APÉNDICE A. ESTIMACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y FORZANTES CLIMÁTICOS DE VIDA CORTA

DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO

PARQUE SOLAR EL VALLE Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN 1X110 KV

NOVIEMBRE 2026

EL VALLE SPA

SOCOAM - Sociedad de Consultoría Ambiental Ltda.
Fono: (56-32) 2683222
contacto@socoam.cl
www.socoam.cl

Octubre
2026

Estimación de Gases de Efecto Invernadero y Forzantes Climáticos de Vida Corta

Declaración de Impacto Ambiental

Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 KV

ÍNDICE

1. Introducción ***4***

2. Antecedentes generales del proyecto ***5***

2.1. Localización **5**

3. Estimación de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta emisiones del proyecto ***6***

3.1. Ecuación general para el cálculo de emisiones **6**

3.2. Actividades o fuentes de emisión **10**

3.3. Equivalencia en antecedentes de distancia recorrida según categoría **11**

3.3.1. Equivalencia de distancia recorrida según categoría de vehículos Fase de Construcción Año 1 11

3.3.2. Equivalencia de distancia recorrida según categoría de vehículos Fase de Construcción Año 2 13

3.3.3. Equivalencia de distancia recorrida según categoría de vehículos Fase de Operación (Valores por Año) 15

3.3.4. Equivalencia de distancia recorrida según categoría de vehículos Fase de Cierre 16

3.4. Cálculo de emisiones Gases de Efecto Invernadero **18**

3.4.1. Fase de Construcción Año 1 18

3.4.2. Fase de Construcción Año 2 (8 meses) 20

3.4.3. Fase de Operación Emisión Anual 22

3.4.4. Fase de Operación (Emisión 4 meses) 24

3.4.5. Fase de Cierre 25

3.5. Forzantes Climáticos de Vida Corta **27**

3.5.1. Fase de Construcción Año 1 27

3.5.2. Fase de Construcción Año 2 (8 meses) 29

3.5.3. Fase de Operación (Emisión Anual) 31

3.5.4. Fase de Operación (Emisión 4 meses) 32

3.5.5. Fase de Cierre 33

4. Resumen de emisiones por año cronológico del proyecto ***34***

5. Conclusión ***35***

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Potencial de Calentamiento Global (PCG) 7
Tabla 3-2 Factores de Emisión de GEI: Combustión Estacionaria, Interna y Maquinaria Fuera de Ruta. 8
Tabla 3-3 Rendimientos para diferentes tipos de vehículos 8
Tabla 3-4 Factor de Emisión CN Grupos Electrógenos 9
Tabla 3-5 Factor de Emisión CN Vehículos Diesel 9
Tabla 3-6 Factores de Emisión CN Maquinaria Fuera de Ruta 10
Tabla 3-7 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 1 Camino Pavimentado 11
Tabla 3-8 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 1 Camino No Pavimentado Acceso 12
Tabla 3-9 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 1 Camino No Pavimentado Interno 12
Tabla 3-10 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 1 Camino No Pavimentado Externos 12
Tabla 3-11 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 2 Camino Pavimentado 13
Tabla 3-12 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 2 Camino No Pavimentado Acceso 14
Tabla 3-13 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 2 Camino No Pavimentado Interno 14
Tabla 3-14 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 2 Camino No Pavimentado Externos 14
Tabla 3-15 Distancia total recorrida Fase de Operación Camino Pavimentado 15
Tabla 3-16 Distancia total recorrida Fase de Operación Camino No Pavimentado 15
Tabla 3-17 Distancia total recorrida Fase de Operación Camino No Pavimentado 15
Tabla 3-18 Distancia total recorrida Fase de Cierre Camino Pavimentado 16
Tabla 3-19 Distancia total recorrida Fase de Cierre Camino No Pavimentado 17
Tabla 3-20 Distancia total recorrida Fase de Cierre Camino No Pavimentado Externo 17
Tabla 3-21 Cronograma Fase de Construcción (meses) 18
Tabla 3-22 Nivel de actividad Fuentes Estacionarias Año 1 Fase de Construcción 18
Tabla 3-23 Emisión Fuentes Estacionarias – Año 1 Fase de Construcción 18
Tabla 3-24 Nivel de actividad Combustión Interna Vehicular – Año 1 Fase de Construcción 19
Tabla 3-25 Emisión Combustión Interna Vehicular – Año 1 Fase de Construcción 19
Tabla 3-26 Nivel de actividad Maquinaria Fuera de Ruta – Año 1 Fase de Construcción 19
Tabla 3-27 Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Año 1 Fase de Construcción 20
Tabla 3-28 Nivel de actividad Fuentes Estacionarias Año 2 Fase de Construcción 20
Tabla 3-29 Emisión Fuentes Estacionarias – Año 2 Fase de Construcción 20
Tabla 3-30 Nivel de actividad Combustión Interna Vehicular – Año 2 Fase de Construcción 20
Tabla 3-31 Emisión Combustión Interna Vehicular – Año 2 Fase de Construcción 21
Tabla 3-32 Nivel de actividad Maquinaria Fuera de Ruta – Año 2 Fase de Construcción 21
Tabla 3-33 Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Año 2 Fase de Construcción 22
Tabla 3-34 Cronograma fase de operación 22
Tabla 3-35 Nivel de actividad Fuente Estacionaria 22
Tabla 3-36 Emisión Fuente Estacionaria – Fase de Operación 22
Tabla 3-37 Nivel de actividad Combustión Interna Vehicular – Fase de Operación 23
Tabla 3-38 Emisión Combustión Interna Vehicular – Fase de Operación 23
Tabla 3-39 Nivel de actividad Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Operación 23
Tabla 3-40 Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Operación 23
Tabla 3-41 Emisión Gases de Efecto Invernadero – Fase de Operación 24
Tabla 3-42 Cronograma Fase de Cierre 25
Tabla 3-43 Nivel de actividad Fuentes Estacionarias Fase de Cierre 25
Tabla 3-44 Emisión Fuentes Estacionarias – Fase de Cierre 25
Tabla 3-45 Nivel de actividad Combustión Interna Vehicular – Fase de Cierre 25
Tabla 3-46 Emisión Combustión Interna Vehicular – Fase de Cierre 26
Tabla 3-47 Nivel de actividad Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Cierre 26
Tabla 3-48 Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Cierre 26
Tabla 3-49 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Estacionaria – Fase de Construcción Año 1 27
Tabla 3-50 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Interna de Vehículos – Fase de Construcción Año 1 27
Tabla 3-51 Nivel de Actividad y Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Construcción Año 1 28
Tabla 3-52 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Estacionaria – Fase de Construcción Año 2 29
Tabla 3-53 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Interna de Vehículos – Fase de Construcción Año 2 29
Tabla 3-54 Nivel de Actividad y Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Construcción Año 2 30
Tabla 3-55 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Estacionaria – Fase de Operación 31
Tabla 3-56 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Interna de Vehículos – Fase de Operación 31
Tabla 3-57 Nivel de Actividad y Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Operación 31
Tabla 3-58 Emisión de Carbono Negro (CN) – Fase de Operación 32
Tabla 3-59 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Estacionaria – Fase de Cierre 33
Tabla 3-60 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Interna de Vehículos – Fase de Cierre 33
Tabla 3-61 Nivel de Actividad y Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Cierre 34
Tabla 4-1 Resumen de Emisiones Totales por Año Cronológico, t/año 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Ubicación del Proyecto, coordenadas UTM WGS 84, Huso 19 5

