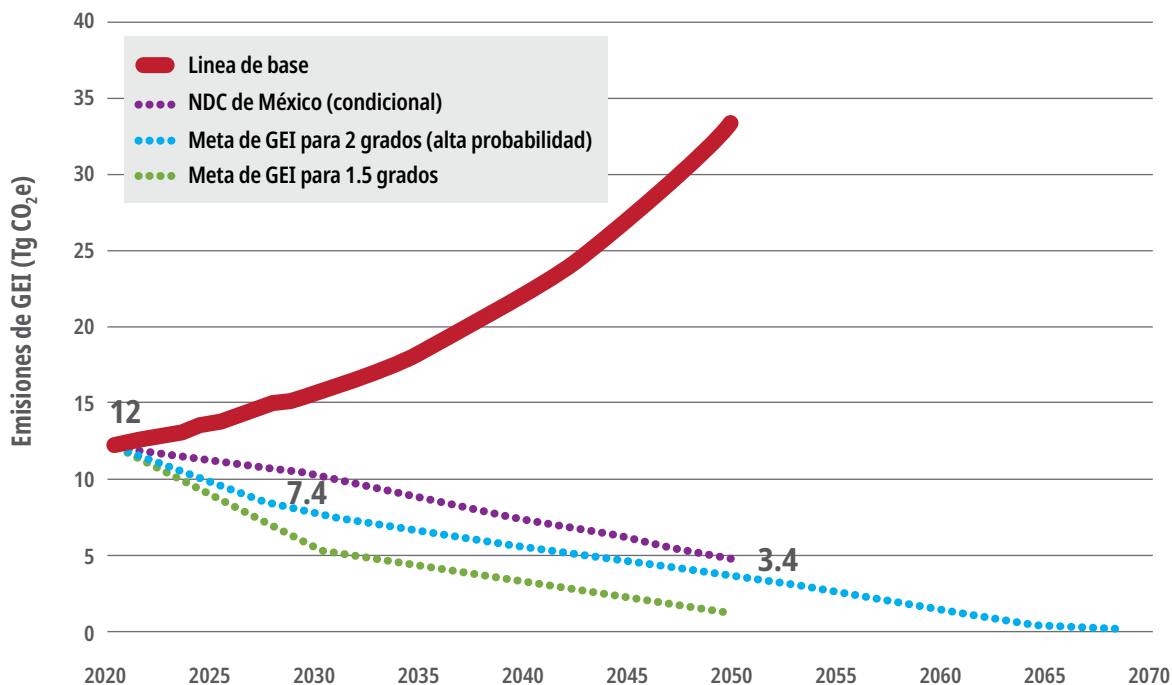


FIGURA 9. METAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA TODA LA ECONOMÍA

A continuación, La Figura 10 compara la intensidad de carbono con respecto a la población (por cápita) en el escenario BAU con las intensidad de carbono globales necesarias para limitar el calentamiento a menos de 2°C (y 1.5°C). Como se indica en la figura, en el escenario BAU la intensidad de carbono por cápita es 7,5 tCO<sub>2</sub>e/cápita en el 2030 y 13 tCO<sub>2</sub>e/cápita en el 2050. En comparación con los niveles necesarios a nivel mundial para mantener la temperatura por debajo de 2°C en el 2030 (es decir, 4,6 tCO<sub>2</sub>e/cápita) y el 2050 (es decir, 1,9 tCO<sub>2</sub>e/cápita) da como resultado más de 3 tCO<sub>2</sub>e/cápita por encima del 2030 y más de 11 tCO<sub>2</sub>e/cápita por encima del nivel de 2050.

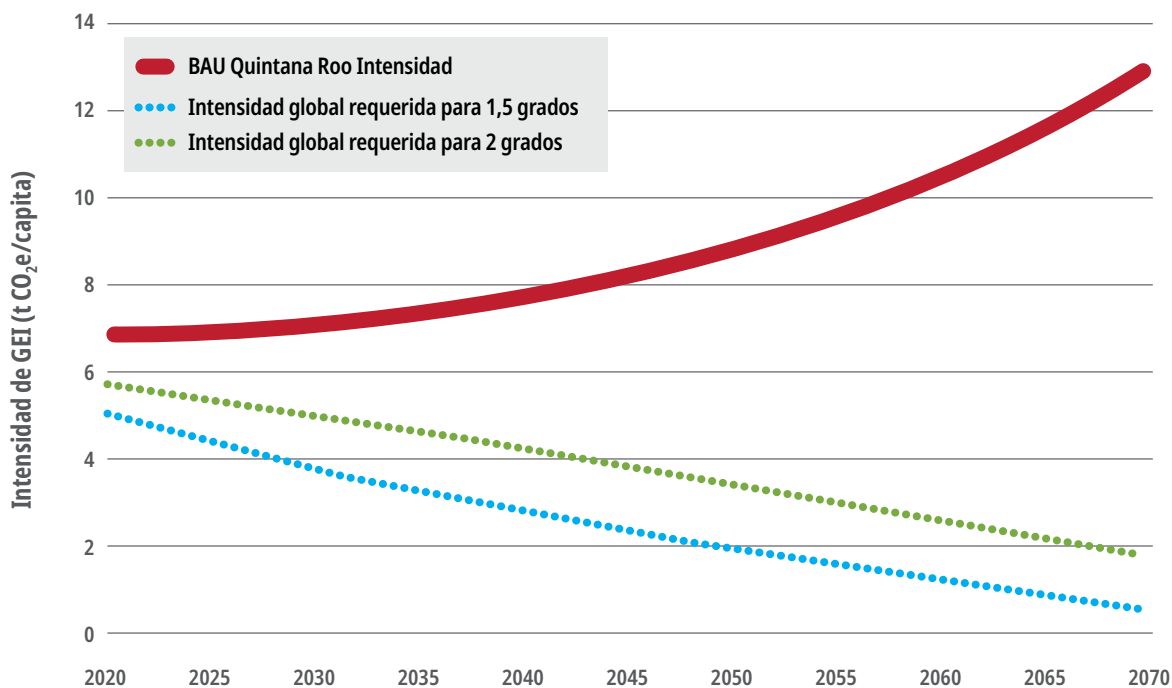
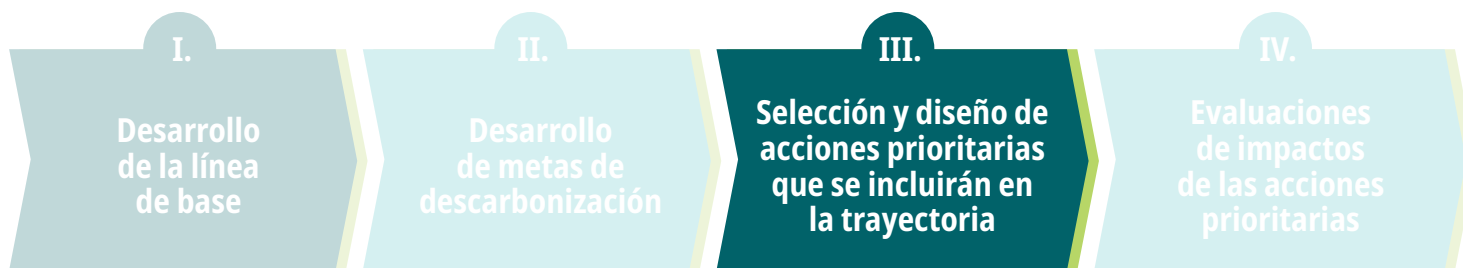
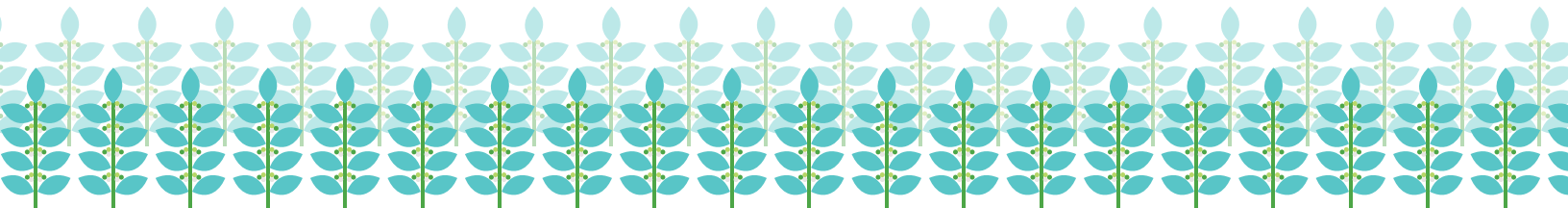


FIGURA 10. INTENSIDAD DE CARBONO PER CÁPITA



## 5. Acciones prioritarias seleccionadas para la trayectoria y sus diseños

Esta sección incluye una lista de las acciones prioritarias y sus siguientes componentes de diseño:

**Una descripción de lo que representa la acción<sup>4</sup>**

**El nivel de esfuerzo o la escala de cambio en la actividad que la jurisdicción necesita realizar para llevar a cabo la acción.**

**El tiempo de implementación para alcanzar el nivel de esfuerzo identificado.**

Estos componentes de diseño se definieron por las contrapartes del gobierno y los otros actores clave del estado con asesoramiento técnico del equipo del proyecto. Los resultados presentados en esta sección se produjeron en el paso 3. Selección y diseño de acciones prioritarias que se incluirán en la trayectoria.

### Acción adicional en el sector de agricultura y ganadería: Promoción de la milpa

Además de estas 11 acciones prioritarias listadas en esta sección, otra acción que el estado había seleccionada fue la promoción de sistemas tradicionales de roza-tumba-quema (RTQ), también denominada como milpa, en el sector de agricultura y ganadería. Estos sistemas ha sido practicado por siglos por los pueblos mayas en el estado.

La milpa tiene el siguiente ciclo: primero, para preparar el sitio, los árboles y otra vegetación son rozados, tumbados, y picados. Después de secarse, esta vegetación se quema. Posteriormente el terreno se cultiva en promedio de 3 a 4 años dependiendo de la productividad del terreno. Finalmente, el sitio es abandonado y se da un proceso de regeneración natural con especies pioneras. No hay una cantidad de años establecida en que los cultivadores regresan al el mismo sitio. Sin embargo, usualmente, la tierra se deja en “descanso” (es decir, en barbecho) por un periodo de 15 a 20 años.

En las ultimas décadas, dentro de este ciclo, el periodo de barbecho se ha cortado significativamente en varios lugares en el estado resultando en una reducción de la fertilidad de los suelos y, por lo tanto, en la productividad de la tierra. Además, el acortamiento del periodo de barbecho reduce la capacidad de la tierras de capturar CO2 en el largo plazo. La meta de esta acción sería restaurar las practicas de mantener un periodo largo de barbecho en Quintana Roo.

