

SOLICITUD DE MANIFESTACIONES DE INTERÉS
SERVICIOS DE CONSULTORÍA - OPERACIONES EJECUTADAS POR EL BANCO
PROCESO DE SELECCIÓN COMPETITIVO INTEGRAL

NOMBRE DEL PROYECTO: Consultoría para el fortalecimiento de la metodología de la planificación de la expansión del sistema eléctrico costarricense considerando alta participación de generación renovable variable

SELECCIÓN #: CR-T1301-P001

MÉTODO DE SELECCIÓN: Competitivo Integral

PAÍS: Costa Rica

SECTOR OR DEPARTAMENTO: Energía

NOMBRE DE LA CT: Fortalecimiento de la metodología de la planificación de la expansión del Sistema Eléctrico costarricense en un contexto de alta generación renovable variable

FINANCIAMIENTO – CT #: ATN/OC-22074-CR

Enlace al documento de CT: <https://www.iadb.org/en/project/CR-T1301>

Atención Firmas Consultoras: Actualización Importante sobre el Registro en el Portal de Adquisiciones BEO

Todas las firmas consultoras, tanto nuevas como previamente registradas en el [Portal de Adquisiciones BEO](#), deben agregar su **Número de Socio Comercial (Business Partner Number por sus siglas en inglés)** al perfil de su organización para participar o continuar participando en un proceso de adquisición BEO.

Por favor consulte las [Preguntas Frecuentes](#) (FAQs) en el Portal para más detalles sobre **"Cómo encontrar u obtener su Número BP"**.

Evite retrasos, no espere hasta el último momento para completar esta actualización. Este proceso puede tardar hasta **48 horas** en completarse y podría impedir que su organización participe en un Proceso BEO.

Para preguntas o asistencia técnica, utilice el [chat en vivo](#) en la página del Portal de Adquisiciones BEO o envíenos un correo electrónico a: ocs.procurement@iadb.org

El Banco Interamericano de Desarrollo (el Banco) se creó en diciembre de 1959 para contribuir a acelerar el desarrollo económico y social de América Latina y el Caribe. En la actualidad, el Banco es un importante catalizador en la movilización de recursos para la región (Para más información sobre el Banco, consulte su sitio web en www.iadb.org).

Sección 1. Objeto de la presente Solicitud de Manifestaciones de Interés

- 1.1. El Banco ejecuta el proyecto mencionado. El Banco tiene la intención de contratar los servicios de consultoría descritos en la presente Solicitud de Manifestaciones de Interés (REOI, por sus siglas en inglés). El propósito de esta REOI es obtener información suficiente que permita al Banco evaluar si las empresas consultoras (EC) elegibles poseen la experiencia y la competencia requeridas pertinentes para prestar los servicios de consultoría solicitados por el Banco.
- 1.2. Según se define en la Política de Adquisiciones Institucionales ([GN-2303-33](#)), las EC participantes deben ser de un País¹ o Territorio² miembro del Banco para poder presentar una Manifestación de Interés (EOI por sus siglas en inglés). El Banco llevará a cabo el proceso de preselección y lista corta de las EC que hayan manifestado su interés. Posteriormente, se invitará a las EC elegibles de la lista corta a seguir adelante en el proceso de selección.
- 1.3. Esta REOI no debe interpretarse ni como una Solicitud de Propuesta ni como una oferta de contratación y no obliga en modo alguno al Banco a contratar a ninguna EC. El Banco se reserva el derecho de rechazar cualquiera y todas las EC participantes por cualquier motivo o sin motivo alguno, sin necesidad de dar explicaciones. El Banco no se compromete de modo alguno a seleccionar a una empresa consultora participante. El Banco no informará los motivos por los que cualquier EC participante haya o no sido incluida como parte de la lista corta.