1. Introducción

En el presente documento se desarrolla la Estimación de Gases de Efecto Invernadero y Forzantes Climáticos de Vida Corta del Proyecto “Parque Solar El Valle y Línea de Transmisión 1x110 KV” (en adelante “el Proyecto”).

El Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque fotovoltaico para la generación de energía eléctrica que tendrá una potencia de salida nominal de 139 MW en el punto de conexión ubicado en la Subestación existente La Estrella. La capacidad instalada del parque fotovoltaico será de 210,89 MWp.

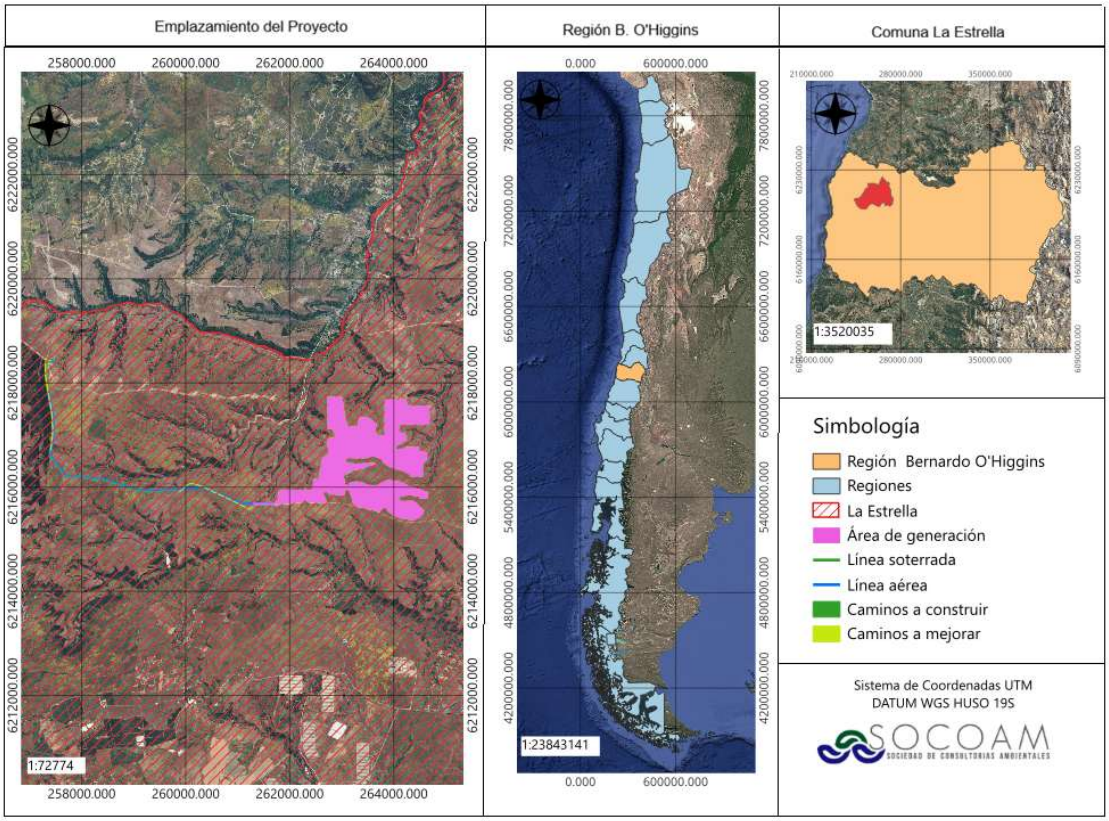
Contará un Sistema de Almacenamiento de Energía mediante Baterías (sistema BESS), que permitirá almacenar los excedentes generados e inyectar en los horarios de mayor demanda, incluso por la noche. Para evacuar la energía en la tensión adecuada, el Proyecto cuenta con una subestación elevadora y una Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) de 6,7 km hasta el punto de conexión ubicado en la subestación La Estrella 110 KV.

2. Antecedentes generales del proyecto

2.1. Localización

A continuación, se presenta cartografía de emplazamiento del Proyecto.

Figura 2-1 Ubicación del Proyecto, coordenadas UTM WGS 84, Huso 19



Fuente: Elaboración Propia

3. Estimación de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta emisiones del proyecto

En esta sección se desarrolla la estimación de emisiones del proyecto divididas en sus diferentes fases.

Como antecedente inicial, las tasas de emisión se denominan factores de emisión (FE) y corresponden a una intensidad de emisión esperada por unidades de una actividad. Por ejemplo, kilogramos de CO2 liberado a la atmosfera en función a: los kilómetros recorridos por un vehículo, consumo de combustible de un grupo electrógeno (GE) en un periodo determinado, usualmente siendo considerado como un año cronológico.

Para el cálculo de emisiones, es necesario contar con factor de emisión y el nivel de actividad, lo cual se describe a continuación.

3.1. Ecuación general para el cálculo de emisiones

En seguida, se muestra la ecuación general que representa la estimación de emisiones atmosféricas[1]

La relación se expresa mediante la siguiente ecuación general:

Ecuación 3-1

$$\boldsymbol{E = FE\ x\ NA\ x\ (1 - Ea)}$$

Donde:

- **E:** Emisión atmosférica en unidades de cantidad de un gas o partícula (GEI y FCVC) durante un año cronológico.
- **FE:** Factor de emisión en unidades de cantidad del gas o partícula por el nivel de actividad.
- **Na:** Nivel o datos de actividad, en unidades de la actividad emisora respecto a un determinado tiempo. Para el caso de esta Guía se presentarán en periodo de un año cronológico.
- **Ea:** Eficiencia del abatimiento de la emisión del gas o partícula, determinado en fracción.

