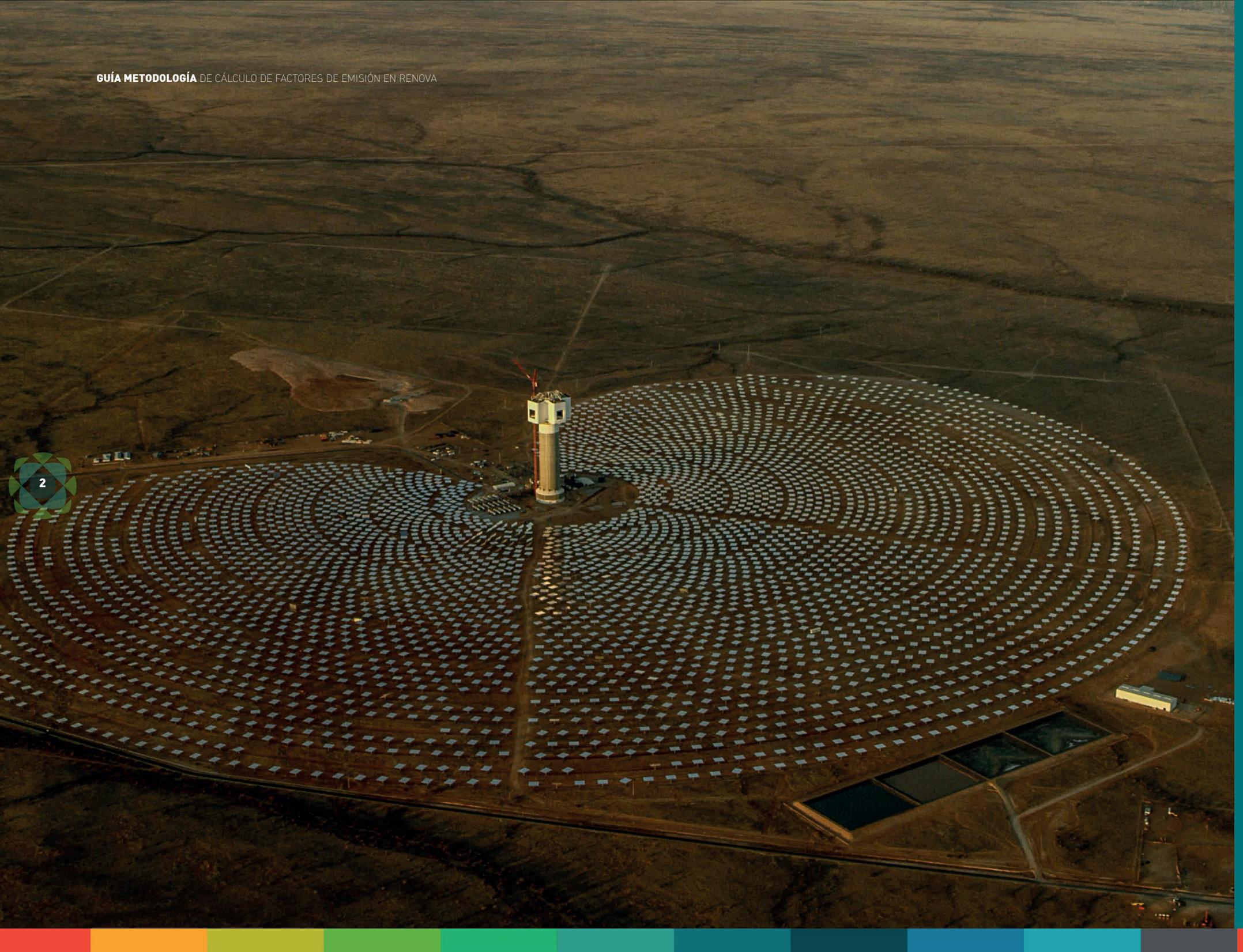




GUIA DE METODOLOGÍA DE **CÁLCULO DE FACTORES** **DE EMISIÓN** EN RENOVA

ABRIL 2022



1. RENOVA: Sistema de Trazabilidad de energías renovables¹

RENOVA es la plataforma de registro completo del mercado voluntario de atributos de energía renovable en el Sistema Eléctrico Nacional, administrada por el Coordinador Eléctrico Nacional y su base tecnológica está centrada en Blockchain. Esta unidad de registro garantiza la transparencia, trazabilidad y robustez del mercado de atributos de energía renovable (AE), evitando la doble contabilidad, doble venta o proclamación de atributos renovables. Por tanto, permite que empresas Suministradoras y Consumidores Finales puedan verificar el cumplimiento de sus contratos de compraventa de energía renovable, así como determinar el Factor de Emisión de la Red, Factor de Emisión Propio de cada cliente y el Factor de Emisión Residual de la Red.