Por la falta de información especifica y confiable sobre la superficie donde se podría implementar esta acción, al final, se decidió no incluirla en este análisis. Sin embargo, la promoción de la milpa tradicional es una prioridad para el estado.

4 Las descripciones incluidas en esta sección son resúmenes. Las descripciones enteras de las acciones se encuentran en los Anexos XXX.

## SE-1 Energía solar centralizada (en el sector de suministro de energía)

**Descripción:** Esta acción está diseñada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (principalmente CO<sub>2</sub>) del suministro eléctrico en Quintana Roo mediante la construcción de nuevas plantas de energía solar centralizadas conectadas a la red nacional.

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2030, reducir la intensidad de carbono de la energía proveniente de la red en 35% desde los niveles de BAU a través de nueva capacidad solar.
- Para 2050, reducir la intensidad de carbono de la energía proveniente de la red en 65% desde los niveles de BAU a través de nueva capacidad solar.

## SE-2 Energía eólica centralizada (en el sector de suministro de energía)

**Descripción:** Esta acción está diseñada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (principalmente CO<sub>2</sub>) del suministro eléctrico en Quintana Roo mediante la construcción de nuevas plantas de energía eólica centralizadas conectadas a la red nacional.

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2030, reducir la intensidad de carbono de la energía proveniente de la red en 5% desde los niveles de BAU a través de nueva capacidad eólica.
- Para 2050, reducir la intensidad de carbono de la energía basada proveniente de la red en 15% desde los niveles de BAU a través de nueva capacidad eólica.

## RCI-1. Vivienda urbana – diseño eficiente (en el sector de RCI)

**Descripción:** Esta acción está diseñada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (principalmente CO<sub>2</sub>) asociadas con el suministro de electricidad a través de nuevas viviendas urbanas (es decir nuevas construcciones del estado) más energéticamente eficientes. El diseño de viviendas urbanas más eficientes aborda tanto estructuras de edificios más eficientes favoreciendo la ventilación e iluminación natural (impermeabilizante claros, carcasa del edificio, aislamiento, orientación y diseño de ventanas, etc.) como equipos electrodomésticos más eficientes (especialmente equipos de aire acondicionado).

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2025, implementar requisitos de diseño y construcción de viviendas urbanas que logren una reducción general de consumo de energía eléctrica del 20% en comparación con el consumo actual en base a los estándares de construcción actuales.
- Para 2035, implementar requisitos de diseño y construcción de viviendas urbanas que logren una reducción general de energía eléctrica del 35% en comparación con el consumo actual en base a los estándares de construcción actuales.
- Para 2050, implementar requisitos de diseño y construcción de viviendas urbanas que logren una reducción general de energía eléctrica del 50% en comparación con el consumo actual en base a los estándares de construcción actuales.

## RCI-2. Edificios comerciales e institucionales: calefacción, ventilación y aire acondicionado (en el sector de RCI)

**Descripción:** Esta acción está diseñada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (principalmente CO<sub>2</sub>) asociadas con el consumo de electricidad a través de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) más energéticamente eficientes en los edificios comerciales e institucionales. La acción se aplicará a edificios comerciales e institucionales nuevos y existentes. En el caso de los edificios existentes, se requerirán sistemas HVAC más eficientes cuando los sistemas existentes se necesitarán modificar o reemplazar al final de la vida útil del equipo. Las reducciones en el uso de la energía proporcionada por la red como resultado del uso de estos nuevos sistemas de HVAC más eficientes reducirán indirectamente las emisiones de GEI de las plantas de energía que proporcionan electricidad a la red.

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2025, desarrollar e implementar estándares de eficiencia de HVAC para edificios comerciales e institucionales que logren una reducción de consumo de energía del 25% en comparación con el consumo según los estándares de construcción actuales.
- Para 2035, desarrollar e implementar estándares de eficiencia HVAC para edificios comerciales e institucionales que logren una reducción de consumo de energía del 35% en comparación con el consumo según los estándares de construcción actuales.
- Para 2050, desarrollar e implementar estándares de eficiencia de HVAC para edificios comerciales e institucionales que logren una reducción de consumo de energía del 50% en comparación con el consumo según los estándares de construcción actuales.

## T-1. Electrificación de vehículos (en el sector de transporte)

**Descripción:** Esta acción está diseñada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (principalmente CO<sub>2</sub>) del sector transporte en Quintana Roo mediante la electrificación de vehículos que reduce las emisiones del tubo de escape al disminuir la proporción de la flota de vehículos que utilizan motores de combustión interna tradicionales que queman combustibles fósiles (gasolina y diesel). Los trenes de potencia electrificados requieren alrededor de un tercio de la energía que necesitan los trenes de potencia del motor de combustión interna. Además, las reducciones de GEI de la electrificación del vehículo aumentan cuando se agrega más energía renovable a la red eléctrica que se necesita para el funcionamiento de los vehículos eléctricos (reduciendo las emisiones de GEI por kWh de electricidad).

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2035, los vehículos eléctricos representarán el 50% de las ventas de vehículos ligeros y autobuses nuevos. Para camiones de servicio mediano a pesado, el objetivo de ventas será del 30%.
- Para 2050, los vehículos eléctricos de todas las categorías de tamaño representarán el 100% de las ventas de vehículos nuevos.

## Ag-1. Reducción de la quema agrícola (en el sector de agricultura y ganadería)

**Descripción:** Esta acción tiene como objetivo reducir las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) a través de iniciativas para reducir la actividad de quema agrícola. La quema agrícola es el uso intencional del fuego para eliminar los residuos de cultivos en los campos agrícolas. La quema también se utiliza para eliminar malezas, controlar plagas y prevenir enfermedades.

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2030, reducir la actividad del campo de caña de azúcar en un 30%, con el residuo de la hoja exterior utilizado como mantillo, materia prima para cocción conjunta, materia prima para la producción de biocombustible.
- Para 2050, reducir la actividad del campo de caña de azúcar en un 80%, con el residuo de la hoja exterior utilizado como mantillo, materia prima para cocción conjunta, materia prima para la producción de biocombustible.

## FOLU-1. Planificación de la infraestructura y crecimiento urbano para reducir a mínimo la deforestación (en el sector de silvicultura y otros usos de la tierra)

**Descripción:** Esta acción tiene por objeto reducir las tasas de deforestación debida al establecimiento de nueva infraestructura y crecimiento urbano en el estado y las emisiones GEI asociadas.

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2030, se habrá evitado un total de 2,082 hectáreas de deforestación (el 50% de la conversión proyectada de tierras forestales a asentamiento humanos de 2022 a 2030 en la línea de base).
- Para 2050, se habrá evitado un total de 10,062 hectáreas de deforestación (75% de la conversión proyectada de tierras forestales a asentamiento humanos de 2022 a 2050 en la línea de base).

## FOLU-2. Reducción del riesgo de incendios forestales (en el sector de silvicultura y otros usos de la tierra)

**Descripción:** Esta acción tiene por objeto reducir la superficie total de bosques impactados por incendios forestales y las emisiones asociadas.

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2030, se habrán evitado los incendios forestales en un 50% de las zonas que se prevé que sufran incendios forestales.
- Para 2050, se habrán evitado los incendios forestales en un 65% de las zonas que se prevé que sufran incendios forestales.

## D-1. Reducción de residuos de fuente municipal (en el sector de desechos)

**Descripción:** Esta acción tiene como objetivo reducir las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) de los rellenos sanitarios de residuos sólidos municipales a través de reducciones en la cantidad de residuos generados por hogares, establecimientos comerciales y gubernamentales.

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para el 2025 reducir en un 5% la generación per cápita de residuos sólidos urbanos
- Para el 2030, reducir en un 10% la generación per cápita de residuos sólidos urbanos
- Para el 2040, reducir en un 20% la generación per cápita de residuos sólidos urbanos
- Para el 2050, reducir en un 35% la generación per cápita de residuos sólidos urbanos.

## D-2. Reciclaje y compostaje de residuos sólidos industriales (en el sector de desechos)

**Descripción:** Esta acción aumenta la cantidad de residuos sólidos industriales reciclados y compostados para limitar las emisiones de GEI asociadas con su disposición final. El estado de Quintana Roo entiende implementar esta acción en la industria de la construcción, la industria cañera, cementeras; en menor medida embotelladoras de refrescos, fábricas de hielo, aserraderos, automotriz y aeropuertos que son las principales actividades del sector industrial en el estado.

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

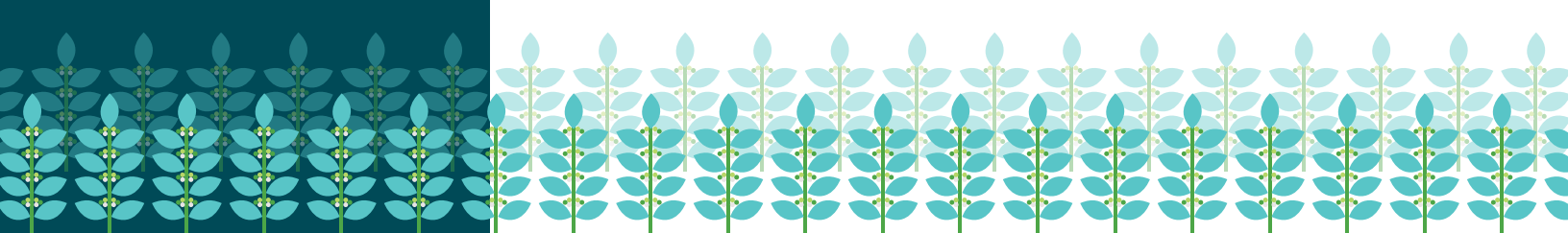
- Para el 2030, reducir la eliminación de residuos sólidos industriales en un 15% desde la línea base a través del reciclaje y el compostaje.
- Para el 2050, reducir la eliminación de residuos sólidos industriales en un 40% desde la línea base a través del reciclaje y el compostaje.

## D-3. Uso de residuos para producción de energía (en el sector de desechos)

**Descripción:** esta acción tiene como objetivo desviar los residuos sólidos urbanos (RSU) de los vertederos reduciendo las emisiones de metano. La RSU se utilizará como materia prima para generar electricidad en una central térmica, reemplazando el uso de combustibles fósiles y reduciendo las emisiones asociadas. El estado de Quintana Roo entiende implementar esta acción en los siguientes municipios: Benito Juárez, Solidaridad, Felipe Carrillo Puerto, Bacalar y Othón P. Blanco.

### Nivel de esfuerzo y el tiempo de la implementación:

- Para 2030, convertir 250.000 toneladas de RSU en energía eléctrica.
- Para 2050, convertir 400.000 toneladas de RSU en energía eléctrica.



I.

Desarrollo de la línea de base

II.

Desarrollo de metas de descarbonización

III.

Selección y diseño de acciones prioritarias que se incluirán en la trayectoria

IV.