Sección 2. Instrucciones para las empresas consultoras elegibles

- 2.1. Las manifestaciones de interés deberán enviarse utilizando el [Portal de Adquisiciones BEO del BID](#) (el Portal) antes del **11 de agosto de 2026** 5:00 PM. (**hora de Washington, D.C.**) en formato PDF (Max. 45MB).
- 2.2. Para acceder al Portal, la EC debe generar una cuenta de registro que incluya **todos** los datos solicitados por el Portal. En caso de que no se incluya alguno de los datos solicitados, la empresa consultora no podrá participar en este ni en ningún otro proceso de selección que lleve a cabo el Banco. Si la empresa

¹ **Países miembro:** Alemania, Argentina, Austria, Bahamas, Barbados, Bélgica, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Chile, Croacia, Dinamarca, Ecuador, El Salvador, Eslovenia, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Israel, Italia, Jamaica, Japón, México, Nicaragua, Noruega, Países Bajos, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, Reino Unido, República de Corea, República Dominicana, República Popular China, Suecia, Suiza, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

² **Territorios elegibles:** a) Guadalupe, Guayana Francesa, Martinica, Reunión - como Departamentos de Francia; b) Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Puerto Rico, Guam - como Territorios de los EE.UU.; c) Aruba - como país constituyente de los Países Bajos; y Bonaire, Curaçao, San Martín, Saba, San Eustaquio - como Departamentos de los Países Bajos; d) Hong Kong - como Región Administrativa Especial de la República Popular China.

consultora se ha registrado previamente, verifique que tenga **toda** la información de la EC actualizada y completa antes de presentar una EOI.

- 2.3. Las EC elegibles podrán asociarse en forma de Consorcio/ Joint Venture (JV) para mejorar sus calificaciones. Dicho Consorcio/ JV designará a una de las EC como representante responsable de las comunicaciones, del registro en el Portal y de la presentación de los documentos correspondientes (Firma Líder). En caso de presentarse como Consorcio/ JV, la estructura presentada, así como la Firma Líder, deberán mantenerse en caso de que el Consorcio/JV avance en este proceso de selección.
- 2.4. Las EC elegibles interesadas podrán obtener más información en horario de oficina, de 09:00 AM a 5:00 PM (**hora de Washington, D.C.**), enviando un correo electrónico a: [Edwin Mejía, emejiareyes@iadb.org](mailto:Edwin_Mejía_emejiareyes@iadb.org)

Banco Interamericano de Desarrollo

División: [Energía](#)

A la atención de: [Edwin Mejía, Jefe de Equipo del Proyecto](#)

Edificio WTC, piso 4 89 Avenida Norte y Calle El Mirador

San Salvador, El Salvador

Tel: [+503 2233-8944](tel:+50322338944)

Correo electrónico: emejiareyes@iadb.org

Página web: www.iadb.org

- 2.5. Por la presente, el Banco invita a las EC elegibles a indicar su interés en prestar los servicios descritos a continuación en el borrador de Términos de Referencia para realizar los servicios de consultoría. Las EC interesadas deberán proporcionar información que demuestre que poseen la experiencia necesaria y están calificadas para prestar los servicios. Para que todas las respuestas puedan evaluarse adecuadamente, las EC elegibles deben incluir en sus presentaciones la información solicitada en la siguiente sección, con explicaciones completas y claras.

Sección 3. Servicios de consultoría

- 3.1. Los servicios de consultoría incluyen el fortalecimiento de la metodología de planificación de la expansión del sistema eléctrico costarricense (generación y transmisión) para incorporar una alta participación de generación renovable variable, considerando el incremento de demanda por la electrificación del transporte y la industria. La consultoría comprende tres tareas principales: (i) el diagnóstico y fortalecimiento de la metodología de planificación vigente del ICE, incorporando mejores prácticas internacionales; (ii) la aplicación de la metodología

fortalecida a un estudio de expansión de largo plazo mediante el modelado de al menos tres escenarios; y (iii) el apoyo a la implementación institucional, incluyendo acompañamiento técnico y transferencia de conocimiento al personal especializado del ICE. La consultoría tendrá una duración estimada de doce (12) meses.

