



NOTA TÉCNICA N° IDB-TN-02859

Guía Metodológica para Alinear la Planificación Energética y Eléctrica con las Estrategias Climáticas de Largo Plazo en América Latina y el Caribe

Autores:

Craig James Menzies

Avelina Ruiz

Inder Rivera

Editores:

José Luis Irigoyen

Irati Jiménez Dorronsoro

Juan Pablo Brichetti

Sofía Viguri

Banco Interamericano de Desarrollo
Departamento de Infraestructura y Energía

Diciembre, 2023



Guía Metodológica para Alinear la Planificación Energética y Eléctrica con las Estrategias Climáticas de Largo Plazo en América Latina y el Caribe

Autores:

Craig James Menzies

Avelina Ruiz

Inder Rivera

Editores:

José Luis Irigoyen

Irati Jiménez Dorransoro

Juan Pablo Brichetti

Sofía Viguri

Banco Interamericano de Desarrollo
Departamento de Infraestructura y Energía

Diciembre, 2023

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Menzies, Craig.

Guía metodológica para alinear la planificación energética y eléctrica con las estrategias climáticas de largo plazo en América Latina y el Caribe / Craig James Menzies, Avelina Ruiz, Inder Rivera; editores, José Irigoyen, Irati Jimenez Dorransoro, Sofía Viguri, Juan Pablo Brichetti.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2859)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Climate change mitigation-Latin America. 2. Climate change mitigation-Caribbean Area. 3. Energy transition-Latin America. 4. Energy transition-Caribbean Area. 5. Carbon dioxide mitigation-Latin America. 6. Carbon dioxide mitigation-Caribbean Area. 7. Industries-Environmental aspects-Latin America. 8. Industries-Environmental aspects-Caribbean Area. I. Ruiz, Avelina. II. Rivera, Inder. III. Irigoyen, José Luis, editor. IV. Jimenez Dorransoro, Irati, editora. V. Viguri, Sofía, editora. VI. Brichetti, Juan Pablo, editor. VII. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Energía. VIII. Título. IX. Serie.

IDB-TN-2859

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO

(<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Guía Metodológica para Alinear la
Planificación Energética y Eléctrica
con las Estrategias Climáticas de
Largo Plazo en América Latina y el Caribe



Agradecimientos

Este informe es parte de la agenda de conocimiento desarrollada por la División de Energía del Banco Interamericano de Desarrollo, la cual tiene por objetivo desarrollar nuevos productos de conocimiento y programas de asistencia técnica para los países de América Latina y el Caribe. Los productos de conocimiento generados tienen la intención de informar, guiar y ofrecer un menú de recomendaciones a los hacedores de políticas y participantes activos en los mercados energéticos, incluidos los consumidores, las empresas de servicios públicos y los reguladores.

El informe fue elaborado bajo la dirección general de Marcelino Madrigal (Jefe de la División de Energía). El líder del equipo de trabajo es José Luis Irigoyen. Los principales autores del informe son Craig Menzies de Global Factor, y Avelina Ruiz e Inder Rivera de WRI. Los miembros del equipo de trabajo incluyen a Irati Jimenez Dorronsoro, Virginia Snyder, Sofia Viguri y Juan Pablo Brichetti. El equipo agradece a Lenin Balza y Roberto Gabriel Aiello por sus comentarios y revisión. El equipo agradece el apoyo financiero de la cooperación técnica “Fortalecimiento de la Gobernanza para Incrementar la Transversalización de la Sostenibilidad Ambiental y Social” (RG-T3671).

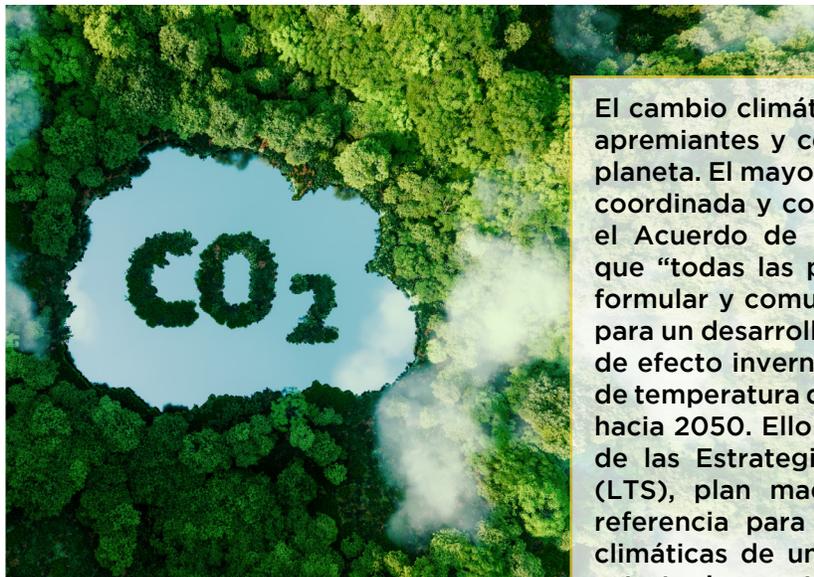
Índice

Resumen Ejecutivo	01
1. Introducción	03
2. Fase de Preparación para Alinear los PESE con las LTS	05
2.1. Mecanismos de coordinación y consenso	06
2.2. Visión, objetivos e hitos	09
2.3. Checklist para la fase de preparación	14
3. Fase de Verificación de la Alineación de los Componentes del PESE con las LTS	16
3.1. Análisis y modelización	17
3.2. Implementación y alineación	22
3.3. Mecanismos financieros	25
3.4. Checklist para la fase de verificación	30
4. Fase de Control Ex Post de los Resultados de los PESE Respecto de las LTS	33
4.1. Monitoreo, evaluación y actualización: Sistemas MRV	34
4.2. Checklist para la fase de control ex post	40
5. Reflexiones Finales	42
Referencias	45
Anexo I. Checklists	46
Anexo II. Árbol de Decisiones	52
Anexo III. Metodologías Analizadas	54
Anexo IV. Información Complementaria	59

Acrónimos

ADB	Banco de Desarrollo de Asia, por sus siglas en inglés
ALC	América Latina y el Caribe
AP	Acuerdo de París
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAF	Corporación Andina de Fomento
CGE	Equilibrio General Computable, por sus siglas en inglés
COP	Conferencia de las Partes, por sus siglas en inglés
DICE	Dynamic Integrated Climate-Economy
DOE	Departamento de Energía, por sus siglas en inglés
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IEA	Agencia Internacional de la Energía, por sus siglas en inglés
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático, por sus siglas en inglés
IRENA	Agencia Internacional de la Energía Renovable, por sus siglas en inglés
LEAP	Low Emissions Analysis Platform
LTS	Estrategias Climáticas de Largo Plazo, por sus siglas en inglés
MESSAGE	Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación.
NDC	Contribuciones Nacionales Determinadas, por sus siglas en inglés
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PESE	Planes de Expansión del Sector Energético
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
TIMES	The Integrated Markal-EFOM System
UE	Unión Europea
UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, por sus siglas en inglés

Resumen Ejecutivo



El cambio climático es uno de los desafíos más apremiantes y complejos que enfrenta nuestro planeta. El mayor avance para actuar de manera coordinada y consensuada entre los países fue el Acuerdo de París de 2015, que estableció que “todas las partes deberían esforzarse por formular y comunicar estrategias a largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero”, acordándose una meta de temperatura que implicó la descarbonización hacia 2050. Ello supuso el origen del concepto de las Estrategias Climáticas de Largo Plazo (LTS), plan maestro que debe actuar como referencia para compatibilizar con las metas climáticas de un país el resto de los planes y estrategias sectoriales específicos, como por ejemplo en materia de energía.

Un buen diseño del sistema energético futuro debe considerar la forma en que las LTS conciben y manejan los impactos locales del cambio climático, anticipando cómo éste va a afectar la generación y la demanda de energía y la viabilidad técnica y económica de la infraestructura energética. Con base en ello, se podrá desarrollar una estrategia de ajuste y transición de los sistemas. La competitividad de las economías dependerá en gran medida de que exista una transición ágil y ordenada hacia sistemas energéticos de bajas emisiones, de forma que la transformación del sector funcione como impulsora del desarrollo social y económico. Sin embargo, la profunda transformación a la que debe ser sometido el sistema energético puede causar situaciones desfavorables para ciertos nichos de la sociedad. Es fundamental, entonces, incorporar a las estrategias las posibles externalidades del proceso de transformación y promover medidas para maximizar el acceso a medios de vida sostenibles, incluyentes y resilientes.

Este documento presenta una Guía que procura sistematizar los puntos a considerar para promover una efectiva alineación entre los planes de expansión del sector energético (PESE) de los países y sus LTS. Si bien las LTS abarcan objetivos de descarbonización y de resiliencia, esta guía se enfoca principalmente en los primeros. Para su formulación se tuvieron en cuenta las lecciones aprendidas a nivel internacional respecto al desarrollo de los asuntos energéticos en las LTS y su alineación con los PESE, las particularidades de los países de ALC, y la literatura relativa a temas de planificación energética a largo plazo.

En primer lugar, la Guía presenta los modelos empleados en la elaboración de las LTS, que permiten lidiar simultáneamente con los retos de la incertidumbre y las prioridades de desarrollo. Estos son de tres tipos: 1) *backcasting*, que permiten seleccionar los objetivos que se quieren alcanzar en el largo plazo y determinar los pasos para llegar allí, 2) *forecasting* para pronosticar la evolución de los componentes de los sectores (proyecciones de emisiones, de costes de las

tecnologías, de la demanda energética, entre otros), y 3) de evaluación integrada que permiten evaluar cómo medidas de reducción de emisiones afectan la evolución macroeconómica del país y viceversa. La Guía incluye también los pasos que deben considerarse para desarrollar estrategias de flujos financieros consistentes con una ruta de desarrollo baja en carbono y resiliencia climática que, en general, implicarán desarrollar una estrecha colaboración público-privada dada la magnitud de fondos demandada. Adicionalmente se incluyen en la presente Guía los sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV) utilizados para controlar los avances en el cumplimiento de los objetivos de las LTS; los sistemas MRV ascendentes son útiles para hacer un seguimiento exhaustivo de una medida compleja, mientras que los sistemas MRV descendentes, con menor nivel de detalle, son ideales para hacer un seguimiento global de los avances de las LTS.

De manera transversal a cada uno de estos pasos se considera la idoneidad de quienes lleven adelante las LTS. Será vital definir un coordinador que aborde explícitamente la multi-sectorialidad entre diferentes ministerios y niveles de gobernanza, asegurando la coordinación institucional para lograr un correcto entendimiento entre las partes interesadas. Además, será relevante que exista un sector público capacitado que pueda llevar a cabo el análisis y la modelización de las LTS y los PESE, ya que los modelos requieren de una continua actualización y mejora. De igual modo, resultará imprescindible hacer partícipes a los gobiernos subnacionales en las decisiones de inversión en nueva infraestructura energética. En la fase de revisión y actualización de las LTS deben estar involucrados los principales ministerios y actores que forman parte del ecosistema social e institucional de la política climática y energética.

1. Introducción





El cambio climático es un componente central desde hace más de tres décadas de la agenda política. El mayor avance en la articulación de una solución coordinada y consensuada al cambio climático fue el Acuerdo de París (AP) de 2015¹ que, en su artículo 4, estableció que “Todas las Partes deberían esforzarse por formular y comunicar estrategias a largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)”, lo que supone el origen del concepto de las LTS. Estas se configuran como el plan maestro, holístico e integral, a partir del cual se constituyen el resto de los planes y estrategias de descarbonización y resiliencia específicas a los sectores de la economía.

La complejidad de los sistemas energéticos requiere de una planificación minuciosa que implica la elaboración específica de planes, estrategias y hojas de ruta que aborden en detalle cómo se prevé avanzar en las próximas décadas en los diferentes componentes de estos sistemas. Para lograr una senda de desarrollo sostenible, los PESE de los países deben alinearse con sus LTS. La necesidad de transformación del sistema energético no responde exclusivamente a objetivos climáticos. Existen también otros motivos por los que es recomendable llevarla a cabo, relacionados con los costes de las tecnologías energéticas, la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles, las mejoras en términos de seguridad y cobertura energética, la asequibilidad de los servicios y la creación de puestos de empleo sostenibles.

El rol de la política industrial en el contexto de la transición energética es fundamental para aprovechar las oportunidades económicas y la generación de empleo que ofrece este proceso de transformación. La implementación de políticas industriales estratégicas puede impulsar la fabricación y adopción de tecnologías limpias, fomentar la innovación en el sector energético y promover la producción local de equipos y componentes relacionados con energías renovables y eficiencia energética. Al facilitar la creación de un entorno favorable para la industria verde, los gobiernos pueden estimular la inversión en sectores como la energía solar, eólica, la movilidad eléctrica y la eficiencia energética, generando empleos en la manufactura, instalación, mantenimiento y operación de estas tecnologías. Además, la promoción de cadenas de valor regionales y nacionales en la producción de energía y la eficiencia energética puede contribuir a la independencia energética y al desarrollo sostenible, al tiempo que fortalece la resiliencia económica de los países de la región ALC en un contexto de cambio climático y transición hacia una matriz energética más limpia.

La importancia del desarrollo de una guía metodológica para la verificación de la alineación de los PESE con las LTS radica en su capacidad para garantizar la coherencia y efectividad de las estrategias de transición energética, en un contexto que las decisiones son tomadas bajo incertidumbre y generan dependencia de sendero. Este conjunto de herramientas proporcionará a los responsables de la planificación energética las directrices y recursos necesarios para evaluar si sus políticas y proyectos se alinean con los objetivos y compromisos establecidos en las LTS. Al asegurar que las acciones y decisiones del sector energético estén en sintonía con las metas climáticas y de sostenibilidad, la guía metodológica facilita un enfoque coordinado y cohesivo en la implementación de soluciones energéticas más limpias y resilientes. Esto, a su vez, contribuye a maximizar el impacto de las inversiones, promover la reducción de emisiones de GEI y fortalecer la capacidad de los países de ALC para lograr una transición exitosa hacia una economía baja en carbono, resiliente, y socialmente sostenible.

¹ Acuerdo de París: https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

2. Fase de Preparación para Alinear los PESE con las LTS



Este capítulo aborda una etapa crucial en el proceso de coordinación y consenso entre las partes interesadas en la planificación energética, explorando en detalle los mecanismos necesarios para lograr una visión común, establecer objetivos compartidos y definir hitos que orienten la evolución del sistema energético hacia un futuro más sostenible.



En el apartado de “mecanismos de coordinación y consenso” se destaca la necesidad del diálogo e involucramiento de actores clave, bajo un liderazgo político firme que promueva la LTS y genere estructuras de gobernanza sólidas. Se enfatiza también la necesidad de fortalecer el vínculo entre el sector climático y el energético.

Por su parte, referido a la “visión, objetivos e hitos”, se exhibe la importancia de una coordinación entre los PESE y la LTS para los objetivos de descarbonización, enfatizando en una buena alineación con los ODS teniendo en cuenta las complicaciones que puede haber en los países menos desarrollados. Finalmente, la relevancia de analizar detalladamente los activos varados (stranded assets), para evitar su proliferación y restringir futuras inversiones no deseadas.

2.1. Mecanismos de coordinación y consenso

2.1.1. Procesos e instrumentos de planificación de las LTS para una buena integración con la política energética nacional

A través de las LTS, los países establecen la hoja de ruta que les permitirá cumplir con los objetivos del AP y alcanzar una economía descarbonizada hacia mediados de siglo en términos de instrumentos de planeación, política pública, infraestructura e inversión.

Dada la complejidad de los cambios institucionales inherentes a la transformación energética, el proceso de elaboración de las LTS requiere de una amplia consulta y diálogo desde el diseño del instrumento hasta la fase de implementación. Así, las instituciones líderes del proceso deben asegurar que se involucra a los actores principales que participan en el sector energético², permitiendo la construcción de consensos y facilitando la incorporación de las metas de las LTS en la planificación energética. Se recomienda que los procesos participativos se realicen en las diferentes etapas del diseño de las LTS.

² Para más información, véase este estudio publicado por el BID: Actores principales que deben participar en el diálogo para la elaboración de la LTS (BID): <https://publications.iadb.org/es/como-llegar-cero-emisiones-netas-lecciones-de-america-latina-y-el-caribe-resumen-ejecutivo>

Establecer objetivos ambiciosos que impliquen la transformación energética y económica del país requiere asegurar desde el inicio el liderazgo político que respaldará y promoverá la implementación de las LTS. En términos generales, los respectivos Ministerios de Medio Ambiente³ son las instituciones que lideran estos procesos, pero para garantizar una buena alineación con los PESE, se debe compartir la responsabilidad con los Ministerios de Energía, Finanzas y Planeación. Inclusive el tamaño de los desafíos puede requerir la creación de entidades ad hoc que tengan las capacidades técnico- financieras y la fuerza política necesaria para garantizar el involucramiento de los principales ministerios responsables de la implementación. En aquellos países que ya cuentan con una LTS, es recomendable que, previo a su actualización, lleven a cabo un análisis acerca del funcionamiento de esta coordinación y realicen los ajustes necesarios o creen una institución adicional si fuese conveniente.

Además, para dar certidumbre al proceso y establecer las bases de la planeación e implementación de las LTS, son muy importantes las estructuras de gobernanza y los arreglos institucionales que se constituyan. Estas estructuras y arreglos pueden estar definidos en un marco legal (como es el caso de México⁴ y Reino Unido⁵) que regule el proceso de planeación en todas sus etapas y asegure la coordinación y la alineación tanto de instrumentos como de metas sectoriales.