Los factores de emisión considerados en el presente informe provienen de la Guía Metodológica para la Estimación y Reporte de Gases de Efecto Invernadero y Forzantes Climáticos de Vida Corta (2025), así como de la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana (2020).

[1] Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, primera edición, 2025.

A continuación, se presentan los factores de emisión utilizados para el desarrollo de la estimación de emisiones. Estos muestran las emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4, N_2O) y CN, según la actividad desarrollada.

Es importante indicar que no todos los GEI tienen la misma capacidad para absorber la radiación solar infrarroja, por lo que se ha definido el término Potencial de Calentamiento Global (PCG), el cual es una medida de cómo un gas específico está contribuyendo al cambio climático, comparado con el CO_2, al cual se asigna un valor igual a 1[2]

A continuación, se presentan los valores de Potencial de Calentamiento Global (PCG).

Tabla 3-1 Potencial de Calentamiento Global (PCG)

Contaminante climático	Simbología	Valor PCG
Dióxido de Carbono	CO_2	1
Metano	CH_4	28
Óxido Nitroso	N_2O	265

Fuente: Tabla 1 Potenciales de calentamiento atmosférico para diferentes gases de efecto invernadero, Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta (2025). Con base en su potencial en 100 años.

[2] Guía de Apoyo Docente Cambio Climático Ministerio del Medio Ambiente, Chile. 2017.

La Tabla 3-2 muestra los factores de emisión de GEI para la combustión Estacionaria, Movil y Maquinaria Fuera de Ruta.

Tabla 3-2 Factores de Emisión de GEI: Combustión Estacionaria, Interna y Maquinaria Fuera de Ruta.

Tipo de Fuente	Contaminante	Factor de Emisión CO_2 kg GEI/TJ	Combustible	Referencia
Estacionaria	CO2	69.300	Gasolina; Densidad 0,84 t/m3; PCS 10.355 kcal/kg; 1 kcal = 4,1868 kJ	Obtenido de Tabla 3 y 4.de la Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta (2025).
	CH4	10		
	N2O	0.6		
Estacionaria Combustión Interna Maquinaria Fuera de Ruta	CO2	74.100	Diesel; Densidad 0,84 t/m3; PCS 10.355 kcal/kg; 1 kcal = 4,1868 kJ	
	CH4	10		
	N2O	0.6		

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3-3 se presenta el rendimiento del combustible de acuerdo con el tipo de vehículo.

Tabla 3-3 Rendimientos para diferentes tipos de vehículos

Categoría	Combustible	Rendimiento, km/l	Referencia
Vehículo liviano	Diesel	16,4	Obtenido de Tabla 5. Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta (2025). “Rendimientos para diferentes tipos de vehículos según algunas categorías del parque vehicular”.
Vehículo mediano		11,6	
Bus Interurbano		4,8	
Camiones		4,0	
Tractocamiones		2,3	

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3-4 presenta el factor de emisión para el Carbono Negro (CN) para Combustión Estacionaria.

Tabla 3-4 Factor de Emisión CN Grupos Electrógenos

Tipo de Fuente	Tipo Combustible	Descripción motor	MP2,5	CN g/kg de Combustible	Referencia
Grupo Electrógeno	DIESEL	Potencia menor a 600 HP o 447 kW	6,08	3,405	Obtenido de Tabla 17. Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta (2025). "Factores de emisión para la estimación de emisiones de FCVC provenientes del uso de grupos electrógenos".

Fuente: Elaboración propia.

Para estimar las emisiones de Carbono Negro (CN) en el sector transporte, se utiliza una fracción del factor de emisión del material particulado ($MP_{2,5}$). En la Tabla 3-5 se presentan los porcentajes aplicables para calcular el factor de emisión de CN, así como los factores de emisión correspondientes.

Tabla 3-5 Factor de Emisión CN Vehículos Diesel

Tipo de Fuente	Norma / Combustible	MP2,5 g/km	% CN	Factor de Emisión CN g/km	Referencia
Bus	Euro IV / DIESEL	0,0462	75	0,0347	Tabla 20. Factores de emisión para la estimación de emisiones de FCVC provenientes la combustión interna de vehículos. Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta (2025). Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana (2020).
Camión > 32 t		0,0268	75	0,0201	
Camión 16 - 32 t		0,0239	75	0,0179	
Camión 7,5 - 16 t		0,0161	75	0,0121	
Camión < 7,5 t		0,0106	75	0,0080	
Camioneta < 3,5 t		0,0409	10	0,0041	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3-6 se presentan los factores de emisión para Carbono Negro generado por la Maquinaria Fuera de Ruta.

Tabla 3-6 Factores de Emisión CN Maquinaria Fuera de Ruta

Tipo de Fuente	Norma / Combustible	MP2,5 g/kWh	% CN	CN g/kWh	Referencia
P<8	Stage I	0,400	48	0,192	Tabla 21. Factores de emisión para la estimación de emisiones de FCVC provenientes de la maquinaria fuera de ruta que utilizan diésel como combustible. Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta (2025). Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana (2020).
8 ≤ P < 19		1,600	55	0,880	
19 ≤ P < 37	Stage II	0,400	80	0,320	
37 ≤ P < 56		0,200	80	0,160	
56 ≤ P < 75		0,200	80	0,160	
75 ≤ P < 130		0,200	80	0,160	
130 ≤ P ≤ 560		0,100	80	0,080	
560 < P	Stage V	0,045	48	0,022	

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Actividades o fuentes de emisión

Las fuentes de emisión asociadas al Proyecto corresponden principalmente al tránsito vehicular destinado al transporte de insumos, materiales, equipos, personal y residuos, entre otros. Asimismo, se consideran fuentes estacionarias, como los grupos electrógenos, y el uso de equipos y maquinarias fuera de rutas.

3.3. Equivalencia en antecedentes de distancia recorrida según categoría

A continuación, se presenta equivalencia en categoría de vehículos para la distancia recorrida utilizada para el cálculo de gases de efecto invernadero y carbono negro, la cual se divide por fase del Proyecto y tipo de camino pavimentado y no pavimentado.