Esta plataforma funciona en base a los Balances de Inyecciones y Retiros mensuales de energía, Balance Anual ERNC y de información importada desde plataformas del Coordinador (Infotécnica para Instalaciones y REUC -Registro Único de Coordinados- para Organizaciones). Este proceso requiere que las Organizaciones registren y validen Contratos (transacciones automáticas) entre la parte vendedora y compradora. Por ende, RENOVA dispone de reportes con distintas granularidades, factores de emisión y certificados de cumplimiento, según los diversos parámetros que gestiona.

A continuación se exponen las organizaciones que pueden participar en RENOVA.

Figura 1: Descripción de organizaciones participantes en RENOVA



MINISTERIO DE ENERGÍA

Es la institución de Gobierno responsable de elaborar y coordinar de manera transparente y participativa los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país. Institución Ministerial que aportó a la Metodología de Cálculo de Factor de emisión con definiciones y recomendaciones de estándares en sistemas de trazabilidad.



COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

Organismo autónomo de derecho público, técnico e independiente, responsable de coordinar la operación del sistema eléctrico nacional, preservando el suministro eléctrico con la seguridad requerida, de manera económica y garantizando el acceso abierto a los sistemas de transmisión. Organización que administra RENOVA como sistema de registro y trazabilidad de energías renovables.

1. Manual de Usuario, RENOVA 2022.
2. **Blockchain o Cadena de Bloques** es un registro único **distribuido e inalterable**, que facilita el proceso de registrar transacciones y rastrear activos dentro de una red empresarial. Adicionalmente, debido a que los usuarios comparten una única fuente fidedigna de información, puede ver todos los detalles de una transacción de principio a fin, lo que le permite generar mayor confianza y eficiencia.

La Figura 1 muestra a todas aquellas organizaciones consumidoras de energías renovables que posean un contrato por energía renovables, con una Generadora que podrán acceder al Registro Nacional de Energías Renovables.

RENOVA, como plataforma de trazabilidad de alcance nivel nacional y emisor oficial de información de transferencias de atributos renovables del Sistema Eléctrico Nacional, facilita la información a Certificadoras, las que mediante un acceso podrán obtener información del registro de transferencia de aquellas organizaciones que autoricen a dicha Certificadora para acreditar sus atributos renovables*, contribuyendo así a evitar la doble comercialización de atributos de energía renovable.

Esta plataforma, por ser administrada por el Coordinador Eléctrico Nacional, organismo técnico e independiente, utiliza información oficial sobre las características de las instalaciones del Sistema Eléctrico Nacional y del mercado eléctrico nacional. Esta información proviene de plataformas del Coordinador, como son: Infotécnica y REUC.

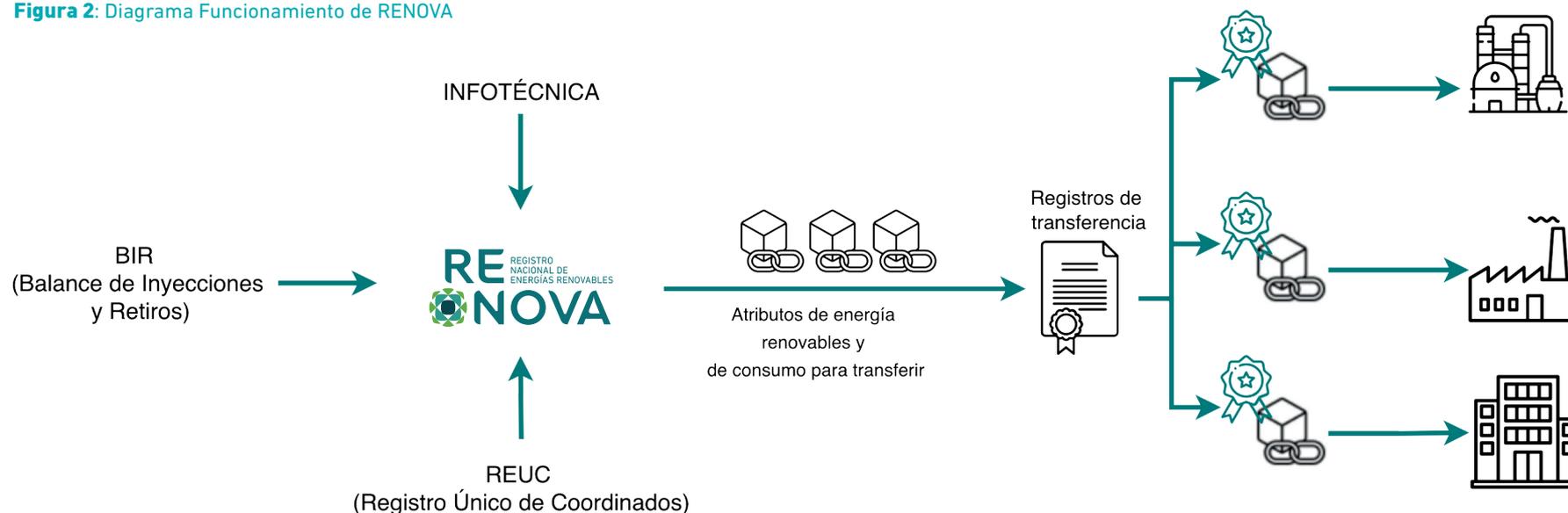
La plataforma Infotécnica tiene como función contener la información técnica asociada al Sistema Eléctrico Nacional de centrales de generación, subestaciones, líneas de transmisión, equipos de compensación y las empresas propietarias que se encuentren en el mercado eléctrico de forma pública. En tanto, REUC es el aplicativo que contiene la información de registro de empresas coordinadas del Sistema Eléctrico Nacional.