3.2. Aunque no existe un formato estándar para presentar una EOI, las EC elegibles deberán presentar una EOI que contenga la siguiente información:

- a) Información básica: indique el nombre oficial de la EC, el nombre de la persona de contacto, la dirección de correo electrónico, los números de teléfono y la dirección de la oficina de la persona de contacto clave responsable de la EOI.
- b) Antecedentes: Incluya una descripción de la EC. La EC puede incluir folletos o documentos que proporcionen información sobre su organización, historia, misión, estructura y número de empleados.
- c) Experiencia relacionada con los servicios de consultoría solicitados: Proporcione todo tipo de pruebas que la EC considere apropiadas para demostrar su experiencia y conocimientos técnicos en la prestación de servicios similares a los descritos en el Anexo A, Términos de Referencia (por ejemplo, folletos, informes, estudios, descripción de encargos similares, referencias a casos en los que haya prestado servicios similares, experiencia en condiciones similares, disponibilidad de habilidades apropiadas entre el personal, etc.)

3.3. Presupuesto estimado: [US\$198,000]

Anexo A. Borrador de los Términos de Referencia

Tenga en cuenta que el Banco podrá modificar los Términos de Referencia adjuntos. Se notificarán estos cambios a las EC que hayan sido preseleccionadas.

TÉRMINOS DE REFERENCIA

Consultoría para el fortalecimiento de la metodología de la planificación de la expansión del sistema eléctrico costarricense considerando alta participación de generación renovable variable

1. Antecedentes y Justificación

Con el Plan Nacional de Descarbonización (PND) 2018-2050, el Gobierno de Costa Rica (GdCR) trazó una hoja de ruta para transformar su modelo de desarrollo hacia una economía resiliente, inclusiva y con cero emisiones netas de gases de efecto invernadero al año 2050, preparada para el enfrentar los retos de la variabilidad climática. Este instrumento de política pública establece las reformas institucionales, de planificación, coordinación y asignación de recursos necesarias para impulsar las transformaciones sectoriales asociadas a la descarbonización. Entre sus objetivos estratégicos destacan: (i) consolidar un sistema eléctrico capaz de integrar y gestionar energía renovable a costos competitivos; (ii) posicionar la electricidad como la principal fuente energética en el transporte y en los sectores residencial, comercial

e industrial al 2050; y (iii) desarrollar un sistema de movilidad eficiente, sustentado en fuentes renovables.

En este marco, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), en su condición de ente rector del sector energético, conduce la planificación estratégica nacional, emite lineamientos de política pública y supervisa la implementación de los planes orientados a garantizar un acceso inclusivo, equitativo y sostenible a la energía. Por su parte, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), como operador y planificador del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), tiene la responsabilidad de formular y ejecutar los planes de expansión de la generación y la transmisión conforme con las políticas sectoriales emitidas por el rector, así como de asegurar la atención continua, segura y confiable de la demanda eléctrica mediante la operación integrada del sistema.

En cumplimiento de la Ley No. 449, el ICE ha impulsado históricamente a la conformación de una matriz eléctrica sustentada mayoritariamente en fuentes renovables, mediante el aprovechamiento de recursos hídricos, geotérmicos, eólicos, solares y de biomasa, complementados con generación térmica que constituye una fuente de producción de energía firme cuando las condiciones operativas del sistema así lo requieren para asegurar la calidad y confiabilidad del suministro. Esta trayectoria ha permitido a Costa Rica disponer de una matriz eléctrica altamente renovable; sin embargo, la evolución esperada de la demanda, la electrificación progresiva de nuevos usos energéticos y la incorporación creciente de generación renovable variable plantean nuevos desafíos técnicos, metodológicos y operativos para la planificación del sistema eléctrico.

El plan de expansión de la generación prevé una participación creciente de tecnologías eólicas y solares en los próximos años. Si bien estas fuentes contribuyen a la diversificación de la matriz y al cumplimiento de los objetivos de descarbonización, su variabilidad e incertidumbre introducen exigencias adicionales sobre la flexibilidad, suficiencia, estabilidad y seguridad operativa del SEN. En consecuencia, resulta necesario evaluar de manera integral los efectos de dicha integración sobre la operación del sistema de generación y transmisión, así como identificar las acciones, inversiones y soluciones tecnológicas requeridas para preservar la confiabilidad del suministro en el mediano y largo plazo.