Evaluaciones de impactos de las acciones prioritarias

## 6. Impactos esperados de la implementación de la trayectoria de descarbonización

El impacto potencial esperado de la implementación de cada Acción Prioritaria se evaluó para el período 2022-2050 en términos de (i) potencial de descarbonización estimado (ya sea reducción o remoción de GEI), (ii) magnitud de los costos o ahorros directos, y (iii) cambios en la economía del estado. Los resultados presentados en esta sección se produjeron en el paso 4. Evaluaciones de impactos de las acciones priorizadas del proceso de desarrollar y evaluar la trayectoria.

Los resultados de estas tres evaluaciones para cada acción prioritaria se detallan en los Anexos XIII a XXIII incluida una explicación de la metodología utilizada para realizar cada una de las evaluaciones. **Igual que en el desarrollo de la línea de base, es importante resaltar que estas evaluaciones se basan en la información disponible, ya sea proporcionada por los actores clave o que el equipo del proyecto accedió por fuentes públicas.**

Para cada área de evaluación de impactos, se llevaron a cabo dos sesiones de capacitación para el gobierno y otros actores con el fin de proporcionar el conocimiento necesario para revisar y comprender los resultados de las evaluaciones. Las sesiones de capacitación incluyeron un taller teórico remoto que cubrió los conceptos y la metodología, y un taller práctico remoto que incluyó ejercicios para que los participantes aplicaran los conceptos y la metodología a ejemplos de acciones de descarbonización. Además, se desarrolló un documento de orientación para cada área de evaluación de impactos para apoyar el proceso de aprendizaje (ver anexos XXXII a XXXIV).

Además de estas tres evaluaciones de impactos para cada acción, también se identificaron listas de otros co-beneficios y posibles inconvenientes de implementar las acciones que no se podían evaluar en detalle en este proyecto. Estas listas se encuentran en los Anexos XII a XXIII.



## A. Evaluación de impacto de GEI

La evaluación de impactos de GEI se llevó a cabo utilizando un proceso comúnmente conocido como “análisis de cambio de línea de base” donde se estiman los cambios potenciales en la proyecciones BAU resultante de la implementación de una acción. La evaluación implicó aplicar el nivel de esfuerzo para cada acción contra la actividad del escenario BAU aplicable (ver a los niveles de esfuerzo presentados para cada acción en la Sección 5). Las actividades del escenario BAU pueden incluir: producción y demanda de electricidad, consumo de combustible, conversión o gestión de tierras y otras actividades. Primero se estimó el cambio en la actividad y luego se cuantificó el impacto de las emisiones de GEI asociadas utilizando métodos (como factores de emisión) coherentes con la línea de base.

Cada acción se evaluó primero sobre una base “independiente”, lo que significa que no se consideraron interacciones o superposiciones con otras acciones. Cuando se completó el análisis independiente para todas las acciones en un sector, se llevó a cabo una evaluación para determinar si había interacciones/superposiciones con otras acciones en el mismo sector (es decir, un análisis de superposiciones “*intra-sectorial*”). Luego, se desarrollaron y aplicaron métodos para corregir estas interacciones/superposiciones. Cuando se completo el análisis de impactos de GEI en todos los sectores, se realizó una evaluación similar para identificar y ajustar cualquier interacción/superposición entre acciones en diferentes sectores (es decir, un análisis de superposición “*inter-sectorial*”).

### PROGRESO ESPERADO HACIA LAS METAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI

Se espera que la implementación de las acciones prioritarias resulte en el siguiente nivel de descarbonización:

**Impactos esperados de GEI de las acciones prioritarias en comparación con los niveles de emisiones de GEI del escenario BAU:** para 2030, se esperan reducciones de emisiones de GEI de 2,7 TgCO<sub>2</sub>e (es decir, 17% en comparación con los niveles de BAU). Para el 2050, se esperan reducciones de 9,9 TgCO<sub>2</sub>e (es decir, 29% frente a los niveles de BAU). La mayoría de las reducciones de emisiones de GEI provendrán de las acciones prioritarias en el sector de Suministro de Energía.

**Impactos esperados de GEI de las acciones prioritarias de la trayectoria en comparación con las metas:** para el año 2030, se estima que las reducciones de emisiones de GEI de las acciones prioritarias serán aproximadamente un tercio de las reducciones necesarias para alcanzar la meta 2030 (2,7 TgCO<sub>2</sub>e de las 8,6 TgCO<sub>2</sub>e necesarias). Igualmente, para el año 2050, se estima que las reducciones de emisiones de GEI de las acciones prioritarias serán aproximadamente un tercio de las reducciones necesarias para alcanzar la meta 2050 (9,9 TgCO<sub>2</sub>e de las 30 TgCO<sub>2</sub>e necesarias). Las acciones prioritarias aplanarán en gran medida el crecimiento de las emisiones de GEI durante la próxima década; sin embargo, no producirán reducciones lo suficientemente grandes como para alcanzar las metas. Para alcanzar la meta para 2050, el estado deberá reducir niveles de emisiones de GEI de alrededor de 0,12 TgCO<sub>2</sub>e/año para el 2050.

**Emisiones acumuladas esperadas de GEI (2022 - 2050)** restantes después de la implementación completa de las acciones prioritarias - Asimismo, al observar las reducciones acumuladas de emisiones de GEI para las acciones prioritarias (es decir, las reducciones que ocurren entre ahora y 2050), para 2050 Quintana Roo aún emitirá más del doble del nivel de emisiones esperado si se cumple la meta 2050.

A través de este Proyecto, Quintana Roo ha establecido metas de descarbonización ambiciosas y transformadoras, y las acciones prioritarias representan un esfuerzo importante del estado para lograrlas debido a sus niveles de esfuerzo (objetivo) significativos. Para alcanzar las metas, se necesitan 5,9 TgCO<sub>2</sub>e adicionales de reducciones para 2030 y se necesitan otras 20 TgCO<sub>2</sub>e para 2050.

La Figura 11 a continuación resume la línea de base de GEI de toda la economía, las metas (y la trayectoria de descarbonización asociada), y las reducciones de emisiones de GEI atribuidas a cada una de las acciones prioritarias. Posteriormente, la Tabla 4 indica para cada Acción Prioritaria de cada sector: (i) las reducciones de emisiones de GEI no ajustadas para superposiciones entre acciones; (ii) las reducciones de emisiones de GEI ajustadas para superposiciones entre acciones; (iii) la reducción porcentual contra el BAU; (iv) la reducción porcentual en comparación con las metas; y (v) las emisiones de GEI remanentes después de la implementación de las acciones prioritarias.