3.3.1. Equivalencia de distancia recorrida según categoría de vehículos Fase de Construcción Año 1

Tabla 3-7 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 1 Camino Pavimentado

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Equipos principales fotovoltaicos (paneles, trackers, cajas)	Tractocamiones	Camión > 32 t	44500
Centro de Transformación-PV	Tractocamiones	Camión > 32 t	400
Centro de Transformación-BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	1100
Equipos BESS /contenedores racks BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	2800
Cables, conductores y canalizaciones	Tractocamiones	Camión > 32 t	1500
Cerco y seguridad perimetral	Tractocamiones	Camión > 32 t	4200
Edificaciones Permanentes, LTE y control	Tractocamiones	Camión > 32 t	1400
Equipos Subestación	Tractocamiones	Camión > 32 t	200
Insumos varios de construcción	Camiones	Camión 16 - 32 t	96,6
Instalación de faena y movilización inicial (bodegas, contenedores y equipos de apoyo)	Tractocamiones	Camión > 32 t	800
Áridos	Camiones	Camión > 32 t	93660
Hormigón	Camiones	Camión > 32 t	267540
Transporte de combustible	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	6863,4
Agua consumo humano embotellada	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	1252,16
Agua servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	470172,1
Agua para actividades de construcción	Camiones	Camión 16 - 32 t	99739,2
Supresor de polvo	Camiones	Camión 16 - 32 t	1500
Transporte de RESNOPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	820
Transporte RESPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	205
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	13747,2
Limpia fosa baños químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	977,2
Baños Químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	418,8
Transporte de Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	64218
Transporte de Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	22545,6
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	65330
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	22936
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	62383,2
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	21901,44
Total			**1.273.205,9**

Tabla 3-8 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 1 Camino No Pavimentado Acceso

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Equipos principales fotovoltaicos (paneles, trackers, cajas)	Tractocamiones	Camión > 32 t	703,1
Centro de Transformación-PV	Tractocamiones	Camión > 32 t	6,32
Centro de Transformación-BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	17,38
Equipos BESS /contenedores racks BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	44,24
Cables, conductores y canalizaciones	Tractocamiones	Camión > 32 t	23,7
Cerco y seguridad perimetral	Tractocamiones	Camión > 32 t	66,36
Edificaciones Permanentes, LTE y control	Tractocamiones	Camión > 32 t	22,12
Equipos Subestación	Tractocamiones	Camión > 32 t	3,16
Insumos varios de construcción	Camiones	Camión 16 - 32 t	7,9
Instalación de faena y movilización inicial (bodegas, contenedores y equipos de apoyo)	Tractocamiones	Camión > 32 t	12,64
Áridos	Camiones	Camión > 32 t	2916,84
Hormigón	Camiones	Camión > 32 t	2573,48
Transporte de combustible	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	194,34
Agua consumo humano embotellada	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	135,88
Agua servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	3932,62
Agua para actividades de construcción	Camiones	Camión 16 - 32 t	834,24
Supresor de polvo	Camiones	Camión 16 - 32 t	23,7
Transporte de RESNOPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	6,32
Transporte RESPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	1,58
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	151,68
Limpia fosa baños químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	11,06
Baños Químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	4,74
Transporte de Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	1824,9
Transporte de Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	1824,9
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	1856,5
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	1856,5
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	1772,76
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	1772,76
Total			**22.601,72**

Tabla 3-9 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 1 Camino No Pavimentado Interno

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	1032
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	10752
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	9976
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	396
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	1794
Total			**23.949,8**

Tabla 3-10 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 1 Camino No Pavimentado Externos

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Áridos	Camiones	Camión > 32 t	802,8
Hormigón	Camiones	Camión > 32 t	560,56
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	147,84
Total			**1.511,2**

3.3.2. Equivalencia de distancia recorrida según categoría de vehículos Fase de Construcción Año 2

Tabla 3-11 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 2 Camino Pavimentado

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Equipos principales fotovoltaicos (paneles, trackers, cajas)	Tractocamiones	Camión > 32 t	27800
Centro de Transformación-PV	Tractocamiones	Camión > 32 t	200
Centro de Transformación-BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	900
Equipos BESS /contenedores racks BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	2300
Cables, conductores y canalizaciones	Tractocamiones	Camión > 32 t	800
Edificaciones Permanentes, LTE y control	Tractocamiones	Camión > 32 t	300
Equipos Subestación	Tractocamiones	Camión > 32 t	100
Insumos varios de construcción	Camiones	Camión 16 - 32 t	57,96
Áridos	Camiones	Camión > 32 t	15610
Hormigón	Camiones	Camión > 32 t	44730
Transporte de combustible	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	4575,6
Agua consumo humano embotellada	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	844,48
Agua servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	313385,1
Agua para actividades de construcción	Camiones	Camión 16 - 32 t	66492,8
Supresor de polvo	Camiones	Camión 16 - 32 t	1900
Transporte de RESNOPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	615
Transporte RESPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	205
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	9164,8
Limpia fosa servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	139,6
Limpia fosa baños químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	698
Baños Químicos	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	418,8
Transporte de Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	42812
Transporte de Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	15030,4
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	43590,4
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	15303,68
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	41588,8
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	14600,96
Total			**664.163,4**

Tabla 3-12 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 2 Camino No Pavimentado Acceso

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Equipos principales fotovoltaicos (paneles, trackers, cajas)	Tractocamiones	Camión > 32 t	439,24
Centro de Transformación-PV	Tractocamiones	Camión > 32 t	3,16
Centro de Transformación-BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	14,22
Equipos BESS /contenedores racks BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	36,34
Cables, conductores y canalizaciones	Tractocamiones	Camión > 32 t	12,64
Edificaciones Permanentes, LTE y control	Tractocamiones	Camión > 32 t	4,74
Equipos Subestación	Tractocamiones	Camión > 32 t	1,58
Insumos varios de construcción	Camiones	Camión 16 - 32 t	4,74
Áridos	Camiones	Camión > 32 t	486,14
Hormigón	Camiones	Camión > 32 t	430,26
Transporte de combustible	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	129,56
Agua consumo humano embotellada	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	91,64
Agua servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	2621,22
Agua para actividades de construcción	Camiones	Camión 16 - 32 t	556,16
Supresor de polvo	Camiones	Camión 16 - 32 t	30,02
Transporte de RESNOPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	4,74
Transporte RESPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	1,58
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	101,12
Limpia fosa servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	1,58
Limpia fosa baños químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	7,9
Baños Químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	4,74
Transporte de Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	1216,6
Transporte de Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	1216,6
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	1238,72
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	1238,72
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	1181,84
Transporte de Personal	Bus Interurbano	Bus	1181,84
Total			**12.257,6**

Tabla 3-13 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 2 Camino No Pavimentado Interno

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	688
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	7168
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	6651
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	264
Camión Tolva	Camiones	Camión > 32 t	1196
Total			**15966,5**

Tabla 3-14 Distancia total recorrida Fase de Construcción Año 2 Camino No Pavimentado Externos