La planificación integrada del SEN, alineada con las metas nacionales de descarbonización, modernización y transformación de la matriz energética descritas en el PND, constituye un elemento esencial para atender el crecimiento de la demanda, estar preparados antes la electrificación del transporte y la industria, y garantizar un suministro eléctrico confiable, eficiente, seguro, sostenible y competitivo. Para alcanzar estos objetivos, se requiere una visión de largo plazo, inversiones oportunas y sostenidas, así como la adopción de herramientas metodológicas avanzadas que permitan gestionar un sistema de generación y transmisión cada vez más complejo, diversificado y expuesto a mayores niveles de variabilidad operativa.

La matriz eléctrica costarricense se ha consolidado durante décadas mediante procesos de planificación de la expansión de la generación y la transmisión que han permitido aprovechar los recursos energéticos nacionales y diversificar las fuentes de suministro. No obstante, la transición hacia una mayor participación de generación renovable variable, la incorporación de sistemas de almacenamiento con baterías, el desarrollo de redes inteligentes y la electrificación de la demanda exigen actualizar y fortalecer las metodologías actuales de planificación. Este fortalecimiento debe permitir una evaluación coordinada de la generación, la transmisión, la flexibilidad operativa, la seguridad del sistema, la resiliencia climática y los criterios económicos que sustentan la expansión del SEN.

El potencial energético del país, unido a las tendencias internacionales de transición energética, ha impulsado la necesidad de revisar en profundidad los procesos de planificación de mediano y largo plazo. En particular, se requiere determinar la robustez de las metodologías utilizadas para evaluar escenarios con alta penetración de generación eólica y solar, considerando la disponibilidad de recursos firmes, la suficiencia de capacidad, la flexibilidad del parque generador, la congestión potencial en la red de transmisión, los requerimientos de control de frecuencia y tensión, y la estabilidad dinámica del sistema. Asimismo, es indispensable incorporar criterios que permitan optimizar la selección de proyectos de generación, transmisión y almacenamiento, de manera que la expansión resultante sea técnicamente viable, económicamente eficiente y operativamente segura.

En este contexto, la incorporación de generación renovable variable debe realizarse bajo un enfoque de planificación integral que asegure que los planes de expansión de generación y transmisión respondan a criterios de mínimo costo, alta operabilidad, confiabilidad, resiliencia y cumplimiento regulatorio. La preservación de una matriz eléctrica renovable, segura y competitiva requiere no solo identificar nuevas fuentes de suministro, sino también garantizar que el sistema disponga de la infraestructura, las reservas, los recursos de flexibilidad y las capacidades técnicas necesarias para operar el SEN a- mediano y largo plazo adecuadamente bajo condiciones de mayor variabilidad e incertidumbre.

Considerando estos desafíos, y con el propósito de fortalecer la planificación del sistema de generación y transmisión y la operación futura del SEN, el Gobierno de Costa Rica, por medio del Ministerio de Hacienda y en coordinación con el ICE, ha solicitado asistencia técnica al Banco Interamericano de Desarrollo. Esta cooperación técnica tiene como finalidad apoyar el fortalecimiento de las capacidades nacionales de planificación energética del sistema de generación y transmisión, mediante el desarrollo y aplicación de metodologías integrales que permitan evaluar la expansión integrada de ambos sistemas en un contexto de alta participación de generación renovable variable, electrificación del transporte y electrificación de la industria.

El apoyo solicitado resulta estratégico para consolidar una ruta técnica e institucional que permita al país continuar desarrollando una matriz eléctrica altamente renovable, confiable y sostenible. Asimismo, contribuirá a mejorar la formulación de los planes de expansión de generación y transmisión, incorporar mejores prácticas internacionales, fortalecer las capacidades técnicas del ICE y de las entidades sectoriales, y disponer de herramientas que faciliten la toma de decisiones de inversión bajo criterios de eficiencia económica, seguridad energética, sostenibilidad ambiental y cumplimiento de la normativa aplicable. En consecuencia, esta cooperación técnica constituye un instrumento clave para asegurar que la transformación del sector energético costarricense se realice de forma ordenada, robusta y compatible con los objetivos nacionales de descarbonización y desarrollo sostenible.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

El objetivo general de la presente consultoría es fortalecer la metodología empleada por el ICE para la planificación de la expansión de sistema de generación y transmisión en horizonte de mediano y largo plazo, con el propósito de incorporar de manera robusta una alta participación de generación renovable variable en la matriz eléctrica del país, buscando garantizar simultáneamente criterios de eficiencia económica, confiabilidad operativa, seguridad del sistema y sostenibilidad en Costa Rica.