Cabe destacar que RENOVA también considera como fuente de información el Balance Ley ERNC (Ley 20.257) gestionado por el Coordinador Eléctrico Nacional, para contar con la trazabilidad de los traspasos de ERNC realizados entre empresas generadoras y la obligación por año.

La Figura 2 representa, en términos generales, el funcionamiento de RENOVA como sistema de trazabilidad, donde se destacan las fuentes de información, el Balance de Inyecciones y Retiro que contiene la información asociada a la generación y consumo de energía a granularidad horaria. Cada inyección y retiro en unidades MWh genera automáticamente un atributo que asignará todas las propiedades y características obtenidas desde Infotécnica y REUC.



Figura 2: Diagrama Funcionamiento de RENOVA



3. *Es importante considerar que, a Marzo 2022, se encuentra en desarrollo tecnológico el acceso a Certificadoras a RENOVA, prontamente se darán noticias respecto a su avance.

2. Organizaciones clave: Principios, Metodologías y Procedimientos de cálculo en el marco de RENOVA

Renova es el resultado de las propuestas de la Mesa público-privada convocada por:

- El Ministerio de Energía el año 2018;
- Las recomendaciones de GHG Protocol y;
- Las jornadas de trabajo colaborativo con el Ministerio de Energía.

Estas instancias dieron origen al desarrollo de una metodología que permite reconocer el compromiso de las organizaciones con el consumo de energía renovable.

A partir de aquello se detallan los puntos recogidos y se presentan en cinco secciones:

- Principales propuestas de la Mesa público-privada de certificados de energías renovables.
- Principales acciones de colaboración con el Ministerio de Energía.
- Recomendaciones del GHG Protocol.
- Definiciones asociadas a RENOVA.
- Definición de Factor de emisión residual del sistema y propio de cada organización.

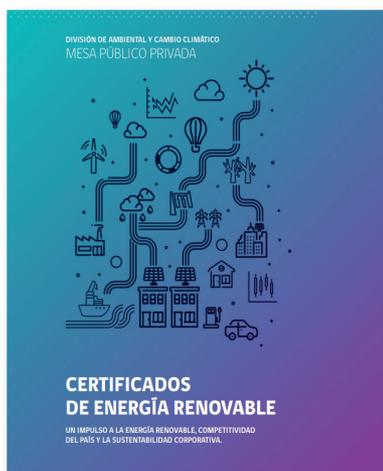
El contenido del punto 2 concluye con un esquema explicativo de los cálculos asociados a cada factor.

2.1. Mesa de certificado de energías renovables: Impulsando la energía renovable, competitividad y la sustentabilidad corporativa⁴

La Mesa público-privada de certificados de energías renovables, instancia convocada por el Ministerio de Energía durante el año 2018, tuvo por objetivo abordar el fomento de energías renovables, la gestión del cambio climático a través de mecanismo de reducción de emisiones CO₂eq en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), así como el incrementar la resiliencia del sistema ante eventualidades. De esa forma la Mesa público-privada reconoció el interés, por parte de las organizaciones, por certificados de energía debido a que entre sus beneficios se encuentra la mejora de imagen corporativa de compañías consumidores de energías renovables. Del mismo modo, la Mesa abordó la temática de reducción de huella de carbono de clientes a través del acceso de nuevos mercados y la forma de mejorar la competitividad ambiental de las industrias exportadoras.

Durante el funcionamiento de la Mesa público-privada se realizó un proceso diagnóstico para identificar el estado del mercado de certificados verdes en Chile y en el Mundo: (i) de eficiencia energética o blancos; (ii) de energía renovable; y (iii) de reducción de emisiones. Luego del diagnóstico, la Mesa decidió enfocar su alcance a certificados de energía renovable.