Una ley nacional u orden ejecutiva puede formalizar el inicio de los procesos de elaboración y revisión. Se sugiere establecer las responsabilidades entre los distintos actores para brindar insumos en la fase preparatoria (e implementar los objetivos y acciones estratégicas) en las LTS y en los instrumentos legales que definen los procesos. Debe incluirse especialmente al sector energético, pero también a los gobiernos subnacionales y al sector privado, práctica especialmente relevante en países en vías de desarrollo, ya que suelen contar con estructuras de gobernanza más débiles y con menor experiencia en la elaboración de planes a largo plazo.

Cuadro de texto 1. Elementos clave para la vinculación de las LTS con los PESE

En base a la experiencia y lecciones que dejan las Estrategias publicadas desde la entrada en vigor del Acuerdo, se han identificado 8 elementos clave que deben considerarse en las LTS para promover su alineación los PESE. Estos son:

- 1** **Inclusión de trayectorias de emisiones hacia 2050** o más. Idealmente esto incluye trayectorias nacionales en línea con el objetivo de temperatura del Acuerdo de París y metas cuantitativas.
- 2** **Objetivos cuantitativos de reducción de emisiones a lo largo de varios hitos temporales** a medio y corto plazo.
- 3** **Las LTS deben integrar a todos los sectores de la economía**, sabiendo que las trayectorias de emisiones son interdependientes entre ellos.
- 4** **Las LTS deben ser consideradas como un ejercicio continuo** que se irá alineando a partir de la propia revisión de los instrumentos de política sectorial.

³ O aquellos Ministerios que tengan la responsabilidad funcional de velar por el cumplimiento de los objetivos climáticos en cada uno de los respectivos países de ALC

⁴ https://unfccc.int/sites/default/files/mexico_mcs_final_cop22nov16_red.pdf

⁵ <https://www.gov.uk/government/publications/clean-growth-strategy>

- 5** Igual que los PESE, las LTS requieren de una amplia coordinación de esfuerzos interministeriales y procesos de participación inclusivos de los sectores social y privado.
- 6** Los PESE deben contemplar las acciones identificadas en las LTS en el corto plazo y los habilitadores estratégicos para la descarbonización del sector energético.
- 7** Las LTS deben clarificar cuántos recursos financieros se necesitan adicionales a los recursos públicos nacionales, incluyendo el esfuerzo del sector privado, de los gobiernos subnacionales y el apoyo de fondos de origen internacional.
- 8** Las LTS deben considerar y desarrollarse en línea con los ODS de la Agenda 2030 y con los objetivos nacionales que tenga el país.

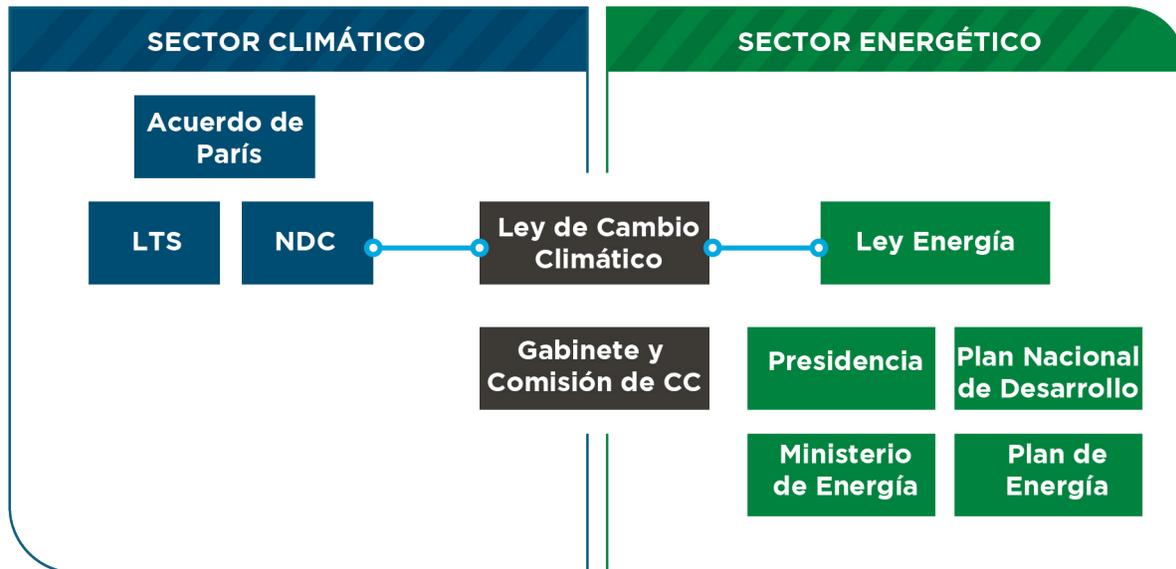
En definitiva, el proceso de planificación y elaboración de las LTS requiere de liderazgo político, de una importante colaboración entre los Ministerios de Medio Ambiente, Energía y Finanzas y de la puesta en marcha de mecanismos que aseguren un debate transparente e informado.

2.1.2. Capacitación necesaria en la fase preparativa (de coordinación y consenso)

Con la meta de garantizar una alineación clara entre los LTS y los PESE, es crucial construir o fortalecer puentes entre el sector climático, predominante en las LTS, y el sector energético (ver Figura 1). En los países con mecanismos de coordinación vía un Gabinete o Comisión de cambio climático donde participan representantes de Presidencia e instituciones públicas de diversos sectores (ambiente, clima, finanzas, hacienda y energía, entre otros), es recomendable:

- **Asegurar que los actores del sector energético apoyan la definición de las metas climáticas.**
- **Que esos actores comuniquen al Ministerio (o Secretaría) de Energía los planes y visión e incorporen como insumo las metas específicas de energía en la planeación energética.**
- **Que los miembros del Gabinete o Comisión de Cambio Climático jueguen un rol en la definición del Plan de Desarrollo de cada país (usualmente se realiza al inicio de cada administración) para incluir las metas climáticas en todos los sectores, como el de energía.**

Figura 1. Coordinación entre el sector climático de las LTS y el sector energético.



Fuente: elaboración propia.

2.2. Visión, objetivos e hitos

2.2.1. Objetivos de Descarbonización

Las LTS se configuran como la herramienta que hace posible dar cumplimiento al objetivo principal de descarbonización económica de un país a largo plazo. Estas herramientas nacen por la necesidad de integrar los distintos instrumentos de planificación sectorial existentes (por ejemplo, para el sector energético, planes de expansión de la red eléctrica, estrategias de almacenamiento energético, etc.) en una agenda común en la cual todas las herramientas se articulen en torno al objetivo de reducción de emisiones de GEI, mediante medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Las NDC recogen los objetivos a corto plazo (por lo menos 5 años) que deben alcanzarse para situarse en la senda prevista en las LTS. Los PESE deben integrar de manera explícita tanto los objetivos contemplados en las NDC como los marcados en las LTS para así garantizar una transformación del sector alineada con las metas establecidas.

Se recomienda que, con una periodicidad de 5 años, también se evalúe la necesidad de actualizar tanto partes de las LTS como de los PESE de forma coordinada, a fin de garantizar la coherencia entre todos los instrumentos de planificación a largo plazo, facilitando la labor de coordinación del ministerio de energía con los diferentes equipos e instituciones responsables de actualizar los demás planes y estrategias no energéticas.

2.2.2. Alineación con los ODS

Aunque el ODS 7 especifica el objetivo de “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”, abordando el tema energético de manera directa, no es el único objetivo en el que tienen impacto directo los sistemas energéticos.

En particular, los países en vías de desarrollo necesitan poner mayor énfasis en explorar posibles sinergias con otros ODS que pueden no tener una relación directa con el sector energético⁶, de forma que las acciones sectoriales colaboren a alcanzar otros objetivos vinculados al desarrollo económico y a la mejora de las condiciones de vida del país.



A fin de evitar que se trabaje de manera aislada en los asuntos energéticos de las estrategias para 2030 (Agenda 2030) y para 2050 (LTS), los gobiernos deberán incorporar los ODS tanto en las LTS como en los PESE y alinear los hitos para 2030 con los hitos para 2050 mediante la introducción de un capítulo explícito que aborde cómo las medidas contenidas en las LTS y en los PESE van a impactar en el cumplimiento de los ODS, así como analizar oportunidades de mejora.

La naturaleza holística de la Agenda 2030 hace que su implementación no pueda depender exclusivamente de un solo ministerio, por lo que es necesario contar con algún tipo de mecanismo que articule una coordinación entre las distintas áreas de gobierno del país, algo que debería ser evaluado por cada país atendiendo a sus particularidades organizativas. Asimismo, para poder alcanzar los objetivos de la Agenda 2030, se tendrán que llevar a cabo grandes inversiones a largo plazo, las cuales vendrán mayoritariamente desde el sector privado. Por ello, resulta indispensable establecer una estrecha colaboración público-privada para garantizar que estas inversiones vayan bien encaminadas.

Por último, es fundamental que las LTS contenga un análisis exhaustivo de las potenciales contrapartidas que puedan existir entre algunas de las medidas propuestas para cumplir con los objetivos a medio plazo y aquéllas necesarias para lograr el proceso de descarbonización a 2050, y que este análisis sea tenido en cuenta en el desarrollo de los PESE ⁷.

⁶ Como podrían ser los ODS 1 y 2.

⁷ Para más información sobre contrapartidas y sinergias entre los ODS y las LTS, véase el informe publicado por el Sustainable Development Solutions Network Sinergias y contrapartidas entre ODS y LTS: https://irp-cdn.multiscreensite.com/be6d1d56/files/uploaded/OECD_SDSN-Working-Paper_2019_Final.pdf

2.2.3. Consideraciones de la transición justa

Las medidas de transición justa se refieren a intervenciones de política que tienen como objetivo cambiar la estructura económica a una de bajo carbono, social y ambientalmente amigable y, al hacerlo, maximizar los beneficios, minimizar y compensar los costos, y dar voz a todas las partes interesadas afectadas por la política climática. Algunas acciones que típicamente forman parte de la transición justa en pos de garantizar el bienestar y el porvenir de las comunidades afectadas son:

- **La puesta en marcha de esquemas de protección social, formación y capacitación de los trabajadores afectados.**
- **Propuestas de opciones de reubicación para estos trabajadores y sus familias.**

La transición justa tiene dos dimensiones principales: resultados y procesos. El resultado de la transición justa debe ser la reubicación y readaptación de todos los actores que se hayan visto afectados por el cambio en el modelo productivo. En lo que refiere al proceso, éste debe ser inclusivo: todos los agentes sociales deben estar implicados en su planificación y desarrollo para lograr la mayor aceptación social posible. El dialogo social es el proceso fundamental a partir del cual debe abordarse la transición justa en las LTS. El gobierno debe garantizar que todos los agentes implicados en la transición formen parte del diseño, planificación e implementación de las medidas concretas y además podrán servir como referencia para la elaboración y actualización de los PESE.

Las medidas a implementar en materia de transición justa⁸ son extremadamente dependientes del contexto específico de la región afectada: se pueden requerir medidas enfocadas a la reconversión económica de toda la región o tal vez es suficiente con la puesta en marcha de esquemas compensatorios y de capacitación para esos trabajadores.

Dado que el impacto social de la transición energética no está homogéneamente distribuido a lo largo del territorio, su consideración debe partir de un análisis a escala regional y local, debiendo profundizar en la cooperación y coordinación entre el gobierno central y los gobiernos locales y agentes sociales (sindicatos, patronales, ONGs y agrupaciones vecinales).

Pero la transición energética también brinda grandes oportunidades en materia de creación de empleo, desarrollo económico local y reindustrialización del país, por lo que es interesante que estas oportunidades queden reflejadas en las LTS y sean explicitadas en los PESE, para así vincular transformaciones concretas del sector (por ejemplo, expansión de la red eléctrica) con oportunidades en términos de empleabilidad, crecimiento económico, etc.

Uno de los aspectos fundamentales en materia de transición justa es cómo financiarla, siendo este punto especialmente relevante para los países con menos recursos económicos. Es en estos casos cuando la captación de fondos internacionales para tales fines puede resultar fundamental para poder implementar todas las medidas requeridas.

⁸ Para más información sobre posibles intervenciones en materia de transición justa, véase la publicación del ILO: Principios e intervenciones en materia de transición justa: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_752081.pdf

2.2.4. Activos varados (*stranded assets*)

De acuerdo con la IEA, los activos varados son “las inversiones que ya han sido hechas pero que, en algún momento antes del fin de su vida económica útil, no son capaces de generar retorno económico como resultado de los cambios en el mercado y marco regulatorio”. De manera simplificada, se pueden definir los activos varados como activos cuyo valor ha resultado ser inferior al esperado debido, en este caso, a cambios asociados a la transición energética. Resulta imprescindible que los técnicos del ministerio de energía consideren en detalle el riesgo de proliferación de activos varados en los PESE a la luz de las LTS, para así poder planificar, gestionar e implementar cambios que sean oportunos, balanceados y que minimicen los impactos adversos.

Un número importante de países de ALC tienen fuerte dependencia de sus recursos de combustibles fósiles, haciendo que la región esté particularmente expuesta a la proliferación de activos varados. A esto se añade que muchos de estos países también cuentan con dificultades económicas, por lo que su capacidad de inversión en infraestructura nueva está más limitada que en el caso de países ricos. Por todo ello, es fundamental dedicar recursos y esfuerzos a considerar los activos varados en la planificación energética, u evitar incurrir en mayores gastos económicos en el futuro. Con carácter general, las tres principales áreas de actuación sobre las que se deberá incidir en la planificación energética para minimizar la proliferación de activos varados son⁹:

- **Restricción de las inversiones para la extracción y distribución de los combustibles fósiles.**
- **Cierre gradual programado de las minas y centrales de carbón.**
- **Señalización con incentivos económicos (positivos: subvenciones; negativos: impuestos).**

Además, la proliferación de activos varados también puede tener implicaciones importantes en la seguridad energética del país, ya que si muchos de estos activos dejan de ser operativos y esas tecnologías no son reemplazadas a tiempo, estos países deberán importar una buena parte de su energía para garantizar el suministro, lo que implica estar más expuestos a las fluctuaciones del mercado internacional y, por tanto, tener menos seguridad energética.

⁹ Para más información, véase el informe de IRENA: Activos varados y energías renovables: <https://www.irena.org/publications/2017/Jul/Stranded-Assets-and-Renewables>

Cuadro de texto 2. El caso de la “Inflation Reduction Act 2022”

El “Inflation Reduction Act 2022” (IRA) es un claro ejemplo de cómo la legislación puede fomentar una intersección efectiva entre la planificación energética y las LTS. A través de este acto legislativo, el gobierno de los Estados Unidos ha establecido metas ambiciosas de descarbonización, respaldadas por inversiones significativas en energías renovables, enfocándose en un horizonte temporal que se extiende desde 2030 hasta 2035.

Algunos aspectos clave del IRA son:

Objetivos de Descarbonización: Se estipulan metas claras, específicas y medibles para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en sectores críticos de la economía, incluyendo el transporte, la generación de energía y la industria. Estas metas están alineadas con los acuerdos climáticos internacionales como el Acuerdo de París y reflejan las LTS del país, asegurando un compromiso firme con la acción climática.

Incentivos Económicos: Se ofrecen atractivos incentivos fiscales y financieros para impulsar la inversión en tecnologías renovables y bajas en carbono. Esto incluye créditos fiscales significativos para empresas e individuos que invierten en energía limpia, así como la implementación de políticas de precios, como tarifas de alimentación garantizadas, que apoyan la generación de energía distribuida y el uso de fuentes renovables.

Coordinación Gubernamental: Existe una coordinación estratégica entre los diferentes niveles de gobierno, central y subnacionales, para garantizar que la implementación de las políticas sea efectiva. Esto asegura que los esfuerzos y los recursos estén alineados y que haya un avance coherente hacia los objetivos establecidos.

Además de estos puntos, el IRA también incluye componentes que abordan directamente la eficiencia energética y la justicia ambiental. Se asignan fondos para la modernización de infraestructuras energéticas, lo que incluye la actualización de redes eléctricas y la expansión de la capacidad de almacenamiento de energía. Asimismo, hay un enfoque notable en apoyar a las comunidades desfavorecidas y en transición que han dependido históricamente de los combustibles fósiles, ofreciéndoles incentivos para integrarse en la nueva economía verde.

El impacto esperado del “Inflation Reduction Act” es multifacético: no sólo pretende disminuir las emisiones de GEI para luchar contra el cambio climático, sino que también busca estimular la economía mediante la creación de empleo en sectores de energía limpia y la reducción de los costos de energía para los consumidores.

El IRA es testimonio de cómo políticas integrales pueden propiciar una transformación energética que apoya el crecimiento económico mientras avanza hacia una economía baja en carbono, más sostenible y resiliente frente a los retos del cambio climático. Con su implementación, se espera que Estados Unidos avance significativamente hacia el cumplimiento de sus objetivos climáticos y se posicione como líder en la transición hacia un futuro más verde.