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Áridos	Camiones	Camión > 32 t	133,8
Hormigón	Camiones	Camión > 32 t	93,72
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	28,16
Total			**255,68**

3.3.3. Equivalencia de distancia recorrida según categoría de vehículos Fase de Operación (Valores por Año)

Tabla 3-15 Distancia total recorrida Fase de Operación Camino Pavimentado

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Insumos varios	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	97
Transporte de combustible	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	223
Agua consumo humano embotellada	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	58
Agua servicios higiénicos	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	18134
Agua limpieza paneles, para O&M	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	14961
Transporte de RESNOPEL	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	410
Transporte RESPEL	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	410
Transporte RESDOM	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	2291
Limpia fosa servicios higiénicos	Vehículo mediano	Camión 7,5 - 16 t	140
Transporte Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	47705
Transporte Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	15460
Total			**99.888,76**

Tabla 3-16 Distancia total recorrida Fase de Operación Camino No Pavimentado

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Insumos varios	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	7,9
Transporte de combustible	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	6,32
Agua consumo humano embotellada	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	6,32
Agua servicios higiénicos	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	151,68
Agua limpieza paneles, para O&M	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	124,82
Transporte de RESNOPEL	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	2,48
Transporte RESPEL	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	2,48
Transporte RESDOM	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	19,84
Limpia fosa servicios higiénicos	Vehículo mediano	Camión 7,5 - 16 t	1,58
Transporte Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	1063,92
Transporte Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	1251,36
Total			**2.638,7**

Tabla 3-17 Distancia total recorrida Fase de Operación Camino No Pavimentado

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	0,88
Total			**0,88**

3.3.4. Equivalencia de distancia recorrida según categoría de vehículos Fase de Cierre

Tabla 3-18 Distancia total recorrida Fase de Cierre Camino Pavimentado

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Retiro Equipos principales fotovoltaicos (paneles, trackers, cajas	Tractocamiones	Camión > 32 t	72300
Retiro Centro de Transformación-PV	Tractocamiones	Camión > 32 t	600
Retiro Centro de Transformación -BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	1900
Retiro Equipos BESS /contenedores racks BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	5100
Retiro Cables, conductores y canalizaciones	Tractocamiones	Camión > 32 t	2200
Retiro Cerco y seguridad perimetral	Tractocamiones	Camión > 32 t	4200
Desmantelamiento Edificaciones Permanentes, LTE y control	Tractocamiones	Camión > 32 t	1700
Retiro Equipos Subestación	Tractocamiones	Camión > 32 t	200
Insumos varios	Camiones	Camión 16 - 32 t	38,64
Instalación de faena y movilización inicial (bodegas, contenedores y equipos de apoyo)	Camiones	Camión > 32 t	800
Transporte de combustible	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	4185
Agua consumo humano embotellada	Camiones	Camión 16 - 32 t	232,96
Agua servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	86894
Agua para el cierre	Camiones	Camión 16 - 32 t	99739,2
Transporte de RESNOPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	410
Transporte RESPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	1230
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	572,8
Limpia fosa servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	139,6
Limpia fosa baños químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	977,2
Baños Químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	418,8
Transporte Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	14678,4
Transporte Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	5153,28
Transporte Personal	Bus Interurbano	Bus	4235,84
Transporte Personal	Bus Interurbano	Bus	12065,2
Transporte Personal	Bus Interurbano	Bus	11008,8
Transporte Personal	Bus Interurbano	Bus	3864,96
Supresor de Polvo	Camiones	Camión 16 - 32 t	500
Total			**335.344,68**

Tabla 3-19 Distancia total recorrida Fase de Cierre Camino No Pavimentado

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Retiro Equipos principales fotovoltaicos (paneles, trackers, cajas	Tractocamiones	Camión > 32 t	1142,34
Retiro Centro de Transformación-PV	Tractocamiones	Camión > 32 t	9,48
Retiro Centro de Transformación -BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	30,02
Retiro Equipos BESS /contenedores racks BESS	Tractocamiones	Camión > 32 t	80,58
Retiro Cables, conductores y canalizaciones	Tractocamiones	Camión > 32 t	34,76
Retiro Cerco y seguridad perimetral	Tractocamiones	Camión > 32 t	66,36
Desmantelamiento Edificaciones Permanentes, LTE y control	Tractocamiones	Camión > 32 t	26,86
Retiro Equipos Subestación	Tractocamiones	Camión > 32 t	3,16
Insumos varios	Camiones	Camión 16 - 32 t	3,16
Instalación de faena y movilización inicial (bodegas, contenedores y equipos de apoyo)	Camiones	Camión > 32 t	12,64
Transporte de combustible	Vehículo mediano	Camión 16 - 32 t	118,5
Agua consumo humano embotellada	Camiones	Camión 16 - 32 t	25,28
Agua servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	726,8
Agua para el cierre	Camiones	Camión 16 - 32 t	834,24
Transporte de RESNOPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	3,16
Transporte RESPEL	Camiones	Camión 16 - 32 t	9,48
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	6,32
Limpia fosa servicios higiénicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	1,58
Limpia fosa baños químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	11,06
Baños Químicos	Camiones	Camión 16 - 32 t	4,74
Transporte Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	417,12
Transporte Personal	Vehículo liviano	Camioneta < 3,5 t	417,12
Transporte Personal	Bus Interurbano	Bus	342,86
Transporte Personal	Bus Interurbano	Bus	342,86
Transporte Personal	Bus Interurbano	Bus	312,84
Transporte Personal	Bus Interurbano	Bus	312,84
Supresor de Polvo	Camiones	Camión 16 - 32 t	7,9
Total			**5.304,06**

Tabla 3-20 Distancia total recorrida Fase de Cierre Camino No Pavimentado Externo

Tipo de transporte	Categoría GEI	Categoría CN	Distancia total recorrida
Transporte RESDOM	Camiones	Camión 16 - 32 t	0,44
Total			**0,44**

3.4. Cálculo de emisiones Gases de Efecto Invernadero

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la estimación de GEI, cabe destacar que los niveles de actividad son obtenidos del informe de estimación de emisiones atmosféricas del proyecto, en los cuales se estima el consumo total de combustible de los vehículos, maquinaria y equipos. Esta sección está dividida por las emisiones generadas por cada Fase.