2.2. Objetivos específicos

- i. Realizar un diagnóstico integral de la metodología del ICE para la planificación de la expansión de los sistemas de generación y transmisión, identificando sus alcances, limitaciones y brechas, así como los criterios técnicos, operativos y metodológicos requeridos para integrar de forma segura y eficiente una alta penetración de generación renovable variable en horizontes de mediano y largo plazo, considerando aspectos como suficiencia de capacidad y restricciones de transmisión.
- ii. Diseñar y proponer una metodología fortalecida de planificación de la expansión de los sistemas de generación y transmisión, incorporando mejores prácticas internacionales y herramientas analíticas avanzadas, y aplicarla a un estudio de expansión de largo plazo que permita validar su consistencia, pertinencia y utilidad práctica en escenarios con alta participación de generación renovable variable.
- iii. Elaborar un plan de implementación estructurado que facilite la adopción institucional progresiva, efectiva y sostenible de la metodología propuesta, incluyendo mecanismos de transferencia de conocimiento dirigidos al personal especializado del ICE.

3. Alcance de los Servicios y Actividades Clave

La consultoría se estructurará en tres tareas principales orientadas a fortalecer la metodología de planificación de la expansión de los sistemas de generación y transmisión de Costa Rica. Este fortalecimiento busca facilitar la incorporación de una alta participación de fuentes renovables variables en la matriz eléctrica nacional, en horizontes de mediano y largo plazo, considerando el incremento de la demanda asociado a la electrificación del transporte y la industria.

En este marco, se espera que el equipo consultor desarrolle las siguientes tareas:

Tarea 1: Fortalecimiento de la metodología de planificación. Esta tarea tiene como propósito fortalecer la metodología actual para la planificación de la expansión de los sistemas de generación y transmisión en escenarios de mayor penetración de generación renovable variable, considerando de manera integral criterios técnicos, económicos, financieros, ambientales y de resiliencia climática, adaptados al contexto costarricense. Este fortalecimiento se desarrollará mediante la revisión y diagnóstico de la metodología vigente, así como mediante la formulación de criterios técnicos, operativos, económicos, regulatorios y procedimentales que permitan su actualización.

Actividades clave de la Tarea 1: Dentro de las actividades principales se tienen: (i) revisar experiencias y mejores prácticas internacionales en planificación de generación y transmisión con alta penetración de renovables variable, incluyendo al menos tres casos representativos de sistemas eléctricos comparables; (ii) realizar un diagnóstico de la metodología actual del ICE para la integración de renovables variables, incluyendo, al menos, la valoración de fuentes de datos, gestión de datos, herramientas de software, premisas de planificación, organización interna y marco legal y regulatorio; (iii) elaborar una propuesta de criterios de planificación de mediano y largo plazo que permita determinar la capacidad de integración de generación renovable variable bajo condiciones de seguridad, confiabilidad y eficiencia; (iv) identificar los elementos técnicos y normativos requeridos para viabilizar una alta participación de generación renovable variable en la matriz eléctrica nacional; (v) elaborar una propuesta de criterios para determinar los elementos de transmisión que deban ser considerados para la integración segura de generación renovable variable en el largo plazo; (vi) identificar los criterios y restricciones del planeamiento operativo que deban incorporarse en la metodología propuesta de planificación de la expansión de mediano y largo plazo; (vii) validar que la propuesta metodológica para la planificación de la expansión de los sistemas de generación y transmisión, bajo mayor penetración de generación renovable variable, refleje adecuadamente las necesidades técnicas, operativas y procedimentales del ICE.

Tarea 2: Aplicación de la metodología de planificación de generación y transmisión. Esta tarea corresponde a la aplicación de la metodología desarrollada en la Tarea 1 para evaluar escenarios de expansión en el horizonte de largo plazo, integrando una alta penetración de generación renovable variable. Los resultados de este componente permitirán validar la utilidad práctica de la metodología propuesta y generar insumos estratégicos para la planificación sectorial.