Posteriormente, se estudiaron los principales lineamientos de un sistema de certificados, potenciales riesgos y experiencia internacional. Esto convergió en una propuesta de recomendar la generación de certificados que reconozcan atributos asociados a la generación de energía eléctrica renovable (AER) sin aplicar criterios ni filtros adicionales. Es así como se definieron aspectos pendientes respecto a la gobernanza, la cual asegure la validez, representatividad e independencia, velando y resguardado los intereses del sistema. Se precisó como un aspecto clave pendiente el registro único para asegurar la trazabilidad, transparencia y robustez del



sistema controlando los riesgos de doble contabilidad, doble comercialización y reclamación.

Es importante mencionar que la conformación de la Mesa público-privada fue un insumo fundamental para el diseño e implementación de RENOVA como sistema de trazabilidad de energías renovables. A la vez, el proyecto RENOVA acogió las recomendaciones y propuestas acordadas en relación a certificados de energías renovables.

Un tema relevante que se estudió fue el aporte de consumo de energías renovables a la reducción de emisiones de la huella de carbono corporativa, determinando la importancia de la implementación de metodologías que permitan la asignación de factor de emisiones CO₂eq, el cual reconozca el uso de atributos renovables consumidos. Se estableció en paralelo la necesidad de un factor de emisión residual de la red que sería utilizado por aquellas organizaciones que no poseen consumo de atributos de energía renovable reconocidos. Lo anterior se alinea a la GHG Protocol y Science Based Targets Initiative (SBTi), generando incentivos claros para organizaciones que buscan reducir sus emisiones de CO₂eq al apropiarse de atributos de energía.

Por consiguiente, RENOVA incorpora los principios de un servicio de trazabilidad, considerando que se desarrolló bajo el marco de propuestas que entregó la Mesa público-privada en relación a una metodología que permite calcular un factor de emisión propio.

4. Extracto Ministerio de Energía, 2018 "Mesa Certificados Energías Renovables". <https://energia.gob.cl/noticias/nacional/ministerio-de-energia-lanza-mesa-de-trabajo-para-potenciar-la-certificacion-sustentable>



2.2. Principios y criterios: Colaboración con Ministerio de Energía de Chile

Para elaborar la presente metodología se efectuó una dinámica de trabajo en conjunto a la Unidad de Cambio Climático de la División de Políticas y Estudios Energéticos y Ambientales del Ministerio de Energía. Esta unidad tiene como objetivo liderar los procesos que promuevan la toma de decisión hacia una transición energética baja en carbono y resiliente a los impactos del cambio climático, mediante la generación de información robusta sobre posibles trayectorias, escenarios y metas que el sector energético puede alcanzar en el marco de acuerdos internacionales y de normativa nacional, el diseño e implementación de proyectos, regulaciones e instrumentos costo-efectivos, y de información que apoyen dicha transición; se suma el apoyo a la ejecución de programas que fomenten el desarrollo energético local.

Durante el segundo semestre 2021 se construyó una metodología en base a estándares internacionales que permita reconocer el atributo cero emisión de gases de efecto invernadero del suministro mediante fuentes de energía renovable, dando curso a un sistema que permita a las organizaciones destacarse por sus compromisos con el medio ambiente, y con la meta de carbono neutralidad al año 2050 que ha definido el país. Y entregando herramientas para robustecer la sustentabilidad corporativa de cada una de ellas.



2.3. Acciones de cumplimiento de estándar

El GHG Protocol plantea dos definiciones de emisiones: directas e indirectas. Las emisiones directas son aquellas que las fuentes de emisión son del propietario de la organización, por ende se tiene control de estas emisiones. Las definidas como emisiones indirectas son aquellas que han sido emitidas al ambiente por fuentes que no son de propiedad de la organización, pero son consecuencias de las actividades de la misma organización.

Es así, como en el cálculo de emisiones a través del método basado en el mercado y los instrumentos contractuales de energía Power Purchase Agreement (PPA) permite ser una herramienta de estimación de emisiones y, más aún, si un organismo tercero acredita los atributos de energía asociados; considerándose como instrumentos de mayor precisión en comparación a contratos, al uso de factor de emisión residual y factores ponderados mediante método basado en la ubicación.

La metodología diseñada para RENOVA se definió según las directrices presentadas en el GHG Protocol, un documento de nivel corporativo que reúne estándares de normas contables y reportabilidad, permitiendo identificar y categorizar las emisiones para las compañías. El Alcance 2 del Estándar Corporativo, establecido por el Protocolo, define las consideraciones y procedimientos para la cuantificación de emisiones de generación y consumo de electricidad, actividad determinada como una fuente indirecta de emisiones.