3.4.1. Fase de Construcción Año 1

3.4.1.1 *Cronograma de actividades emisoras*

Tabla 3-21 Cronograma Fase de Construcción (meses)

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Instalación de faenas y movilización inicial	■	■	■																	
Habilitación de accesos y caminos internos permanentes		■	■												■	■				
Movimientos de tierra generales y conformación de plataformas				■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Construcción de obras civiles asociadas a planta PV, BESS y subestación					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Montaje estructural y electromecánico de la planta fotovoltaica					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Construcción y montaje electromecánico del sistema BESS						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Construcción de zanjas y canalizaciones eléctricas de media tensión					■	■	■					■	■	■						
Construcción de la línea de transmisión 1x110 kV y Montaje Electromecánico de SE				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Puesta en servicio Subestación y pruebas de la línea de transmisión 1x110 kV															■	■				
Puesta en Servicio y pruebas de la planta fotovoltaica y sistema BESS																■	■	■		
Retiro de faenas - Desmovilización																		■	■	■

Fuente: Elaborada en base a información del Proyecto

3.4.1.2 *Fuentes Estacionarias Fase de Construcción Año 1*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes estacionarias del proyecto.

Tabla 3-22 Nivel de actividad Fuentes Estacionarias Año 1 Fase de Construcción

Fuente	Horas/fase	Consumo l/h	Combustible l/fase	Combustible kg/fase	kcal/año	Calor generado, TJ
Generador 80 kW	1296,9	22,0	28.531,8	23.966,71	248.175.302,8	1,039
Generador 80 kW	1296,9	22,0	28.531,8	23.966,71	248.175.302,8	1,039

Tabla 3-23 Emisión Fuentes Estacionarias – Año 1 Fase de Construcción

Fuente	Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/fase			PCG			Emisión CO2 eq.
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
Generador 80 kW	74.100	10	0,6	76.994,372	10,391	0,623	1	28	265	77.450,5
Generador 80 kW	74.100	10	0,6	76.994,372	10,391	0,623	1	28	265	77.450,5
									Total, CO_2 eq. kg/año	154.901,04
									Total, CO_2 eq. t/año	**154,9**

3.4.1.3 *Combustión Interna vehicular Fase de Construcción Año 1*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes de Combustión Vehicular del proyecto.

Tabla 3-24 Nivel de actividad Combustión Interna Vehicular – Año 1 Fase de Construcción

Vehículo	Km No Pavimentado	Km Pavimentado	Km total fase	Combustible	Rendimiento, km/l	Densidad Combustible	Consumo Combustible kg/fase	TJ/fase
Vehículo liviano	3.649,8	86.763,6	90.413,4	Diesel	16,4	0,84	4.630,9	0,20077
Vehículo mediano	330,2	8.115,6	8.445,8	Diesel	11,6	0,84	611,6	0,02652
Bus Interurbano	7.258,5	172.550,6	179.809,2	Diesel	4,8	0,84	31.466,6	1,36421
Camiones	35.925,1	948.876,1	984.801,2	Diesel	4	0,84	206.808,3	8,96603
Camiones Rampla	899,0	56.900,0	57.799,0	Diesel	2,3	0,84	21.109,2	0,91518
Total, TJ/año								**11,47**

Tabla 3-25 Emisión Combustión Interna Vehicular – Año 1 Fase de Construcción

Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/fase			PCG			Emisión CO_2 eq. kg/fase
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
74.100	10	0,6	850.127,4	114,727	6,884	1	28	265	855.163,9
Total CO_2 eq. t/año									**855,16**

3.4.1.4 *Maquinaria Fuera de Ruta Fase de Construcción Año 1*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes de Maquinaria Fuera de Ruta.

Tabla 3-26 Nivel de actividad Maquinaria Fuera de Ruta – Año 1 Fase de Construcción

Sector	Maquinaria	NA, kg Diésel/ año	NA, TJ Diésel/año
Parque Solar	Bulldozer	92.789	4,02
	Camión Pluma	144.751	6,28
	Excavadora	247.023	10,71
	Grúa	643.196	27,89
	Grúa Horquilla	59.513	2,58
	Hincadora	66.172	2,87
	Winche	6.204	0,27
	Motoniveladora	154.336	6,69
	Rodillo	52.400	2,27
	Camión mixer	25.347	1,10
Línea Eléctrica	Bulldozer	9.279	0,40
	Camión Pluma	14.475	0,63
	Excavadora	24.702	1,07
	Grúa	64.320	2,79
	Winche	6.204	0,27
	Motoniveladora	15.434	0,67
	Rodillo	5.240	0,23
	Camión mixer	2.535	0,11
Total			**70,84**

Tabla 3-27 Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Año 1 Fase de Construcción

Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/año			PCA o PCG			Emisión CO_2 eq. kg/año
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
74.100	10	0,6	5.249.048,08	708,37	42,50	1	28	265	5.280.145,7
Total CO_2 eq. t/año									**5.280,1**

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Fase de Construcción Año 2 (8 meses)

3.4.2.1 *Fuentes Estacionarias Fase de Construcción Año 2*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes estacionarias del proyecto.

Tabla 3-28 Nivel de actividad Fuentes Estacionarias Año 2 Fase de Construcción

Fuente	Horas/fase	Consumo l/h	Combustible l/fase	Combustible kg/fase	kcal/año	Calor generado, TJ
Generador 80 kW	865	22,0	19.021,2	15.977,81	165.450.201,8	0,693
Generador 80 kW	865	22,0	19.021,2	15.977,81	165.450.201,8	0,693

Tabla 3-29 Emisión Fuentes Estacionarias – Año 2 Fase de Construcción

Fuente	Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/fase			PCG			Emisión CO2 eq.
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
Generador 80 kW	74.100	10	0,6	51.329,582	6,927	0,416	1	28	265	51.633,7
Generador 80 kW	74.100	10	0,6	51.329,582	6,927	0,416	1	28	265	51.633,7
Total, CO_2 eq. kg/año										103.267,360
Total, CO_2 eq. t/año										**103,267**

3.4.2.2 *Combustión Interna vehicular Fase de Construcción Año 2*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes de Combustión Vehicular del proyecto.

Tabla 3-30 Nivel de actividad Combustión Interna Vehicular – Año 2 Fase de Construcción

Vehículo	Km No Pavimentado	Km Pavimentado	Km total fase	Combustible	Rendimiento, km/l	Densidad Combustible	Consumo Combustible kg/fase	TJ/fase
Vehículo liviano	2.433,2	57.842,4	60.275,6	Diesel	16,4	0,84	3.087,3	0,13385
Vehículo mediano	221,2	5.838,9	6.060,1	Diesel	11,6	0,84	438,8	0,01903
Bus Interurbano	4.841,1	115.083,8	119.925,0	Diesel	4,8	0,84	20.986,9	0,90987
Camiones	5.701,9	452.998,3	458.700,1	Diesel	4	0,84	96.327,0	4,17619
Camiones Rampla	511,9	32.400,0	32.911,9	Diesel	2,3	0,84	12.020,0	0,52112
Total, TJ/año								**5,760**

Tabla 3-31 Emisión Combustión Interna Vehicular – Año 2 Fase de Construcción

Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/fase			PCG			Emisión CO_2 eq. kg/fase
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
74.100	10	0,6	426.820,088	57,601	3,456	1	28	265	429.348,8
Total CO_2 eq. t/año									**429,349**

3.4.2.3 *Maquinaria Fuera de Ruta Fase de Construcción Año 2*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes de Maquinaria Fuera de Ruta.