Actividades clave de la Tarea 2: Las actividades principales incluyen aplicar la metodología desarrollada en la Tarea 1 para modelar tres escenarios de expansión en el horizonte de planificación y contrastar contra un escenario en el que se utiliza la metodología actual:

- i. Escenario desarrollado bajo la metodología actual de valoración de las energías renovables variables.
- ii. Escenario desarrollado bajo la metodología fortalecida para la valoración de las energías renovables variables.
- iii. Escenario integrado generación-transmisión que incorpore de forma coordinada los requerimientos de generación, transmisión, flexibilidad operativa, y seguridad del sistema.

Los escenarios propuestos deben (i) analizar los resultados de inversión y evaluar sus requerimientos técnicos para cada escenario; (ii) identificar el valor agregado de cada escenario; (iii) formular conclusiones y recomendaciones estratégicas para la planificación de los sistemas de generación y transmisión. En conjunto con el consultor se definirá la demanda en estos escenarios en la que se debe de considerar la electrificación del transporte e industria.

Tarea 3: Apoyo y seguimiento a la implementación. Esta tarea tiene como propósito apoyar la adopción institucional de la metodología propuesta, mediante acciones de acompañamiento técnico, transferencia de conocimiento y seguimiento que contribuyan a su aplicación efectiva y sostenida en la planificación del sistema de generación y transmisión costarricense.

Actividades clave de la Tarea 3: Las actividades principales incluyen: (i) brindar acompañamiento técnico en los procesos de planificación, lo que incluye la realización de sesiones de trabajo con los responsables de la planificación integrada del sistema de generación y transmisión del ICE, con el propósito de validar los resultados de las actividades y asegurar que los productos de la consultoría reflejen adecuadamente las necesidades técnicas, operativas y metodológicas del ICE; (ii) diseñar y ejecutar un programa de transferencia de conocimiento dirigido al personal técnico especializado del ICE, orientado al uso de la metodología y de las herramientas asociadas, con una duración mínima de 40 horas efectivas de capacitación; (iii) monitorear la aplicación de la metodología e identificar oportunidades de mejora; y (iv) validar los ajustes metodológicos derivados de la experiencia de implementación.

El oferente deberá indicar en su propuesta técnica el número total de horas ofrecidas —igual o superior a dicho mínimo—, así como modalidad, el contenido de los módulos, materiales didácticos, registros de participación y mecanismos de evaluación asociados a las actividades de transferencia de conocimiento.

4. Resultados y Productos Esperados

Los resultados esperados se materializarán mediante productos técnicos asociados a las tres tareas definidas. Estos permitirán fortalecer la metodología de planificación de la expansión de los sistemas de generación y transmisión, validar su aplicación en escenarios de largo plazo y facilitar su adopción por parte del ICE.

Dicha entrega responde a una secuencia lógica que comprende el diagnóstico de la metodología vigente, la formulación de una propuesta fortalecida, su aplicación práctica, la comparación de resultados frente al enfoque actual y la transferencia de conocimiento. A continuación, se describen los entregables de cada tarea:

Tarea 1: Fortalecimiento de la metodología de planificación de la expansión de los sistemas de generación y transmisión

- **Producto 1. Plan de trabajo, cronograma y estrategia de coordinación.** Incluye el cronograma detallado de la consultoría, los hitos de ejecución, las dependencias entre productos, los mecanismos de coordinación técnica con el ICE, la metodología de trabajo y el esquema de revisión y validación de los entregables.
- **Producto 2. Informe diagnóstico.** Incluye: i) la revisión de experiencias y buenas prácticas internacionales en planificación de la expansión de los sistemas de generación y transmisión con alta penetración de generación renovable variable, considerando al menos tres casos representativos; ii) el diagnóstico de la metodología vigente del ICE; y iii) la identificación de brechas, criterios técnicos, requerimientos operativos y condiciones de transmisión que deben ser incorporados para integrar generación renovable variable a gran escala en un horizonte de mediano y largo plazo. El informe deberá valorar la forma en que estos elementos inciden en las decisiones de inversión en generación, transmisión, almacenamiento y recursos de flexibilidad.