Cabe mencionar que el World Resources Institute (WRI) y World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), afirman la oportunidad para los consumidores de energía para reducir las emisiones mediante la reducción de demanda de electricidad y el suministro bajo en carbono, existiendo la misma primacía que orienta todas las acciones en conjunto para impulsar la integración de un ecosistema de energía renovable.

Con el fin de promover el uso de energías renovables, RENOVA ha efectuado el cálculo de un factor de emisión propio, el cual ha sido elaborado según las recomendaciones del GHG Protocol que define dos métodos para



organizaciones que calculen sus emisiones de Alcance 2, asignando emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por generación de electricidad hasta su consumo final desde un sistema eléctrico interconectado, en este caso, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

El GHG Protocol, Alcance 2, propone dos métodos para cuantificar las emisiones: (i) método basado en la ubicación; y (ii) método basado en el mercado. El método basado en la ubicación menciona una ponderación de emisiones asociadas al consumo de electricidad; mientras que en el método basado en el mercado se plasman las emisiones por consumo de electricidad de empresas que han seleccionado, y los efectos se ven reflejado a nivel de mercado mediante la acción del colectivo.

El método basado en el mercado busca cuantificar emisiones de Alcance 2 asociadas a la elección de un consumidor respecto a su proveedor de energía. De modo que, bajo el marco de este método, el consumidor puede usar un factor de emisión de GEI asociado a los instrumentos contractuales de suministro que posee. Se debe enfatizar que el GHG Protocol establece que el método basado en el mercado, dado su diseño, permite integrar los proveedores de energía renovable, no renovable, la tipología de contrato asignados. Y, es por lo anterior, que todo atributo de energía no trazado por el sistema de trazabilidad en cuestión (RENOVA) estará afecta al factor de emisión residual del sistema. De esta manera, la organización que certifique su contrato de suministro de energía renovable en RENOVA tendrá la oportunidad de diferenciarse de aquellos consumidores que no se certifiquen, a los que asignará un factor de emisión propio del cliente para las emisiones de tipo Alcance 2.

Determinar el factor de emisión residual es necesario para evitar la doble contabilidad de emisiones y así se etiqueta a aquellas emisiones productos de atributos no trazados por el sistema. Este factor se diferencia del factor propio de la red en función de la cantidad de energía renovable comprometida por contratos de suministro de energía renovable y que, además, es trazado en RENOVA.

Es fundamental considerar que el GHG Protocol no respalda el uso de concepto de “emisiones evitadas”; por lo tanto en la elaboración de la presente metodología de factor de emisión de cliente tampoco se hace uso de tal definición.

En consecuencia, se ha construido la metodología de cálculo en base a las directrices que entrega el GHG Protocol como recomendaciones.

2.4 Definiciones asociadas a RENOVA

Esta sección, tiene por objetivo exponer las definiciones asociadas a la metodología aplicada a la obtención del factor de emisión propio de cliente y el factor de emisión residual.

- **Atributo de consumo AC:** Energía [*MWh*] retirada o consumida desde el Sistema Eléctrico Nacional efectuado por una organización consumidora final de energía eléctrica.
- **Atributo de consumo RENOVA de una organización:** Energía [*MWh*] retirada desde el Sistema Eléctrico Nacional efectuado por una organización consumidora y que ha sido registrado en sistema de trazabilidad de energía RENOVA como un atributo renovable, generando una transferencia entre generador y consumidor.
- **Atributos de consumo residual:** Energía [*MWh*] retirada o consumida desde el Sistema Eléctrico Nacional efectuado por una organización consumidora descontados los atributos de consumo RENOVA de una organización, es decir, atributos de consumo que se obtiene de la combinación remanente desde fuentes fósiles y renovables.
- **Emisiones operacionales del sistema:** Emisiones en [*tCO₂eq*] totales del Sistema Eléctrico Nacional debido a la operación de las diversas centrales de operación. Estas emisiones se determinan considerando la generación del sistema [*MWh*] y el consumo de los diversos combustibles utilizados en la generación de electricidad.

- **Emisiones netas de la organización:** Emisiones en $[tCO_2eq]$ asignadas a una organización dada la adquisición de electricidad desde el sistema eléctrico nacional y estas son emitidas por un proceso de generación eléctrica de tecnología que incluyen en base fósil.