2.3. Checklist para la fase de preparación

Mecanismos de coordinación y consenso

Procesos e instrumentos de planificación de las LTS para una buena integración con la política energética nacional

Fomentar la consulta y el diálogo involucrando a los actores clave del sector energético para la elaboración de la LTS

Asegurar el liderazgo político que respaldará y promoverá la LTS

Compartir la responsabilidad entre ministerios y otras instituciones relevantes

Generar estructuras de gobernanza y arreglos institucionales sólidos, con responsabilidad entre diferentes actores (público y privado)

Capacitación necesaria en la fase preparativa (de coordinación y consenso)

Construir o fortalecer la relación entre el sector climático (organismos encargados del cumplimiento del AP, LTS, NDC) y el sector energético.

Visión, objetivos e hitos

Objetivos de Descarbonización

Los PESE deben integrar los objetivos de las NDC y LTS garantizando una alineación con las metas establecidas

Se recomienda cada 5 años evaluar la necesidad de actualizar tanto partes de las LTS como de los PESE

Alineación con los ODS

Explorar sinergias positivas entre la remodelación del sistema energético y el desarrollo económico y social, en particular en países en vías de desarrollo

Establecer una estrecha colaboración público-privada para garantizar las inversiones de largo plazo

Incorporar los ODS tanto en las LTS como en los PESE y alinear los hitos para 2030 con los hitos para 2050

Análisis de potenciales contrapartidas entre objetivos de medio plazo y proceso de descarbonización a 2050

Consideraciones de la Transición Justa

Garantizar la reubicación y readaptación de todos los actores afectados por el cambio en el modelo productivo

Agentes implicados en la transición deben formar parte del diseño, planificación e implementación de las medidas concretas

Promover diálogo social y adaptar medidas específicas de cada región. Cooperación entre niveles de gobiernos e instituciones

Evaluar la financiación de la transición: relevancia de la captación de fondos internacionales

Los Activos Varados (Stranded Assets)

Considerar potencial proliferación de activos varados, para planificar cambios oportunos y minimizar impactos adversos

Restringir inversiones en combustibles fósiles y programar el cierre gradual de minas y centrales de carbón

Utilizar incentivos económicos (subvenciones e impuestos) para evitar la proliferación de activos varados

Evaluar el impacto de activos varados en la seguridad energética

3. Fase de Verificación de la Alineación de los Componentes del PESE con las LTS





En este capítulo se explorarán tres aspectos clave: el “análisis y modelación” para comprender las implicancias de las estrategias adoptadas, la “implementación y alineación” efectiva de estrategias, y la movilización de “mecanismos financieros” que respalden estos ambiciosos objetivos.

En el primero de ellos, se enfatiza la relevancia de desarrollar metodologías rigurosas para evaluar los costos de la transición energética (tecnologías), con revisiones periódicas, análisis de incertidumbre y diferentes escenarios, donde se sugieren distintos tipos de modelos (pronóstico y *backcasting*). Además, tener en cuenta el posible impacto del cambio climático, evaluando diferentes medidas a tomar.

En el segundo caso, se devela la importancia de las metas claras y cuantificables detallando las acciones de corto y largo plazo, haciendo hincapié en el dialogo entre actores, la alineación de la LTS con la legislación y la necesidad de contar con equipos multidisciplinares capaces y organizar cursos y programas de capacitación.

Finalmente, el apartado de mecanismos financieros aborda la necesidad de identificar el volumen necesario de inversión y ver cómo se pueden financiar esos procesos de desarrollo de las LTS y los PESE, destacando el rol del sector público en la decisión de invertir en infraestructura.

3.1. Análisis y modelización

3.1.1. Costes de las tecnologías energéticas

Un aspecto crucial del proceso de planificación energética es la previsión de la evolución de los costes de las distintas tecnologías energéticas, uno de los insumos más importantes de los modelos empleados por el sector (véase en el ANEXO III: “Factores relevantes en la evolución de los precios de las tecnologías de generación eléctrica”). Las LTS deben contener una rigurosa metodología para la estimación de los costes futuros de las diferentes tecnologías energéticas, para así servir de referencia al resto de planes y estrategias energéticas y asegurar la alineación entre todas las herramientas. Es beneficioso que estos costes provengan de una fuente de datos de prestigio e internacional para facilitar su comparabilidad con otras LTS (algunas de estas fuentes pueden ser la IEA e IRENA^{10,11}).

¹⁰ IRENA, 2021. Projected costs of generating electricity. <https://www.iea.org/reports/projected-costs-of-generating-electricity-2020>

¹¹ IRENA, 2022. Renewable power generation costs. <https://www.irena.org/Publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021>

Sin embargo, no todos los costes de las distintas tecnologías son iguales en todos los países. Generalmente, las tecnologías energéticas suelen ser más caras en los países en desarrollo¹². Por ello, es necesario tener esto en cuenta a la hora de incluir los costes de las tecnologías en los modelos y adaptar las cifras aportadas por organismos internacionales a las particularidades de cada país.



Los costes de las tecnologías son absolutamente definitorios del escenario final. Si estos costes no son revisados periódicamente, se puede dar el caso de planificar un sistema energético que en la práctica sea mucho más caro de lo que podría ser. Por ello, las LTS deben contar con mecanismos sistematizados de revisión de sus previsiones de perfiles de costes, y así minimizar las desviaciones en los escenarios modelizados. Estas revisiones deben ser llevadas a cabo en base a los conocimientos científicos más actualizados y las nuevas proyecciones de precios de las instituciones internacionales de prestigio.

Las proyecciones de los costes de las tecnologías energéticas deben ir acompañadas de métodos de análisis de incertidumbre de los distintos factores que condicionan estos perfiles, ya que el grado de incertidumbre sobre muchos de ellos es alto. Por ello, es importante explicitar con qué nivel de incertidumbre se cuenta cuando se proyectan los distintos escenarios y que se consideren vías alternativas hasta la descarbonización en función de distintas hipótesis sobre los perfiles de costes de las tecnologías.

Por último, las instituciones a cargo de la modelización de los sistemas energéticos deben hacer pública la parametrización de los modelos, incluido el coste de las tecnologías, para así facilitar su revisión y seguimiento por parte de la comunidad científica y organismos internacionales.

3.1.2. Modelos utilizados por el sector energético y por el desarrollo de las LTS

El proceso de planificación energética es un proceso continuo, dinámico y adaptable a la evolución de las variables del sistema social en el que actúa (cambios en variables económicas, avances tecnológicos, cambios políticos, etc.). La modelación procesa la información de la demanda y de la transformación y el suministro de energía, y genera estrategias para alcanzar los objetivos de largo plazo. Las mejores prácticas indican que la modelación debe considerar una gran penetración de energías renovables variables o intermitentes, y se debe simular para: no comprometer la seguridad energética (capacidad firme del mismo), aumentar la flexibilidad y estabilidad del sistema (balance entre generación y demanda), aumentar la capacidad de transmisión del sistema (zonas con potencial renovable están alejadas), y no comprometer la equidad energética (sin incrementos de costes para los hogares o comercios). Adicionalmente, el reto de quien realiza la modelación es ser capaz de incluir las nuevas estrategias (tendencias) y nuevas tecnologías que aún no se encuentran en fase comercial (costos actuales y futuros)¹³.

¹² Esto se debe, entre otras razones, al incremento de costes de instalación por no contar con vías de acceso y transporte tan desarrolladas, a la necesidad de incluir más componentes en el punto de instalación a la red de transmisión o a costos de capital más elevados, entre otros factores.

¹³ Para más información, véase la publicación de IRENA: Retos en la modelización de nuevas tendencias y tecnologías en el sector energético: <https://www.irena.org/publications/2020/Sep/Scenarios-for-the-Energy-Transition-Global-experience-and-best-practices>

Los modelos suelen utilizar el *forecasting* (o pronósticos) para predecir eventos que sucederán o tendencias dentro del sector. Éstos responden a la pregunta: ¿qué va a pasar? Sin embargo, recientemente ha habido una tendencia hacia utilizar modelos *backcasting* (o de retroceso). El *backcasting* busca responder a la pregunta de ¿cómo llegamos a un determinado punto en el futuro?

Se recomienda utilizar los modelos *backcasting* en las LTS, ya que son especialmente útiles para las estrategias de largo plazo, pues permiten seleccionar los objetivos que se quieren alcanzar en 2050 y determinar los pasos para llegar allí. La complejidad radica en la capacidad de los modelos para lograr capturar los cambios que deben suceder para alcanzar estas transformaciones.

Por otro lado, se recomienda el empleo de modelos *forecasting* para estudiar la evolución de algunos de los elementos más concretos dentro de los sectores, como las proyecciones de emisiones del sector, la evolución de costes de las tecnologías, la evolución de la demanda, etc. Es muy importante garantizar que estos tipos de modelos se puedan conciliar y los resultados de los modelos *forecasting* puedan servir como insumos para los modelos más generalistas de *backcasting* (véase Anexo III: “Metodologías analizadas”).

En gran medida, la decisión de utilizar un modelo en específico lo determina la información disponible y el costo. En los países de renta media, por ejemplo, se tiende a emplear modelos de libre acceso. Los más utilizados son LEAP, TIMES y MESSAGES (para más información, véase esta publicación de IRENA¹⁴). La decisión dependerá del objetivo y la información que se tenga.

Además, los insumos de la modelación (escenarios macroeconómicos y costos de tecnologías al 2050, entre otros), deben tener un fundamento sólido y consensuado con diferentes actores del sector público, privado, expertos, sociedad civil y academia.

Dependiendo de las condiciones de cada país, se recomienda:

- **Consenso entre todas las partes interesadas sobre definiciones, indicadores y fuentes de datos, así como lograr un mecanismo de recepción de opiniones de expertos.**
- **Utilizar modelos que no se centren solamente en el lado de la oferta de energía, pues estos suelen dejar fuera el comportamiento de los actores del sector y la eficacia de las políticas públicas.**
- **Coordinación estrecha entre quienes hacen las LTS (por lo general el área climática) y los encargados de sectores específicos como el energético.**
- **Lograr que los modeladores cuenten con las capacidades necesarias.**

¹⁴ Modelos más utilizados para la modelización del sector energético: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Planning/Long-term-energy-planning-support/Long-term-planning-with-VRE>

3.1.3. Consideración del cambio climático sobre los asuntos energéticos en las LTS

Los impactos derivados del cambio climático pueden tener grandes repercusiones sobre los sistemas energéticos. De manera general, se distinguen dos tipos de impactos del lado de la generación:

- **Los asociados a un cambio climático gradual, o procesos de larga duración, son aquellos derivados del incremento progresivo de la temperatura atmosférica, ya sea por escasez de recursos primarios o por limitaciones técnicas de infraestructura.**
- **Fenómenos climáticos extremos, o de corta duración, más probable a medida que la temperatura atmosférica aumente, con consecuencias más difíciles de prever.**

La demanda se verá afectada de manera directa, debido a la variación de las necesidades de calefacción y refrigeración causada por el incremento de temperatura atmosférica con el consiguiente traslado del pico de demanda energética estacional, y de manera indirecta, debido al impacto que el cambio climático pueda causar en otros sectores económicos.



Teniendo todo esto en cuenta, es importante que las LTS incluyan un capítulo dedicado a analizar qué impacto podría generar el cambio climático en la generación y demanda energética, así como en la infraestructura existente, para poder anticipar medidas de adaptación y resiliencia a este respecto y servir como referencia para la elaboración de los PESE.

Para abordar el impacto del cambio climático en los sistemas energéticos, es de vital importancia establecer una coordinación institucional entre los ministerios de Medioambiente, Agricultura, Economía y Energía, entre otros, para que exista una comunicación eficaz y se establezcan flujos de información cruzados, y para definir qué organismo será responsable de recabar qué información, estableciendo protocolos y fechas específicas para la recopilación y envío de la misma.

Idealmente, sería conveniente crear una base de datos nacional que contenga toda esta información y fuese de acceso público, para así cumplir con estándares de transparencia y facilitar el trabajo de instituciones de investigación y organismos internacionales. Esta base de datos, pese a que puede ser creada a partir de otras bases de datos ya existentes en el contexto internacional, debe estar particularizada para cada país, puesto que los impactos del cambio climático pueden ser muy distintos.

Además, es importante que exista una estrecha colaboración entre el Ministerio de Energía y el de Economía para que, conjuntamente, lleven a cabo evaluaciones periódicas sobre la rentabilidad del sistema energético bajo varias hipótesis de impacto del cambio climático, ya que esto condicionará de manera determinante las inversiones que deberán hacerse en infraestructura energética.

3.1.4. Modelos climáticos y evaluaciones macroeconómicas para elaborar escenarios de emisiones y analizar los impactos sobre el sistema económico

Para llevar a cabo una planificación exitosa del sistema energético, es imprescindible contar con modelos de evaluación integrada (IAM, por sus siglas en inglés). Estos modelos constan de dos bloques: el bloque climático traduce las emisiones de GEI contemplados en el modelo en incremento de la temperatura mediante ecuaciones que simulan el comportamiento físico de la atmósfera y los océanos; el bloque económico representa la evolución del producto interior bruto de una región en función del daño causado a la economía por el incremento de la temperatura. El nexo entre ambos bloques es conocido como función de daños.

Gracias a este tipo de modelos, es posible evaluar cuál es la trayectoria de reducción de emisiones más costo-eficiente para lograr un objetivo de incremento de la temperatura determinado, que luego puede servir como insumo para el modelo de planificación energética. Este tipo de modelos son cada vez más usados en el ámbito del cambio climático, siendo uno de los más conocidos Dynamic Integrated Climate-Economy (DICE, por sus siglas en inglés), empleado, por ejemplo, por el gobierno canadiense y norteamericano para el cálculo del coste social de sus emisiones.

Las metodologías empleadas para este propósito en las LTS deben evaluar, como mínimo, conceptos tales como riesgo, adaptación, exposición, vulnerabilidad, amenaza, economía e impacto. Adicionalmente, sería conveniente que estas metodologías también contemplasen conceptos de temporalidad, retroalimentación de proponentes, incidencia en resiliencia climática y sistemas de intercambio de información entre instituciones gubernamentales, pese a que no todas las empleadas en el contexto internacional los contemplan.

Por último, es importante que la metodología empleada se encuentre alineada y en cumplimiento con la política existente, ya que de esta manera se facilita la priorización de las medidas a tomar en base a las necesidades más apremiantes en el momento presente.

3.1.5. Capacitación necesaria para temas de análisis y modelización

En general, se recomienda que antes de comenzar el proceso de análisis, se desarrollen o fortalezcan las capacidades de modelación dentro del sector público, para poder aportar e interpretar los resultados. En ese sentido, se recomienda la capacitación para actualizar estos modelos de manera interna, aspecto que podría lograrse con la colaboración con instituciones académicas.

A medida que las energías renovables intermitentes aumentan su participación, los modeladores se enfrentan a mayor incertidumbre (del lado de la generación). Los modeladores, tanto de países desarrollados como en vías de desarrollo, deben resolverlo con una perspectiva de inversión de largo plazo.

Los modeladores deben tener la capacidad de capturar los cambios que deben suceder para alcanzar las transformaciones mencionadas, puesto que las transiciones energéticas ya no sólo dependen de los costos de las tecnologías (que varían) o de su adopción, sino de cambios estructurales y del comportamiento de nuevos actores que tradicionalmente no se encontraban en el sector energético (por ejemplo, los prosumidores).

3.2. Implementación y alineación

3.2.1. Consolidación e inclusión de la planificación del sector energético en las LTS

Para lograr una completa alineación entre todos los instrumentos de planificación, los objetivos de las LTS deben servir como referencia a todas las demás estrategias sectoriales asociadas a asuntos energéticos, industriales y climáticos. Dada la complejidad de los elementos involucrados, es conveniente fragmentar las acciones que se van a llevar a cabo para alcanzar los objetivos establecidos en las LTS en diferentes planes y estrategias específicas que aborden en detalle las medidas a tomar. De esta manera, las LTS se configuran como una guía compuesta por numerosas estrategias y planes que le dan forma, a la par que garantizan la completa alineación entre las distintas estrategias y planes del sector. Para que el proceso sea satisfactorio, las metas presentadas en las LTS deben estar claramente definidas y cuantificadas para el medio y largo plazo para así medir su grado de avance y hacer los ajustes que correspondan (ej.: establecer un porcentaje de participación de energías renovables sobre el total consumido en determinado año). No obstante, a fin de mantener cierta flexibilidad, es conveniente que las medidas incluidas en las LTS para alcanzar dichas metas no estén definidas de manera estricta para el largo plazo, sino que esbocen los lineamientos principales (tecnológicos, políticos, regulatorios, financieros, entre otros) de la transición. Así se facilitará el proceso de actualización de la estrategia y su corrección en versiones posteriores.

En tanto los actores implicados en el proceso son muchos, es esencial que estos temas se aborden en las LTS a través de extensos procesos de diálogo multi-actor y multi-sectorial que dejen claro las acciones a seguir en el proceso de planificación energética y así reducir las tensiones asociadas con la transformación. Es recomendable que estos objetivos se incorporen a su política energética plasmándose en una transcripción legal en forma de leyes o normativas vinculantes que aporten claridad a las instituciones involucradas.

A la hora de planificar de manera integral un sistema energético con gran presencia de energías renovables es fundamental considerar una serie de elementos para identificar soluciones óptimas en pos de alcanzar los objetivos climáticos y de desarrollo sostenible. Estos elementos incluyen:

- **Aspectos técnicos asociados al correcto funcionamiento del sistema eléctrico (ej.: deriva de la frecuencia, inercia, potencia firme)**
- **Elementos que harán viable la puesta en marcha de un sistema eléctrico renovable con seguridad de suministro sin requerir tecnologías con combustibles fósiles (ej.: integración de la demanda, capacidad de almacenamiento, intercambios transfronterizos, acoplamiento sectorial).**
- **Medidas regulatorias que aseguran una mínima capacidad renovable en el sistema (ej.: créditos de capacidad de energías renovables variables)**

La relevancia de cada uno de estos elementos dependerá de la situación particular del país. Por ejemplo, en uno en vías de desarrollo será conveniente prestar particular atención a desarrollar sus redes de transmisión y de distribución eléctricas para que evitar que la incorporación masiva de tecnologías renovables cause problemas de suministro. En tanto, un país insular tendrá que focalizarse más en desarrollar sistemas de almacenamiento energético para lidiar con la variabilidad en la generación, ya que las interconexiones transfronterizas son inviables o muy costosas.

