	INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD DIVISIÓN GENERACION	Código: DG-83-FO-92-043
	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1
		Página: 1/41
		Rige a partir de: 04/09/2023
Fecha de revisión: _____		
Documento asociado DG-83-PR-92-002 Cuantificación y desarrollo de informe de GEI		

INFORME DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (INFORME GEI)


PH REVENTAZÓN-DIVISIÓN GENERACIÓN 2024



VERSIÓN DEL DOCUMENTO: 1


FECHA DE EDICIÓN: 02/10/2025

PERSONA A CARGO DE LA ACTUALIZACIÓN: ANDRES VARGAS VILLALOBOS


	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 2/41	

1. Contenido

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS METAS Y LOS OBJETIVOS DEL INVENTARIO.....	4
1.1 Descripción de la organización	4
1.2 Propósito del Informe de GEI, usuarios previstos y políticas de confidencialidad	6
1.3 Equipo responsable	7
1.4 Periodo y frecuencia del informe.....	7
1.5 Alcance del inventario	7
2. LÍMITES DE LA ORGANIZACIÓN	8
2.1 Límites físicos	8
2.1.1 Región Huetar.....	8
2.2 Límites operativos y metodología de consolidación	8
3. LÍMITES DEL INFORME	8
3.1 Emisiones directas.....	8
3.2 Emisiones de GEI asociadas a la generación eléctrica	10
3.3 Emisiones indirectas.....	11
3.3.1 Identificación de emisiones indirectas.....	11
3.3.2 Criterios establecidos para definir las emisiones indirectas significativas.....	14
4. METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI	16
4.1 Descripción de las metodologías de cuantificación directas	17
4.1.1 Consumo de hidrocarburos por transporte.....	18
4.1.2 Consumo de hidrocarburos por maquinaria y equipo.....	19
4.1.9 Emisiones por generación de aguas residuales especiales.....	21
4.1.10 Emisiones por manejo de residuos orgánicos	21
4.1.11 Emisiones por manejo de residuos extraídos de embalse	22
4.1.12 Generación de emisiones de GEI por embalses (Insumo de generación)	22

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 3/41	

4.2	Descripción de las metodologías de cuantificación indirectas	22
4.3	Cambios en las metodologías de cuantificación.....	26
4.4	Impacto de las incertidumbres	26
5.1	Cuantificación de las emisiones directas.....	26
5.1.1	Emisiones directas de proceso	26
5.1.2	Emisiones directas	27
5.2	Cuantificación de las emisiones indirectas.....	28
5.3	Exclusión de la cuantificación de fuentes y sumideros.....	28
5.3.1	Exclusiones consideradas en emisiones directas	28
5.3.2	Exclusiones consideradas en remociones	29
5.3.3	Exclusiones consideradas en emisiones indirectas	29
6	AÑO BASE SELECCIONADO	30
7	CAMBIOS CON RESPECTO AL INVENTARIO DEL AÑO ANTERIOR	31
8	VERIFICACIÓN INTERNA	32
9	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	33
8.1	Análisis de las emisiones históricamente reportadas	33
8.2	Análisis de las emisiones indirectas significativas (alcance 3).....	36
8.3	Análisis del KPI	36
9.	Iniciativas para la reducción de los GEI y seguimiento del desempeño interno	36
9.1	Seguimiento al desempeño del Plan de gestión de reducciones 2023	36
9.2	Plan de gestión de reducciones 2024-2026.....	¡Error! Marcador no definido.
9.3	Análisis del Plan de reducción 2024-2025.....	¡Error! Marcador no definido.
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
11	DECLARACIONES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 4/41	

11. 1 Declaración de emisiones	39
Declaración de emisiones PH Reventazón	39
11. 2 Iniciativas de reducción ejecutadas	40
Iniciativas de reducción ejecutadas en el 2023 PH Reventazón	40
12 CONTROL DE ELABORACIÓN Y APROBACIÓN	40

1. Descripción general de las metas y los objetivos del inventario

1.1 Descripción de la organización

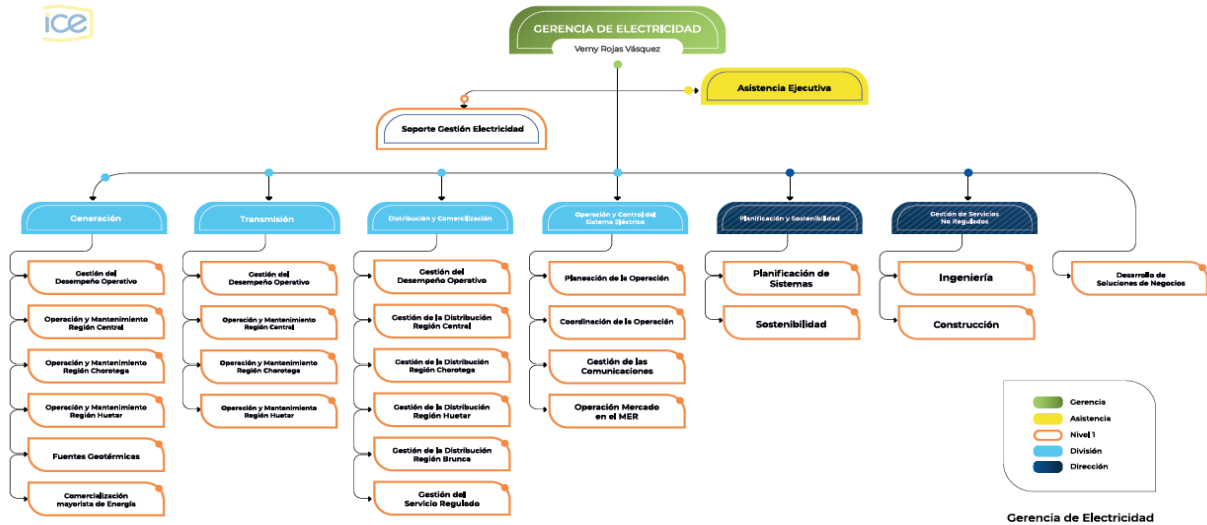
El Grupo ICE está integrado por cuatro empresas que ofrecen soluciones en electricidad y telecomunicaciones a Costa Rica: el Instituto Costarricense de Electricidad (**ICE**), que opera como casa matriz; la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (**CNFL**); Radiográfica Costarricense (**RACSA**) y, más recientemente, Gestión Cobro.

En la Estrategia Corporativa del 2023-2027, el Grupo ICE declara la misión: “Brindar energía, conectividad y servicios digitales, seguros y sostenibles a los habitantes de Costa Rica”, así como su visión: “Liderar la electrificación renovable de la economía y proveer al país de un ecosistema seguro de telecomunicaciones digitales de última generación”.

El ICE en su Estrategia Empresarial 2023-2027, la cual se alinea el planteamiento estratégico y táctico con la Estrategia Corporativa, plantea su propósito empresarial: “Ser motor del desarrollo económico, social y ambiental mediante el establecimiento de un ecosistema digital y liderando la electrificación renovable de la economía costarricense a partir de una oferta innovadora y segura”; para ICE Electricidad, el propósito específico es: “Garantizar el suministro de energía sostenible para liderar la electrificación de la economía costarricense, que permita diversificar la oferta, aumentar su competitividad y desarrollo social”.

ICE Electricidad se conforma por divisiones y direcciones, lo cual se ilustra en el organigrama de la Figura 1.


Figura 1. Estructura de la Gerencia Electricidad.



Fuente: Gerencia Electricidad.

La División Generación realiza actividades requeridas para garantizar la generación de energía eléctrica; físicamente se agrupa por regiones desde donde se opera y mantiene las plantas de generación.

La Planta Hidroeléctrica Reventazón, ubicada en el cantón de Siquirres, provincia de Limón, Costa Rica, cuenta con una capacidad instalada de 305,5 MW y un caudal de diseño de 240 m³/s, lo que permite abastecer de energía a aproximadamente 525.000 hogares. Su embalse tiene un área de 7 km² y un volumen de llenado de 300 millones de m³. La presa, de enrocado con cara de concreto y 130 metros de altura, conforma el mayor proyecto hidroeléctrico de Centroamérica. Inició su construcción en 2010 y entró en operación en abril de 2016. Reventazón está certificada bajo las normas ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001, y fue reconocida con el Blue Planet Prize 2019 por su gestión ambiental y

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 7/41	

La divulgación de este informe será regida por la directriz institucional: 38.00.002.2013 Política corporativa de confidencialidad y por las especificaciones de confidencialidad incluidas para servicios externos de verificación.

1.3 Equipo responsable

El Equipo responsable de la declaración sobre los gases de efecto invernadero está conformado por:

Nombre	Cargo que desempeña en la planta
Andrés Vargas Villalobos	Profesional Ambiental Dirección
Juan José Rodríguez Alfaro	Profesional Ambiental Dirección
Maynor Zamora Salazar	Profesional Ambiental Región Huetar

1.4 Periodo y frecuencia del informe

El presente Informe considera el periodo comprendido entre el primero de enero hasta el treinta y uno de diciembre del año 2024.

La frecuencia de este informe es anual.

1.5 Alcance del inventario

En este inventario se reportan emisiones directas (alcance 1), indirectas por consumo de electricidad (alcance 2) e indirectas (alcance 3) de los siguientes GEI: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbono (HFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆), para todas las operaciones del proceso de generación de energía, transformación de energía mecánica a energía eléctrica en una casa de máquinas y entrega a la red de transmisión, ejecutadas en la planta Reventazón que es administrada por la División Generación del Instituto Costarricense de Electricidad y que pertenece por su ubicación geográfica a la Región Huetar.