2.5 Esquema de los cálculos asociados a cada Factor

• Factor de emisión operacional del sistema

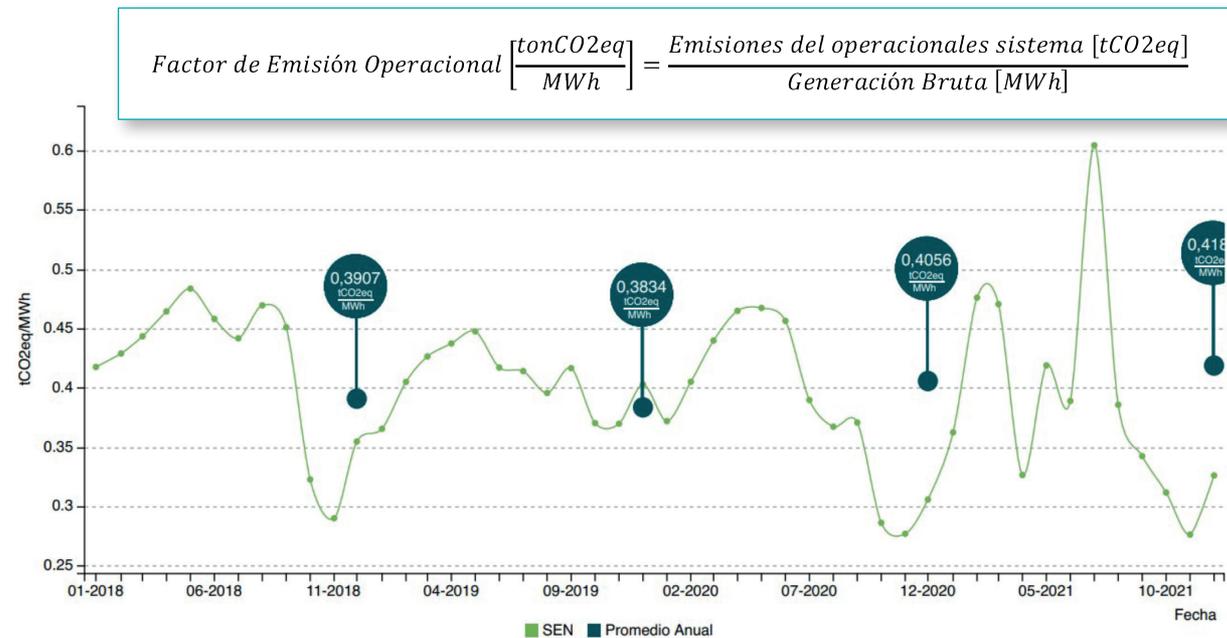
El **factor de emisión operacional**, en $\left[\frac{tCO_2eq}{MWh}\right]$ representa las **emisiones operacionales** del Sistema Eléctrico Nacional dada la generación eléctrica obtenida desde fuentes fósiles distribuidas en la generación total del sistema, independiente del propietario de los atributos de energía.

Históricamente las organizaciones han utilizado este factor para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero debido a consumo eléctrico (Alcance 2), lo que imposibilitaba a ciertas organizaciones reconocer contratos de suministro eléctrico provenientes de fuentes renovables, o la utilización de certificados de energía con atributo renovable dado los problemas de doble contabilidad.

La entrada en operación de RENOVA posibilitará el reconocimiento de contratos de suministro eléctrico y certificados de energía. Por lo tanto, las organizaciones podrán reconocer el atributo cero emisiones de gases de efecto invernadero de su suministro eléctrico, disminuyendo de esta forma parte, o la totalidad, de las emisiones cuantificadas debido a su consumo eléctrico en función del factor de emisión propio de cliente. Esto implica que para evitar la doble contabilidad del atributo climático; es decir, emisiones de gases efecto invernadero, el resto de las organizaciones que no cuenten con atributos de energía renovable reconocidos en RENOVA debiesen utilizar el factor de emisión residual para el cálculo de sus emisiones de Alcance 2.

El Ministerio de Energía ha sido el encargado de calcular y publicar este factor de emisión. Para ello ha utilizado la plataforma Energía Abierta de la Comisión Nacional de Energía. A la fecha de lanzamiento de este documento se encuentran publicados los factores de emisión históricos para el SING y SIC (desde 2010 a 2017) y para el SEN (2018 a 2021; Figura 3).

Figura 3:
Visualización del factor de emisión operacional del SEN en Energía Abierta⁷



5. SING: Sistema Interconectado del Norte Grande
6. SIC: Sistema Interconectado Central
7. Fuente: <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/factor-de-emision-sic-sing/>



• Factor de emisión residual

La obtención del **factor de emisión propio de cliente**, en $\left[\frac{tCO_2eq}{MWh}\right]$ es dependiente del cálculo del factor de emisión residual. Es por lo anterior, que a continuación se describen los principales pasos para su obtención.