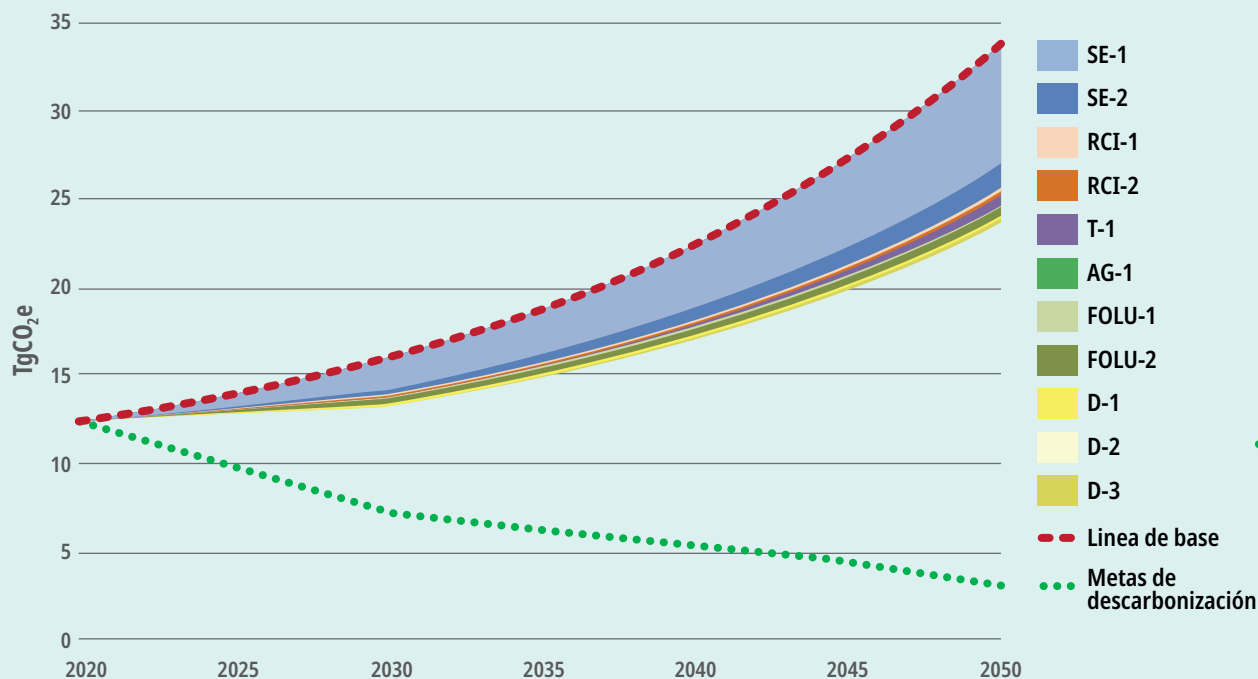


FIGURA 11. REDUCCIONES DE GEI PARA LAS ACCIONES PRIORITARIAS

TABLA 4. IMPACTO DE LAS ACCIONES PRIORITARIAS EN LAS EMISIONES DE GEI EN TODA LA ECONOMÍA

TÍTULO DE LA ACCIÓN		Reducciones no ajustadas por superposición (TgCO <sub>2</sub> e)		Reducciones ajustadas por superposición (TgCO <sub>2</sub> e)		Reducción de la línea de base (%)			
		2030	2050	2030	2050	2030	2050		
SE-1	Energía solar centralizada	1,8	6,5	1,8	6,5	11%	19%		
SE-2	Energía eólica centralizada	0,26	1,5	0,26	1,5	1,6%	4,5%		
<b>Total del sector suministro de energía</b>		<b>2,1</b>	<b>8,0</b>	<b>2,1</b>	<b>8,0</b>	<b>13%</b>	<b>24%</b>		
RCI-1	Vivienda urbana – diseño eficiente	0,080	0,28	0,052	0,088	0,32%	0,26%		
RCI-2	Edificios comerciales e institucionales	0,094	0,59	0,060	0,19	0,38%	0,55%		
<b>Total del sector residencial, comercial e institucional</b>		<b>0,7</b>	<b>0,87</b>	<b>0,11</b>	<b>0,27</b>	<b>0,70%</b>	<b>0,81%</b>		
T-1	Electrificación de vehículos	0,010	0,14	0,029	0,66	0,18%	1,9%		
<b>Total del sector transporte</b>		<b>0,010</b>	<b>0,14</b>	<b>0,029</b>	<b>0,66</b>	<b>0,18%</b>	<b>1,9%</b>		
AG-1	Reducción de la quema agrícola	0,0080	0,029	0,0080	0,029	0,050%	0,088%		
<b>Total del sector agropecuario</b>		<b>0,0080</b>	<b>0,029</b>	<b>0,0080</b>	<b>0,029</b>	<b>0,050%</b>	<b>0,088%</b>		
FOLU-1	Planificación de la Infraestructura	0,022	0,037	0,022	0,037	0,13%	0,11%		
FOLU-2	Reducción del Riesgo de Incendios Forestales	0,37	0,48	0,37	0,48	2,3%	1,4%		
<b>Total del sector FOLU</b>		<b>0,39</b>	<b>0,52</b>	<b>0,39</b>	<b>0,52</b>	<b>2,5%</b>	<b>1,5%</b>		
FOLU-1	Reducción de fuente municipal	0,0080	0,14	0,0080	0,14	0,050%	0,43%		
FOLU-1	Reciclaje de RS Industriales	0,0046	0,030	0,0046	0,030	0,029%	0,089%		
FOLU-1	Uso de residuos para producción de energía	0,081	0,24	0,081	0,24	0,50%	0,72%		
<b>Total del sector Desechos</b>		<b>0,093</b>	<b>0,42</b>	<b>0,093</b>	<b>0,42</b>	<b>0,58%</b>	<b>1,2%</b>		
<b>Reducciones de GEI en toda la economía</b>		<b>2,8</b>	<b>10</b>	<b>2,7</b>	<b>9,9</b>	<b>17%</b>	<b>29%</b>		
				<b>Línea de base</b>		<b>16</b>	<b>34</b>		
				<b>Metas de descarbonización comparadas con la línea de base</b>		<b>8,6</b>	<b>30</b>	<b>53%</b>	<b>90%</b>
				<b>Emisiones restantes después de la implementación de acciones prioritarias</b>		<b>13</b>	<b>24</b>		
				<b>Emisiones restantes después de la consecución de los metas de descarbonización</b>		<b>7,5</b>	<b>3,5</b>		

## SUPERPOSICIONES CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS DE IMPACTOS DE GEI

### A. Superposiciones *intra-sectoriales*

No existen superposiciones *intra-sectoriales* entre las acciones prioritarias.

### B. Superposiciones *inter-sectoriales*

Existen superposiciones *intersectoriales* entre todas las siguientes acciones relacionadas con la generación y consumo eléctrico:

- Las acciones de energía renovable SE-1 (solar) y SE-2 (eólica) que agregan más electricidad limpia a la red y la acción D-3 (generación de energía por residuos) que agrega energía baja en carbono a la red;
- Las acciones de eficiencia energética RCI-1 (viviendas urbanas) y RCI-2 (edificios comercial y institucional ) que reducen el consumo
- La acción de electrificación del vehículo T-1 que aumenta el consumo.

Juntas, estas acciones cambian la intensidad de carbón general de la red, que se utiliza para calcular los impactos de las emisiones de implementar las acciones. En este caso, la reducción en la generación de combustibles fósiles a través de energías renovables y acciones de eficiencia energética es mayor que el aumento en el consumo de energía requerido por la acción de electrificación de vehículos, por lo que la intensidad de carbono de la red desciende. Por tanto, la acción de la eficiencia energética tiene un menor impacto en la reducción de emisiones, pero la acción de electrificación del vehículo tiene un mayor impacto.

Las reducciones de emisiones de GEI indicadas para cada acción incluyen reducciones de emisiones directas (por ejemplo, reducciones en el uso de combustible; cambios en la gestión de la tierra) y reducciones de emisiones indirectas (por ejemplo, reducciones en el uso de electricidad; o producción de energía renovable). Las reducciones de emisiones que se muestran en el gráfico se ajustan para superponer las acciones, mientras la tabla indica reducciones independientes y reducciones ajustadas por superposición.

Como se muestra en la figura y la tabla anterior, se espera que las acciones prioritarias logren:

Una reducción total de 2,7 TgCO<sub>2</sub>e para el 2030 (es decir, 17% en comparación con los niveles de BAU)

Una reducción total de 9,9 TgCO<sub>2</sub>e para el 2050 (es decir, 29% en comparación con los niveles de BAU)

**En el sector de suministro de energía**, una reducción de 2,1 TgCO<sub>2</sub>e para el 2030 (es decir, 13% en comparación con niveles BAU) y 8,0 TgCO<sub>2</sub>e para el 2050 (es decir, 24% en comparación con niveles BAU)

**En el sector de RCI**, una reducción de 0,11 TgCO<sub>2</sub>e para el 2030 (es decir, 0,70% en comparación con niveles BAU) y 0,27 TgCO<sub>2</sub>e para el 2050 (es decir, 0,81% en comparación con niveles BAU)

**En el sector de transporte**, una reducción de 0,029 TgCO<sub>2</sub>e para el 2030 (es decir, 0,18% en comparación con niveles BAU) y 0,66 TgCO<sub>2</sub>e para el 2050 (es decir, 1,9% en comparación con niveles BAU)

**En el sector de agricultura y ganadería**, una reducción de 0,010 TgCO<sub>2</sub>e para el 2030 (es decir, 0,050% en comparación con niveles BAU) y 0,03 TgCO<sub>2</sub>e para el 2050 (es decir, 0,088% en comparación con niveles BAU)

**En el sector FOLU**, una reducción de 0,39 TgCO<sub>2</sub>e para el 2030 (es decir, 2,5% en comparación con niveles BAU) y 0,52 TgCO<sub>2</sub>e para el 2050 (es decir, 1,5% en comparación con niveles BAU).

**En el sector desechos**, una reducción de 0,093 TgCO<sub>2</sub>e para el 2030 (es decir, 0,58% en comparación con niveles BAU) y 0,42 TgCO<sub>2</sub>e para el 2050 (es decir, 1,2% en comparación con niveles BAU).

No hay reducción en el **sector industria** debido a la ausencia de acciones prioritarias en este sector.

**TABLA 5. CONTRIBUCIÓN DE CADA ACCIÓN PRIORITARIA Y DE CADA SECTOR A LAS REDUCCIONES TOTALES DE EMISIONES DE GEI LOGRADAS**

TÍTULO DE LA ACCIÓN		Contribución a las reducciones	
		2030	2050
SE-1	Energía solar centralizada	67%	66%
SE-2	Energía eólica centralizada	10%	15%
<b>Total del sector suministro de energía</b>		<b>77%</b>	<b>81%</b>
RCI-1	Vivienda urbana – diseño eficiente	1,9%	0,89%
RCI-2	Edificios comerciales e institucionales	2,2%	1,9%
<b>Total del sector residencial, comercial e institucional</b>		<b>4,1%</b>	<b>2,8%</b>
T-1	Electrificación de vehículos	1,1%	6,6%
<b>Total del sector transporte</b>		<b>1,1%</b>	<b>6,6%</b>
AG-1	Reducción de la quema agrícola	0,30%	0,30%
<b>Total del sector agropecuario</b>		<b>0,30%</b>	<b>0,30%</b>
FOLU-1	Planificación de la Infraestructura	0,79%	0,37%
FOLU-2	Reducción del Riesgo de Incendios Forestales	14%	4,9%
<b>Total del sector FOLU</b>		<b>15%</b>	<b>5,3%</b>
FOLU-1	Reducción de fuente municipal	0,29%	1,4%
FOLU-1	Reciclaje de RS Industriales	0,17%	0,30%
FOLU-1	Uso de residuos para producción de energía	3,0%	2,4%
<b>Total del sector Desechos</b>		<b>3,4%</b>	<b>4,2%</b>

Después de la implementación completa de las acciones prioritarias, se espera que Quintana Roo emitirá 24 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones de GEI en el 2050. El logro de la Meta 2050 (63% por debajo de los niveles de emisiones de 2016) resultaría en alrededor de 3,5 TgCO<sub>2</sub>e en 2050.

La Tabla 5 arriba resume la contribución de cada acción prioritaria y cada sector a la reducción de emisiones de GEI lograda en toda la economía. Por ejemplo, en el 2050 las acciones prioritarias en el sector energético contribuirán al 81% de la reducción de emisiones de GEI en toda la economía, mientras que las acciones prioritarias en el sector FOLU contribuirán al 5,3% de las reducciones de emisiones de GEI en toda la economía.

La Figura 12 en la próxima página proporciona un resumen de las emisiones directas de GEI para cada sector que quedarían después de la implementación de las acciones prioritarias. La gráfica indica las emisiones directas de GEI en el escenario BAU para cada sector y las emisiones directas de GEI restantes en 2050

después de la implementación de las acciones prioritarias (para el suministro de energía, éstas incluyen las emisiones de las importaciones de electricidad).

Algunas acciones prioritarias afectarán las emisiones directas de GEI fuera de su sector. Por ejemplo, la acción de electrificación de vehículos reducirá las emisiones directas de GEI dentro del sector transporte; sin embargo, también aumentará las emisiones de GEI en el sector de suministro de energía debido a la demanda de más electricidad de la red para alimentar los vehículos.

En esta figura, las acciones que reducen las emisiones indirectas del consumo de electricidad, incluidas las de los sectores RCI e Industria, no darán lugar a reducciones de emisiones directas en su sector; más bien, esas reducciones de emisiones se reflejarán en el sector de suministro de energía.<sup>5</sup> No hay cambios en los niveles de emisiones para el sector de industria, ya que no se incluyeron acciones prioritarias para este sector.

<sup>5</sup> Tenga en cuenta que el impacto de GEI de cualquier acción relacionada con el suministro de electricidad se reflejará en el sector de suministro de energía. Por ejemplo, para la Acción T-2 (electrificación de vehículos), las emisiones directas restantes se indican para el sector Transporte (después de las reducciones en el consumo de combustible); sin embargo, el aumento de las emisiones indirectas por una mayor demanda de electricidad se refleja en el sector de suministro de energía.