El alcance se limita a los procesos de operación y mantenimiento de PH Reventazón al considerarlo estratégico.

Las gestiones administrativas como Gestión del Desempeño Operativo y Comercialización de Energía; así como gestiones de soporte ubicadas fuera del área de influencia de la planta de generación se excluyen de este inventario, por no considerarse estratégico, considerando la administración eficiente y efectiva de los recursos.

Las emisiones biogénicas antropogénicas se reportarán por separado.

En lo que corresponde a las fuentes de emisión indirectas (alcance 3), éstas son identificadas y evaluadas a partir de los criterios considerados por la organización, documentados en el apartado 4.2; solo las significativas son cuantificadas.

No se incluyen remociones.

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 8/41	

2. Límites de la organización

2.1 Límites físicos

La planta de generación incluida en el alcance de este inventario se agrupa geográfica y administrativamente por en la región Huetar; a continuación, se presentan las características de diseño:

2.1.1 Región Huetar

Planta de Generación	Ubicación	Tecnología	Potencia efectiva (kWh)
Reventazón	Siquirres, Limón	Hidroelectrica	306 200

Si se requiere mayor detalle del alcance físico, solicitar la evidencia del mapa físico de la planta al responsable del informe, dado que algunos espacios físicos colindan con áreas que no están en el alcance de este inventario.

2.2 Límites operativos y metodología de consolidación

La División Generación define los límites de la organización, para este inventario, por medio del enfoque de control operacional, debido a que esta División es responsable de la operación y mantenimiento de la planta de generación indicada en el alcance.

Los inventarios se realizan para las emisiones directas (Alcance 1) e indirectas (Alcance 2 y 3).

3. Límites del Informe

Este apartado se describirá y explicarán las categorías de emisión consideradas.


3.1 Emisiones directas

Las fuentes de emisión directas identificadas para el alcance definido, se muestran a continuación, en la Tabla 1. Se utilizará el término equivalente de emisiones alcance 1, con el fin de utilizar la terminología requerida por uno de los usuarios previstos.

Tabla 1. Fuentes de emisión directas por actividad generadora.



Fuente de emisión directa	Detalle	GEI
Consumo de hidrocarburos por transporte.	Combustible diésel o gasolina comprado para transporte con placas 103-00XXXX.	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.
Consumo de hidrocarburos por maquinaria y equipo.	Combustible diésel, gasolina, búnker, GLP comprado para maquinaria y equipo.	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.
Consumo de aceite, lubricantes y grasas.	Compras de aceite, grasas y lubricantes que combustiona u oxida.	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O (según el tipo de aceite o si es grasa).
Consumo de aerosoles.	Compras de aerosoles que tienen como propelente un GEI.	HFC, HCFC, CO ₂ propano, butano, GLP (depende de la clasificación del propelente).
Consumo de gases.	Compras de gases GEI o que, al usarse por reacción química, generan GEI, incluidas recargas de extintores y baterías de extinción.	CO ₂ , N ₂ O, SF ₆ (depende del tipo de gas).
Consumo de refrigerantes	Recarga de refrigerantes para mantenimiento de aires acondicionados móviles y estacionarios u otro equipo de refrigeración.	HFC, HCFC (depende del tipo de refrigerante)
Generación de emisiones por tratamiento aguas residuales ordinarias.	Considera emisiones en tanques sépticos únicamente.	CH ₄ y N ₂ O.
Manejo de residuos orgánicos	Considera la emisión por compostaje, descomposición natural de residuos producto de chapeas o recolección de residuos vegetales de las cunetas, en sitios del alcance definido.	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O (según tipo de residuo) *Las emisiones de CO ₂ se cuantifican como emisiones biogénicas antropogénicas.

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 10/41	


Fuente de emisión directa	Detalle	GEI
Aplicación de fertilizantes.	Cantidad de fertilizante nitrogenado (comercial o compost) aplicado en los límites físicos del alcance definido.	N ₂ O
Manejo de residuos de embalses.	Considera la emisión por descomposición natural de residuos como madera, lirio, vegetales y sedimento extraído de los embalses dentro de los límites físicos del alcance definido.	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O (según tipo de residuo) *Las emisiones de CO ₂ se cuantifican como emisiones directas biogénicas antropogénicas.
Generación de emisiones de Insumos de Generación (en el apartado 3.2 se detalla)		

3.2 Emisiones de GEI asociadas a la generación eléctrica

Las emisiones reportadas, bajo esta categoría, son las asociadas a la generación eléctrica con cargo en el factor nacional de consumo de electricidad, según se establece en las directrices nacionales y se explica en la **DG-83-ET-92-004**, lo cual se detalla en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Emisiones de GEI asociadas a la generación eléctrica

Tecnología/Recurso	Emisiones con cargo en el factor nacional	Gas de efecto invernadero considerado	Tipo de fuente de emisión donde se reporta
Hidroeléctrica	Emisiones de GEI de los embalses.	CO ₂ y CH ₄ de acuerdo con criterios técnicos.	Emisiones directas: CH ₄ Emisiones directas biogénicas antropogénicas: CO ₂ (provenientes de embalses de menos de 20 años) Emisiones indirectas biogénicas: CO ₂ (provenientes de

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 11/41	

Tecnología/Recurso	Emisiones con cargo en el factor nacional	Gas de efecto invernadero considerado	Tipo de fuente de emisión donde se reporta
			embalses de más de 20 años)

3.3 Emisiones indirectas

3.3.1 Identificación de emisiones indirectas

En la Tabla 3 se muestran las emisiones indirectas identificadas para el alcance definido. Se utilizará el término equivalente de emisiones alcance 2 y alcance 3, con el fin de utilizar la terminología requerida por uno de los usuarios previstos.

Tabla 3. Fuentes de emisión indirectas por actividad generadora.


Categoría fuente de emisión indirecta	Subcategoría fuente de emisión indirecta	Detalle	GEI
Alcance 2			
Emisiones indirectas de GEI por energía importada.	NA	Emisión por consumo de electricidad: Se consideran los consumos de electricidad de los medidores instalados en la Planta definidas en el alcance del inventario.	CO _{2e} (dado que el factor nacional para cálculo de la emisión se expresa en esas unidades) *Esta emisión se considera significativa de acuerdo con lo normado por el usuario previsto.
Alcance 3			
Emisiones indirectas de GEI por transporte.	Emisiones por fletes aguas arriba	Se considera la fuente de emisión del transporte de vehículos externos subcontratados por el ICE, que llevan bienes o realizan servicios a la Planta (incluidas encomiendas).	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.
	Emisiones por fletes aguas abajo	Se considera la fuente de emisión por: Transporte de residuos ordinarios no valorizables por servicio Municipal	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.



Categoría fuente de emisión indirecta	Subcategoría fuente de emisión indirecta	Detalle	GEI
		Transporte de residuos por convenios o contrataciones con gestores de residuos	
	Transporte de empleados	Se considera la fuente de emisión por el servicio contratado para la movilización de empleados.	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.
	Transporte de empleados	Transporte de empleados en vehículo personal de su domicilio al centro de trabajo y viceversa	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.
	Emisiones transporte clientes y visitantes	Se considera la fuente de emisión por: Visitas de proveedores por servicios solicitados. Visitas de partes interesadas (Ministerios, estudiantes, consultores) Transporte de personal de seguridad	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.
	Viajes de negocios	Se considera la fuente de emisión por movilización del personal en vehículos externos al ICE para asesorías, capacitaciones, coordinaciones con contratistas o clientes.	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.
Emisiones indirectas de GEI por productos utilizados por la organización	Productos comprados o adquiridos.	Se considera la fuente de emisión por: Compra de combustible lubricantes y aceites (extracción refinamiento) Para las emisiones de ciclo de vida del combustible utilizado para generación eléctrica, se excluye el transporte, ya que se considera en la otra categoría. Compra de productos químicos (extracción, producción).	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O -Dependiendo de la fuente de emisión, así será el GEI emitido. - Las emisiones de dióxido de carbono provenientes de los embalses, se consideran como biogénicas antropogénicas.



Categoría fuente de emisión indirecta	Subcategoría fuente de emisión indirecta	Detalle	GEI
		Compra de materiales (extracción, fabricación).	
	Adquisición de bienes de capital.	Se considera la fuente de emisión por: Bienes de capital comprados y amortizados por la organización Se considerarán las emisiones de ciclo de vida de la cuna a la puerta, excluyendo el transporte de activos comprados durante el año del inventario (equipos, maquinaria, instalaciones, vehículos).	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O. -Dependiendo de la fuente de emisión, así será el GEI emitido.
	Emisiones indirectas de GEI causadas por los servicios que utiliza la organización	Emisiones indirectas de GEI causadas por los servicios que utiliza la organización: -Tratamiento y disposición final de residuos (Corresponde a las emisiones por disposición y tratamientos de los diferentes tipos de residuos generados.)	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O. -Dependiendo de la fuente de emisión, así será el GEI emitido. CO ₂ e (dado que algunos factores para cálculo de las emisiones se expresan en unidades equivalentes)
Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de los productos de la organización		Emisiones del cliente por consumo de electricidad (se identifican, pero no se reportan, dado que corresponden a las emisiones directas de proceso) Emisiones por pérdidas técnicas durante la transmisión y distribución	CO ₂ e (dado que el factor nacional para cálculo de la emisión se expresa en esas unidades)

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 14/41	

Categoría fuente de emisión indirecta	Subcategoría fuente de emisión indirecta	Detalle	GEI
Emisiones indirectas de GEI provenientes de otras fuentes	Las emisiones indirectas identificadas que se tipifiquen en las categorías anteriores serán incluidas en esta categoría.	Para este inventario no se identifican emisiones en esta categoría.	NA

3.3.2 Criterios establecidos para definir las emisiones indirectas significativas

Las emisiones indirectas identificadas se evaluaron utilizando el formato DG-83-FO-92-042 Identificación, valoración y cuantificación de fuentes de emisión de GEI indirectas. Los criterios utilizados para determinar la significancia de las emisiones indirectas se detallan a continuación.