Entre los aspectos mínimos por analizar, sin limitar otros que el equipo consultor considere pertinentes, se incluyen los siguientes

- i. **Variables y criterios técnicos:** considerar, como mínimo, indicadores de suficiencia y adecuación de recursos, tales como probabilidad de pérdida de carga (LOLP), expectativa de pérdida de carga (LOLE), energía no suministrada esperada (EENS), acreditación de capacidad y capacidad efectiva de carga equivalente (ELCC). Asimismo, deberán evaluarse criterios

asociados a la estabilidad y seguridad operativa del sistema, incluyendo tasa de cambio de frecuencia (RoCoF), nadir de frecuencia, márgenes de potencia reactiva, reservas operativas, requerimientos de inercia sintética y necesidades de flexibilidad para gestionar rampas de generación. También deberán analizarse variables económicas y de red, tales como costos marginales localizados (LMP), así como requerimientos técnicos de recursos basados en inversores (IBRs), incluyendo gestión de oscilaciones subsíncronas, entrega de potencia reactiva, capacidad de soportar huecos de tensión (LVRT) y la diferenciación entre inversores *grid-following* y *grid-forming*.

- ii. **Servicios auxiliares o complementarios:** definir criterios para su identificación, dimensionamiento y valorización, incluyendo servicios asociados al control de frecuencia, control de tensión y potencia reactiva, reservas operativas, gestión de rampas de generación, inercia sintética y otros requerimientos críticos que el equipo consultor considere necesarios para una operación segura del SEN.
- iii. **Almacenamiento energético:** establecer premisas para el dimensionamiento y la localización eléctrica de sistemas de almacenamiento en la red, considerando como referencia inicial el marco de valoración de almacenamiento energético desarrollado la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA)³. El equipo consultor deberá evaluar enfoques metodológicos adicionales conforme con las mejores prácticas de la industria eléctrica y justificar la metodología recomendada, incluyendo las ventajas y limitaciones de enfoques iterativos frente a modelos únicos de optimización.
- iv. **Transmisión avanzada:** evaluar inversiones en tecnologías avanzadas de transmisión, tales como conductores avanzados, sistemas flexibles de transmisión en corriente alterna (*Flexible AC Transmission Systems*, FACTS), esquemas de capacidad dinámica de líneas (*dynamic line rating*) y otras soluciones que permitan incrementar la capacidad de transferencia, mejorar la utilización de activos y facilitar la integración segura de generación renovable variable
- v. **Gestión de datos y modelación de recursos basados en inversores:** definir premisas, requerimientos de información y metodologías de modelación aplicables a recursos solares, eólicos y sistemas de almacenamiento con baterías. El análisis deberá considerar, entre otros aspectos, ajustes en límites de transmisión, desplazamiento de generación síncrona que aporta servicios auxiliares, requerimientos de inercia y reservas para control de frecuencia, niveles de recorte de generación renovable (*curtailment*) e interacciones dinámicas entre plantas eléctricamente cercanas que deban incorporarse como parte de las inversiones de expansión del sistema de transmisión y generación.
- vi. **Análisis de las herramientas de software:** evaluar las herramientas actualmente utilizadas por el ICE para la planificación del sistema de generación y transmisión e identificar los complementos, scripts, interfaces o desarrollos adicionales requeridos para implementar la metodología propuesta. Asimismo, el equipo consultor deberá analizar herramientas disponibles en el mercado y recomendar alternativas para optimizar el proceso de planificación, comparando enfoques basados en un modelo integrado único frente a esquemas por subsistema con ciclos de retroalimentación. El análisis podrá considerar herramientas de modelado para expansión de capacidad (*Capacity Expansion Modeling*, CEM), simulación de costos de producción (*Production Cost Modeling*, PCM), adecuación de recursos (*Resource Adequacy*, RA) y flujos de potencia en corriente alterna (*AC Power Flow*, ACPF) y cualquier otro aplicable a estudio de expansión de mediano y largo plazo.