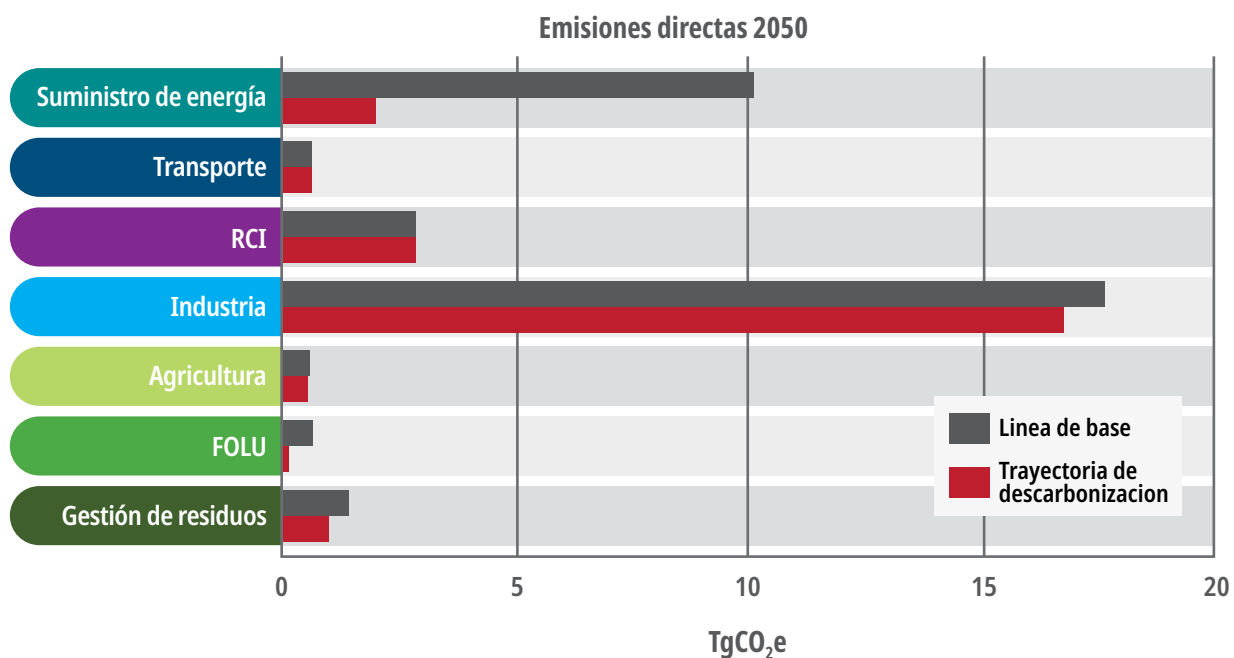


Después de la implementación completa de las acciones prioritarias:

- Quedarán emisiones directas de GEI de 2,0 TgCO<sub>2</sub>e en el sector de **Suministro de Energía**, debido a las importantes reducciones señaladas como resultado de una combinación de eficiencia energética eléctrica y nuevas acciones de suministro de electricidad renovable.
- Quedarán 0,6 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones directas de GEI en el **sector de RCI**, ya que las reducciones de emisiones relacionadas que resultan de las acciones prioritarias se han contabilizado en el sector de Suministro de Energía.
- Quedarán 2,8 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones directas de GEI den el **sector Industria**.
- Quedarán 16,7 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones directas de GEI en

el **sector Transporte**. Además, para la acción T-1 (electrificación de vehículos), las emisiones directas restantes se in para reflejan el sector transporte (después de las reducciones en el consumo de combustible); sin embargo, el aumento de las emisiones indirectas por una mayor demanda de electricidad se refleja en el sector de Suministro de Energía.

- Quedarán 0,5 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones directas de GEI en el **sector de Agricultura y Ganadería**.
- Quedarán 0,1 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones directas de GEI den el **sector FOLU**.
- Quedarán 1,0 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones de GEI en el **sector de Gestión de Residuos**.



**FIGURA 12. EMISIONES DIRECTAS DE GEI RESTANTES EN EL 2050 A NIVEL SECTORIAL DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACCIONES PRIORITARIAS.**

## REDUCCIÓN ACUMULADA ESPERADA DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN TODA LA ECONOMÍA

Si bien cumplir las metas de GEI para el futuro es una forma de gestionar las emisiones de GEI, si se quieren evitar los impactos más peligrosos del cambio climático, reducir las emisiones acumuladas que ocurren entre hoy y cualquier año futuro es lo que realmente importa. Las jurisdicciones no deben esperar hasta el último minuto para reducir las emisiones de GEI a niveles transformadores y deben comenzar ahora con un progreso constante en su trayectoria.

El total de emisiones de gases de efecto invernadero restantes que se pueden emitir mientras permanecemos por debajo de los 2 grados Celsius de calentamiento global se denomina a veces “presupuesto global de carbono”. La asignación del presupuesto global de carbono entre los países desarrollados y en desarrollo fue un tema clave durante la formulación del Acuerdo de París. Se reconoció una responsabilidad común hacia la mitigación de GEI para todos los países; sin embargo, también se entendió que existen responsabilidades y capacidades diferenciadas entre países. La responsabilidad diferenciada se puede comprender en relación a las emisiones históricas de GEI, mientras que la capacidad diferenciada se puede ver en relación al nivel actual de desarrollo económico de un país. Los países desarrollados (también denominados países industrializados o del Anexo I) acordaron metas absolutas de reducción de emisiones. Los países no incluidos en el Anexo I no tienen tal obligación.

Se han propuesto varios esquemas para asignar el presupuesto global de GEI entre naciones. Ninguno de estos esquemas se ha formalizado como métodos que los países pueden utilizar para indicar su conformidad con el Acuerdo de París. Sin embargo, todos los esquemas reconocen fundamentalmente que las jurisdicciones no deben esperar hasta el último minuto para reducir las emisiones de GEI a niveles transformadores.

**Más específicamente, la mayoría de estos esquemas se basan en uno o más de los siguientes factores:**

### EQUIDAD:

basado en la población.

### INERCIA:

basado en la participación actual de las emisiones globales.

### CAPACIDAD:

basado en el producto nacional bruto (PNB).

### RESPONSABILIDAD:

basado en emisiones acumuladas pasadas.

### OTRAS MÉTRICAS:

incluidos los enfoques híbridos.

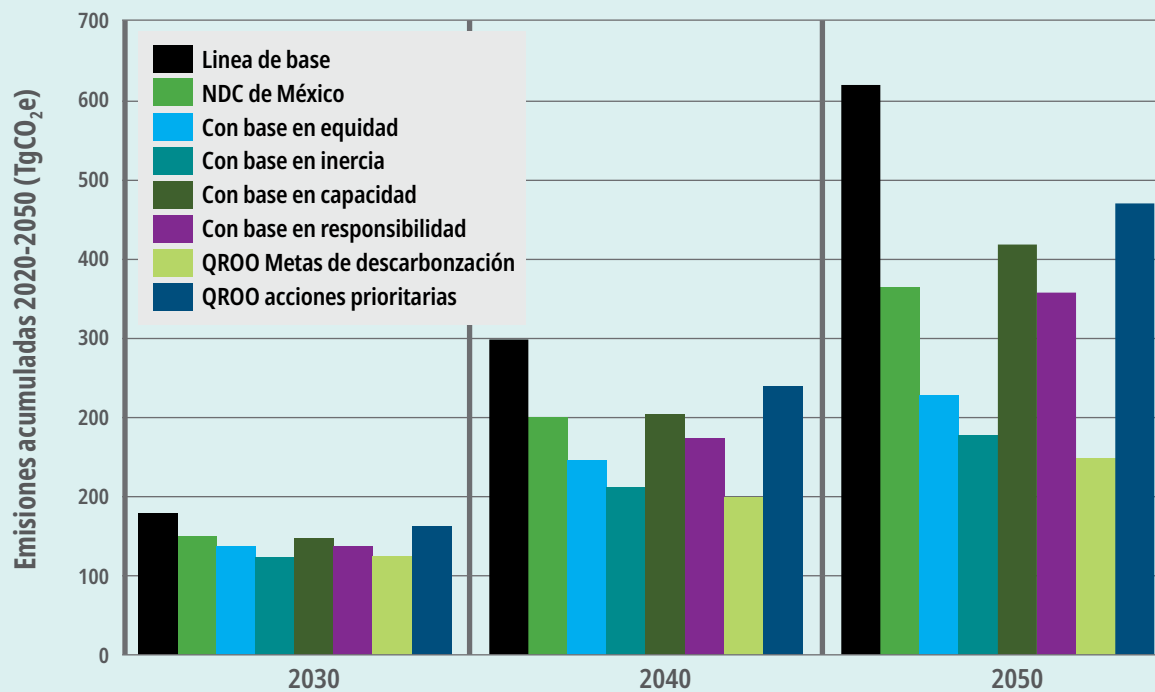
El esquema que se basa en la equidad asigna el presupuesto de carbono únicamente en función de la población. El esquema que se basa en la inercia, también conocida como “derechos adquiridos”, asigna el presupuesto de carbono en función de la contribución actual a las emisiones mundiales. Para estimar el presupuesto de carbono de Quintana Roo con base en este esquema, se aplicó la relación entre las emisiones de Quintana Roo y las emisiones mundiales en 2015 al presupuesto de emisiones de carbono global.

Mientras que los esquemas basados en la equidad y la inercia asignan el futuro presupuesto global de carbono, los esquemas basados en la capacidad y la responsabilidad estiman el presupuesto asignando las reducciones globales requeridas. Las reducciones requeridas para Quintana Roo basadas en la capacidad están determinadas por el PNB de México en comparación con el PNB global. La relación entre el PNB de México y el PNB global se ajustó a la proporción de la población de México en Quintana Roo y se multiplicó por los requisitos de reducción global total de cada año.

Para el esquema basado en responsabilidad, se sumaron las emisiones acumuladas de 2000-2015 para Quintana Roo y el mundo. La proporción de las emisiones acumuladas de Quintana Roo a las emisiones acumuladas globales proporciona el índice de responsabilidad. Luego, este índice se multiplicó por el total de requisitos de reducción global en cada año.

La Figura 13 proporciona una comparación de las emisiones acumuladas de GEI para las acciones prioritarias con (i) las emisiones acumuladas que ocurrirían si Quintana Roo cumpliera su Meta 2050 (asumiendo una reducción en línea recta desde los niveles actuales hasta la meta para 2050); (ii) emisiones acumuladas que ocurrirían si Quintana Roo cumpliera con la meta de NDC nacional (una reducción en línea recta de los niveles actuales a niveles en línea con la meta de NDC); y (iii) posibles “presupuestos de carbono” o metas para Quintana Roo basados en los esquemas de asignación anteriores. La siguiente gráfica muestra:

- Las emisiones acumuladas para las acciones prioritarias siguen siendo más del doble del nivel de emisiones requerido para Quintana Roo para cumplir con su Meta 2050 (asumiendo una reducción en línea recta de los niveles actuales a la meta del 2050).
- También aproximadamente 100 TgCO<sub>2</sub>e por encima de las emisiones acumuladas inferidas hace los niveles actuales hasta la meta de NDC de México (una reducción en línea recta).
- El nivel de emisiones acumuladas de las acciones prioritarias no cumple con ninguno de los 4 indicadores basados en esquemas de asignación global (es decir, Responsabilidad).



**FIGURA 13. EMISIONES ACUMULADAS DE GEI DE LAS ACCIONES PRIORITARIAS EN COMPARACIÓN CON DIFERENTES METAS ASIGNADAS A NIVEL MUNDIAL.**

Para el 2050, las emisiones acumuladas para las acciones prioritarias son aproximadamente 120 Tg más bajas que las emisiones del escenario BAU. Sin embargo, las emisiones acumuladas aún estarían muy por encima de las que se espera que resulte si Quintana Roo cumpla con su meta 2050 (niveles de emisiones acumuladas de alrededor de 200 TgCO<sub>2</sub>e).