✓ **Criterio 1. Magnitud.**

Este criterio consideró el impacto de la emisión de la fuente indirecta en el Inventario de GEI, considerando que, en el año 2021, se contabilizaron varias fuentes indirectas que requirieron una metodología compleja, siendo su aporte en el total poco significativo.

El objetivo del criterio es asignar un mayor puntaje a las fuentes de emisión indirectas, cuantitativamente sustanciales; considerando valorar más alto, a las que habiéndose cuantificado en el año 2021, su aporte a las emisiones totales indirectas superara o fueran igual al 20%, por el contrario, fuentes de emisión indirectas, que cuantificadas no superaran el 20% se le otorgó el menor puntaje; fuentes de emisión indirectas que no se hubieran cuantificadas en el 2021, se valoraron con un puntaje medio.

Tabla 4. Valoración para el criterio “Compromiso de la empresa contratada con la mitigación de emisiones GEI”.

Criterio	Puntaje	Criterio para asignación del puntaje
Magnitud	3	Alto: Se ha cuantificado y es igual o supera el 20% de las emisiones indirectas totales.
	2	Medio: No se ha cuantificado anteriormente
	1	Bajo: Se ha cuantificado y constituye menos del 20% de las emisiones indirectas totales.

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 15/41	

✓ **Criterio 2. Frecuencia de generación de la emisión de GEI**

Este criterio consideró la cantidad de veces, que se realiza la actividad que genera la emisión indirecta de gases de efecto invernadero en el periodo en que se reporta el inventario; se dio mayor puntuación a la actividad que se generó con mayor frecuencia debido a que es una fuente que podría necesitar más control, por su recurrencia. En la Tabla 5 se describe cómo se asignó el puntaje.

Tabla 5. Valoración para el criterio “Frecuencia de generación de la emisión de GEI”.

Criterio	Puntaje	Criterio para asignación del puntaje
Frecuencia de generación de la emisión de GEI	3	Alto: Se genera dos o más veces al año, con una periodicidad menor a un semestre.
	2	Medio: Se genera dos o más veces al año, con una periodicidad mayor o igual a un semestre.
	1	Bajo: No se generó o se generó una vez al año.

✓ **Criterio 3. Nivel de influencia/control en la fuente de emisión**


Este criterio se refiere al acceso a la información que se tiene para la fuente de emisión indirecta identificada, considerando que para poder cuantificarla se deben tener datos disponibles. Entre más información se tenía para cuantificar o estimar, más alto el puntaje asignado; considerando la factibilidad técnica y el costo de acceder a los datos. En la Tabla 6 se describe cómo se asignó el puntaje.

Tabla 6. Valoración para el criterio “Nivel de influencia/control en la fuente”.

Criterio	Puntaje	Criterio para asignación del puntaje
Nivel de influencia/control en la fuente de emisión	3	Alto: Se tiene control (se cuenta con datos para realizar estimaciones o cuantificaciones)
	2	Medio: Se puede influenciar, pero no se tiene control (no se tienen datos, pero se podrían solicitar para realizar estimaciones o cuantificar)
	1	Bajo: No se tiene control (no se tienen datos, no se podría cuantificar ni estimar)

✓ **Criterio 4. Orientaciones específicas del sector energía: generación de electricidad**

Este criterio asignó mayor puntaje a la fuente de emisión indirecta identificada que sea reportada por empresas generadoras de electricidad en el país o a nivel internacional, para ello, se realizó una búsqueda de los informes de inventarios de gases de efecto invernadero publicados por estas empresas, con menos de cinco años de antigüedad, las

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 16/41	

referencias se documentaron en el registro: DG-83-FO-92-042. La relevancia de este criterio es poder compararse con empresas del sector eléctrico en cuanto a la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero. En la Tabla 7 se describe cómo se asignó el puntaje.

Tabla 7. Valoración para el criterio “Orientaciones específicas del sector energía: generación de electricidad”.

Criterio	Puntaje	Criterio para asignación del puntaje
Orientaciones específicas del sector energía: generación de electricidad	3	Alto: Se cuenta con datos secundarios o fuentes de referencia confiables que señalan que la fuente podría contar con significancia alta dentro del inventario.
	2	Medio: Los datos de referencia consultados no concluyen que la emisión prevista sea significativa o la excluyen.
	1	Bajo: Según la información consultada, no se describe la consideración de esta fuente de emisión. (en la valoración, se deben incluir las fuentes de información consultadas)

Criterio de significancia

Al valorar cada fuente de emisión con los criterios, sólo aquellas que sumaron más de 10 puntos se consideraron como significativas y se cuantificaron.

Revisión de los criterios de significancia


Los criterios para valorar la significancia se revisan anualmente con el fin de asegurar pertinencia con el usuario previsto, en caso de que se realice algún cambio, se documentará en el siguiente Informe de Inventario de emisiones y reducciones de GEI.

4. Metodología para la cuantificación de emisiones de GEI

A continuación, se realiza una orientación de la metodología y formatos utilizados, lo cual se detalla en los siguientes apartados.

Normas utilizadas: INTE-ISO 14064-1: 2019/INTE B5:2021/ Programa País carbono Neutralidad 2.0

Procedimiento utilizado:	DG-83-PR-92-002 <i>Cuantificación y desarrollo de Inventarios de emisiones de GEI</i>
Metodología de cálculo:	DG-83-ET-92-004 <i>Guía cálculo de la huella de carbono</i>
Cálculo de las emisiones:	

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 17/41	

Cálculo y análisis integrado de emisiones de GEI	DG-83-FO-92-044
Cálculo GEI consumo combustible transporte	DG-83-FO-92-045
Cálculo GEI consumo combustible maquinaria y equipo	DG-83-FO-92-046
Cálculo GEI consumo aceites, lubricantes y grasas	DG-83-FO-92-047
Cálculo GEI consumo aerosoles	DG-83-FO-92-048
Cálculo GEI consumo gases	DG-83-FO-92-049
Cálculo GEI fuga refrigerantes	DG-83-FO-92-050
Cálculo GEI generación aguas residuales	DG-83-FO-92-051
Cálculo GEI manejo residuos orgánicos	DG-83-FO-92-052
Cálculo GEI aplicación fertilizantes	DG-83-FO-92-053
Cálculo GEI manejo residuos embalses	DG-83-FO-92-054
Cálculo GEI embalses	DG-83-FO-92-055
Cálculo GEI consumo de electricidad	DG-83-FO-92-058
Identificación, valoración y cuantificación de fuentes de emisión de GEI indirectas:	DG-83-FO-92-042
Cálculo de las reducciones:	DG-83-FO-92-036 <i>Identificación y cálculo de acciones de reducción GEI</i>

4.1 Descripción de las metodologías de cuantificación directas


La metodología para la cuantificación de las emisiones directas es detallada en la especificación técnica DG-83-ET-92-004 Guía de cálculo de Inventarios de GEI. La recopilación de la información por fuente, así como el cálculo y análisis, se realiza en plantillas por fuente de emisión y se compila en el formato DG-83-FO-92-044 Cálculo y análisis integrado de emisiones. Las evidencias de cada fuente de información se registran en el sitio colaborativo de la División Generación en el apartado 6.2 y estarán a disposición (bajo solicitud) del usuario previsto.

La cuantificación de emisiones de GEI, responde a un método directo cuando se realizan mediciones en la fuente de emisión e indirecto cuando debe utilizarse factores de emisión o se realizan estimaciones respaldadas en bibliografía; en ambos casos debe multiplicarse por el potencial de calentamiento global, para realizar la conversión del gas en cuestión, a dióxido de carbono equivalente.

La metodología aplicada se basa en la multiplicación de Datos de Actividad (DA) por Factores de Emisión (FE), a través de la ecuación 1 “Cálculo de emisiones de GEI por fuente” mostrada a continuación:

$$(Ecuación 1) \text{ Emisiones Ton CO}_{2e} = DA * FE * PCG$$

Dónde:

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 18/41	

DA: Consumos o generaciones de la actividad que da lugar a una emisión de GEI para el periodo de tiempo evaluado (un año)

FE: Corresponden factores que relacionan los DA con la generación de emisiones de GEI. Los FE se encuentran incorporados cada hoja de cálculo por fuente de emisión y están respaldados en la especificación técnica DG-83-ET-92-004 Guía de cálculo de Inventarios de GEI. Los factores de emisión utilizados provienen del IMN y del IPCC según aplique.

PCG: Los Potenciales de Calentamiento Global son factores de equivalencia de los diferentes GEI a dióxido de carbono (CO₂). Son brindados por el IMN los cuales provienen del del quinto reporte IPCC y se encuentran incluidos en la hoja de cálculo. A continuación, se detallan en la Tabla 8.

Tabla 6. Potenciales de calentamiento global utilizados para el cálculo.

Gas	Valor horizonte 100 años	Referencia
CO ₂	1	IMN
CH ₄	28	IMN
N ₂ O	265	IMN
HFC 134a (HFC)	1300	IMN
R410a (HFC)	1924	IMN
ISCEON MO49 (R422D) (HFC)	1645	IMN
SF ₆	23500	IMN

Nota: se mantienen los PCG actualizados al 2024.