3.2.2. Sistemas y mecanismos para mejoras continuas en el grado de alineación

Para poder establecer mecanismos eficientes de mejoras continuas en el grado de alineación entre los distintos componentes de las LTS y los PESE, se deben contemplar los siguientes aspectos:

- **Liderazgo de alto nivel:** actores a cargo de alinear las LTS con las demás estrategias de transformación del sector energético y con los distintos planes de desarrollo nacional que tengan la capacidad de tomar decisiones y empujar los planes de acción para cumplir las metas de las LTS.
- **Involucramiento efectivo de las partes interesadas:** concientización, credibilidad y sentido de pertenencia.
- **Legislación:** alinear con la legislación vigente potenciará las posibilidades de cumplir las LTS.
- **Coordinación interinstitucional y gobernanza:** conseguir una correcta coordinación y colaboración interinstitucional a través de mecanismos integradores, como mesas de trabajo o comités.
- **Alineación de las acciones de corto plazo con las metas y objetivos a mediano y largo plazo:** que todas las acciones implementadas conduzcan al cumplimiento de metas y objetivos, por medio de una vinculación directa y medida a través de indicadores.
- **Establecimiento de mecanismos de detección de desviaciones con el plan de acción:** comparar el progreso de la implementación de las LTS para cuantificar la brecha de cumplimiento de metas.
- **Alineación de la implementación de las LTS con el marco temporal de otros instrumentos de planificación,** como estrategias de descarbonización a medio plazo o planes específicos en materia de pobreza energética, transición justa, etc.
- **Alineación de los objetivos globales de transición del sector energético con los marcados por las instituciones internacionales:** por ejemplo, alinear los acordados en las COP de la ONU con los objetivos establecidos a nivel nacional y subnacional.

- **Alineación de las fuentes de información y análisis:** garantizar coherencia entre las fases de planificación e implementación.
- **Alineación de los esfuerzos de implementación:** aprovechar sinergias de las diversas medidas contempladas en las LTS puede ahorrar recursos.

Además de prestar especial atención a estos aspectos, se debe poner el foco en solventar las barreras que generalmente dificultan los procesos de alineación. Estas barreras se pueden agrupar en tres tipos:

- **Política:** la discontinuidad de las administraciones gubernamentales puede interferir en la implementación de las LTS. Para hacer frente a esto, es fundamental conformar equipos técnicos de alto nivel que no se vean alterados con el cambio de administración, y asegurar un traspaso de información constructivo entre los puestos designados por el poder político (no permanentes).
- **Falta de gobernanza:** Es conveniente establecer roles y responsabilidades claros para cumplir las funciones durante la fase de implementación y definirlos en el marco legislativo donde se ubique toda la legislación en materia de cambio climático.
- **Bases de datos insuficientes, irrelevantes o duplicadas:** es importante definir los requerimientos de datos en las propias LTS para evitar grandes desviaciones de los escenarios que se habían planteado inicialmente.

3.2.3. Capacitación necesaria para la implementación y mejoras continuas de alineación

La transformación del sector energético contemplada en las LTS requiere de perfiles con una visión holística del sistema y de instituciones públicas capaces de entender los mecanismos de funcionamiento de éstas para así lograr una coordinación a diferentes niveles de gobierno. Para ello, es muy importante conformar equipos multidisciplinarios capaces de abordar con rigurosidad todos sus aspectos: las cuestiones técnicas de las diferentes tecnologías energéticas, los recursos financieros que se requieren para su puesta en marcha, la legislación necesaria para generar el marco regulatorio propicio, los programas de acompañamiento laboral para garantizar la estabilidad del mercado de trabajo durante el proceso de transformación, etc.

Igual de importante es asegurarse que este tipo de perfiles se encuentren disponibles a tiempo; analizar cuál va a ser la demanda de capacidades necesarias en el futuro es fundamental para evitar estancamientos e ineficiencias. Para ello, se deberán poner en marcha cursos y programas de capacitación y formación en esta materia (pueden ser coordinados desde el ministerio de energía en colaboración con el ministerio de fomento y el ministerio de trabajo). Una parte importante del éxito de las LTS de un país reside en la capacidad negociadora de quienes lideran el proceso, donde la cooperación y los acuerdos multilaterales serán muy importantes por lo que es fundamental que al frente de estos equipos se encuentren personas con una alta capacidad de liderazgo, con cierta proyección internacional y conocimientos geopolíticos.

3.3. Mecanismos financieros

Un aspecto crítico en la implementación de las LTS es su financiación, por lo que contar con un equipo económico-financiero altamente calificado es fundamental para poder evaluar las necesidades económicas y la procedencia de los fondos. Este equipo debe estar al tanto de las opciones de financiamiento internacional, como los fondos clima, y monitorear su evolución y aplicabilidad mediante la consulta a fuentes de información relevantes (Climate Funds Update, por ejemplo) y a actores clave (instituciones financieras, bancos multilaterales de desarrollo, etc.). Además, deberán analizar qué parte de las inversiones se pueden financiar con estos fondos, y qué partes deberán ser financiadas con los presupuestos del Estado y/o inversiones privadas.

Con base en los objetivos y condiciones particulares de cada país, se recomienda:

- **Identificar volumen necesario y dónde invertir (generación, transmisión, u otra).**
- **Reducir la dependencia de los ingresos de los hidrocarburos diversificando la economía.**
- **Redirigir los flujos de inversiones existentes (en caso de que no se alineen con la reducción de la crisis climática).**
- **Alinear las instituciones clave (hacienda y energéticas).**
- **Definir metas y sanciones por incumplimiento, así como implementar incentivos¹⁵.**
- **Evaluar los impactos positivos (ahorros económicos, trabajos generados, reducción de fallecimientos, etc.) y negativos (muertes, trabajos perdidos, entre otros).**

El sector público individualmente no puede lograr los volúmenes de inversión necesarios, por lo que es necesaria la complementariedad y coordinación con el sector privado e instituciones financieras. Adicionalmente, aunque el sector público pudiese hacerse cargo de la totalidad de la financiación de los planes, esto no sería recomendable debido a que el involucramiento de los actores del sector privado colabora en la alineación de objetivos y al establecimiento de incentivos adecuados que guíen las inversiones de manera eficaz y eficiente. Por este motivo se deben intentar mitigar las barreras a la financiación de inversiones en proyectos energéticos y eléctricos¹⁶ para garantizar que fluya de forma oportuna y rentable. Algunos de los obstáculos más comunes y generalizados a la inversión en sistemas de energía renovable son las barreras de economía política (falta de conocimiento o corrupción), fallas de mercado (falta de precio de los gases de efecto invernadero en el sector de la energía), entornos regulatorios e institucionales débiles (falta de marcos regulatorios propicios, altos impuestos, problemas de integración en la red, entre otros), entre otros.

¹⁵ Para más información, véase esta publicación del BID Incentivos económicos y fiscales para la financiación de las medidas de las LTS en el sector energético: <https://publications.iadb.org/es/prosperidad-libre-de-carbono-como-los-gobiernos-pueden-habilitar-15-transformaciones-esenciales>

¹⁶ Para más recomendaciones y lecciones aprendidas sobre cómo mitigar barreras a la inversión en sistemas de descarbonización energética, se recomienda consultar el estudio “Prosperidad libre de carbono”, publicado por el BID en julio 2022 <https://publications.iadb.org/es/prosperidad-libre-de-carbono-como-los-gobiernos-pueden-habilitar-15-transformaciones-esenciales>

Los países con mayores capacidades financieras y un sector eléctrico más sólido suelen implementar un amplio abanico de incentivos, en tanto, los países con un acceso más limitado al mercado de capitales suelen implementar incentivos más limitados que les generan pocos gastos o mermas en la recaudación poco significativas. Ante estas limitaciones se recomienda implementar mecanismos que reduzcan el riesgo de las inversiones mediante como garantía soberana, financiamiento (créditos), estabilidad política (o garantía ante cambios regulatorios), entre otros.

3.3.1. Metodología para definir los recursos financieros requeridos

Durante la modelación del sistema energético se deben identificar los costos de inversión asociados a la implementación considerando diferentes escenarios que varían según los objetivos de largo plazo. Algunos de estos escenarios pueden ser:

- **Eficiencia energética en todos los sectores (residencial, comercial e industrial).**
- **Gran penetración de las energías renovables.**
- **Electrificación de diferentes sistemas.**
- **Gasificación.**

Para tomar mejores decisiones, se recomienda complementar la evaluación de costos con un análisis de impacto en la salud, el empleo y en que la transición sea justa y equitativa. Algunos de los temas a los que se debería prestar particular atención¹⁷:

- **El rol del hidrógeno verde.**
- **Renovación de edificios existentes (retrofits).**
- **Modelación a nivel ciudad.**
- **Materiales clave para la transición.**
- **Electromovilidad.**

¹⁷ Para más información, véase esta publicación de IRENA: Temas a los que conviene prestar atención para hacer un buen análisis sobre los recursos financieros requeridos: <https://www.irena.org/publications/2020/Sep/Scenarios-for-the-Energy-Transition-Global-experience-and-best-practices>.

3.3.2. Cómo se financian los procesos de desarrollo de las LTS y los PESE

El rol de los gobiernos es asegurar que la inversión (pública y privada, doméstica e internacional), sea consistente con el cumplimiento de los objetivos climáticos. Los países en desarrollo deben identificar en qué medida sus recursos locales/nacionales no son suficientes para solicitar recursos internacionales adicionales para combatir el cambio climático.

A nivel interno, los procesos de desarrollo de las LTS, así como los planes y estrategias del sector, generalmente se financian con partidas presupuestarias específicas. Antes de analizar cómo obtener los recursos para esas partidas presupuestarias, es recomendable analizar cómo está distribuido el presupuesto dedicado al sector energético, ya que es posible que éste se pueda reconfigurar a fin de destinar parte de ese dinero al financiamiento de los nuevos planes y estrategias. De los países de la región ALC que han logrado desarrollar y publicar su LTS¹⁸, podemos concluir que:

- **Todos recibieron cooperación técnica internacional.**
- **Quienes apoyaron a los países en el desarrollo de sus LTS son de diversas nacionalidades; generalmente instituciones de cooperación técnica u organismos multilaterales.**
- **La contraparte involucrada en el desarrollo de las LTS fue el ministerio encargado de la política climática.**

Cuadro de texto 3. La importancia de la cooperación internacional: el Artículo 6 del Acuerdo de París

La cooperación internacional desempeña un papel crucial en el financiamiento de la transición energética en todo el mundo. Los mecanismos de cooperación internacional, incluidos aquellos contemplados en el artículo 6 del Acuerdo de París, son fundamentales para movilizar recursos financieros y técnicos para respaldar la implementación de políticas y proyectos destinados a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la energía sostenible. Entre los mecanismos del Artículo 6 del AP se destacan:

- **Mecanismo de Mercado de Carbono (Artículo 6.2):** permite a los países participantes cooperar en la implementación de proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático a través de la transferencia de reducciones certificadas de emisiones (RCE) entre ellos. Bajo este mecanismo, los países pueden utilizar el comercio de emisiones para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones.
- **Mecanismo de Desarrollo Sostenible (Artículo 6.4):** se centra en la promoción de proyectos que generen beneficios sociales y medioambientales adicionales, además de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los proyectos implementados bajo este mecanismo deben contribuir al desarrollo sostenible de los países anfitriones.

¹⁸ Países con LTS: Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala y Uruguay

- Mecanismo de Contribución Voluntaria (Artículo 6.7): permite a los países hacer contribuciones financieras voluntarias para apoyar a otros países en el cumplimiento de sus objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático. Estas contribuciones pueden financiar proyectos y actividades relacionadas con el clima en países en desarrollo.
- Mecanismo de Enfoque Cooperativo (Artículo 6.8): establece un marco para la cooperación entre varios países en la implementación de actividades conjuntas relacionadas con el cambio climático, incluyendo proyectos de mitigación y adaptación.

Estos mecanismos de cooperación internacional bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París son importantes para promover la acción global contra el cambio climático y facilitar la transferencia de tecnología y financiamiento entre países, lo que es esencial para lograr los objetivos de reducción de emisiones y la adaptación al cambio climático a nivel mundial.

Países con poca experiencia en la recepción y administración de recursos financieros externos tienen la opción de acercarse a organismos de cooperación técnica a fin de definir las acciones de financiamiento existentes internamente, calcular los costos totales por ejes y objetivos, identificar las fuentes de financiamiento, identificar las brechas de financiamiento y las necesidades de financiamiento adicional.

Recientemente, ha habido un cambio importante en el sector financiero. En el 2021 se creó la alianza financiera para la Net Zero de Glasgow¹⁹ con más de 450 entidades financieras comprometidas a alcanzar la carbono-neutralidad para el 2050 y 50% para el 2030, lo que implica que sus recursos no se utilizarán en proyectos que generen carbono. Esto es especialmente relevante para países que dependen de inversión extranjera y financiamiento internacional, como son los países en desarrollo. Los recursos disponibles provienen de diferentes orígenes: desde entes, fondos de multilaterales, fondos internacionales y fondos nacionales, hasta países en vía de desarrollado (véase en ANEXO III: “Ejemplos de algunos fondos internacionales”).

3.3.3. El rol del sector público subnacional en la decisión de invertir en infraestructura

Resulta fundamental considerar a los gobiernos locales en los distintos procesos de consulta de la planificación, definición de objetivos e identificación de medios de implementación disponibles, así como en las etapas de monitoreo y evaluación de las metas. Para ello, se deben reconocer las principales políticas relacionadas con la generación, distribución y uso de la energía donde se compartan atribuciones con comunidades, ciudades, municipios, estados y/o provincias que tengan impacto en la generación y consumo de energía y la emisión de GEI. Crear taxonomías que identifiquen los proyectos que contribuyen a la política nacional de cambio climático es un importante mecanismo para reasignar el gasto y canalizar recursos hacia los objetivos climáticos del país, a través de la colaboración entre los distintos niveles de gobierno.

¹⁹ GFANZ, 2021. Recibido de: <https://www.gfanzero.com/about/>

En las LTS y en los planes de expansión energéticas, es clave definir las áreas y sectores donde existe una mayor participación de los gobiernos subnacionales y los instrumentos financieros y normativos que se promoverán para avanzar hacia su descarbonización. El nivel de involucramiento de actores a nivel subnacional depende fuertemente de la legislación de cada país y del espacio que ésta les otorga. Aunque el sector energético generalmente se define a nivel nacional, en los sectores donde los gobiernos subnacionales tengan atribuciones de planeación, inversión e implementación de políticas, es importante identificar los mecanismos de colaboración para alcanzar las metas climáticas y energéticas. La coordinación y apoyo técnico del gobierno nacional en la elaboración de las estrategias locales climáticas y de energía es una vía para asegurar la alineación de financiamiento y de políticas en distintos niveles. Algunos espacios con potencial de colaboración son:

- **Establecimiento de normas e incentivos para la eficiencia energética y descarbonización de las viviendas y edificaciones**
- **Apoyo en la creación de incentivos locales para la generación de sistemas de generación distribuida en edificaciones e industrias.**
- **Esquemas de incentivos fiscales para la electrificación del transporte público y de carga de las industrias locales.**
- **Financiamiento e incentivos para el aprovechamiento del biogás de rellenos sanitarios y de excretas del ganado.**

3.3.4. Capacitación necesaria en relación con los mecanismos financieros

Al ser un tema relativamente nuevo y dinámico, es importante verificar la capacidad de los técnicos (modeladores) y de los tomadores de decisión. Son pocos los países en las regiones del Caribe, Centroamérica y Sudamérica que han logrado publicar sus LTS (sólo Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala y Uruguay lo han logrado). El costo, tiempo y dificultad en el desarrollo de las LTS dependerá de las capacidades de cada país.

Un aspecto clave de las LTS es lograr bajar los escenarios a volúmenes de inversión, definir las políticas públicas que habiliten dicha transformación y comprender que el sector privado tendrá un rol importante; el nivel de análisis dependerá de la experiencia y de las capacidades internas. Por lo general, los países de renta media cuentan con dichas capacidades y conocimientos, mientras que los países en vías de desarrollo deberán buscar cooperación técnica. Sin embargo, es importante considerar la sostenibilidad del proceso a futuro en cada cooperación técnica, es decir, transferir el conocimiento y desarrollar las capacidades necesarias de los representantes del sector público para poder replicar el ejercicio.

3.4. Checklist para la fase de verificación

Análisis y modelación

Previsión de la Evolución de Costos de Tecnologías Energéticas

Desarrollar una metodología rigurosa, priorizando fuentes de datos internacionales y haciendo pública la parametrización

Implementar mecanismos de revisión periódica de las previsiones de costos en las LTS

Generar métodos de análisis de incertidumbre, explicitando con qué nivel se cuenta cuando se proyectan los distintos escenarios

Incluir varios escenarios que reflejen diferentes hipótesis sobre los perfiles de costos de las tecnologías

Modelos Utilizados en la Planificación Energética y en las LTS

Considerar energías renovables variables evaluando: seguridad energética, flexibilidad y estabilidad, capacidad de transmisión y equidad energética

Evaluar modelos “backcasting” (como llegar) y “forecasting” (predecir eventos), garantizando su conciliación

Insumos de la modelación deben tener un fundamento sólido y consensuado con diferentes actores del sector público, privado, expertos, sociedad civil y academia.