Tabla 3-32 Nivel de actividad Maquinaria Fuera de Ruta – Año 2 Fase de Construcción

Sector	Maquinaria	NA, kg Diésel/ año	NA, TJ Diésel/año
Parque Solar	Bulldozer	37.116	1,61
	Camión Pluma	83.510	3,62
	Excavadora	98.809	4,28
	Grúa	371.156	16,09
	Grúa Horquilla	35.007	1,52
	Hincadora	41.357	1,79
	Winche	1.379	0,06
	Motoniveladora	71.514	3,10
	Rodillo	24.283	1,05
	Camión Mixer	4.225	0,18
Línea Eléctrica	Bulldozer	3.712	0,16
	Camión Pluma	8.351	0,36
	Excavadora	978	0,04
	Grúa	37.116	1,61
	Winche	758	0,03
	Motoniveladora	7.151	0,31
	Rodillo	2.428	0,11
	Camión mixer	422	0,02
Total			**35,95**

Tabla 3-33 Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Año 2 Fase de Construcción

Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/año			PCA o PCG			Emisión CO_2 eq. kg/año
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
74.100	10	0,6	2.664.081,08	359,53	21,57	1	28	265	2.679.864,2
Total CO_2 eq. t/año									**2.679,86**

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Fase de Operación Emisión Anual

3.4.3.1 *Cronograma de actividades emisoras*

Tabla 3-34 Cronograma fase de operación

ACTIVIDADES	AÑOS						
	1	5	10	15	20	25	30
Entrada en operación (emisión carta por parte CEN)							
Logística, seguridad, aseo, otros							
Operación de PFV + BESS							
Mantenimiento							
Desconexión del parque fotovoltaico							

Fuente: Elaborada en base a información del Proyecto

3.4.3.2 *Fuente Estacionaria Fase de Operación*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a la fuente estacionaria del proyecto por cada año de Fase de Operación.

Tabla 3-35 Nivel de actividad Fuente Estacionaria

Fuente	Horas/fase	Consumo l/h	Combustible l/año	Combustible kg/año	kcal/año	Calor generado, TJ
Generador 80 kW	523	22,0	11.506,0	9.665,04	100.081.489,2	0,419

Tabla 3-36 Emisión Fuente Estacionaria – Fase de Operación

Fuente	Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/año			PCG			Emisión CO2 eq.
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
Generador 80 kW	74.100	10	0,6	31.049,469	4,190	0,251	1	28	265	31.233,4
Total, CO_2 eq. kg/año										31.233,4
Total, CO_2 eq. t/año										**31,23**

3.4.3.3 *Combustión Interna vehicular Fase de Operación*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes de Combustión Vehicular del proyecto por cada año de Fase de Operación.

Tabla 3-37 Nivel de actividad Combustión Interna Vehicular – Fase de Operación

Vehículo	Km No Pavimentado	Km Pavimentado	Km total año	Combustible	Rendimiento, km/l	Densidad Combustible	Consumo Combustible kg/año	TJ/año
Vehículo liviano	2.329,5	63.484,4	65.813,9	Diesel	16,4	0,84	3.371,0	0,14615
Vehículo mediano	310,1	36.404,3	36.714,4	Diesel	11,6	0,84	2.658,6	0,11526
							Total, TJ/año	**0,26141**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-38 Emisión Combustión Interna Vehicular – Fase de Operación

Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/año			PCG			Emisión CO_2 eq. kg/año
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
74.100	10	0,6	19.370,377	2,614	0,157	1	28	265	19.485,1
							Total CO_2 eq. t/año		**19,485**

Fuente: Elaboración propia

3.4.3.4 *Maquinaria Fuera de Ruta Fase de Operación*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a la fuente de Maquinaria Fuera de Ruta por cada año de Fase de Operación.

Tabla 3-39 Nivel de actividad Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Operación

Maquinaria	NA, kg Diésel/ año	NA, TJ Diésel/año
Grúa Horquilla	23.921,7317	1,04
Total		**1,04**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-40 Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Operación

Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/año			PCA o PCG			Emisión CO_2 eq. kg/año
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
74.100	10	0,6	76.849,87	10,37	0,62	1	28	265	77.305,2
Total CO_2 eq. t/año									**77,31**

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Fase de Operación (Emisión 4 meses)

Debido a que el año 2 del Proyecto, se compone por 8 meses de Fase de Construcción y 4 meses de Fase de Operación, se presenta las emisiones de manera proporcional correspondientes a 4 meses.

Tabla 3-41 Emisión Gases de Efecto Invernadero – Fase de Operación

Fuente	$CO_{2\ eq.}$ (Anual)	$CO_{2\ eq.}$ (4 meses)
Fuente Estacionaria	31,23	10,41
Combustión interna vehicular	19,485	6,50
Maquinaria Fuera de Ruta	77,31	25,77
Total, t	**128,0**	**42,7**

Fuente: Elaboración propia

3.4.5. Fase de Cierre

3.4.5.1 *Cronograma de actividades emisoras*

Tabla 3-42 Cronograma Fase de Cierre

FASE DE CIERRE	Meses											
Actividad / Mes	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Retiro de módulos fotovoltaicos y estructuras												
Retiro de equipos BESS												
Desmantelamiento de equipos eléctricos												
Retiro de instalaciones temporales remanentes												
Demolición de fundaciones superficiales												
Nivelación y perfilado del terreno												
Gestión de residuos y materiales reutilizables												

Fuente: Elaborada en base a información del Proyecto

3.4.5.2 *Fuentes Estacionarias Fase de Cierre*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes estacionarias del proyecto.