Los documentos de referencia para la determinación de metodologías de cálculo y herramienta para la cuantificación: “DG-83-ET-92-004, plantillas de cálculo por fuente y “DG-83-FO-92-044 respectivamente, se revisan, actualizan y oficializan anualmente con el fin de asegurar la reproducibilidad, coherencia y transparencia del inventario.


El cálculo de las emisiones totales de GEI se realiza en cada hoja compilada por fuente de emisión, los datos de cada fuente son integrados en la Hoja del formato DG-83-FO-92-044 Cálculo de la Huella de Carbono, cada fuente tiene sus evidencias que incluyen los supuestos, pero que igualmente se incluyen en esta sección por fuente de emisión.

Además, en el documento DG-83-ET-92-004, se muestran los detalles de fuentes de datos utilizada, gestión de la evidencia, detalle del cálculo y supuestos considerados para su estimación.

A continuación, se indican algunas consideraciones específicas para los datos recopilados durante el año 2024.

4.1.1 Consumo de hidrocarburos por transporte.

Los datos de actividad se tomaron de archivos de fondo de trabajo consolidados por Región, los consumos de combustible de la Planta Reventazón se tomaron del archivo de fondo de trabajo de la Región Huetar, considerando los aprobadores de los gastos de combustible autorizados en la Planta; dado que entre las Plantas se prestan vehículos, se

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 19/41	

considera que la forma más exacta de contabilizar es con este criterio. En caso de existir duda sobre el tipo de combustible o tipo de vehículo, se realizó una correlación con la base de datos de inventario de vehículos de la División.

Criterios para búsqueda de información en el archivo de fondos de trabajo

Con el fin de filtrar la información respectiva al alcance del inventario, se deben considerar los fondos de trabajo correspondientes a las Regiones, para el caso de separación de los consumos de Planta Reventazón, el criterio adicional que se utiliza es el aprobador del gasto, criterios que se especifican a continuación:

Números de fondos de trabajo: 304 Región Huetar, 307 Región Central y 308 Región Chorotega.

4.1.2 Consumo de hidrocarburos por maquinaria y equipo

Los datos de actividad provenientes del fondo de trabajo mantienen los criterios indicados en el apartado 4.1.1.

Se consideran, además, los archivos de salidas de almacén MB51 por Región, dado que los almacenes se dividen administrativamente de esta forma. Los consumos de combustible de la planta Reventazón se tomaron del archivo de fondo de trabajo de la Región Huetar, considerando el centro logístico con el que se registra la planta Reventazón.

Se considera el inventario de activos de maquinaria y equipo, para poder clasificarlo por tipo de factor.

Criterios para búsqueda de información en el archivo de almacenes (MB51)

PH Reventazón posee un centro logístico, donde se pueden separar los consumos, a continuación, se detalla:


Región Huetar	
366	Reventazón

4.1.3 Consumo de aceite, lubricantes y grasas.

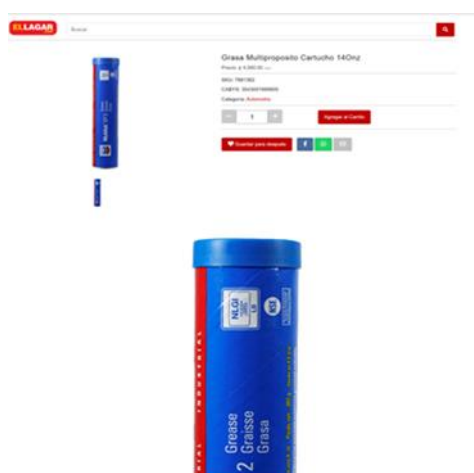
Se consideran los consumos por compras de aceites, de acuerdo con la descripción se clasifica en aceite que combustiona o lubrica; así también se contabilizan las grasas, considerando los registros de fondo de trabajo, considerando los criterios del apartado 4.1.1 y los archivos de salidas de almacén MB51, según criterios indicados en el apartado 4.1.2. En algunos casos el dato de actividad (litros de aceite o kilogramos de grasa, no es tan claro), con lo cual se debe realizar una estimación considerando el precio y datos de la descripción; lo cual se detalla en la hoja de cálculo respectiva.

Los cambios de aceite de los vehículos y engrases se contabilizan de los archivos de fondos de trabajo y CMA, con el fin de evitar omisiones o doble contabilidad se identifican a la orden de servicio que generan los centros de mantenimiento al momento de liquidar una factura o al momento de recibir el vehículo. Las líneas correspondientes a los procesos son clasificadas para definir las respectivas capacidades de cada unidad.

En el caso de los engrases se definió el siguiente supuesto (base de datos FT):

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 20/41	

- Punto engrase con un valor de 500 colones y por medio de este monto se divide el costo del servicio de engrase.
- Se utiliza como referencia de un tubo de grasa como se muestra en la siguiente imagen, con lo que determina de manera precisa la cantidad de grasa utilizada en un punto.



En el caso de la base de datos de CMA para las grasas se utiliza la cantidad máxima utilizada en un engrase por grupo de vehículos (marca, modelo, año), con referencia a los números de equipo o placa.

4.1.4 Consumo de aerosoles.

Los datos de actividad tomados de los archivos de salidas de almacén MB51 en la División Generación, las consideraciones sobre tipo de propelente, cantidad de producto o densidades, se obtienen de las fichas de datos de seguridad (FDS) del producto o de productos similares.


4.1.5 Consumo de gases

Los datos de actividad fueron consultados en el archivo proveniente del fondo de trabajo. En particular, se utilizó el reporte de salida de almacén MB51 por Región, como resultado de esta revisión, se identificaron registros de consumo correspondientes.

En el caso del SF6 esta fuente es asumida en su totalidad por la división transmisión, y los equipos que contiene SF6 dentro del alcance no registran eventos relacionados al consumo en el presente inventario.

4.1.6 Consumo de refrigerantes

En el archivo de salida de almacén MB51 división Generación, se consideran además de la base de datos CMA, las recargas de aires acondicionados de los vehículos, de acuerdo con los mantenimientos cuya operación definida como “carga”, “recarga” y de los vehículos que reportaran algún accidente (por recomendación del OVV), lo cual se asume

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 21/41	

como una recarga completa (se consultan los criterios técnicos de los vehículos), dado que es técnicamente inviable obtener la cantidad de refrigerante exacto recargado.

En la planta la mayoría de los mantenimientos de los aires acondicionado se ejecutan por medio de un servicio externo, la información de recarga se obtiene de los reportes de mantenimiento; sin embargo, en caso de ejecutarse mantenimiento de equipos a nivel interno, se registra por medio de órdenes de trabajo (OT), en casos donde no se especifica la cantidad de refrigerante recargado, se considera la capacidad máxima del equipo, dato tomado del inventario de la Región Huetar.

En el caso de aires acondicionados que fueron desinstalados durante el año del inventario, se contabilizó el refrigerante total indicado en el dato de placa del equipo.

4.1.7 Consumo de fertilizantes

El consumo de fertilizantes se obtuvo de los archivos MB51, en fondo de trabajo no se encontró consumo, el porcentaje de nitrógeno se obtuvo de la descripción del producto o FDS. Además, se incluye el compost que se aplicó en los límites del inventario y en caso de evidencia de entregas a los empleados (abono) se restaron del calculo con el fin de contabilizar el compost aplicado en la planta.

El dato de nitrógeno del compost se toma de referencias bibliográficas, las cuales pueden ser consultadas en el documento DG-83-ET-92-004.

4.1.8 Generación de aguas residuales ordinarias


En PH reventazón se tratan las aguas residuales ordinarias por medio de tanque séptico.

Dado que la emisión de GEI por tanques sépticos considera la cantidad de personas, así como también el factor de emisión de N₂O en sistemas de tratamiento, se procedió a ajustar el dato del personal que realmente estuvo en las instalaciones durante el 2024, se consideró el personal que estuvo en teletrabajo para hacer el ajuste en las emisiones totales para la fuente.

PH Reventazón no cuenta un sistema de tratamiento de aguas residuales especiales no obstante trata los residuos líquidos del proceso de operación y mantenimiento, por medio sistemas de recolección, para su disposición final con gestor de residuos autorizado cumpliendo con la normativa nacional vigente.

4.1.9 Emisiones por manejo de residuos orgánicos

El dato de la actividad de esta fuente se obtuvo de registros de región sobre los residuos que se generan y se tratan por compostaje.

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 22/41	

4.1.10 Emisiones por manejo de residuos extraídos de embalse

Para esta fuente, se debe considerar que no en todos los embalses, se extraen residuos y se depositan en escombreras para su descomposición natural, esto depende de las condiciones de operación y mantenimiento. Las emisiones de estos residuos varían según su composición, la metodología se puntualiza en el documento DG-83-ET-92-004, a continuación, en la Tabla 13, se especifica para PH reventazón, tipo de residuo recolectado y emisión asociada.

Tabla 9. Tipo de residuo extraído por Planta y GEI asociado

Región	Planta/Embalse	Tipo de residuo extraído	GEI identificado
Huetar	Planta Reventazón/Reventazón	Lirio	CO2, CH4, NO2
Huetar	Planta Reventazón/Reventazón	Madera (troncos de árboles)	CO2

4.1.11 Generación de emisiones de GEI por embalses (Insumo de generación)

En el año 2024 no fue posible llevar a cabo las campañas de muestreo en el embalse. Por lo tanto, se optó por estimar las emisiones utilizando la metodología de Nivel 1 (Tier 1) establecida en el *Refinamiento 2019* de las Directrices del IPCC, Volumen 4, Capítulo 7.