Reducir aún más las emisiones acumuladas a niveles en línea con la meta 2050 también produciría más reducciones que aquellas consistentes con la NDC de México, y generará reducciones consistentes con los cuatro esquemas de asignación de emisiones globales.

## B. Magnitud potencial de los costos o ahorros directos

Los costos directos se refieren a las inversiones iniciales requeridas para implementar una acción (como los costos de adquisición de equipos o terrenos) y cualquier costo para su implementación continua (como energía, materiales, operaciones y mantenimiento). Al igual que con los impactos de las emisiones de GEI tratados en la sección anterior, la evaluación de los potenciales costos se realizó en comparación con las condiciones BAU. Por supuesto, implementar una acción también puede resultar en costos reducidos a lo largo del tiempo debido al ahorro en energía, materiales, mano de obra y otros costos. En algunos casos, con el tiempo, los ahorros se acumularán a niveles que compensan los costos iniciales, lo que conduce a un ahorro general para implementar la acción.

Para la mayoría de las acciones prioritarias, aún no se cuenta con suficientes detalles de diseño para realizar un análisis convencional de costo/beneficios para la sociedad. Para respaldar el diseño y la implementación posteriores, se realizó una evaluación de cada Acción Prioritaria para comprender si es probable que la acción genere costos o ahorros netos (dirección probable) y la magnitud potencial de dichos costos o ahorros (pequeños, moderados o grandes). El enfoque implicó la realización de una investigación bibliográfica para revisar las estimaciones de costos/ahorros directos para acciones o programas en otras jurisdicciones similares a las acciones prioritarias. En particular, en la mayoría de los casos, se consideraron estimaciones de costo efectividad (CE). Un valor de CE indica el costo directo o ahorro para la sociedad por cada tonelada de GEI reducida. Para este proyecto, los valores de CE identificados en la literatura se convirtieron a dólares estadounidenses por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente reducida (USD/tCO<sub>2</sub>e).

Para la mayoría de las acciones, se seleccionó un valor de CE representativo de la investigación bibliográfica. Ese valor de CE se usó junto con las reducciones de emisiones de GEI calculadas para la misma acción para comprender la dirección potencial (costos o ahorros netos), y la magnitud (pequeña, moderada o grande) de los costos o ahorros directos. Es importante enfatizar que estos valores no deben tomarse como estimaciones cuantificadas de costos directos totales o ahorros. Luego, se comparó la magnitud del costo o ahorro con el tamaño del sector relevante de la economía local.

Es importante resaltar que este análisis de costos y ahorros no toma en cuenta el costo social de carbono, es decir el daño evitado que cada tonelada métrica de GEI causa a la sociedad debido a los impactos negativos del cambio climático. Tampoco incluyo los impactos de los servicios que los nuevos ecosistemas forestales y los bosques conservados brindarían (además de las remociones de dióxido de carbono).

Los anexos XIII a XXIII proporcionan la documentación detallada para cada Acción, incluida la evaluación de costos/ahorros directos.

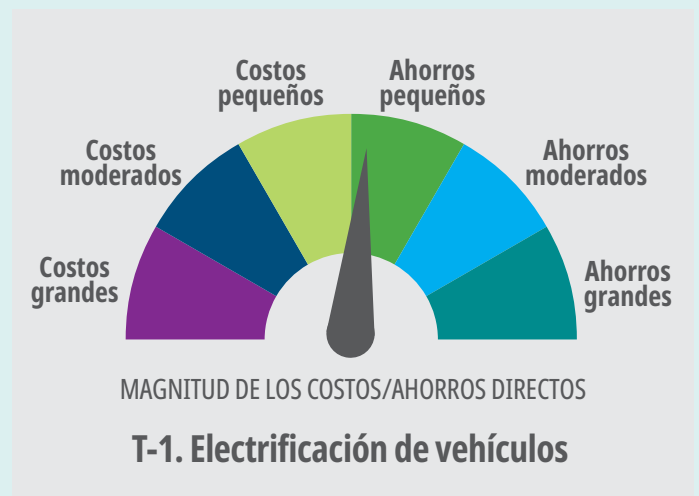
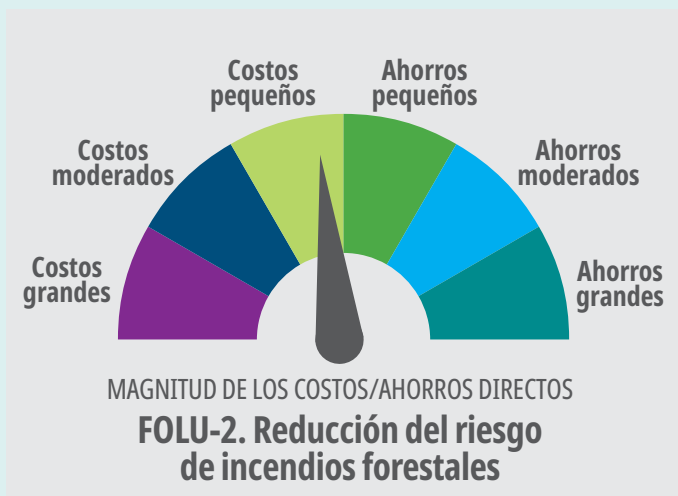
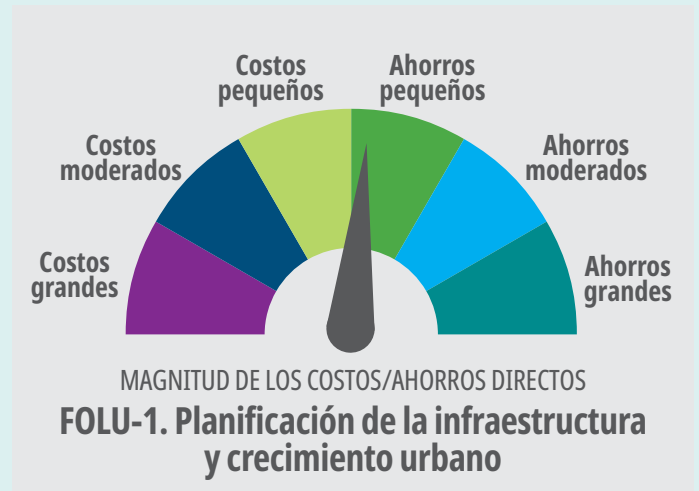
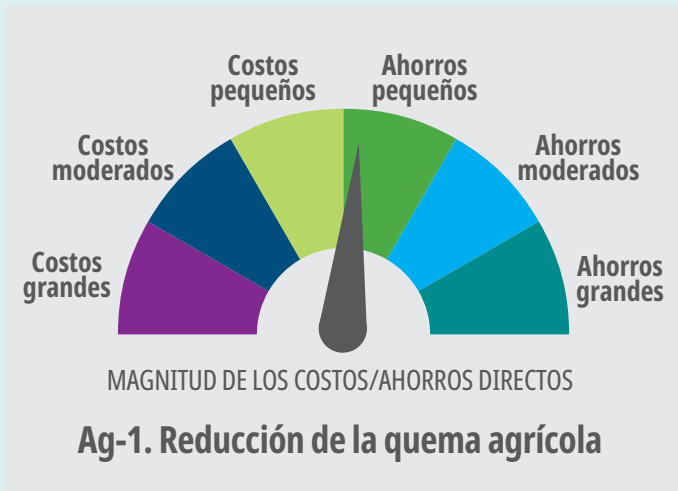
Las Figuras 14 y 15 a continuación muestra los resultados de la evaluación de la magnitud de los costos y ahorros potenciales de cada Acción Prioritaria. Cada gráfico proporciona una indicación de la posible dirección de los costos netos de implementación (costos o ahorros) y la magnitud potencial de esos costos o ahorros en comparación con el nivel de actividad del sector de referencia.

Se espera que la implementación de más de la mitad de las acciones prioritarias (8 de las 11) genere ahorros netos a lo largo del tiempo. Se espera que estos ahorros netos sean de pequeña magnitud por la mayoría de estas acciones (7 de las 8) en comparación con los niveles de gastos de los sectores de referencia. Solo para la acción SE-1 de generación de energía solar se estima un ahorro significativo. Generalmente, esto se debe a que los ahorros que se acumulan con el tiempo son más altos que los costos necesarios para implementar una acción. La Acción SE-1, por ejemplo, requerirá una inversión inicial en nuevas plantas de energía solar; sin embargo, la energía producida por estas plantas será más barata que la energía producida para abastecer la red eléctrica en el escenario BAU.

Las acciones que se espera que generen costos directos (para todas de magnitud pequeña) no deben considerarse como un resultado negativo. Además de sus reducciones de GEI, estas acciones también pueden promover beneficios indirectos/macroeconómicos para el estado, ya que incluyen el potencial para aumentar la actividad económica general en el estado y/o aumento de empleos. La Acción D-3, por ejemplo, establecería la producción de energía de fuentes residuales en el estado para reducir las importaciones de combustible y promover oportunidades de empleo en el estado. Estos beneficios indirectos se tratan con más detalle en la siguiente sección.