Consideración del Cambio Climático en las LTS

Analizar qué impacto podría generar el cambio climático en la generación y demanda energética, así como en la infraestructura existente

Establecer una coordinación institucional entre diversos ministerios para recopilar información relacionada con el cambio climático

Considerar la creación de una base de datos nacional para albergar información sobre el impacto del cambio climático

Colaboración entre los Ministerios de Energía y de Economía y Finanzas, evaluando rentabilidad del sistema energético que condicionará inversiones en infraestructura

Evaluar integralmente medidas de adaptación y mitigación, ya que pueden competir por los mismos recursos

Modelos Climáticos y Evaluaciones Macroeconómicas

Generar modelos de evaluación integrada: riesgo, adaptación, exposición, vulnerabilidad, amenaza, economía e impacto

Capacitación Necesaria en Análisis y Modelización

Capacitar recursos para actualizar modelos internamente en ambientes cambiantes y con mayor incertidumbre

Implementación y alineación

Consolidación e inclusión de la planificación del sector energético en las LTS

Establecer metas claras y cuantificadas y mecanismos de detección de desviaciones

Definir en detalle acciones de corto plazo alineadas con metas de mediano y largo plazo

Para potenciar un sistema eléctrico altamente renovable se deben identificar i) aspectos técnicos asociados al correcto funcionamiento del sistema eléctrico, ii) elementos que garanticen seguridad de suministro y iii) medidas regulatorias que favorezcan energías renovables

Sistemas y mecanismos para mejoras continuas en el grado de alineación

Abordar procesos de diálogo multi-actor y multi-sectorial para reducir tensiones de la transición

Alinear LTS con legislación vigente y con objetivos globales marcados por instituciones internacionales

Indagar sobre posibles sinergias de medidas que permitan ahorrar recursos

Capacitación necesaria para la implementación y mejoras continuas de alineación

Conformar equipos multidisciplinarios capaces y organizar cursos y programas de capacitación

Mecanismos financieros

Contar con un equipo económico-financiero altamente calificado

Metodología para definir los recursos financieros requeridos:

Identificar el volumen necesario de inversión para diferentes escenarios de transición energética

Analizar el impacto de la inversión de forma multidimensional abarcando la salud, el empleo y la equidad

Cómo se financian los procesos de desarrollo de las LTS y los PESE:

Evaluar la distribución actual del presupuesto dedicado al sector energético y reconfigurarlo de corresponder

Identificar y evaluar las fuentes de financiamiento internas y externas

El rol del sector público subnacional en la decisión de invertir en infraestructura:

Identificar políticas en las que se compartan atribuciones con los gobiernos subnacionales que puedan contribuir a la descarbonización

Identificar mecanismos de colaboración con los gobiernos subnacionales

Establecer normas e incentivos para la descarbonización a nivel local

Dar apoyo a incentivos fiscales y financieros locales para electrificación y generación distribuida

Capacitación necesaria en relación con los mecanismos financieros:

Verificar las capacidades de los técnicos asociados a los mecanismos financieros

En países en desarrollo, buscar cooperación técnica para desarrollar las capacidades necesarias

Desarrollar las capacidades internamente para replicar el ejercicio a futuro

4. Fase de Control Ex Post de los Resultados de los PESE Respecto de las LTS



Este capítulo se sumerge en un terreno de vital importancia para la construcción de un futuro energético sostenible en la región de América Latina y el Caribe (ALC), explorando la necesidad de monitorear, evaluar y actualizar, bajo el sistema MRV (Monitoreo, Evaluación y Actualización), los avances y desempeño de los PESE con respecto a las LTS.



Se revela la importancia de un control ex post sólido y efectivo, que permita evaluar si los PESE están cumpliendo con los objetivos establecidos en las LTS y ajustar estrategias en consecuencia. Adentrándose en la esencia del proceso MRV, se estudiarán los sistemas de monitoreo y evaluación que respaldan esta convergencia, proporcionando herramientas necesarias para ejercer un control ex post riguroso y permitiendo que la planificación energética se alinee eficazmente con las estrategias de largo plazo.

4.1. Monitoreo, evaluación y actualización: Sistemas MRV

Los sistemas Monitoreo-Reporte-Verificación (MRV) sirven para medir los avances logrados en el cumplimiento de los objetivos. En el contexto particular de las LTS, se miden los resultados en materia de:

- **Emisiones a nivel nacional, regional y sectorial.**
- **Medidas de mitigación**
- **Apoyo: flujos financieros, transferencia de tecnología y construcción de competencias.**

mejorar la alineación entre las NDC y las LTS y evaluar la efectividad de las acciones tomadas en tanto permiten medir de manera precisa cómo se avanza hacia la consecución de los objetivos de descarbonización de las LTS y de qué manera las distintas medidas contempladas en otras estrategias del sector energético están contribuyendo a ese avance. Así, permiten revisar posibles desviaciones en el cumplimiento de los objetivos de las LTS, simplificar su actualización y elaborar estrategias más concretas dentro del marco de las LTS. Los sistemas MRV, atendiendo a su estructura, se pueden categorizar en dos:

- **Ascendentes (bottom-up):** diseñados para el seguimiento de una política, medida o sector específicos. Suelen requerir del desarrollo de indicadores específicos para su correcta evaluación.
- **Descendentes (top-down):** diseñados para hacer un seguimiento global del cumplimiento de las metas climáticas y energéticas. Cuentan con un menor nivel de detalle, pero abarcan muchos más campos. Utilizan indicadores estandarizados.

Es importante llevar a cabo una alineación entre los sistemas MRV ascendentes y descendentes dentro del sector energético, utilizando las mismas métricas y atributos para los datos, ya que sólo de esta manera se garantiza la compatibilidad entre los mismos y, por ende, la comparabilidad de los resultados obtenidos. Es necesario contar con una base de datos sólida que siga criterios estrictos para recabar información. Algunas de las métricas típicas que conforman los sistemas MRV dentro de las LTS para medidas de mitigación del sector energético son²⁰:

- Cantidad de combustible fósil consumido para la generación eléctrica.
- Cantidad de emisiones GEI por unidad de generación eléctrica (intensidad de carbono de la red).
- Cantidad de energía renovable generada.
- Porcentaje de electricidad perdida durante el transporte y distribución de electricidad.
- Cantidad de residuos sólidos recuperados para generar energía a partir de incineración.
- Cantidad de gas de vertedero²¹ capturado para producir energía.
- Ventas al por menor de electricidad a los sectores de uso final residencial, comercial e industrial.
- Cantidad de biomasa de madera y biocombustible quemado para la generación de electricidad.
- Cantidad de energía ahorrada.

La mejor forma de garantizar un funcionamiento coordinado y riguroso de los sistemas MRV de las LTS es incluirlos en la propia legislación en materia de cambio climático del país. Así se garantiza que los sistemas MRV estén sujetos a iguales principios en cuanto a la calidad de su contenido y funcionamiento, asegurando su comparabilidad y alineación.

²⁰ Para más información, véase: Métricas que conforman los sistemas MRV del sector energético: https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2019_USAID_RALI_MRV%20Harmonization%20Energy.pdf

²¹ Gas de digestor anaeróbico u otro gas subproducto de residuos.

4.1.1. Sistemas de MRV: mejores prácticas y fuentes de datos

Es preciso desarrollar indicadores específicos para cada plan o estrategia del sector eléctrico y energético, de forma que se pueda llevar a cabo un proceso MRV con alto grado de detalle. Siempre que sea posible, es conveniente utilizar indicadores internacionales para facilitar la comparabilidad de la evolución de las medidas con respecto a otros países vecinos, y así poder aprender de estrategias exitosas de terceros. Además, es recomendable hacer un análisis exhaustivo sobre los indicadores y sistemas de monitoreo ya en uso en los PESE vigentes, a fin de reutilizar aquellos válidos evitando la duplicación de recursos y trabajo.

En el caso de los sistemas MRV descendentes, habitualmente se utilizan fuentes de datos específicas para recopilar los datos que alimentan a los sistemas. Entre estas se destacan:

Tabla 1. Fuentes más comunes para recopilación de datos de los sistemas MRV

Fuente	Actividad de recogida	Información/datos recogidos
Encuestas sobre el consumo final	Encuestas realizadas para recabar el consumo de combustible y el uso de electricidad por parte de usuarios finales	Consumo de combustibles fósiles, biomasa, biocombustibles, intensidad del uso de energía en los edificios y ventas del uso final de la electricidad
Compañía eléctrica y/o informes del generador	Recogida de datos de capacidad, generación, ventas, ingresos y clientes por parte de todas las compañías eléctricas generadoras del país	Capacidad de generación de energía renovable, cantidad de residuos sólidos incinerados y gas residual capturado para la generación de energía
Evaluaciones de proyectos de energías renovables	Recopilación de información de capacidad y generación de proyectos de energías renovables	Capacidad de generación de energía renovable, cantidad de residuos sólidos incinerados y gas residual capturado para la generación de energía
Informes estadísticos nacionales de carreteras	Recopilación de información estadística de conductores, uso de combustible, tipos de vehículos, distancia y recorrido	Distancia viajada por vehículo y tipo de combustible, eficiencia promedio del combustible de los vehículos y consumo de combustible alternativo

Para los MRV ascendentes, es conveniente que las instituciones se apoyen en estándares presentados por organizaciones que brindan orientación sobre MRV y reducción de emisiones, ya que estas cuentan con el conocimiento necesario para elaborar los indicadores más convenientes para cada tema particular. Tres de las organizaciones más relevantes que aportan estándares para los sistemas MRV son:

- **Registro Americano de Carbono²²**: instalaciones de energía renovable a gran escala y electrificación de carga.
- **Estándar de carbono verificado²³**: instalaciones de cogeneración, eficiencia de la envoltura del edificio, cambio de combustible de los vehículos, cambio de modo de transporte de vehículos de ocupación individual.
- **Mecanismo de Desarrollo Limpio²⁴**: instalaciones de energía renovable a pequeña y gran escala, cambio de carbón a gas en plantas existentes, cambio de combustibles fósiles por electricidad residencial, comercial, industrial o institucional, tratamiento de desperdicios para uso energético, captura de gas metano, uso de biomasa como combustible, reducción de fugas y quema de metano, eficiencia energética de la cogeneración de electricidad y calor, eficiencia de la generación de calor, transmisión de electricidad, iluminación y combustibles de vehículos, cambio de sistemas de combustible para autobuses y cambio del modo de tránsito a autobús o tren.

4.1.2. Sinergias, convergencias y oportunidades de mejoras y mayores eficiencias

Es importante tener una buena coordinación entre los enfoques ascendente y descendente para potenciar las sinergias entre ambos. En este sentido, es deseable atender siete principios²⁵:

- 1 **Garantizar la inclusión y la alineación de distintos niveles del sistema MRV.** Segmentar los sistemas MRV en distintos niveles (nacional, sectorial, subsectorial, acción y consumidor), y utilizarlos para verificar los resultados de otro nivel, coordinando el enfoque ascendente con el descendente. En países con estructuras gubernamentales muy descentralizadas es conveniente establecer mesas de trabajo entre los distintos responsables para acordar criterios mínimos de compatibilidad. Por ejemplo, se puede medir, de manera descendente, el consumo agregado de electricidad del sector residencial y cruzar estos datos, de manera ascendente, con la medición de los contadores eléctricos del consumo real de todos los inmuebles.
- 2 **Sinergias de fuentes de datos, métodos y procedimientos.** Frecuentemente ocurre que los datos específicos para el sistema MRV de una acción de mitigación o adaptación no se encuentran disponibles al iniciar la acción, lo que provoca desperdicios de tiempo y de recursos considerables por lo que es de suma importancia encontrar las fuentes de información comunes para los distintos sistemas MRV. En la medida en que se consigan fuentes de información, metodologías y procedimientos más eficaces, precisas y rentables, se podrán construir sistemas MRV que permitan una mejor comparabilidad de resultados facilitando el diseño de medidas de mitigación específicas. Por ejemplo, la generación de energía a partir de gases de vertedero es relevante para los sectores de residuos sólidos urbanos, energía y a la vez para la NDC en su conjunto.

²² <https://americancarbonregistry.org/>

²³ <https://verra.org>

²⁴ Artículo 12 del Protocolo de Kioto: <https://unfccc.int/es/node/2409>

²⁵ Para más información, véase esta publicación del PNUD: Principios para buscar sinergias entre los sistemas MRV: https://climatepromise.undp.org/sites/default/files/research_report_document/undp-ndcsp-mrv-in-practice.pdf

- 3 Sistema central de gestión de datos.** Un sistema de notificación de datos centralizado que determine las fuentes de datos relevantes para los sistemas MRV a nivel nacional puede beneficiar el mismo sistema MRV, la eficacia y eficiencia de la recolección de datos y la transparencia y verificación de la información, asegurando que todos los sistemas MRV sigan un criterio único que garantiza su calidad.
- 4 Compromiso integral de las partes interesadas.** Participación e involucramiento de las partes interesadas para recopilar información práctica y rentable sobre la evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto de las medidas fortaleciendo la capacidad de modificar el sistema MRV de forma práctica de ser necesario. Por ejemplo, el ministerio/secretaría de medio ambiente y energía, el sector privado y la sociedad civil, entre otros, deberán colaborar de manera activa para recopilar información relevante sobre los sistemas MRV del sector energético en las LTS. Cuando los objetivos no coinciden con la capacidad física de las partes interesadas, la implementación de estos correrá riesgos innecesarios. Por ejemplo, en el sector energético, se puede establecer un sistema MRV con luminarias tecnológicas y eficientes para zonas rurales, pero puede fracasar por el rechazo de los consumidores por cuestiones culturales.
- 5 Coordinación centralizada.** Definir una autoridad que se encargue de la coordinación de los sistemas MRV. En el caso de existir un instituto nacional de estadística o similar, esta función podría serle designada, siempre bajo la coordinación con el ministerio de energía para asegurar que la información recopilada responda a las necesidades de monitoreo del sector.
- 6 Integración de los requisitos actuales y futuros de MRV.** Integrar los requisitos de los sistemas MRV actuales para fortalecer la alineación en todos sus niveles, incluyendo el internacional; por ejemplo, que los sistemas MRV contemplen los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el Plan de Acción de Género y el cumplimiento del Marco de Transparencia Mejorado. Además, es necesario tener en cuenta lo cambiantes que pueden ser los sistemas MRV en el tiempo y mostrar flexibilidad de las partes interesadas para integrar todos los requisitos del sistema.
- 7 Hacer uso de los últimos avances tecnológicos a disposición, ya que estos permiten un alto grado de automatización de los procesos.** Avanzar en este sentido hará que los sistemas MRV sean más eficientes y aportará credibilidad al protocolo de evaluación y seguimiento. Por ejemplo, desde el ministerio de energía se puede mandar la instalación progresiva de contadores de electricidad inteligentes que aporten información del consumo instantáneo de electricidad de los hogares que puede ser muy valiosa para modelizar los patrones de demanda eléctrica y podría servir para evaluar el impacto efectivo de, por ejemplo, la puesta en marcha de una tarifa eléctrica con discriminación horaria.

4.1.3. Capacitación necesaria para temas de monitoreo y evaluación

Para llevar a cabo un proceso eficiente y completo de monitoreo y evaluación, es necesario ser capaz de recopilar, categorizar y analizar una cantidad muy extensa de datos. Para ello, se requieren expertos en análisis de datos y estadística, capaces de identificar las necesidades de información y qué indicadores son los más adecuados en cada circunstancia. Además, es conveniente contar con técnicos capaces de generar patrones que faciliten la creación de escenarios prospectivos y permitan analizar las tendencias futuras.

Una manera eficiente de obtener y categorizar esos datos es mediante procesos automatizados de recopilación y clasificación. Para ello, se requiere contar con un sistema público informatizado que cuente con bases de datos accesibles. Los datos son recopilados por los distintos responsables y cargados en bases de datos que usan, de manera automática, los sistemas MRV para generar los indicadores de seguimiento. Para poder llevar este proceso, es imprescindible contar con un equipo humano experto en automatización de procesos, enfocado especialmente en procesos de administración pública. Esto puede resultar una tarea compleja para los países con menos recursos, ya que la informatización de la administración pública requiere de una inversión no menor, además de la necesidad de capacitar al personal administrativo en su uso y gestión.

Finalmente, es de gran importancia contar con personas que conozcan en profundidad el sector energético capaces de entender cuáles son las barreras a la hora de obtener los datos de los distintos agentes implicados (generadores de electricidad, grandes consumidores industriales, hogares, gobiernos locales, etc.), así como de convencer a éstos de trabajar hacia una estandarización de los procesos de obtención de datos que aporte en la comparabilidad entre los mismos. Desde el ministerio de energía, se deberían definir los requerimientos de información, y acordar con los distintos agentes la manera más fácil proveer esta información. Además, con la finalidad de facilitar este proceso, sería conveniente que desde el ministerio se organizaran talleres de capacitación para que los técnicos expertos en el ministerio formen a los distintos agentes en esta materia.