4.2 Descripción de las metodologías de cuantificación indirectas

La metodología para la cuantificación de las emisiones indirectas significativas se detallada en el procedimiento DG-83-PR-92-002 Cuantificación y desarrollo de Inventarios de emisiones de GEI y las emisiones indirectas con sus consideraciones se documentan en la especificación técnica DG-83-ET-92-004 Guía de cálculo de Inventarios de GEI. La identificación de las emisiones indirectas, evaluación metodología y cuantificación de las emisiones indirectas significativas, se documenta en el registro: DG-83-FO-92-042 Identificación, valoración y cuantificación de fuentes de emisión de GEI indirectas. Los datos de actividad de cada fuente de emisión en detalle, es recopilada en un archivo, por separado, siguiendo el formato asignado en el formato DG-83-FO-92-042. Las evidencias de cada fuente de información se registran en el sitio colaborativo de la División Generación y estarán a disposición (bajo solicitud) del usuario previsto.

En la Tabla 10 se muestran las emisiones indirectas significativas para el periodo del reporte (los criterios de evaluación de significancia se detallaron en el apartado 3.3.2).

Tabla 10. Emisiones indirectas significativas identificadas en el 2024.




Tipo de fuente de emisión indirecta	Fuente de emisión indirecta	Consideración
Emisiones indirectas de GEI por energía importada.	Emisión por consumo de electricidad.	Esta emisión indirecta al ser de cuantificación obligatoria por el usuario previsto se define como significativa y se registra en el formato: DG-83-FO-92-044 Cálculo y análisis integrado de emisiones.
Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de los productos de la organización.	Emisiones por las pérdidas técnicas de electricidad durante la transmisión y distribución.	<p>Las emisiones provenientes de la generación de electricidad que es consumida en un sistema de T&D pueden ser reportadas en el alcance 3 bajo la categoría "generación de electricidad que es consumida en un sistema de transmisión y distribución" por consumidores finales. Criterio GHG Protocol Apéndice 1.</p> <p>Se considera la Energía Neta por Planta entregada a la División de Transmisión, se calculan las pérdidas por Transmisión, considerando el dato de 2.42% (pérdidas técnicas, valor que incluye la importación). A la energía neta menos las pérdidas por Transmisión, se le calcula las pérdidas por distribución, considerando un 8.28% (considera pérdidas técnicas y no técnicas; es el dato promediado de las distribuidoras y contempla la diferencia entre lo entregado en la subestación y las ventas). Se suman las pérdidas por transmisión y distribución.</p> <p>Se calcula el factor de emisión de PH Reventazón considerando las emisiones directas por insumos de generación dividido entre la energía neta.</p> <p>Se le aplica el factor de emisión a las pérdidas por transmisión y distribución para estimar la emisión de dióxido de carbono equivalente.</p>



Tipo de fuente de emisión indirecta	Fuente de emisión indirecta	Consideración
Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de los productos de la organización.	Emisiones por consumo de la electricidad generada en las Plantas de Generación de la División Generación, por parte del cliente.	Esta fuente de emisión tiene tres consideraciones: 1. De acuerdo con las directrices del Programa País de Carbono Neutralidad, las emisiones de los insumos de generación se reportan como emisiones directas. 2. Las emisiones de insumos de generación de las plantas de la División Generación (PH Reventazón incluido) son consideradas en el cálculo del factor por consumo de electricidad (las cuales constituyen el mayor aporte, dado que el ICE es el mayor productor de electricidad a nivel nacional), lo cual es reportado por el cliente en la categoría: Emisiones indirectas de GEI por energía importada. 3. El alcance directo del inventario corresponde a PH Reventazón, por lo que no se considerara incluir las emisiones por el consumo de electricidad de un cliente más allá de la transmisión y distribución.



Tipo de fuente de emisión indirecta	Fuente de emisión indirecta	Consideración
Indirectas por transporte (externo, que no pertenece a la División Generación)	Transporte de empleados en vehículo personal de su domicilio al centro de trabajo y viceversa	<p>La Institución ha establecido un Programa de teletrabajo, en el cual Talento Humano se ha dado a la tarea de analizar cada perfil de puesto, con el fin de analizar si aplica para teletrabajo y determinar la cantidad de días teletrabajables. Esta iniciativa de reducción se plantea considerando las distancias que son recorridas por el funcionario de su residencia al lugar de trabajo y viceversa en el año, considerando los días teletrabajables a la semana y se extrapola a un año. Metodología de cálculo: Se considera la información de Talento Humano de la División de Generación, para la información del teletrabajo aprobado a mayo 2022; se calcula por GoogleMaps la distancia del domicilio al lugar de trabajo y se duplica, para considerar ida y vuelta. Para el cálculo de las distancias se utiliza la información aportada por Talento Humano y se identifican las coordenadas (longitud y latitud) de los puntos de referencia utilizados en Google Maps para obtener los kilómetros recorridos.</p> <p>Se multiplica la distancia por los días de teletrabajo a la semana, se consideran 50 semanas para el año 2023. Se realiza el supuesto de que cada funcionario se movilizaba antes de la pandemia, en un vehículo Nissan Sentra que tiene un rendimiento de 10.3 km/L gasolina; se calculan las emisiones utilizando los factores de emisión del IMN</p>

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 26/41	

Tipo de fuente de emisión indirecta	Fuente de emisión indirecta	Consideración
Indirectas por transporte (externo, que no pertenece a la División Generación)	Emisiones por el servicio contratado para el transporte de empleados	Se considerarán los kilómetros de recorrido del vehículo desde la parada inicial de empleados, hasta la planta ida y vuelta (la información se toma de las especificaciones del cartel y en caso de que no se lograra ubicar el detalle, se estima la distancia por Google Maps. La información del número de viajes por año se consulta a la planta respectiva, en caso de que la distancia del transporte esté indicada en la contratación, la casilla "número de viajes" no se completará. Se considera el rendimiento calculado para el 2023 de una buseta Mitsubishi 2012 y un carro 4x4 (perteneciente al Pool de vehículos de la Región Central) se multiplica por los kilómetros recorridos y con los litros consumidos por año se calculan las emisiones por tipo de GEI utilizando los factores y potenciales de calentamiento global del IMN. Las plantas de la Región Chorotega no subcontratan este tipo de servicio.

4.3 Cambios en las metodologías de cuantificación

No hay que cambios en las metodologías de cuantificación que deban ser reportados en este informe.

4.4 Impacto de las incertidumbres


Para este informe excluye la declaración de incertidumbres basado en el transitorio emitido para el PPCN que extiende el plazo hasta el año 2027.

5.1 Cuantificación de las emisiones directas

Las emisiones directas (alcance 1) se dividen en las emisiones directas de proceso (emisiones generadas por los insumos de generación eléctrica) y emisiones directas (emisiones de las actividades que se realizan para la operación y mantenimiento de las unidades).

5.1.1 Emisiones directas de proceso

Según lo establecido por el Programa País Carbono Neutralidad (PPNC) las emisiones de GEI asociadas a la generación eléctrica deben cuantificarse y reportarse, sin embargo, se exigen de tener que compensar dichas emisiones.

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 27/41	

En la Tabla 18 se resumen las emisiones del embalse, por tipo de gas (dióxido de carbono, metano y óxido de nitrógeno) en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}). Los gases hidrofluorocarbono (HFC), hidroclorofluorocarbono (HCFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆) no se emiten para estas fuentes, por lo cual no aparecen en la Tabla 18.

Tabla 11 Emisiones directas por gas de efecto invernadero por fuente de emisión (insumo de generación)


Fuente de emisión	Toneladas de GEI en Ton de CO _{2e}							
	CO ₂	Inc (%)	CH ₄	Inc (%)	N ₂ O	Inc (%)	Total	Inc (%)
Emisiones de embalses	NA	NA	5317,59	NA	NA	NA	5317,59	NA
Emisiones biogénicas antropogénicas								
Emisiones de embalses	7033,49	NA	NA	NA	NA	NA	7033,49	NA

5.1.2 Emisiones directas

En la Tabla 12 se resumen las emisiones de las actividades realizadas en la Planta, requeridas para la operación y mantenimiento, las emisiones se presentan por tipo de gas en ton de CO_{2e}.

Tabla 12. Emisiones directas por gas de efecto invernadero por fuente de emisión directa.

Fuente de emisión	Toneladas de GEI en Ton de CO _{2e}													
	CO ₂	Inc (%)	CH ₄	Inc (%)	N ₂ O	Inc (%)	HCFC	Inc (%)	HFC	Inc (%)	SF ₆	Inc (%)	Total	Inc (%)
Consumo combustible transporte	48.05	NA	0.14	NA	0.86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	49,05	NA
Consumo de refrigerantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,40	NA	NA	NA	1,40	NA
Manejo de residuos de embalse	NA	NA	362.82	NA	38.63	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	401,45	NA
Emisiones biogénicas antropogénicas														
Manejo de residuos de embalse	383,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NNA A	NA	383	NA
Emisiones del compost	0.07	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,07	NA
Emisiones de las aguas residuales	0.06	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,06	NA

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 28/41	

5.2 Cuantificación de las emisiones indirectas

Las emisiones indirectas cuantificadas, corresponden a las emisiones que al ser evaluadas obtuvieron un puntaje que las categorizó como significativas; a excepción de la fuente de emisión por consumo eléctrico. En la Tabla 20 se muestran las emisiones por consumo de electricidad (emisiones alcance 2 catalogadas como emisiones indirectas de GEI por energía importada).

Tabla 13. Emisiones indirectas (alcance 2) por gas de efecto invernadero por fuente de emisión, de todas las Plantas de Generación.