**FIGURA 14. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE COSTOS Y AHORROS DE LAS PRIMERAS 6 ACCIONES**

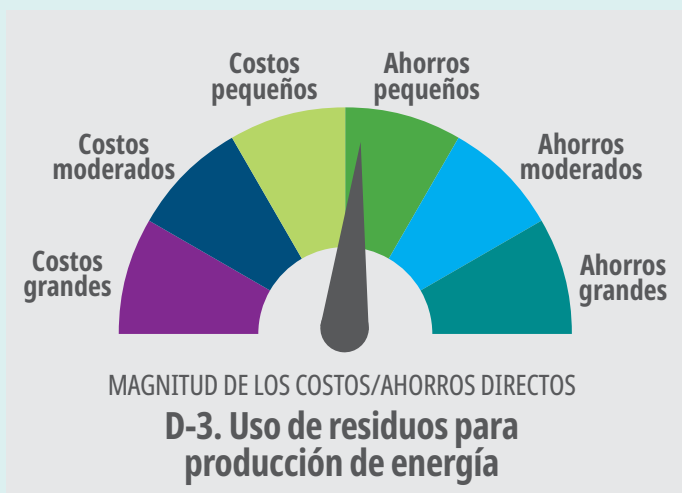
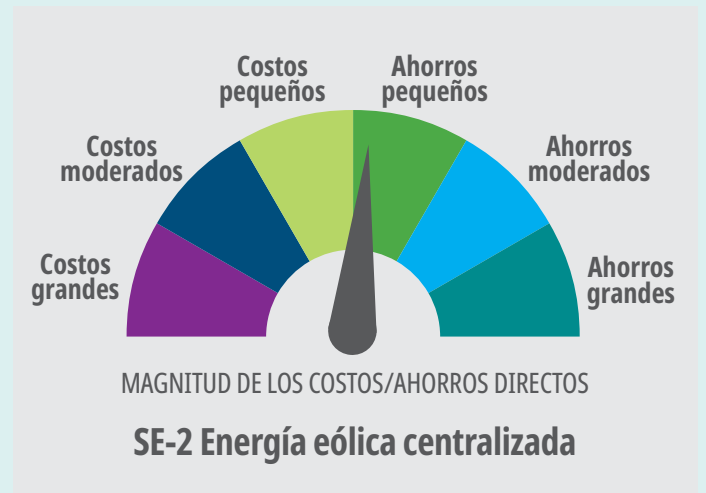
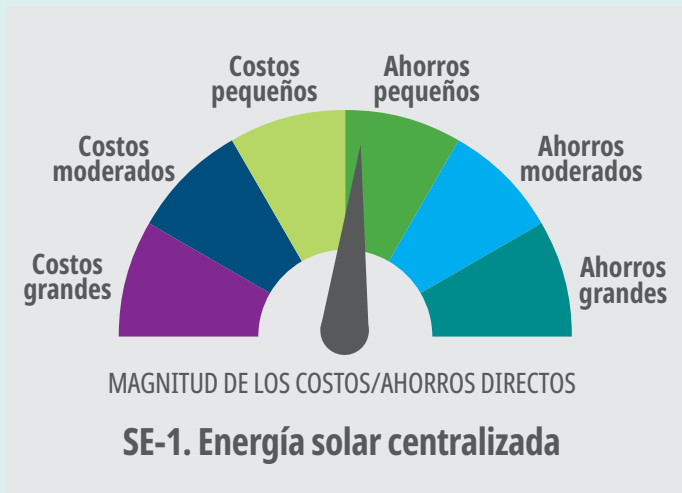


FIGURA 15. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE COSTOS Y AHORROS DE LAS ÚLTIMAS 5 ACCIONES

## C. Evaluación de potenciales impactos macroeconómicos

La evaluación macroeconómica tiene como objetivo identificar y evaluar los efectos indirectos de los cambios inducidos por acciones en la economía en su conjunto, así como los impactos en diferentes sectores económicos, grupos de personas y tipos y tamaños de empresas.

El desarrollo y aplicación de un modelo analítico macroeconómico totalmente empírico para la economía de Quintana Roo, basado en el análisis de datos primarios, está fuera del alcance de este proyecto debido a el nivel de detalles de diseño de las acciones y a los datos disponibles. En este sentido, se llevó a cabo una evaluación basada en indicadores y modelos empíricos previos para determinar la dirección potencial y la magnitud de los impactos en el empleo, los ingresos y el crecimiento económico impulsados por las acciones prioritarias. Esta metodología con indicadores macroeconómicos se basa en un análisis de regresión de estudios macroeconómicos previos de mitigación del cambio climático<sup>6</sup> que muestran que seis indicadores (o factores) son importantes para comprender cómo las acciones pueden cambiar el crecimiento económico y el empleo en una jurisdicción determinada. Cada uno de estos indicadores (descritos a continuación) está influenciado por el diseño de implementación, los impactos financieros (gastos e ingresos) de una acción, y los efectos multiplicadores económicos resultantes. Estos incluyen efectos tanto positivos como negativos asociados con cada indicador para producir un resultado neto. Los seis indicadores son:

1. **Cambios a favor de tecnologías y prácticas con costos de implementación netos más bajos que en el escenario BAU:** la suma de los costos de implementación y ahorros de la acción es menor que el costo neto esperado en el escenario BAU. En tal caso, la acción no utiliza fondos que se pueden gastar en otros sectores para estimular el crecimiento económico.
2. **Cambios en los gastos de energía y recursos naturales:** los cambios en la eficiencia neta, o a favor de un mayor ahorro de energía o recursos mediante tecnologías o prácticas recientemente adoptadas podrían crear fondos disponibles que pueden gastarse en otros sectores para estimular el crecimiento económico
3. **Cambio a favor del suministro de energía local y otros recursos locales:** los cambios de fuentes de energía o recursos importados a locales podrían crear fondos disponibles que se pueden gastar en otros sectores para estimular el crecimiento económico
4. **Cambio a favor de las cadenas de suministro locales:** los cambios en las actividades a favor de productos de otros sectores locales o cadenas de suministro locales podrían estimular el crecimiento económico
5. **Cambio a favor de actividades intensivas en mano de obra:** los cambios a favor de actividades más intensivas en mano de obra local en comparación con el escenario BAU podrían estimular el crecimiento económico
6. **Cambios a favor de fuentes externas de inversión e ingresos:** los cambios a favor de las fuentes de inversión nacionales o internacionales crean fondos disponibles que se podrían gastar en otros sectores locales para estimular el crecimiento económico

La presencia de cualquiera de estos indicadores como consecuencia de la implementación de una acción se asocia positivamente con el crecimiento del PIB, con la excepción del quinto indicador, que está asociado estadísticamente con el crecimiento del empleo en toda la economía en lugar del PIB.

Los anexos XIII al XXIII proporcionan la documentación detallada para cada Acción Prioritaria, incluida la evaluación macroeconómica. La Figura 16 a continuación se presenta los gráficos de los indicadores macroeconómicos para cada Acción Prioritaria de Quintana Roo que ilustran cómo se desempeña cada Acción Prioritaria en relación con cada uno de los indicadores. En resumen, la gran mayoría de las acciones prioritarias tienen indicadores positivos, lo que significa que probablemente generarán un impacto macroeconómico positivo para la economía de Quintana Roo si se implementan para capitalizar los impulsores clave de la ganancia macroeconómica. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las acciones prioritarias no representan desviaciones importantes de los patrones de crecimiento económico ni muestran el potencial de una influencia disruptiva si se considera – como evidenciado en la sección anterior – que los potenciales costos o ahorros directos son generalmente un porcentaje pequeño del nivel de gastos de los sectores asociados.

Los enfoques de implementación que pueden facilitar un impacto macroeconómico positivo se describen con mayor detalle en cada documento de las acciones prioritarias y se resumen a continuación.

6 La evaluación macroeconómica basada en indicadores se basa en el estudio titulado "Resumen de factores clave que contribuyen a los impactos macroeconómicos de las opciones de mitigación de GEI", de Dan Wei, Adam Rose y Noah Dormady de la Escuela de Políticas Públicas Sol Price de la USC. [www.climatestrategies.us/library/library/download/905](http://www.climatestrategies.us/library/library/download/905)

	Costos netos mas bajo	Cambio en consumo de energía y recursos	Cambio en fuentes de energía y recursos local	Cambio en cadenas de suministro local	Generación de empleo	Cambios en las fuentes de inversión y ingresos
Ag-1. Reducción de la quema agrícola	-	-	+	+	-	+
FOLU-1. Planificación de la infraestructura y crecimiento urbano para reducir al mínimo las deforestación	+	+	0	+	+	+
FOLU-2. Reducción del riesgo de incendios forestales	+	+	+	0	0	+
T-1. Electrificación de vehículos	-	-	0	0	-	+
RCI-1. Vivienda urbana – diseño eficiente	+	+	0	-	+	+
RCI-2. Edificios comerciales e institucionales: calefacción, ventilación y aire acondicionado	+	+	0	-	+	+
SE-1. Energía solar centralizada	+	0	+	-	+	+
SE-2. Energía eólica centralizada	+	0	+	-	+	+
D-1. Reducción de residuos dafuente municipal	+	+	0	0	0	+
D-2. Reciclaje ye compostaje de residuos sólidos industriales	-	+	+	+	+	+
D-3. Uso de residuos para producción de energía	-	0	+	-	+	+

+ Positivo

0 Neutral

- Negativo

FIGURA 16. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN MACROECONÓMICA PARA LAS 11 ACCIONES DE QUINTANA ROO

La evaluación de los seis indicadores para cada una de las acciones prioritarias muestran que una gran mayoría de indicadores son positivos. Los indicadores positivos están presentes para 41 de 66 indicadores totales (62%), indicadores neutrales para 13 de 66 (20%) e indicadores negativos para 12 de 66 (18%). Al menos un indicador negativo está presente en 8 de las 121 Acciones Prioritaria (73%). Los indicadores negativos no dominan ninguna acción y juegan un papel menor en el desempeño general.

Esta evaluación no proporciona una estimación de la magnitud de los efectos potenciales de cada uno de los indicadores y de las influencias macroeconómicas. Un análisis más minucioso una vez que se definan con más detalle los parámetros de diseño y los mecanismos de implementación de las acciones prioritarias, es un área para ampliar en una evaluación futura. Sin embargo, como se indicó anteriormente, no se espera que las acciones prioritarias representen desviaciones importantes de los patrones de crecimiento económico ni que tengan una influencia disruptiva en consideración de la magnitud de los potenciales costos o ahorros directos en comparación valor agregado (es decir, el nivel de gastos) de los sectores.

En general, la fuerte presencia de indicadores positivos refleja influencias positivas de las nuevas acciones en la macroeconomía de Quintana Roo. Éstos incluyen:

1. Para el **indicador 1** (costos netos), se espera que la mayoría de las acciones prioritarias (7 de 11) reduzcan los costos generales del sistema o de las actividades que se pueden lograr mediante cambios hacia enfoques con bajas emisiones de carbono. La reducción de costos significa que nuevos fondos están disponibles para gastarse en otras actividades económicas. Donde se esperan costos más altos (4 de 11 acciones prioritarias), estos es debido a los gastos iniciales y la necesidad de una amortización acelerada, incluidos los mecanismos de generación de ingresos. Los costos más altos también pueden reflejar la necesidad de una intensificación de las acciones para lograr la implementación del nivel de transformación necesario y la necesidad de nuevas inversiones continuas antes lograr el nivel de recuperación.

2. Para el **indicador 2** (ahorro de energía y recursos), se espera que la mayoría de las acciones prioritarias (7 de 11) reduzcan la carga de energía y recursos para la economía de Querétaro a través de enfoques más eficientes. La reducción en el uso de energía y recursos y, por lo tanto, en el gasto asociado significa que los fondos se liberarán para gastarlos en otras actividades económicas. En algunos casos, estos efectos son neutrales (3 de 11 Acciones Prioritarias) donde la acción se centra solo en cambios en la combinación de energía o recursos y no en los niveles de demanda. Los efectos negativos están presentes para una acción y pueden reflejar la necesidad de importaciones que podrían revertirse con el tiempo con la expansión de la producción local.

3. Para el **indicador 3** (cambios a la producción local de energía y recursos), la mayoría de las acciones prioritarias (6 de 11) son positivas. Los cambios a favor de energía y recursos locales significan que los gastos y las inversiones se trasladan dentro del estado. Se espera que ninguna acción muestre efecto negativo y cinco (5 de 11) sean neutrales. Esta evaluación refleja enfoques de acciones que están diseñadas predominantemente para cambiar la producción de energía y recursos hacia alternativas locales bajas en carbono. Esto es particularmente cierto para los cambios hacia la generación de energía renovable local y la recuperación de bosques y tierras de cultivo para restaurar la productividad perdida.