El factor de emisión residual es el resultado de la distribución de las emisiones operacionales por concepto de generación de la red, en este caso el Sistema Eléctrico Nacional, distribuidas en la generación bruta sin considerar aquella generación de energía eléctrica obtenida desde fuentes renovables cuyo atributo de consumo haya sido asignado a alguna organización. De esta forma, las organizaciones que no participen de RENOVA, para estimar sus emisiones, deberán utilizar este factor, el cual será publicado en <https://www.coordinador.cl/renova/> tal como lo indica las directrices de GHG Protocol, el cual sugiere que este debe ser público y disponible para todas las organizaciones. A su vez se señala que se esperaría que el **factor de emisión residual** tenga un valor numérico superior al **factor de emisión operacional del sistema**, según la experiencia relatada por GHG Protocol y la actual matriz energética del país.

$$\text{Factor de Emisión Residual} \left[\frac{tonCO_2eq}{MWh}\right] = \frac{\text{Emisiones del operacionales sistema}[tCO_2eq]}{(\text{Generación Bruta [MWh]} - \text{Generación renovable trazada enRENOVA [MWh]})}$$

• Factor de emisión propio de cliente

La obtención del **factor de emisión propio de cliente**, en $\left[\frac{tCO_2eq}{MWh}\right]$ se calcula en base a todos los atributos de consumo de la organización de forma individual. Este factor se obtiene desde las emisiones de la organización asociadas a la generación de fuentes fósiles por medio del producto del factor de emisión residual y los atributos de consumo de la organización que no tiene respaldos de atributos renovables, denominados atributos de consumo residual, producto que es distribuido por la totalidad de sus atributos de consumo; vale decir, el total de consumo de energía. Obteniendo así una estimación de las emisiones netas de la organización, destacando el consumo de energía renovable y generando una diferencia significativa con aquellas organizaciones con menor grado de compromiso con la integración de energía renovable en su matriz.

$$\text{Factor de Emisión del Cliente} \left[\frac{tonCO_2eq}{MWh}\right] = \frac{\text{Emisiones netas}[tonCO_2eq]}{AC [MWh]}$$

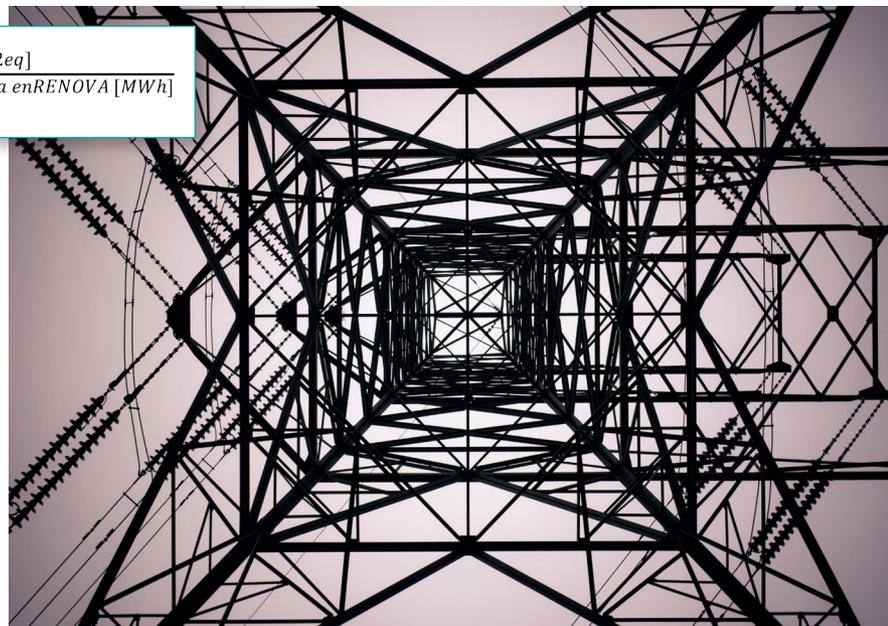
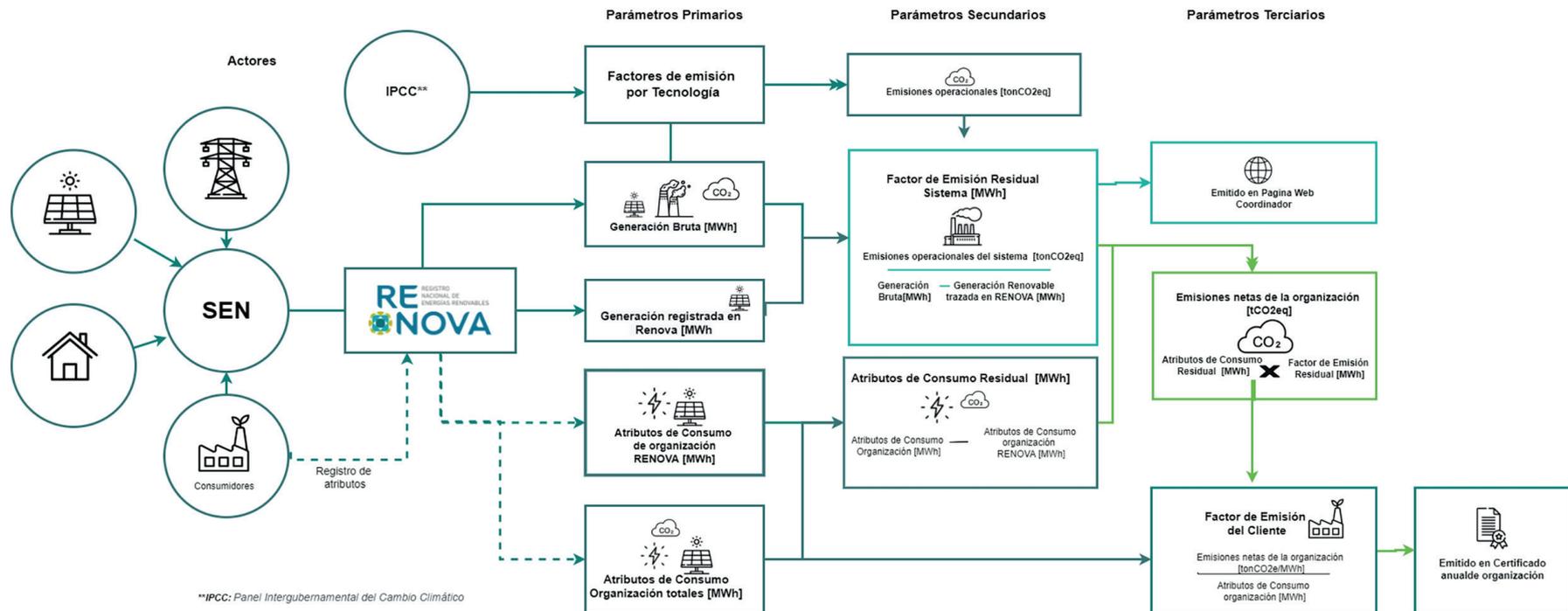