Fuente de emisión	Toneladas de GEI	
	CO _{2e}	Inc
Consumo de electricidad	27.50	NA

La cuantificación de las emisiones indirectas significativas (alcance 3) se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Emisiones indirectas (alcance 3) por gas de efecto invernadero por fuente de emisión, PH reventazón.

Categoría	Fuente de emisión	Ton GEI				
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}	Inc
Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de productos de la organización	Emisiones por las pérdidas técnicas de electricidad durante la transmisión y distribución.	1262.28	NA	NA	1262.28	NA
Emisiones indirectas de GEI por transporte.	Transporte de empleados en vehículo personal de su domicilio al centro de trabajo y viceversa	51,92	0,44	2,04	54,41	NA
Emisiones indirectas de GEI por transporte.	Emisiones por el servicio contratado para el transporte de empleados	12,47	0,02	0,19	12,68	NA

5.3 Exclusión de la cuantificación de fuentes y sumideros

5.3.1 Exclusiones consideradas en emisiones directas

Se excluyen las fuentes de GEI directas que individualmente y en sumatoria no superen el 0,1% del inventario total; y que no tuvieran reducciones asociadas; en la Tabla 22 se indican las fuentes de emisión excluidas, considerando las emisiones y porcentaje del inventario total (incluyendo las emisiones directas e indirecta consumo de electricidad).


	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 29/41	

Tabla 15. Fuentes de emisión excluidas para el inventario del año 2024.

Fuente de emisión	Ton de CO _{2e}	% de contribución sobre el inventario total
Consumo de gas	0,263	0,002
Consumo de combustible maquinaria y equipo	8,61	0,07
Generación aguas residuales	7,10	0,050
Consumo de aceites, lubricantes y grasas	3,41	0,026
Consumo de aerosoles	0,02	0,000
Aplicaciones de fertilizantes	0,31	0,002
Manejo de residuos orgánicos	0,03	0,000

5.3.2 Exclusiones consideradas en remociones

En este inventario no se incluyen unidades ni procesos que remuevan GEI de la atmósfera debido a que se está articulando y validando las metodologías de cuantificación de remociones, así como los lineamientos para inclusión en los inventarios de GEI de cada División, a nivel institucional.

5.3.3 Exclusiones consideradas en emisiones indirectas


Se excluye de la cuantificación, las emisiones indirectas que no se han valorado como significativas, el detalle de la valoración se encuentra en el registro DG-83-FO-92-042.

En cuanto a las emisiones indirectas significativas, a continuación, se indican la siguiente exclusión:

-Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de los productos de la organización: Emisiones por consumo de la electricidad generada en las Plantas de Generación de la División Generación, por parte del cliente. Esta fuente no se cuantifica en la categoría de emisiones indirectas, aunque fue calificada como significativa, por las siguientes razones:

a. De acuerdo con las directrices del Programa País de Carbono Neutralidad, las emisiones de los insumos de generación se reportan como emisiones directas.

b. Las emisiones de insumos de generación de las plantas de la División (PH Reventazón incluido) son consideradas en el cálculo del factor por consumo de electricidad (las cuales constituyen el mayor aporte, dado que el ICE es el mayor productor de electricidad a nivel nacional), lo cual es reportado por el cliente en la categoría: Emisiones indirectas de GEI por energía importada.

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 30/41	

c. El alcance directo del inventario corresponde a PH Reventazón, por lo que no se considerara incluir las emisiones por el consumo de electricidad de un cliente más allá de la transmisión y distribución.

5.3.4 Exclusión de fuentes indirectas significativas

Se realizó el análisis de las fuentes de emisiones indirectas siguiendo las recomendaciones emitidas en el informe de verificación externa correspondiente al año 2023. Como resultado de dicha evaluación, se determinó que la fuente asociada al tratamiento y disposición final de residuos no presenta significancia, dado que las emisiones estimadas no superan el 3% del total de emisiones indirectas y su ponderación final en la herramienta fue 4 puntos. En consecuencia, se descarta su inclusión como fuente significativa dentro del presente inventario de GEI.

Se muestra a continuación las tareas del plan de acción relacionado a Fuentes indirectas y la Fuente de tratamiento y disposición final de residuos para determinar su inclusión en el periodo declarado 2024.

Plan de acción 2023

Fuente indirecta	Tarea	Responsable	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Tratamiento y disposición final de residuos	Identificar y recopilar todos los registros de generación y disposición de residuos de Planta.	Andres Vargas V.	5/12/2024	30/05/2025
Tratamiento y disposición final de residuos	Cálculo de emisiones de la fuente	Andres Vargas V.	5/12/2024	30/05/2025


Las tareas definidas en la tabla anterior fueron completadas en un 100% según consta en el documento de contabilización de fuentes indirectas.

6 Año base seleccionado

Durante la actualización del inventario GEI 2024, se identificó que los potenciales de calentamiento utilizados no correspondían a la última actualización IMN. Se decidió recalcular el año base para mantener la comparabilidad y la consistencia de los objetivos de reducción. Se mantiene el año base 2021.

Acción realizada:

- Recalculadas las emisiones del año base utilizando los nuevos factores de emisión y PC

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 31/41	

- Verificación de los datos del año base considerando los cambios para alcance 1, alcance 2 y alcance 3

Declaración de consistencia:

El recalcu asegura que el inventario de emisiones refleje los PC más actuales y mantiene la trazabilidad, comparabilidad y coherencia de los objetivos de reducción de GEI, conforme a INTE/ISO 14064-1:2019 y PPCN 2.0.

Resumen de emisiones directas del año base (recálculo)


Categorías de fuentes	2021
Consumo de combustible transporte	28,01
Consumo de combustible equipo mayor y menor	7,80
Consumo de productos químicos (aceites y lubricantes)	0,65
Consumo de productos químicos (aerosoles)	0,00
Consumo de gases	0,02
Consumo de gases refrigerantes	9,37
Generación de aguas residuales	7,60
Manejo residuos orgánicos	0,05
Aplicación de fertilizante	0,02
Manejo residuos de embalse	26216,96
Consumo de electricidad (servicio al cliente)	66,17
Generación de emisiones por insumos de generación	12351,08

7 Cambios con respecto al Inventario del año anterior

En comparación con el año 2023, se presentan variaciones derivadas de ajustes metodológicos y operativos. Las emisiones directas del embalse se estimaron mediante un cálculo teórico, debido a la ausencia de datos de monitoreo ocasionada por retrasos en la cadena de abastecimiento asociados a la ejecución contractual.

Asimismo, durante el periodo 2024 se efectuó el recalcu del año base, con el fin de mantener la coherencia y comparabilidad de los datos históricos conforme a los cambios metodológicos aplicados y la actualización de los PC

No se registraron modificaciones en los límites organizacionales ni en los criterios de consolidación.

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 32/41	

8 Verificación interna

El inventario GEI 2024 de la DG fue sometido a un proceso de verificación interna por parte del equipo GEI de la gerencia de electricidad y el programa institucional de GEI

Fecha de verificación 23 al 27 de junio 2025

Datos del informe de verificación interna

Usuario previsto: Alta Dirección, Dirección Generación

Nivel aseguramiento: Razonable

Alcance: Emisiones directas e indirectas de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hexafluoruro de azufre, hidrofluorocarbono y hidroclorofluorocarbono para todas las operaciones del proceso de energía, transformación de energía mecánica a energía eléctrica y entrega a la red de transmisión. Emisiones indirectas por energía importada.

Emisiones indirectas significativas por transporte.

Emisiones indirectas biogénicas por productos utilizados por la organización: Emisiones de dióxido de carbono emitidas por los embalses con más de 20 años de operación (Alcance 3).

Emisiones indirectas por uso de productos de la organización: Emisiones por las pérdidas técnicas de electricidad durante la transmisión


Criterios de evaluación: Norma INTE-ISO 14064:1: 2019 Procedimiento DG-83-PR-92-002/Programa País 2.0/ INTE B5-2021 Apartado 6. Requisitos para la reducción de emisiones

Documentación Revisada: DG-83-FO-81-002 Informe de gases de efectos invernadero (Informe GEI), DG-83-FO-81-005 Cálculo y análisis integrado de emisiones GEI.

Asignación de recursos y asignación de responsabilidades: Se encuentran definidas en el plan de verificación de la Dirección Generación

Sistema de información controles e integridad: El soporte documental se encuentra en Teams

Rutinas para el control de errores: Cuentan con un sistema de atención de hallazgos y planes de acción

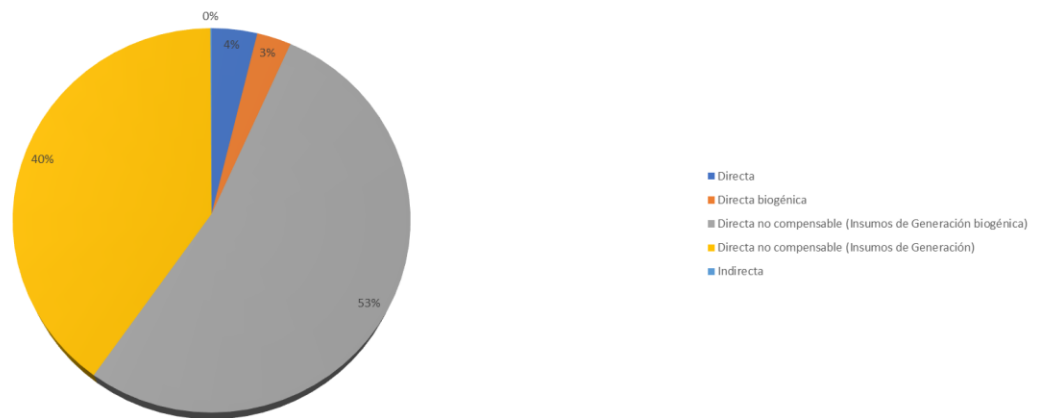
	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 33/41	