³ IRENA, Electricity Storage Valuation Framework: Assessing system value and ensuring project viability. 2020. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Mar/IRENA_storage_valuation_2020.pdf

vii. **Granularidad de datos y análisis:** especificar los requerimientos mínimos de granularidad temporal, espacial y tecnológica de los datos, así como de los procesos de modelado y simulación, con el fin de asegurar resultados trazables, comparables y técnicamente robustos para la planificación de mediano y largo plazo del sistema de generación y transmisión bajo escenarios de alta penetración de generación renovable variable.

- **Producto 3. Propuesta de metodología de planificación de la expansión de los sistemas de generación y transmisión.** Incluye la metodología fortalecida para la planificación integrada de la expansión de generación y transmisión, los criterios técnicos, económicos y operativos aplicables, los requerimientos de información, las herramientas de modelado recomendadas, los lineamientos para los ciclos de planificación y los mecanismos de validación técnica. Se presentará una versión borrador para revisión del ICE y una versión final que incorpore las observaciones correspondientes.

Tarea 2: Aplicación de la metodología fortalecida de planificación de la expansión de generación y transmisión

- **Producto 4. Informe de escenarios de expansión.** Consiste en la aplicación de la metodología desarrollada en el Producto 3 para modelar escenarios de expansión en el horizonte de planificación definido, incorporando supuestos de demanda asociados a la electrificación del transporte y la industria, según lo acordado con el ICE. Los escenarios mínimos por evaluar serán los siguientes:
 - i. Escenario base: desarrollado con la metodología actualmente utilizada por el ICE para valorar la integración de generación renovable variable en un horizonte de mediano y largo plazo.
 - ii. Escenario con metodología fortalecida: desarrollado mediante la metodología propuesta para evaluar la integración de generación renovable variable en la expansión de la generación.
 - iii. Escenario integrado generación-transmisión: desarrollado mediante la metodología fortalecida, incorporando de forma coordinada los requerimientos de generación, transmisión, flexibilidad operativa, almacenamiento y seguridad del sistema.

El informe deberá documentar los supuestos, criterios de modelación, bases de datos utilizadas, resultados de inversión, requerimientos técnicos, restricciones identificadas y sensibilidad de los resultados para cada escenario. Asimismo, deberá presentar los elementos necesarios para sustentar la comparación posterior entre la metodología vigente y la metodología fortalecida.

- **Producto 5. Informe comparativo y recomendaciones estratégicas.** Incluye la comparación de los resultados obtenidos mediante la metodología vigente y la metodología fortalecida, identificando el aporte técnico, económico, operativo y metodológico del enfoque propuesto. El informe deberá evaluar las diferencias en decisiones de inversión, requerimientos de transmisión, necesidades de flexibilidad, almacenamiento, servicios auxiliares y seguridad del sistema, y formular conclusiones y recomendaciones estratégicas para los futuros ciclos de planificación de la expansión de generación y transmisión.

Tarea 3: Apoyo y seguimiento a la implementación institucional

- **Producto 6. Programa de transferencia de conocimiento, acompañamiento técnico y plan de implementación institucional.** Incluye: (i) el diseño y ejecución de un programa de transferencia de conocimiento dirigido al personal técnico especializado del ICE para el uso de la metodología, herramientas, criterios y demás elementos desarrollados durante la consultoría; (ii) materiales didácticos, registros de participación y mecanismos de evaluación de las actividades de capacitación; (iii) sesiones de acompañamiento técnico para validar la aplicabilidad de la metodología propuesta; (iv) identificación de oportunidades de mejora derivadas de su aplicación; y (v) un plan de implementación institucional con recomendaciones para su adopción gradual y sostenida en los ciclos de planificación del ICE

- **Producto 7. Informe final consolidado.** Integra los productos desarrollados en las tres tareas e incluye un resumen ejecutivo de máximo 20 páginas, orientado a uso gerencial del ICE. El informe deberá presentar las principales conclusiones, recomendaciones estratégicas, ruta de implementación institucional, lecciones aprendidas y anexos técnicos necesarios para respaldar la aplicación futura de la metodología fortalecida.

Términos de Referencia

Los TDR se deben incluir como parte del documento de SDMI. No es posible incluirlos como archivos separados.