Figura 4: Diagrama de cálculo de Factores de emisión propio de cliente y residual del sistema



BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Energía (2018). Certificados de energía renovable un impulso a la energía renovable, competitividad del país y la sustentabilidad corporativa.
- Sotos, M. (s/f). GHG Protocol Scope 2 Guidance.
- Coordinador Eléctrico Nacional (2021). Manual de Usuario RENOVA.
- Coordinador Eléctrico Nacional. (2021). Ecuaciones Factor de emisión RENOVA.



APENDICE A

Parámetros Conversión de Densidad, Poder Calorífico inferior [TJ/ton] y Factores de emisión de Dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y Óxidos de nitrógeno (NO₂) utilizados en la obtención de emisiones.

Combustible	Unidad	Densidad [ton/XX]	PCI [TJ/ton]	FE CO ₂ [tCO ₂ /TJ]	FE CH ₄ [tCH ₄ /TJ]	FE NO ₂ [tN ₂ O/TJ]
Biogas	m ³	0,0012	0,0504	0	0,001	0,0001
Biogas	Nm ³	0,0012	0,0504	0	0,001	0,0001
Biomasa	m ³	0,59	0,0156	0	0,03	0,004
Biomasa	Ton	1	0,0156	0	0,03	0,004
Biomasa-Licor Negro	m ³	1,08	0,0118	0	0,003	0,002
Butano	Ton	1	0,0473	63,1	0,001	0,0001
Carbón	ton	1	0,0258	94,6	0,003	0,0015
Gas Natural	m ³	0,00065	0,048	56,1	0,001	0,0001
GLP	m ³	0,00055	0,0473	63,1	0,001	0,0001
GLP	Ton	1	0,0473	63,1	0,001	0,0001
GNL	m ³	0,00065	0,0442	64,2	0,003	0,0006
Licor Negro	Tss	1	0,0118	0	0,003	0,002
Petcoke	Ton	1	0,0325	97,5	0,003	0,0006
Petróleo Diesel	m ³	0,855	0,043	74,1	0,003	0,0006
Petróleo IFO-180	Ton	1	0,0404	77,4	0,003	0,0006
Petróleo IFO-380	Ton	1	0,0404	77,4	0,003	0,0006
Petróleo N°6	Ton	1	0,0404	77,4	0,003	0,0006
Propano	Ton	1	0,0473	63,1	0,001	0,0001

Fuente: Factores de emisión: Densidades: BNE. PCI: IPCC 2006 (Vol 2; Cap 1) IPCC 2006 (Vol 2; Cap 2)



APENDICE B
Global Warming Potential Values.



	CO2	CH4	N2O
GWP (AR4)	1	25	298

Fuente: GHG Protocol





RE
REGISTRO
NACIONAL DE
ENERGIAS RENOVABLES
NOVA



Esta guía fue elaborada por el Coordinador Eléctrico Nacional y contó con el apoyo del Ministerio de Energía