4.1.4. Actualización de las LTS

La actualización de las LTS incluye la revisión periódica de la estrategia en general, así como de sus objetivos, metas, estimaciones, proyecciones y medidas. Idealmente, el proceso debe ser mandado por alguna legislación que establezca los periodos de revisión y alcance de la estrategia para cumplir con los objetivos del AP, idealmente alineándolos con los periodos de revisión de la NDC. Esto aseguraría su implementación y supervivencia a lo largo de las distintas administraciones gubernamentales.

Será importante revisar las barreras detectadas inicialmente para alcanzar la visión de largo plazo y el avance del país para superarlas, considerando las nuevas prioridades y capacidades (innovación tecnológica, el desarrollo de mercados y los avances en investigación y desarrollo, entre otros elementos clave). Los supuestos incorporados en la modelación pueden cambiar en pocos años a partir de nueva información sobre desarrollo y costos de tecnologías; la disponibilidad de nuevos datos puede alterar las estimaciones de potencial de mitigación y el proceso de revisión puede traer oportunidades adicionales para involucrar a actores clave y acelerar la acción climática.

Las particularidades propias de cada país tendrán relevancia en el proceso de actualización. Por ejemplo, un país insular registra generalmente una mayor dependencia de la fluctuación de precios de importación de la energía, porque no tiene tantas alternativas de importación como países continentales que habitualmente cuentan con interconexiones de sistemas eléctricos. Esto hace que las previsiones del sistema energético puedan cambiar radicalmente entre una versión y otra de las LTS, debido a los nuevos condicionantes económicos del sistema. Algo similar ocurre con los países con alta dependencia del gas natural, ya sea porque representa un alto porcentaje de su consumo energético o porque cuenta con grandes reservas de este combustible fósil y su desarrollo económico depende en gran medida de su exportación. Además, algunos de los elementos más importantes incluidos en las LTS, como los activos varados o la disponibilidad de recursos energéticos, dependen en gran medida de decisiones políticas frecuentemente polémicas. Decisiones como el cierre de las plantas nucleares o el cese de actividad de las centrales de carbón pueden cambiar de manera sustancial el panorama del sistema energético y, por ende, el contenido y enfoque de las LTS.

Por último, es importante tener en cuenta que el proceso de actualización de las LTS es una tarea compleja que necesita de importantes recursos tanto técnicos como financieros. Esto supone que los países desarrollados tienen una mayor capacidad para llevarlas a cabo, y hacerla con mayor frecuencia que los países en desarrollo. Por tanto, un aspecto fundamental es identificar las limitaciones propias del país para acometer dicha actualización y buscar apoyo internacional para llevarla adelante de manera satisfactoria.

4.2. Checklist para la fase de control ex post

Análisis y modelación

Alinear sistemas MRV ascendentes y descendentes usando métricas comparables

Incluir estos sistemas en la legislación

Mejores prácticas y fuentes de datos

Desarrollar indicadores específicos para cada plan, preferentemente internacionales

Sinergias, convergencias y oportunidades de mejoras y mayores eficiencias

Segmentar los sistemas MRV en niveles garantizando su alineación

Identificar fuentes de información comunes para los distintos sistemas MRV

Contar con un sistema central de gestión de datos

Fomentar participación e involucramiento de las partes interesadas para recopilar información

Definir una autoridad que se encargue de la coordinación de los sistemas MRV

Integración de los requisitos actuales y futuros de MRV

Utilizar última tecnología para favorecer automatización

Capacitación necesaria para temas de monitoreo y evaluación

Contar con expertos en datos y estadísticas que identifiquen necesidades de información e indicadores más adecuados

Disponer de un sistema público informatizado que cuente con bases de datos accesibles

Contar con personas que conozcan en profundidad el sector energético y con expertos en automatización

Actualización de las LTS

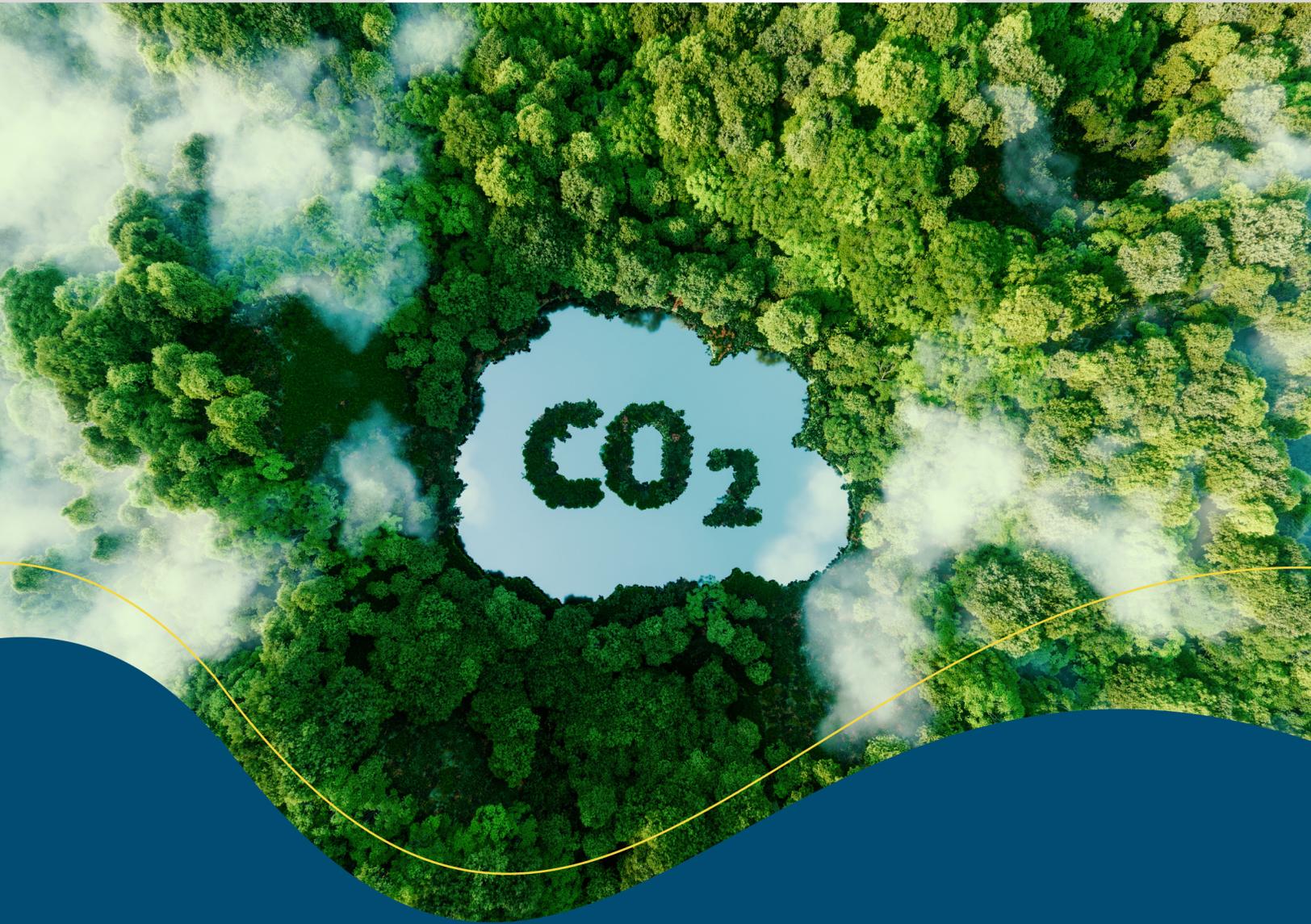
Desarrollar legislación que establezca periodos de revisión, alineados con NDC

Revisar barreras detectadas inicialmente y supuestos incorporados en modelación

Considerar particularidades propias de cada país

Garantizar recursos técnicos y financieros

5. Reflexiones Finales





La descarbonización del sistema energético es un elemento crucial dentro de las LTS para lograr el objetivo de alcanzar una economía neutra en carbono en 2050 que, dada su naturaleza holística, abarca muchos más sectores y considera una gran multitud de regiones, poblaciones, fuentes y sumideros de emisiones de GEI. Esta complejidad requiere de una gran coordinación entre diferentes ministerios, instituciones y niveles de gobernanza, para lo que resulta fundamental contar con un fuerte liderazgo político capaz de dar inicio al proceso de elaboración de las LTS y sumar a todos los actores relevantes a dicho proceso. Igual de importante es definir desde el comienzo de esta tarea cuál será el organismo responsable de dicha coordinación y qué roles tendrán a lo largo del proceso los demás actores implicados.

Además, es muy importante garantizar la alineación entre los objetivos a corto plazo (marcados en los NDC) y a medio plazo (Agenda 2030) con los objetivos energéticos a largo plazo de las LTS, para lo que se recomienda hacer referencia explícita a los objetivos de las LTS en cada una de las herramientas de planificación energética e incluir un capítulo específico en las LTS que analice la integración de estos instrumentos y su grado de alineación.

La transición energética es un proceso de transformación profundo y prolongado en el tiempo, que puede traer consigo grandes oportunidades, pero también grandes dificultades si no se lleva a cabo de manera ordenada y planificada. Para ello, resulta imprescindible elaborar estrategias de transición justas, mediante una amplia participación social e implicación de todos los niveles de gobierno, que busque maximizar las oportunidades de crecimiento económico y creación de empleos derivados de esta transformación, y se diseñen medidas compensatorias para aquellas personas o empresas que se puedan ver afectadas negativamente por este proceso. Asimismo, es muy importante evaluar cómo afectaría este proceso de transición en términos de proliferación de activos varados y utilizar los resultados de este análisis como insumo de la modelización del sistema energético.

La modelización de los asuntos energéticos es enormemente compleja, por lo que se recomienda emplear los mismos modelos en los PESE y en los asuntos energéticos de las LTS. Dentro de estos modelos, es necesario prestar especial atención a la evolución de los costes de las tecnologías energéticas, ya que tienen un gran impacto en el diseño de sistemas coste-eficientes. Además, los modelos meramente energéticos deben ser complementados con modelos climáticos y económicos para incluir en la modelización de los sistemas energéticos el impacto que el cambio climático tiene sobre éstos y la interacción que existe entre la reducción de emisiones de GEI y la evolución macroeconómica del país.

Para evaluar los recursos financieros requeridos por los PESE, se debe llevar a cabo un estudio previo sobre la posibilidad de reducir los subsidios a componentes del sistema que no implican una reducción de emisiones y redirigir esos recursos a nuevas medidas planteadas. Posteriormente, se recomienda analizar la posibilidad de captar recursos financieros de organismos multilaterales, a fin de minimizar la carga sobre los presupuestos del Estado. Es crucial que las LTS y los PESE se nutran de las mismas suposiciones con respecto a los mecanismos financieros a usar y la mitigación de barreras a las inversiones.

Finalmente, para poder llevar a cabo las actualizaciones requeridas de las LTS y los PESE, es imprescindible contar con sistemas MRV sólidos y compatibles entre sí, para así dirimir la eficacia de las medidas implementadas y realizar los ajustes pertinentes para corregir las desviaciones de los objetivos que se hayan producido hasta el momento. Con la finalidad de garantizar una alineación total entre la NDC, las LTS y los PESE, se recomienda evaluar cada 5 años (o incluso con más frecuencia) la necesidad de actualización de estas herramientas, a fin de coincidir con el periodo de actualización de la NDC ante la UNFCCC.

Referencias

Banco Interamericano de Desarrollo (2019). Cómo llegar a cero emisiones netas: Lecciones de América Latina y el Caribe. Publications.iadb.org. <https://doi.org/10.18235/0002042>

Department for Business, Energy & Industrial Strategy (2017). ‘‘Clean Growth Strategy’’. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/publications/clean-growth-strategy>

Estándar VCS (2013). ‘‘Documento de Requerimientos’’. Versión 3. https://verra.org/wp-content/uploads/VCS_Standard_v3.4_SP.pdf

Fazekas, A., Bataille, C., & Vogt-Schilb, A. (2022). ‘‘Prosperidad libre de carbono: cómo los gobiernos pueden habilitar 15 transformaciones esenciales’’. Publications.iadb.org. <https://doi.org/10.18235/0004364>

IEA. (2020). Projected Costs of Generating Electricity 2020 – Analysis. IEA; IEA <https://www.iea.org/reports/projected-costs-of-generating-electricity-2020>

IRENA (2017). ‘‘Stranded Assets and Renewables’’ <https://www.irena.org/publications/2017/Jul/Stranded-Assets-and-Renewables>

IRENA (2020). ‘‘Scenarios for the Energy Transition: Global experience and best practices.’’ <https://www.irena.org/publications/2020/Sep/Scenarios-for-the-Energy-Transition-Global-experience-and-best-practices>

IRENA. (2022). Renewable power generation costs in 2021. /Publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-In-2021. <https://www.irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021>

LONG-TERM PATHWAYS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE SDGs: THE GOVERNANCE IMPLICATIONS. (2019). https://irp-cdn.multiscreensite.com/be6d1d56/files/uploaded/OECD_SDSN-Working-Paper_2019_Final.pdf

Long term planning with VRE. (n.d.). <https://www.irena.org/Energy-Transition/Planning/Long-term-energy-planning-support/Long-term-planning-with-VRE>

Mexico’s Climate Change Mid-Century Strategy. (2016). https://unfccc.int/sites/default/files/mexico_mcs_final_cop22nov16_red.pdf

OIT (2020) ‘‘El Empleo en un Futuro de cero Emisiones Netas en América Latina y el Caribe’’, p. 21. Available online: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_752078.pdf (accessed on 9 August 2021).

Naciones Unidas (1997). ‘‘Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático’’. <https://unfccc.int/es/node/2409>

Naciones Unidas (2015). ‘‘Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático’’ <https://www.refworld.org/es/docid/602021b64.html>

RALI GHG MRV Harmonization Framework Energy Sector Guide. (2019). https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2019_USAID_RALI_MRV%20Harmonization%20Energy.pdf

Marr, M.A., Marett, D.A., & Wohlgemuth, N. ‘‘MRV IN PRACTICE’’ -CONNECTING BOTTOM-UP AND TOP-DOWN APPROACHES FOR DEVELOPING NATIONAL MRV SYSTEMS FOR NDCS. (n.d.). https://climatepromise.undp.org/sites/default/files/research_report_document/undp-ndcsp-mrv-in-practice.pdf

Anexo I. Checklists

Mecanismos de coordinación y consenso

Procesos e instrumentos de planificación de las LTS para una buena integración con la política energética nacional

Fomentar la consulta y el diálogo involucrando a los actores clave del sector energético para la elaboración de la LTS

Asegurar el liderazgo político que respaldará y promoverá la LTS

Compartir la responsabilidad entre ministerios y otras instituciones relevantes

Generar estructuras de gobernanza y arreglos institucionales sólidos, con responsabilidad entre diferentes actores (público y privado)

Capacitación necesaria en la fase preparativa (de coordinación y consenso)

Construir o fortalecer la relación entre el sector climático (organismos encargados del cumplimiento del AP, LTS, NDC) y el sector energético.