9 Análisis de resultados

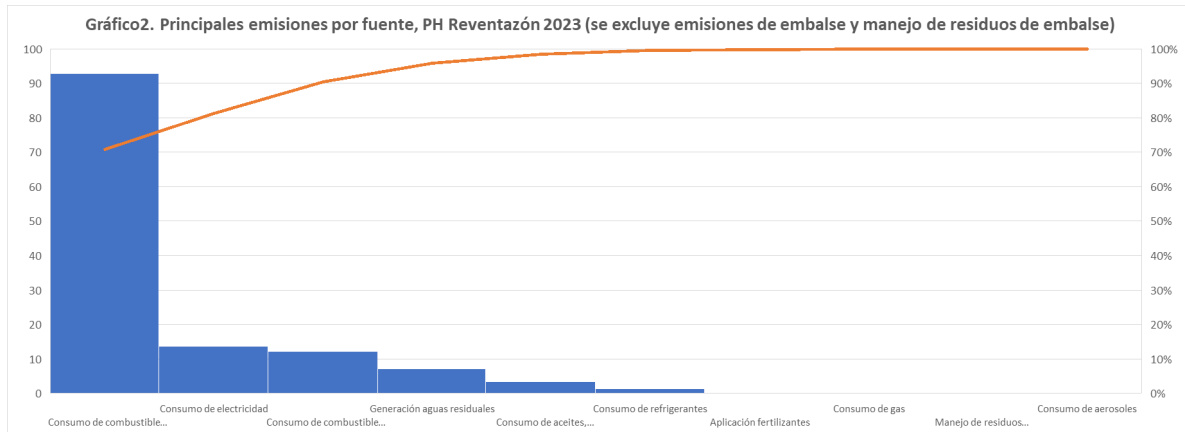
8.1 Análisis de las emisiones históricamente reportadas

La composición del inventario de GEI 2024 de PH Reventazón constituye un 40% de emisiones directas de proceso (generadas por los insumos de generación), 53% lo constituyen emisiones directas no compensables (biogénicas) y 7% lo constituyen las emisiones directas y las directas biogénicas (manejo de residuos de embalses).

Gráfico1. Emisiones totales por tipo



Considerando que las emisiones directas no compensables (generadas por los insumos de generación), son propias de la actividad de generación y requiere recursos políticos, económicos y técnicos para reducirlas, el análisis de las fuentes de mayor impacto las excluirá; de esta forma, en el Gráfico 2, se puede visualizar que la fuente de emisión por consumo de combustible para transporte y la emisión por consumo de electricidad son las fuentes de GEI que más impacto causaron en el Inventario



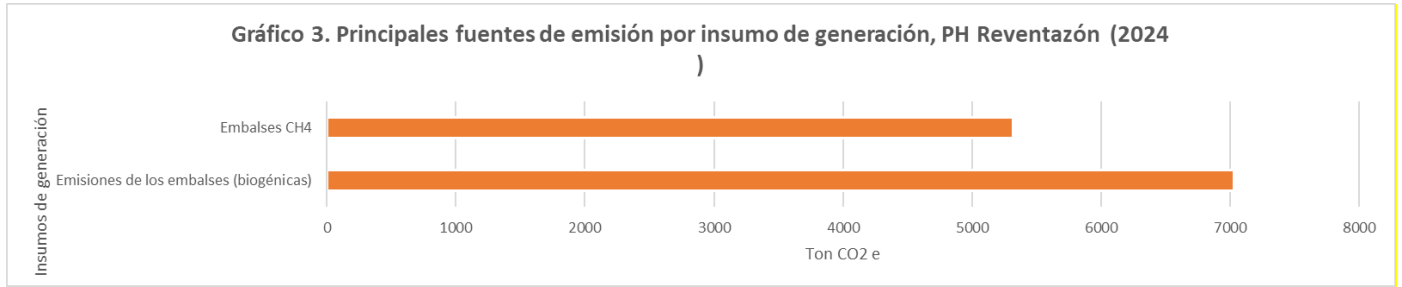
A continuación, en la Tabla 23, se comparan las emisiones del 2021, 2022 y 2023 con respecto al 2024, totalizando las toneladas de dióxido de carbono equivalente por fuente de emisión, en la comparación se incluyen las emisiones excluidas, con el fin de analizar tendencias.

Tabla16. Comparación de las emisiones 2021-2022-2023-2024 por fuente de emisión.

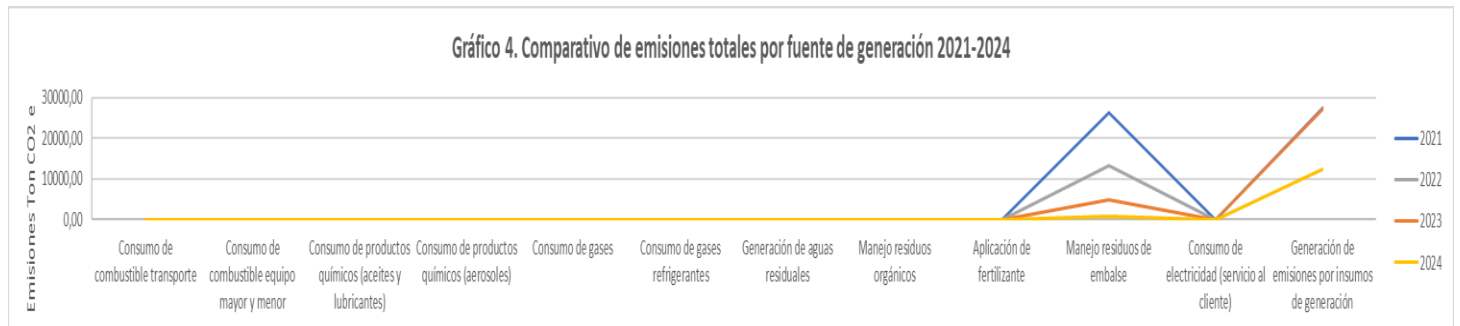
Categorías de fuentes	PH Reventazón			
	2021	2022	2023	2024
Consumo de combustible transporte	28,07	27,3498665	39,380	92,8430
Consumo de combustible equipo mayor y menor	7,79	7,571136963	4,012	12,1247
Consumo de productos químicos (aceites y lubricantes)	0,65	4,219933126	1,170	3,4071
Consumo de productos químicos (aerosoles)	0,00	0,0036534	0,131	0,0160
Consumo de gases	0,02	0,26105	0,000	0,2633
Consumo de gases refrigerantes	8,61	1,46625	19,493	1,4040
Generación de aguas residuales	5,70	5,3421984	5,338	7,0997
Manejo residuos orgánicos	0,05	0,06855552	0,050	0,0261
Aplicación de fertilizante	0,02	2,420658843	0,007	0,3106
Manejo residuos de embalse	26216,96	4819,488972	13433,728	771,6498
Consumo de electricidad (servicio al cliente)	66,17	94,0640466	82,838	13,7600
Generación de emisiones por insumos de generación	27428,26	27173,79724	27173,797	12351,0828
Total TonCO2e	53762,30	32136,05357	40759,944	13253,98721


Con respecto a la comparación de años anteriores, para mejor interpretación, se separará el análisis de las dos emisiones principales: generación de emisiones por insumos de generación y manejo de residuos de limpieza de embalses y, lo cual se ilustra en el Gráfico 3.

Es bueno indicar que las emisiones del embalse se redujeron respecto a los años anteriores 2021, 2022 y 2023 esto debido a la ausencia de monitoreos y la utilización de las metodologías IPCC para el cálculo de emisiones teóricas (ecuación de nivel 1, ref. 19, volumen 4, cap. 7.)



En relación con las demás emisiones directas (alcance 1) e indirectas (alcance 2), se observa un comportamiento consistente con respecto al periodo anterior, según lo ilustrado en el Gráfico 4. La principal variación corresponde a la fuente de emisiones derivadas del manejo de residuos en embalses, la cual presenta una reducción en comparación con el año 2023. De igual forma, se registra una disminución significativa en las emisiones de alcance 2 asociadas al consumo de energía importada, atribuible a la utilización de datos medidos de consumo eléctrico en sitio, en sustitución de los supuestos empleados en el inventario 2023. Adicionalmente, se incorporó el ajuste correspondiente al factor de emisión más reciente publicado por el IMN, lo que asegura la consistencia metodológica y la representatividad de los resultados reportados.



	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 36/41	

8.2 Análisis de las emisiones indirectas significativas (alcance 3)

Para efectos de comparación, es importante considerar que únicamente se cuantifican las fuentes significativas, las cuales pueden variar entre años debido a cambios en la operación y el mantenimiento de la planta. El incremento de emisiones respecto al año base se explica por la incorporación, dentro del alcance, de las emisiones asociadas a las pérdidas técnicas en la transmisión y distribución de electricidad, el transporte de empleados en vehículo entre su domicilio y el centro de trabajo, así como el transporte contratado para este mismo fin. Para el periodo 2024, el análisis de significancia mantiene las mismas líneas de reporte, aplicando los ajustes correspondientes a los datos.

8.3 Análisis del KPI

En lo que corresponde a los indicadores de KPI, considerando la generación eléctrica de la planta durante el año 2024 y las emisiones directas e indirectas (solo se considera la fuente consumo de electricidad), así como biogénicas, lo cual se detalla en la Tabla 24.