4. Para el **indicador 4** (cambios a las cadenas de suministro locales), los indicadores positivos están presentes en meno de la mitad de las acciones prioritarias (3 de 1a). Los cambios a favor de las cadenas de suministro locales bajas en carbono significan que las inversiones y los gastos se trasladan dentro del estado. Indicadores negativos están presentes en meno de la mitad de las acciones (5 de 11), y indicador neutral también (3 de 11). En los casos con indicadores negativos (5 de 11), esto podría cambiar si se planifican inversiones adicionales para el desarrollo de la capacidad de producción local y la aceleración para compensar las necesidades de importación.

5. Para el **indicador 5** (cambios a actividades más intensivas en empleo), la mayoría de las acciones prioritarias (7 de 11) muestran este indicador como positivo. Dos son negativos (2 de 11) y dos neutral (2 de 11). Los cambios hacia actividades más intensivas en empleo significan la creación de nuevos puestos de trabajo. Esto refleja enfoques de acciones que aprovechan las tecnologías y prácticas emergentes que se encuentran en las primeras etapas de industrialización caracterizadas por una intensidad de trabajo por unidad de producción superior a la media. Estos enfoques de mayor intensidad de empleo pueden producirse a expensas de mayores costos del sistema en algunos casos, particularmente a corto plazo, pero reflejan un potencial significativo de retorno de la inversión en la creación de empleo a través de las acciones

6. Para el **indicador 6** (cambios a fuentes de ingresos y financiamiento externo), todas las acciones prioritarias (12 de 12) arrojan resultados positivos. Los cambios hacia el financiamiento externo significa que las acciones pueden atraer inversiones (o capital) externas y, por lo tanto, pueden expandir los fondos y la inversión disponibles dentro del estado. Esto refleja enfoques de acciones que brindan beneficios globales que probablemente sean de interés para los inversionistas orientados al impacto dentro y fuera de la jurisdicción, incluidos los donantes internacionales, así como los inversionistas comerciales a nivel nacional y mundial que estén interesados en una replicación más amplia y una ampliación de las acciones.



## 7. Conclusión

A través del desarrollo de esta trayectoria de descarbonización, el estado de Quintana Roo ha tomado un paso importante en sus objetivos de descarbonización, al mismo tiempo que contribuye al alcance de la meta global de mantener el calentamiento global por debajo de los 2°C. Quintana Roo ha establecido metas de descarbonización ambiciosas y transformadoras, y las acciones prioritarias incluidas de momento en su trayectoria representan un esfuerzo significativo del estado para lograrlas.

Según la línea de base de emisiones desarrollada por el proyecto, las emisiones totales de Quintana Roo en el 2015 fueron de 10,4 TgCO<sub>2</sub>e, y se proyectó que estas emisiones crecerán a 15,9 TgCO<sub>2</sub>e para el 2030, continuando su crecimiento hasta el 2050 con emisiones de 33,4 TgCO<sub>2</sub>e. Los análisis indican que los catalizadores más importantes de emisiones en la región son el suministro de energía eléctrica y la demanda de energía en los sectores de transporte y de industria.

Al implementar las once acciones prioritarias, Quintana Roo logrará una reducción de emisiones GEI de 2,8 TgCO<sub>2</sub>e para 2030, es decir una reducción de un 17% en comparación con la línea de base. Para 2050, se espera una reducción de 9,9 TgCO<sub>2</sub>e, es decir, una reducción de un 29% en comparación con la línea de base. La mayoría de las reducciones de emisiones de GEI provendrán de acciones prioritarias en el sector del suministro de energía que contribuyen al 81% de las reducciones totales en 2050).

Tras la implementación de las 11 acciones prioritarias, algunas emisiones continuarán en el 2050 en el estado, siendo las principales: 16,7 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones de la demanda de energía en el sector de transporte; 2,8 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones de la demanda de energía en el sector de industria; y 2,0 TgCO<sub>2</sub>e de emisiones directas de GEI procedentes del sector del suministro de energía.

Según la evaluación desarrollada por el proyecto, la implementación de más de la mitad de las acciones prioritarias (8 de las 11) genera un ahorro neto a lo largo del tiempo. Las acciones que generan costos directos (para todas de pequeña magnitud) no deben considerarse un resultado negativo. Además de sus reducciones de GEI, estas acciones también pueden promover beneficios macroeconómicos

para el estado, ya que incluyen el potencial de aumentar la actividad económica general y/o oportunidades de empleo en el estado. En este sentido, la gran mayoría de las acciones prioritarias generarán un impacto macroeconómico positivo para la economía de Quintana Roo si se implementan para capitalizar los principales motores de crecimiento económico. Ejemplos de estos motores son la creación de cadenas de suministro locales; el establecimiento de programas que promueven el desarrollo de mano de obra local; y el fomento de inversiones extranjeras y/o subvenciones o préstamos nacionales.

Con respecto a estas 11 acciones prioritarias, como próximos pasos, el estado tendrá que identificar los mecanismos específicos de implementación. Dichos mecanismos facilitará la cuantificación de los costos y beneficios, y por consiguiente, ayudará a identificar los mecanismos de financiamiento de las diferentes acciones para maximizar su potencial de mitigación y obtención de beneficios socio-económicos. Asimismo, el estado tendrá que establecer sistemas de monitoreo, reporte, y verificación que permitan medir los impactos reales de estas acciones para verificar la reducción de emisiones netas como resultado de su implementación.

Es importante resaltar que, tal y como se presenta en este informe, las once acciones prioritarias incluidas en la trayectoria sólo ayudan parcialmente al cumplimiento de las metas de reducción de emisiones de GEI para el 2030 y el 2050. Esto no se debe a la falta de ambición del estado en la identificación y desarrollo de más acciones para alcanzar las metas, sino debido al alcance limitado del proyecto que sólo permite evaluar una cantidad limitada de acciones prioritarias.

Quintana Roo puede lograr sus metas de descarbonización a través del aumento de los niveles de esfuerzo de las acciones prioritarias y a través de la identificación de acciones adicionales en los diferentes sectores. Para identificar estas acciones, se pueden usar los catálogos de acciones desarrollados como parte del proyecto. En particular, las acciones adicionales deben abordar los impulsores clave de las emisiones después de la implementación completa de las acciones prioritarias en el 2050. A continuación, se presentan algunas sugerencias del equipo técnico del proyecto sobre acciones adicionales que podrían considerarse para complementar las 11 acciones prioritarias y cambios potenciales en los niveles de esfuerzo propuestos para algunas de las acciones prioritarias:

### I. TRANSPORTE:

- Cambiar los niveles de esfuerzo y el tiempo de implementación de la acción de vehículos eléctricos (T-1) para que sean más ambiciosos (en particular, adelantar los tiempos de implementación para lograr los niveles de esfuerzo. Por ejemplo, para 2030, los vehículos eléctricos representarán el 50% de todas las ventas de diferentes categorías de vehículos; para 2035, representarán el 75%; para 2040, representarán el 100%).
- Agregar una acción de biocombustibles para vehículos de carretera para reducir las emisiones de GEI de la parte de la flota que sigue consumiendo combustibles fósiles (por ejemplo, a través de requisitos elevados de mezcla de etanol y biodiésel antes de 2030).

- Agregar una acción de combustible renovable para aeronaves probablemente a largo plazo (por ejemplo, a través de requisitos sobre el contenido renovable que aumentan con el tiempo).
- Agregar una acción de combustible renovable para embarcaciones marinas comerciales y recreativas.

## II. INDUSTRIA:

- Agregar una acción de energía renovable en situ (por ejemplo, energía solar fotovoltaica).
- Agregar una acción de electrificación de procesos industriales que consumen combustible.

## III. RCI:

- Agregar una acción sobre la electrificación de la demanda energética de los edificios que requieren combustible para calefacción o cocina.
- Programas de eficiencia energética de edificios residenciales urbanos y rurales para viviendas existentes

Quintana Roo está bien posicionado para avanzar en sus objetivos y lograr la reducción de emisiones acumulativas de GEI identificadas, tomando como base y construyendo sobre estas acciones prioritarias, así como otras metas socioeconómicas. Con los resultados producidos de este proceso de desarrollar y evaluar la trayectoria de descarbonización, se ha establecido una base sólida para promover un futuro sostenible y de bajas emisiones para el estado.

# 8. Glosario de Términos

**Acción de trayectoria** - actividades planificadas por el gobierno y/o el sector privado dentro de las jurisdicciones que cambiarán las trayectorias de las emisiones de GEI (o las líneas de base) en el marco de las actividades habituales mediante la aplicación de tecnologías y prácticas nuevas y mejoradas. Estas nuevas actividades de bajo carbono pueden contribuir a reducir las emisiones de GEI mediante la reducción del contenido de carbono de la energía (por ejemplo, pasando a la energía renovable), la reducción del uso de energía intensiva en carbono (por ejemplo, pasando a una mayor eficiencia energética), el aumento del almacenamiento de carbono a largo plazo (por ejemplo, mediante la conservación de las reservas forestales), u otros enfoques.

**Costo efectividad (CE)** - Un valor de costo efectividad indica el costo directo o ahorro para la sociedad por cada tonelada de GEI reducida. Un valor positivo de CE indica un costo, mientras un valor negativo indica un ahorro.

**Intensidad de carbono** – la cantidad de emisiones de GEI por una unidad específica. Por ejemplo, la intensidad de carbono per cápita es la cantidad de GEI emitida por cada persona.

**Línea de base** - una serie de datos históricos y previstos sobre la producción y el consumo de energía, la producción, el consumo y la gestión de recursos naturales, los cambios en el uso del suelo para estimar las emisiones de GEI. En este proyecto, es sinónimo del escenario de business as usual (BAU) (es decir, el escenario en el que no se aplican medidas de mitigación)

**Presupuesto global de carbono** - El total de emisiones de gases de efecto invernadero restantes que se pueden emitir mientras permanecemos por debajo de los 2°C de calentamiento global.

**Superposiciones de acciones** - interacciones entre diferentes acciones en el mismo sector o en diferentes sectores que impactan sus reducciones de emisiones anticipadas.

**Trayectoria de descarbonización (o simplemente "trayectoria")** - una combinación de acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o aumentar la absorción de gases de efecto invernadero de la atmósfera que una jurisdicción ha decidido aplicar para reducir su huella global de carbono.

**Teragramo (Tg)** - Equivale a un millón de toneladas métricas.



SECRETARIAT THE °CLIMATE GROUP



CON EL RESPALDO DE

SOCIO PRINCIPAL



BENEFICIARIO

SOCIOS