Visión, objetivos e hitos

Objetivos de Descarbonización

Los PESE deben integrar los objetivos de las NDC y LTS garantizando una alineación con las metas establecidas

Se recomienda cada 5 años evaluar la necesidad de actualizar tanto partes de las LTS como de los PESE

Alineación con los ODS

Explorar sinergias positivas entre la remodelación del sistema energético y el desarrollo económico y social, en particular en países en vías de desarrollo

Establecer una estrecha colaboración público-privada para garantizar las inversiones de largo plazo

Incorporar los ODS tanto en las LTS como en los PESE y alinear los hitos para 2030 con los hitos para 2050

Análisis de potenciales contrapartidas entre objetivos de medio plazo y proceso de descarbonización a 2050

Consideraciones de la Transición Justa

Garantizar la reubicación y readaptación de todos los actores afectados por el cambio en el modelo productivo

Agentes implicados en la transición deben formar parte del diseño, planificación e implementación de las medidas concretas

Promover diálogo social y adaptar medidas específicas de cada región. Cooperación entre niveles de gobiernos e instituciones

Evaluar la financiación de la transición: relevancia de la captación de fondos internacionales

Los Activos Varados (Stranded Assets)

Considerar potencial proliferación de activos varados, para planificar cambios oportunos y minimizar impactos adversos

Restringir inversiones en combustibles fósiles y programar el cierre gradual de minas y centrales de carbón

Utilizar incentivos económicos (subvenciones e impuestos) para evitar la proliferación de activos varados

Evaluar el impacto de activos varados en la seguridad energética

Análisis y modelación

Previsión de la Evolución de Costos de Tecnologías Energéticas

Desarrollar una metodología rigurosa, priorizando fuentes de datos internacionales y haciendo pública la parametrización

Implementar mecanismos de revisión periódica de las previsiones de costos en las LTS

Generar métodos de análisis de incertidumbre, explicitando con qué nivel se cuenta cuando se proyectan los distintos escenarios

Incluir varios escenarios que reflejen diferentes hipótesis sobre los perfiles de costos de las tecnologías

Modelos Utilizados en la Planificación Energética y en las LTS

Considerar energías renovables variables evaluando: seguridad energética, flexibilidad y estabilidad, capacidad de transmisión y equidad energética

Evaluar modelos “backcasting” (como llegar) y “forecasting” (predecir eventos), garantizando su conciliación

Insumos de la modelación deben tener un fundamento sólido y consensuado con diferentes actores del sector público, privado, expertos, sociedad civil y academia

Consideración del Cambio Climático en las LTS

Analizar qué impacto podría generar el cambio climático en la generación y demanda energética, así como en la infraestructura existente

Establecer una coordinación institucional entre diversos ministerios para recopilar información relacionada con el cambio climático

Considerar la creación de una base de datos nacional para albergar información sobre el impacto del cambio climático

Colaboración entre los Ministerios de Energía y de Economía y Finanzas, evaluando rentabilidad del sistema energético que condicionará inversiones en infraestructura

Evaluar integralmente medidas de adaptación y mitigación que puedan competir por los mismos recursos

Modelos Climáticos y Evaluaciones Macroeconómicas

Generar modelos de evaluación integrada: riesgo, adaptación, exposición, vulnerabilidad, amenaza, economía e impacto

Capacitación Necesaria en Análisis y Modelización

Capacitar recursos para actualizar modelos internamente en ambientes cambiantes y con mayor incertidumbre

Implementación y alineación

Consolidación e inclusión de la planificación del sector energético en las LTS

Establecer metas claras y cuantificadas y mecanismos de detección de desviaciones

Definir en detalle acciones de corto plazo alineadas con metas de mediano y largo plazo

Para potenciar un sistema eléctrico altamente renovable se deben identificar i) aspectos técnicos asociados al correcto funcionamiento del sistema eléctrico, ii) elementos que garanticen seguridad de suministro y iii) medidas regulatorias que favorezcan energías renovables

Sistemas y mecanismos para mejoras continuas en el grado de alineación

Abordar procesos de diálogo multi-actor y multisectorial para reducir tensiones de la transición

Alinear LTS con legislación vigente y con objetivos globales marcados por instituciones internacionales

Indagar sobre posibles sinergias de medidas que permitan ahorrar recursos

Capacitación necesaria para la implementación y mejoras continuas de alineación

Conformar equipos multidisciplinares capaces y organizar cursos y programas de capacitación

Mecanismos financieros

Contar con un equipo económico-financiero altamente calificado

Metodología para definir los recursos financieros requeridos:

Identificar el volumen necesario de inversión para diferentes escenarios de transición energética

Analizar el impacto de la inversión de forma multidimensional abarcando la salud, el empleo y la equidad

Cómo se financian los procesos de desarrollo de las LTS y los PESE:

Evaluar la distribución actual del presupuesto dedicado al sector energético y reconfigurarlo de corresponder

Identificar y evaluar las fuentes de financiamiento internas y externas

El rol del sector público subnacional en la decisión de invertir en infraestructura:

Identificar políticas en las que se compartan atribuciones con los gobiernos subnacionales que puedan contribuir a la descarbonización

Identificar mecanismos de colaboración con los gobiernos subnacionales

Establecer normas e incentivos para la descarbonización a nivel local

Dar apoyo a incentivos fiscales y financieros locales para electrificación y generación distribuida

Capacitación necesaria en relación con los mecanismos financieros:

Verificar las capacidades de los técnicos asociados a los mecanismos financieros

En países en desarrollo, buscar cooperación técnica para desarrollar las capacidades necesarias

Desarrollar las capacidades internamente para replicar el ejercicio a futuro

Control ex post de resultados. Monitoreo, evaluación y actualización: Sistemas MRV

Alinear sistemas MRV ascendentes y descendentes usando mismas métricas comparables

Incluir estos sistemas en la legislación

Mejores prácticas y fuentes de datos

Desarrollar indicadores específicos para cada plan, preferentemente internacionales

Sinergias, convergencias y oportunidades de mejoras y mayores eficiencias

Segmentar los sistemas MRV en niveles garantizando su alineación

Identificar fuentes de información comunes para los distintos sistemas MRV

Contar con un sistema central de gestión de datos

Fomentar participación e involucramiento de las partes interesadas para recopilar información

Definir una autoridad que se encargue de la coordinación de los sistemas MRV

Integración de los requisitos actuales y futuros de MRV

Utilizar última tecnología para favorecer automatización

Capacitación necesaria para temas de monitoreo y evaluación

Contar con expertos en datos y estadísticas que identifiquen necesidades de información e indicadores más adecuados

Disponer de un sistema público informatizado que cuente con bases de datos accesibles

Contar con personas que conozcan en profundidad el sector energético y con expertos en automatización

Actualización de las LTS

Desarrollar legislación que establezca periodos de revisión, alineados con NDC

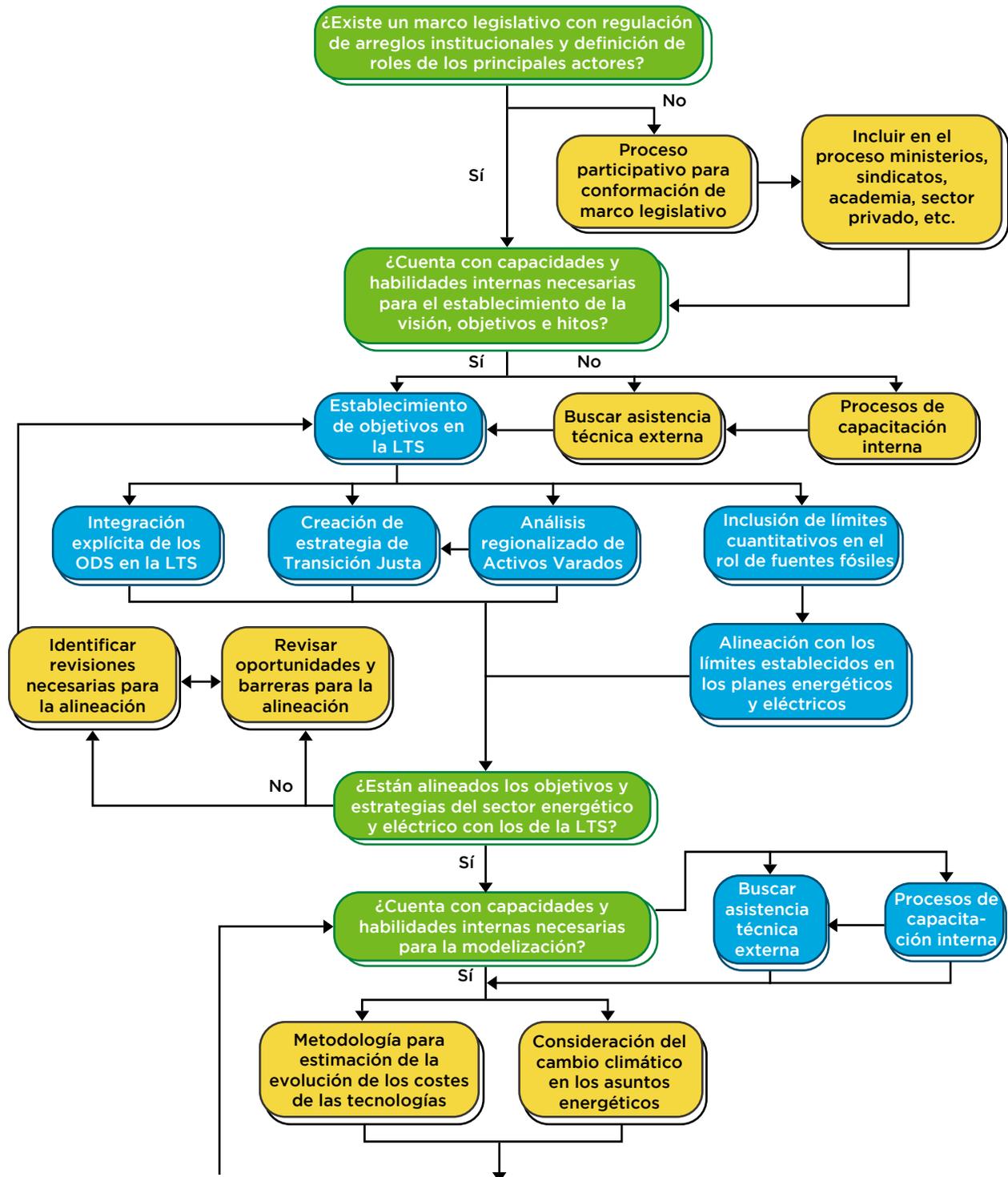
Revisar barreras detectadas inicialmente y supuestos incorporados en modelación

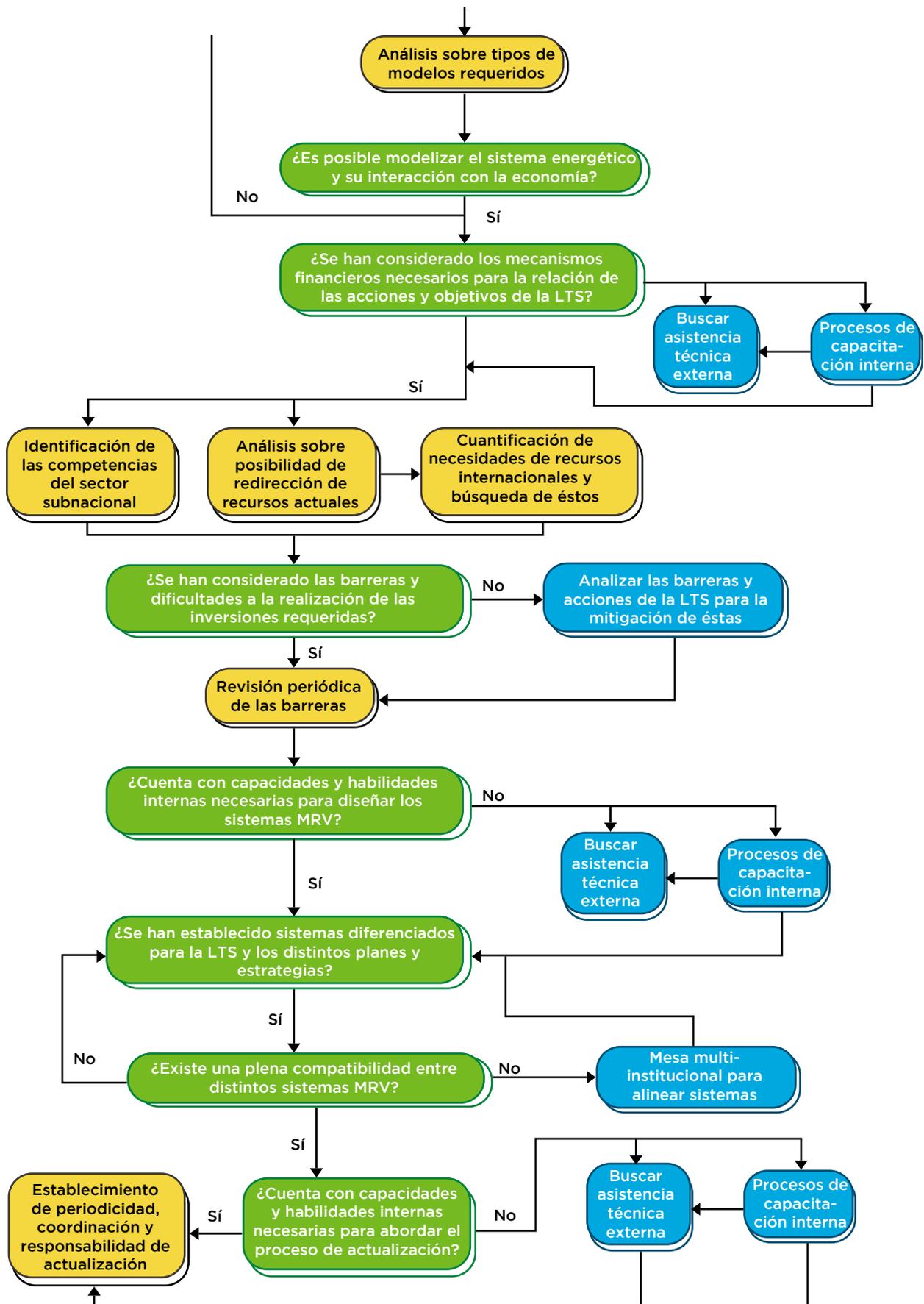
Considerar particularidades propias de cada país

Garantizar recursos técnicos y financieros

Anexo II. Árbol de Decisiones

Se presenta un árbol de decisiones que representa el proceso de conformación de los aspectos energéticos y eléctricos claves en las LTS, y las interacciones entre las distintas fases, considerando su convergencia y sincronización con la planificación energética.





Anexo III. Metodologías Analizadas

Metodología	¿Qué campos o conceptos se evalúan?	Características técnicas (o pasos) de la metodología								¿En qué países se aplica?
		Alcance del análisis	A. Características	B. Fuentes de información y herramientas utilizadas	C. Uso	D. Integración en la planificación energética (uso de la metodología en los proyectos/ territorios)	E. Aplicación de la metodología para facilitar la transición LTS	F. Coordinación interinstitucional	G. Monitoreo y seguimiento	
Guía para el Análisis Detallado del Riesgo Climático (CAF)	Riesgo: vulnerabilidad, exposición y amenaza	a) impactos del cambio climático sobre las fuentes de energía disponibles b) impactos sobre la generación de electricidad c) impactos del cambio climático sobre la infraestructura energética física d) impactos de la transición a una economía resiliente y baja en carbono en la planificación energética	1) Contextualización del proyecto respecto al CC 2) Amenazas y exposición 3) Análisis de vulnerabilidad 4) Evaluación de riesgo 5) Selección de opciones de adaptación	Esta metodología es presentada por el Banco de Desarrollo de América Latina basada en el quinto informe del IPCC. Al ser pública en internet, es una metodología de uso libre. Se utilizan modelos físicos y estadísticos dentro del análisis cuantitativo de sensibilidad. Además, se utilizan modelos de Genealogía de circulación general (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) y Modelo Climático Regional.	Proyectos de generación de energía eólica, proyectos de generación de energía fotovoltaica, proyectos de aprovechamientos hidráulicos, proyectos de adaptación en ciudades, proyectos de dotación de agua y proyectos de adaptación vial. La información que esta metodología facilita a proponentes de proyectos es la cantidad de energía estimada, impacto económico del cambio climático, consecuencias del cambio climático en la operación y mantenimiento, y finalmente se realiza una selección y análisis de potenciales medidas de adaptación.	Se consideran parámetros de inversión en el sector energético, debido a que se trabaja con proyecciones y de esta forma se puede medir el impacto que tendrá el cambio climático en un proyecto en específico, lo que permite tomar decisiones acertadas en cuanto a adaptación e inversión.	Debido a que se trabaja con proyecciones, esta metodología permite evaluar posibles resultados en el tiempo, lo cual permite realizar cambios y adaptaciones que minimicen el impacto del cambio climático.	Las observaciones de variables climáticas suelen poder ser obtenidas de las instituciones nacionales responsables de los servicios estatales de meteorología correspondientes, aunque otras instituciones, como por ejemplo las demarcaciones de cuenca o las concesionarias de la infraestructura, también pueden disponer de observaciones en la zona de estudio. Existen también bases de datos globales, como las mantenidas por la Organización Nacional del Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos de América (NOAA por sus siglas en inglés) que proporciona también información climática en estaciones de todo el mundo.	Dependiendo del proyecto, hay algunas variables que se debe monitorizar, para determinar si se está realizando un cambio y cuál es su potencial impacto en el proyecto. Los resultados se entregan determinan el impacto climático e identificando opciones de adaptación.	Internacional

Metodología	¿Qué campos o conceptos se evalúan?	Características técnicas (o pasos) de la metodología								¿En qué países se aplica?
		Alcance del análisis	A. Características	B. Fuentes de información y herramientas utilizadas	C. Uso	D. Integración en la planificación energética (uso de la metodología en los proyectos/ territorios)	E. Aplicación de la metodología para facilitar la transición LTS	F. Coordinación interinstitucional	G. Monitoreo y seguimiento	
Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático para proyectos del BID.	Evaluación de riesgo de desastres y cambio climático	a) impactos del cambio climático sobre las fuentes de energía disponibles b) impactos sobre la generación de electricidad c) impactos del cambio climático sobre la infraestructura energética física d) impactos de la transición a una economía resiliente y baja en carbono en la planificación energética	1) Screening y clasificación 2) Evaluación cualitativa del riesgo de desastres y cambio climático 3) Evaluación cuantitativa del riesgo de desastres y cambio climático	Esta metodología ha sido desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y corresponde a un documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID. Esta metodología es de libre uso ya que se encuentra en internet.	Los tipos de proyecto presentados incluyen suministro de agua, gestión de aguas residuales, infraestructura de drenaje, infraestructura de transporte (vías con puentes y túneles), infraestructura hidroeléctrica e infraestructura social (como centros de salud y escuelas).	Esta Metodología fue concebida como un recurso práctico que pueden utilizar los líderes de equipos en todos los sectores, las agencias ejecutoras, los expertos técnicos y las firmas externas de consultoría y diseño para integrar consideraciones en materia de riesgo de desastres y cambio climático en las fases de preparación e implementación del proyecto, en el momento oportuno y en caso de ser necesario.	El desarrollo de esta Metodología responde a la necesidad de consolidar un marco conceptual para la gestión del riesgo de desastres y cambio climático que se pueda aplicar a todos los proyectos, por lo cual permite obtener información para estrategias de adaptación en el tiempo.	El objetivo en cuanto a la recopilación de información es encontrar datos relevantes sobre estudios, documentos y consideraciones de diseño que ya existan para la operación, e información sobre la capacidad de adaptación del proyecto o de las comunidades. Sin embargo, esta metodología ofrece opciones para hacer análisis cuantitativos con la información que se tenga.	El monitoreo se realiza dependiendo del proyecto con el cuál se está trabajando, y se lo realiza a variables relevantes de cada proyecto para identificar su afectación o cambio con respecto a condiciones de cambio climático.	Internacional
Economic Analysis of climate proofing investment projects. Asian Development Bank.	Evaluación de parámetros económicos relaciones al riesgo del CC.	a) impactos del cambio climático sobre las fuentes de energía disponibles b) impactos sobre la generación de electricidad c) impactos del cambio climático sobre la infraestructura energética física d) impactos de la transición a una economía resiliente y baja en carbono en la planificación energética	1) Fase de conceptualización del proyecto 2) Fase de preparación del proyecto 3) Fase de implementación del proyecto	Esta metodología utiliza varios tipos de modelos climáticos principalmente con el objetivo de obtener datos de proyecciones.	Esta metodología se encuentra en internet de forma libre, por lo cual su uso es libre. Esta metodología está dirigida a formuladores de políticas y responsables de proyectos del ADB.	Este informe tiene como objetivo describir la realización del análisis de costo-beneficio de los proyectos de inversión a prueba del cambio climático. El análisis proporciona un medio para identificar, cuantificar y, en la medida de lo posible, valorar sistemáticamente todos los impactos del proyecto, incluidos (cuando corresponda) sus impactos ambientales	Esta metodología es de gran relevancia en cuanto a estrategias de adaptación a largo plazo, pues sus resultados ofrecen información económica destinada a policy makers y líderes.	Dentro del primer paso de esta metodología se encuentra un paso de "screening" en donde se determina la información requerida y el nivel de experticia requerido.	El nivel de riesgo asignado al proyecto se registra en el sistema de clasificación de proyectos del ADB para fines de dar seguimiento y monitoreo a las condiciones climáticas.	Asia-Pacífico, Internacional