Tabla 17. Factores de emisión por año, en toneladas de dióxido de carbono equivalente emitido por MWh generado

PH Reventazón				
Año	2021	2022	2023	2024
Ton CO ₂ /MWh generado	0,049	0,029	0,044	0,018

El factor de emisión disminuyó respecto al 2023 esto debido a que la energía generada en 2024 por la planta fue de un 19% menor y que las emisiones totales para el 2024 presentaron una disminución respecto al 2023.


9. Iniciativas para la reducción de los GEI y seguimiento del desempeño interno

Con el objetivo de gestionar los impactos producidos por las emisiones de GEI, anualmente en PH Reventazón se planifican mejoras a la operación y mantenimiento, así se identifican oportunidades para además de mejorar la eficiencia de la generación eléctrica, se evite o mitigue el impacto de la emisión de gases de efecto invernadero.

9.1 Seguimiento al desempeño del Plan de gestión de reducciones 2024

En total se mitigaron Ton de CO_{2e},

En este apartado se evidencia el seguimiento al Plan de reducción 2024, la evidencia, los supuestos y estimaciones relacionadas, se encuentra en el Registro DG-83-FO-92-036 Identificación y cálculo de acciones de reducción GEI. (PGR 2024).

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 37/41	

En la Tabla 17, se presentan las acciones de reducción planificadas (P) comparadas con las ejecutadas (E) durante el 2024, en unidades de dióxido de carbono equivalente reducidas, importante indicar que las acción dirigidas, se expresan en toneladas de dióxido de carbono equivalente dado que la mayoría son emisiones que reducen la fuente consumo de electricidad la cual por factor de emisión, se expresa en esa unidad y la emisión directa redujo el GEI dióxido de carbono, con lo cual no se hizo distinción de otros gases

Tabla 18. Acciones de reducción ejecutadas en el año 2024.

Acción Dirigida /Fuente de emisión reducida	Tipo de emisión	PH reventazón (Ton CO _{2e})	
		P	E
Compra de equipo más eficiente/ Sustitución de luminarias de bajo consumo eléctrico	Indirecta	0,50	0,50
Instalación de sistemas de apagado automático	Indirecta	0.59	0.59
Total		1.09	1.09

A continuación, se detalla lo sucedido entre la planificación y la ejecución de las iniciativas de reducción:


Tabla 19. Acción de reducción planificadas para el periodo 2025, por tipo de GEI mitigado.

Acción	Fuente de emisión reducida	Categoría de emisión reducida	Ton CO ₂	Ton CO _{2eq}
Sustitución de luminarias de bajo consumo eléctrico	Consumo de electricidad	Indirecta	0.50	0,50
Instalación de sistemas de apagado automático	Consumo de refrigerante	Directa	0.59	0.59

10. Conclusiones y recomendaciones

La mayor fuente de emisión en el inventario GEI de PH Reventazón corresponde a las emisiones directas no compensables generadas por el embalse, las cuales representan un 94,5% del total de emisiones directas (alcance 1) reportadas.

Las emisiones directas del embalse muestran una disminución del 54,55 % en comparación con el año 2023. Este resultado proviene de un cálculo teórico aplicado ante la ausencia de datos de monitoreo, situación originada por problemas en la cadena de abastecimiento que afectaron la ejecución contractual.

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 38/41	

La descomposición de residuos del embalse se consolidó como la segunda fuente de emisiones del inventario de GEI, con una participación del 5,82% del total. No obstante, esta fuente presentó una disminución significativa del 94,26% respecto al 2023, lo cual evidencia una mejora sustancial en su aporte a las emisiones globales del sistema.

La emisión por consumo de electricidad representa la tercera fuente con mayor aporte al inventario. Se registró una disminución del 76% respecto al año 2023, atribuida a la utilización de datos directos de los medidores de la planta. Este resultado no se vio influenciado por el ajuste del factor de emisión 2025 del IMN.

La decisión de excluir las emisiones de menor significancia comprobó que su impacto era mínimo en el inventario un 0,01% (considerando emisiones directas e indirectas alcance 1 y 2), si bien estas fuentes no se incluyen en el inventario total, se calcularon para compararlas con datos históricos y determinar su comportamiento; estas emisiones al ser además aspectos ambientales tienen asignados controles operacionales para su seguimiento en la Planta.

El factor de emisión, considerando las fuentes de alcance 1 y 2, se estimó en 0,018 tCO₂/MWh generado. La reducción de este indicador se explica principalmente por la disminución del factor de planta en 2024, así como por la reducción del 67,58% en las emisiones totales respecto al año anterior.

Al igual que en 2023 las emisiones indirectas alcance 3 se evaluaron pérdidas por distribución y transmisión, emisiones por transporte de empleados en vehículo propio y las emisiones por el servicio contratado para el transporte de empleados tomando en cuenta la significancia de las fuentes después de su evaluación el registro DG-82-FO-92-042 el cual se puede evidenciar en las carpetas aportadas como evidencia.

En lo que respecta al Plan de Reducciones acordado en 2023 y lo ejecutado en 2024, se encuentran diferencias, que ya fueron justificados en el apartado 9 de este informe.


La perspectiva de identificación de reducciones genera maximización de beneficios para proyectos de eficiencia de la operación y mantenimiento de la planta, pero se limita la ejecución a la aprobación de presupuesto y exactitud de los tiempos proyectados con respecto a la ejecución. Es necesario generar mayor compromiso de áreas técnicas para identificar y atender solicitudes de información respecto a reducciones.

Las iniciativas de reducción se enfocan en reducir el consumo eléctrico, basadas en sustitución de equipo por compra de otro más eficiente y sensores de movimiento.

Se recomienda al coordinador de la Región y encargado de Planta Reventazón, en conjunto con Gestión Socioambiental, el análisis de la información aportada en este informe, con el fin de orientar programas de eficiencia en la planta.

11 Declaraciones

A continuación, se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) correspondientes al periodo comprendido entre el 1° de enero y el 31 de diciembre de 2024, para el alcance definido en el apartado 1.5. El cálculo y

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 39/41	


la cuantificación de dichas emisiones se realizaron conforme a las metodologías establecidas en las normas INTE ISO 14064-1 e INTE B-5.

Este informe ha sido elaborado en cumplimiento con lo dispuesto en el apartado 9.3 de la norma INTE ISO 14064-1.

11. 1 Declaración de emisiones

Declaración de emisiones PH Reventazón

Tipo de emisión	Emisión (Ton CO ₂)	Emisión (Ton CH ₄)	Emisión (Ton N ₂ O)	Emisión (Ton HFC's)	Emisión (Ton HCFC)	Emisión (Ton SF ₆)	E total (Ton CO _{2e})	Incert. est. u (%)	Incert. exp. ± U (%) *
Directa (alcance 1)	60,29	5687,62	39.89	1,40	0	0	5789,22	NA	NA
Biogénica (alcance 1)	7448.61						7448.61	NA	NA
Indirecta Por energía importada (alcance 2)	16.99						16.99	NA	NA
Emisiones indirectas significativas del periodo del reporte (alcance 3)									
Productos utilizados por la organización (biogénicas)							NA	NA	NA
Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de los productos de la organización: Emisiones por las pérdidas técnicas de electricidad durante la transmisión y distribución.	1262.28						1262.28	NA	NA
Transporte de empleados en vehículo personal de su domicilio al	51,92	0,44	2,04				54,41	NA	NA

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 40/41	

centro de trabajo y viceversa									
Emisiones por el servicio contratado para el transporte de empleados	12,47	0,02	0,19				12,68	NA	NA

11. 2 Iniciativas de reducción ejecutadas

Las acciones dirigidas ejecutadas en el año 2024 se declaran en la Tabla 28, la metodología utilizada sigue los criterios del apartado 6 de la Norma INTE B5.


Iniciativas de reducción ejecutadas en el 2024 PH Reventazón

Acción	Fuente de emisión reducida	Categoría de emisión reducida	Ton CO ₂	Ton CO _{2e}
Compra de equipo más eficiente/ Sustitución de luminarias de bajo consumo eléctrico	Consumo de electricidad	Indirecta	0.50	0,50
Instalación de sistemas de apagado automático	Consumo de electricidad	Indirecta	0.59	0.59

Nota: Las acciones correspondientes a la fuente de emisión consumo de electricidad se expresan en CO_{2e}, dado que bajo esta unidad se publica el factor nacional.

12 Control de elaboración y aprobación

ELABORÓ	DEPENDENCIA	FECHA
Andrés Vargas Villalobos	GSA Dirección	01/09/2025
Maynor Zamora Salazar	GSA Región Huetar	01/09/2025
Danilo Rodríguez Avila	GSA Región Central	01/09/2025
COLABORARON CON LA INFORMACIÓN Y REVISIÓN	DEPENDENCIA	FECHA
Juan José Rodríguez Alfaro	GSA Dirección	01/09/2025
REVISÓ	DEPENDENCIA	FECHA
Luz Marina Rodríguez Quirós	GSA Región Huetar	
German González Hernández	GSA Dirección	15/10/2025
APROBÓ	DEPENDENCIA	FECHA
German González Hernández	GSA Dirección	15/10/2025

	Informe de gases de efecto invernadero (Informe GEI) Planta Hidroeléctrica Reventazón	Version: 1	Código: DG-83-FO-92-043
		Página: 41/41	

De acuerdo con los hallazgos de la verificación interna realizada del 23 al 27 de junio 2025.

RESPONSABLE DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA VERSIÓN	DEPENDENCIA	FECHA
Andres Vargas Villalobos	GSA Dirección	01/09/2025
Maynor Zamora Salazar	GSA Región Huetar	01/09/2025
APROBÓ	DEPENDENCIA	FECHA
German González Hernández	GSA Dirección	15/10/2025