Metodología	¿Qué campos o conceptos se evalúan?	Características técnicas (o pasos) de la metodología								¿En qué países se aplica?
		Alcance del análisis	A. Características	B. Fuentes de información y herramientas utilizadas	C. Uso	D. Integración en la planificación energética (uso de la metodología en los proyectos/ territorios)	E. Aplicación de la metodología para facilitar la transición LTS	F. Coordinación interinstitucional	G. Monitoreo y seguimiento	
Methods and Tools for Adaptation to Climate Change. Environment Agency Austria.	Riesgo y adaptación al cambio climático	a) impactos del cambio climático sobre las fuentes de energía disponibles b) impactos sobre la generación de electricidad c) impactos del cambio climático sobre la infraestructura energética física	1) Creación de una base para la adaptación 2) Identificación de riesgos y búsqueda de soluciones 3) Acciones de implementación y seguimiento	La metodología se encuentra de forma abierta en internet, por lo cual es de uso libre. Se utilizan modelos climáticos de los cuales derivan las principales incertidumbres en cuanto a resultados, sin embargo, esto está dado debido a la dificultad que presentan a menudo los sistemas climáticos.	Dentro de este manual se presentan casos de estudios específicos relacionados a las variables climáticas.	Al utilizar modelos y proyecciones, la idea principal de este manual es ser un apoyo en la toma de decisiones con respecto al cambio climático y todo lo que involucra.	Esta metodología es de gran relevancia en cuanto a estrategias de adaptación a largo plazo, pues sus resultados ofrecen información económica destinada a policy makers y líderes.	La información es obtenida de 3 diferentes fuentes: modelos climáticos, datos específicos dependiendo del proyecto y ubicación geográfica e información pública.	La fase 3 de este manual presenta información sobre la implementación de modelos y la importancia de acciones de monitoreo para verificar la variación en resultados.	Internacional
ECONODAPT. Unión Europea.	Economía de la adaptación al cambio climático	a) impactos del cambio climático sobre las fuentes de energía disponibles	1) Reducción de riesgo de desastres 2) Evaluación de proyectos 3) Evaluación de políticas 4) Macroeconomía de la adaptación 5) Asistencia para la adaptación internacional	Se utilizan modelos climáticos debido a que se trabaja con estimaciones para determinar estrategias de adaptación.	ECONADAPT es un proyecto de investigación financiado por el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea (FP7). Los objetivos son construir el conocimiento basado en la economía de la adaptación al clima cambiar y convertir esto en algo práctico. información para los tomadores de decisiones, con el fin de ayudar apoyar la planificación de la adaptación.	Una de las principales prioridades es incluir la adaptación en la evaluación de la política económica de los grandes proyectos de infraestructura, debido a la larga vida útil y la alta exposición al cambio climático futuro. Esto incluye la inversión planificada existente (evaluación de riesgos), pero también la nueva inversión futura diseñada específicamente para responder al cambio climático, reconociendo la necesidad de considerar la incertidumbre para ambos.	Debido a que esta metodología se enfoca en inversión presente y futura, corresponde a una herramienta útil en términos de planeación de acciones que ayuden a la adaptación al cambio climático, siendo utilizadas en estrategias a largo plazo.	La información de la metodología es obtenida de organismos reconocidos y se prioriza la información disponible de acceso abierto y de modelos climáticos.	Esta metodología promueve el análisis iterativo, el seguimiento, la evaluación y el aprendizaje	Europa, Internacional

Metodología	¿Qué campos o conceptos se evalúan?	Características técnicas (o pasos) de la metodología								¿En qué países se aplica?
		Alcance del análisis	A. Características	B. Fuentes de información y herramientas utilizadas	C. Uso	D. Integración en la planificación energética (uso de la metodología en los proyectos/ territorios)	E. Aplicación de la metodología para facilitar la transición LTS	F. Coordinación interinstitucional	G. Monitoreo y seguimiento	
The impact of climate change on the generation of hydroelectric power – a case of study in southern Spain. Solaun, K., Cerdá, E.	Información climatológica, técnica (plantas hidroeléctricas) y económica	a) impactos del cambio climático sobre las fuentes de energía disponibles b) impactos sobre la generación de electricidad c) impactos del cambio climático sobre la infraestructura energética física	1) Ingreso de información (flujo, lluvia) 2) Análisis de variables físicas, técnicas y operacionales 3) Cálculos (Procesos, Spilling, Almacena-miento) 4) Output (Producción diaria)	Se utiliza el modelo “Hydroclim model” para evaluar el impacto en hidroeléctricas. Esta metodología fue utilizada y se encuentra descrita dentro del paper “The impact of climate change on the generation of hydroelectric power – a case of study in southern Spain”.	La experiencia de esta metodología es su implementación para el análisis de 3 hidroeléctricas en España, de la cual se pudo obtener como conclusión que el cambio climático representa un riesgo debido a la reducción de caudales necesarios para el funcionamiento de una planta hidroeléctrica.	En el caso concreto presentado en el paper, se determinó como conclusión que esta reducción de los recursos hídricos afectaría potencialmente a nuevas inversiones en el sector, pues el modelo muestra que solo una de las 3 plantas tendría un ingreso positivo. Por lo cual, la utilización de esta metodología proporciona información útil en cuanto a inversiones que empiecen desde 0 de generación de energía hidroeléctrica.	Esta metodología presenta datos referentes a la afectación en el futuro de plantas hidroeléctricas debido al cambio climático, por lo cual permite tomar decisiones anticipadas en cuanto a adaptación y mitigación de estos posibles impactos, permitiendo el desarrollo de estrategias a largo plazo.	La información ha sido recolectada de datos históricos de las hidroeléctricas, así como de fuentes públicas.	El paper sugiere el monitoreo y búsqueda de más información referente al tema, debido a que cada año se desarrollan nuevos modelos cuya información complementa a la presentada.	España
Impacts of climate change on wind energy power – Four wind farms in Spain. Solaun, K., Cerdá, E.	Variabilidad de la velocidad del viento. Información económica.	a) impactos del cambio climático sobre las fuentes de energía disponibles b) impactos sobre la generación de electricidad	1) Se utiliza información por hora sobre velocidad del viento, temperatura y energía activa. 2) Métodos de análisis: Curvas de potencia, proyecciones, extrapolación vertical, downscaling, proyección representativa de año y producción. 3) Análisis económico	Los análisis realizados en esta metodología son curvas de potencia ex post, proyecciones, extrapolación vertical, downscaling. Además de utilizó el modelo climático EURO-CORDEX para la obtención de datos del viento y realización de proyecciones.	En cuanto a experiencias relacionadas a esta metodología, se utilizó en el paper “Impacts of climate change on wind energy power” analizando 4 granjas solares en España, de donde se obtuvo como conclusiones la disminución de generación de poder en algunos casos, y el aumento de generación de poder en otros.	Debido a que los resultados de esta metodología están expresados en términos de producción, es posible tomar decisiones en función de inversiones, por lo cual esta metodología aporta información útil en cuanto a futuras inversiones.	Mediante la utilización de proyecciones utilizadas en este modelo es posible tomar decisiones para evitar el impacto del cambio climático a futuro en granjas eólicas, lo cual corresponde a una estrategia de largo plazo.	Los datos utilizados en esta metodología son generados a partir del modelo EURO-CORDEX.	Esta metodología recomienda el monitoreo constante de la evolución de la velocidad del viento mediante modelos climáticos.	España

Metodología	¿Qué campos o conceptos se evalúan?	Características técnicas (o pasos) de la metodología							¿En qué países se aplica?	
		Alcance del análisis	A. Características	B. Fuentes de información y herramientas utilizadas	C. Uso	D. Integración en la planificación energética (uso de la metodología en los proyectos/ territorios)	E. Aplicación de la metodología para facilitar la transición LTS	F. Coordinación interinstitucional		G. Monitoreo y seguimiento
Análisis de riesgos y vulnerabilidades (Consell de Mallorca)	Evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación	a) impactos del cambio climático sobre las fuentes de energía disponibles b) impactos sobre la generación de electricidad c) impactos del cambio climático sobre la infraestructura energética física	1) Establecer línea base 2) Establecer escenarios de adaptación 3) Evaluación de riesgo 4) Análisis de vulnerabilidad al cambio climático	Se utiliza el sistema AdapteCCa, que es un portal de proyecciones climáticas regionalizada para España.	Análisis de la capacidad de adaptación y Evaluación de la vulnerabilidad actual y futura.					España

Anexo IV. Información Complementaria

Factores relevantes en la evolución de los precios de las tecnologías de generación eléctrica

Mejoras tecnológicas y de aprendizaje:

Aprendizaje inducido por la implementación: los estudios empíricos indican que, a medida que la experiencia de producción y uso de una tecnología incrementa, los costes se reducen.

Aprendizaje inducido por la investigación, desarrollo y demostración: las actividades asociadas a la investigación, desarrollo y demostración constituyen un claro vector de abaratamiento de costes de las tecnologías energéticas, ya sea de manera directa o a través del aprendizaje obtenido por la aplicación de estas prácticas a otra tecnología. **Conocimiento colateral de otras tecnologías:** el conocimiento generado dentro de la propia industria energética o de otra industria relacionada se puede aplicar a otra tecnología, abaratando costes.

Incremento de tamaño: el crecimiento de las plantas de generación eléctrica (incremento de los MW instalados en la planta) generalmente supone un abaratamiento de los costes unitarios de fabricación, instalación y costes de operación.

Economías de escala:

Economía de escala en la fabricación (producción en masa): las tecnologías energéticas que no requieren de una instalación customizada (como la energía solar fotovoltaica o la eólica onshore) pueden ser producidas de manera masiva en grandes plantas de fabricación, lo que reduce los costes. Tecnologías como la nuclear o centrales térmicas de carbón tienen poco margen para reducir sus costes de esta manera, porque su construcción está particularizada para cada planta.

Economía de escala en la dimensión de los proyectos: hay estudios que encuentran evidencias de que los costes unitarios se reducen cuando el tamaño del proyecto incrementa (p. ej. el coste de una turbina eólica se reduce si el parque eólico instala más turbinas), ya que hay costes que no incrementan proporcionalmente con el tamaño del proyecto.

Costes de factores de entrada:

Costes laborales y de materiales: los costes de las tecnologías energéticas han sido tradicionalmente sensibles a los cambios en los costes del mercado laboral y materias primas. En un contexto de cambio climático, donde las materias primas pueden escasear, los precios de algunas tecnologías podrían incrementar (Ej.: energía solar fotovoltaica o baterías debido al encarecimiento de minerales para su producción).

Costes de combustibles: las tecnologías energéticas que emplean combustibles fósiles, uranio o biomasa verán sus costes directamente afectados por las variaciones de los precios de estos combustibles en los mercados mayoristas.

Factores sociales y geográficos:

Regulación: los cambios regulatorios asociados a las medidas contra el cambio climático, como los precios a las emisiones de GEI o estándares ambientales, tendrán un impacto relevante en los precios de venta de energía. Aquellas tecnologías que emitan GEI añadirían el coste del permiso de emisiones al precio final al consumidor, mientras que otras tecnologías que tuvieran que incluir subsistemas tecnológicos, como filtros de micropartículas, verían afectado su perfil de costes. Por otro lado, existen mecanismos, como los subsidios, que rebajan los precios artificialmente para contribuir a la penetración de la tecnología, aumento de la demanda y economías de escala.

Limitación de ubicaciones adecuadas para las tecnologías: las características del área donde se construye una planta de generación eléctrica tienen normalmente un impacto en los costes de instalación.

Tipos de modelos para el desarrollo de las LTS.

Tipo	Método	Función	Ventajas	Desventajas	Nombre del modelo
Top-down (<i>backcasting</i>)	Econometría, teoría de equilibrio general, teoría de programación lineal	Análisis macroeconómico energético, planeación de política energética	Conveniente para análisis económico	No se puede describir la tecnología a detalle, potencial subestimación de progreso tecnológico	CGE, 3Es, Marco, GEM-E3
Bottom-Up (<i>forecasting</i>)	Programación lineal y no lineal, programación multiobjetivo, dinámica de sistemas, método Input-output	Selección de tecnología energética, impacto medioambiental, análisis tecnológico, pronóstico de suministro y demanda de energía, análisis de costos de energía, análisis de política energética	Descripción detallada de la tecnología, captura detalles de consumo energético, evaluación directa de costos de selección de tecnología	No es buen análisis económico, potencial subestimación de progreso tecnológico	MARKAL, MESSAGE, EFOM, MEDEE, ERIS, LEAP, AIM
Combinado	Programación lineal y no lineal, econometría, programación entera mixta	Impacto medioambiental, análisis tecnológico, pronóstico de suministro y demanda de energía, análisis de costos de energía, análisis de política energética	Se considera por completo la selección de tecnología, facilita la simulación y análisis, el costo es calculado considerando la elasticidad del precio de todo el sistema	El modelo es muy grande y complejo	EIA/DOE, IIASA & WEC, JOULE/EU

Tipos de modelos para el desarrollo de las LTS.

Tipo de fondo	Nombre y breve descripción	Fuente
Fondos multilaterales	<p>Fondo Verde del Clima: mecanismo de financiamiento de la UNFCCC, que asiste países para desarrollar las NDCs.</p> <p>Fondo para el Medio Ambiente Mundial: establecido en el marco de la Cumbre de la Tierra de Río para promover el desarrollo ambiental sostenible, incluye el Fondo para los Países Menos Adelantados y el Fondo Especial para el Cambio Climático.</p> <p>Fondo de Adaptación: financia proyectos para la adaptación al cambio climático para las comunidades más vulnerables. Establecido como un instrumento financiero bajo la UNFCCC y el Protocolo de Kioto en 2016</p>	<p>https://www.greenclimate.fund/</p> <p>https://www.thegef.org/</p> <p>https://www.adaptation-fund.org/</p>
Organismos regionales y multilaterales	<p>Los siguientes organismos, dependiendo de su naturaleza, proveen asistencia técnica (a fondo perdido) y/o financiera (créditos y préstamos a la política):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco Interamericano de Desarrollo • Banco Centroamericano de Integración Económica • Banco Mundial • Agencia Alemana para la Cooperación Internacional • Iniciativa Climática Internacional • KfW - Banco de Desarrollo de la República Federal de Alemania • Agencia Francesa de Desarrollo • Agencia de Cooperación Internacional de Japón • Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional • Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo 	<p>https://www.iadb.org/en</p> <p>https://www.bcie.org/</p> <p>https://www.bancomundial.org/es/home</p> <p>https://www.giz.de/en/html/index.html</p> <p>https://iki-alliance.mx/acerca-de-2/</p> <p>https://www.kfw.de/About-KfW/</p> <p>https://www.afd.fr/en</p> <p>https://www.jica.go.jp/spanish/index.html</p> <p>https://www.usaid.gov</p> <p>https://www.aecid.es/ES</p>
Cooperación Sur-Sur	<p>Es la cooperación que puede tener entre países del cono sur, sin involucrar a desarrollados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costa Rica • El Salvador • México • Guatemala • Perú • Colombia 	
Otros mecanismos de financiamiento	<p>Fondo de Soluciones InsuResilience: adaptación al cambio climático incrementando el acceso a seguros en países de desarrollo.</p> <p>Fondo de Abu Dabi para el Desarrollo: ofrece préstamos en condiciones favorables para financiar proyectos de desarrollo económico y social.</p> <p>Fondo Nórdico de Desarrollo: institución financiera multilateral para el desarrollo conjunta de Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia para otorgar subvenciones a las inversiones relacionadas con el cambio climático</p> <p>Agencia Danesa de Desarrollo Internacional: apoya temas de Eficiencia energética, Energía renovable y Resiliencia climática</p>	<p>https://www.insureilienceinvestment.fund/</p> <p>https://www.adg.ae/</p> <p>https://www.ndf.int/</p> <p>https://um.dk/en/danida/about-danida</p>