Tabla 3-43 Nivel de actividad Fuentes Estacionarias Fase de Cierre

Fuente	Horas/fase	Consumo l/h	Combustible l/fase	Combustible kg/fase	kcal/año	Calor generado, TJ
Generador 80 kW	907	22,0	19.943,0	16.752,12	173.468.202,6	0,726
Generador 80 kW	907	22,0	19.943,0	16.752,12	173.468.202,6	0,726

Tabla 3-44 Emisión Fuentes Estacionarias – Fase de Cierre

Fuente	Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/fase			PCG			Emisión CO2 eq
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
Generador 80 kW	74.100	10	0,6	53.817,101	7,263	0,436	1	28	265	54.135,9
Generador 80 kW	74.100	10	0,6	53.817,101	7,263	0,436	1	28	265	54.135,9
									Total, CO_2 eq. kg/año	108.271,874
									Total, CO_2 eq. t/año	**108,3**

3.4.5.3 *Combustión Interna vehicular Fase de Cierre*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes de Combustión Vehicular del proyecto.

Tabla 3-45 Nivel de actividad Combustión Interna Vehicular – Fase de Cierre

Vehículo	Km No Pavimentado	Km Pavimentado	Km total fase	Combustible	Rendimiento, km/l	Densidad Combustible	Consumo Combustible kg/fase	TJ/fase
Vehículo liviano	834,2	19.831,7	20.665,9	Diesel	16,4	0,84	1.058,5	0,04589
Vehículo mediano	118,5	4.185,0	4.303,5	Diesel	11,6	0,84	311,6	0,01351
Bus Interurbano	1.311,4	31.174,8	32.486,2	Diesel	4,8	0,84	5.685,1	0,24647
Camiones	1.648,1	191.953,2	193.601,3	Diesel	4	0,84	40.656,3	1,76263
Camiones Rampla	1.393,6	88.200,0	89.593,6	Diesel	2,3	0,84	32.721,1	1,41860
Total, TJ/año								**3,487**

Tabla 3-46 Emisión Combustión Interna Vehicular – Fase de Cierre

Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/fase			PCG			Emisión CO_2 eq. kg/fase
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
74.100	10	0,6	258.394,187	34,871	2,092	1	28	265	259.925,0
Total CO_2 eq. t/año									**259,93**

3.4.5.4 *Maquinaria Fuera de Ruta Fase de Cierre*

Se presentan a continuación las emisiones de GEI asociadas a las fuentes de Maquinaria Fuera de Ruta.

Tabla 3-47 Nivel de actividad Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Cierre

Sector	Maquinaria	NA, kg Diésel/ año	NA, TJ Diésel/año
Parque Solar	Bulldozer	42.418	1,84
	Camión Pluma	74.210	3,22
	Excavadora	122.335	5,30
	Grúa	334.040	14,48
	Grúa Horquilla	45.510	1,97
	Winche	3.446	0,15
	Motoniveladora	18.821	0,82
	Rodillo	7.668	0,33
Línea de Transmisión	Bulldozer	9.279	0,40
	Camión Pluma	14.475	0,63
	Excavadora	24.702	1,07
	Grúa	64.320	2,79
	Winche	6.204	0,27
	Motoniveladora	15.434	0,67
	Rodillo	5.240	0,23
Total			**34,17**

Tabla 3-48 Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Cierre

Factores de Emisión, kg GEI/TJ			Emisión kg/año			PCA o PCG			Emisión CO_2 eq. kg/año
CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	
74.100	10	0,6	2.531.818,51	341,68	20,50	1	28	265	2.546.818,1
								Total CO_2 eq. t/año	**2.546,8**

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Forzantes Climáticos de Vida Corta

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la estimación de Carbono Negro (CN). Cabe destacar que los niveles de actividad, como kilómetros recorridos y combustible consumido son obtenidos del informe de estimación de emisiones atmosféricas del proyecto.

3.5.1. Fase de Construcción Año 1

3.5.1.1 *Fuentes Estacionarias Fase de Construcción Año 1*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes estacionarias del proyecto.

Tabla 3-49 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Estacionaria – Fase de Construcción Año 1

Combustible	Descripción motor	Consumo Combustible kg/fase	Factor de Emisión g/kg	CN t/fase
Diésel (g/kg combustible)	Potencia menor a 600 HP o 447 kW	23.966,71	6,08	0,0816
		23.966,71	6,08	0,0816
			Total, t CN /fase	**0,1632**

3.5.1.2 *Combustión Interna Vehicular Fase de Construcción Año 1*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes de combustión interna de vehículos.

Tabla 3-50 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Interna de Vehículos – Fase de Construcción Año 1

Tipo de Fuente	Nivel de Actividad No Pavimentado, distancia recorrida, km	Nivel de Actividad Pavimentado, distancia recorrida, km	Nivel de Actividad, distancia recorrida, km	Factor de Emisión CN g/km	Emisión, kg/año CN
Bus	311,5	7.258,5	752,4	0,0347	0,278
Camión > 32 t	472,0	31.850,3	29902	0,0201	1,241
Camión 16 - 32 t	575,8	5.304,1	6244,3	0,0179	0,207
Camioneta < 3,5 t	934,6	3.649,8	2257,2	0,0041	0,024
Total, kg CN /fase					**1,75**
Total, t CN /fase					**0,00175**

3.5.1.3 *Maquinaria Fuera de Ruta Fase de Construcción Año 1*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes Maquinaria Fuera de Ruta.

Tabla 3-51 Nivel de Actividad y Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Construcción Año 1

Sector	Maquinaria Fuera de Ruta	Potencia, kW	CN, % de $MP_{2,5}$	$MP_{2,5}$ t/fase	CN t/fase
Parque Solar	Bulldozer	149,1	0,8	0,0773	0,0618
	Camión Pluma	313,2	0,8	0,1205	0,0964
	Excavadora	129,8	0,8	0,4033	0,3227
	Grúa	2088,0	0,8	0,2410	0,1928
	Grúa Horquilla	31,3	0,8	0,1892	0,1513
	Hincadora	37,3	0,8	0,1060	0,0848
	Winche	37,3	0,8	0,0086	0,0068
	Motoniveladora	129,8	0,8	0,2520	0,2016
	Rodillo	34,3	0,8	0,1665	0,1332
	Camión mixer	82,8	0,8	0,0077	0,0062
Línea de Transmisión	Bulldozer	149,1	0,8	0,0121	0,0096
	Camión Pluma	313,2	0,8	0,0403	0,0323
	Excavadora	129,8	0,8	0,0241	0,0193
	Grúa	2088,0	0,8	0,0086	0,0068
	Winche	37,3	0,8	0,0252	0,0202
	Motoniveladora	129,8	0,8	0,0167	0,0133
	Rodillo	34,3	0,8	0,0041	0,0033
	Camión mixer	82,8	0,8	0,1388	0,1110
Total				**1,8420**	**1,4736**

3.5.2. Fase de Construcción Año 2 (8 meses)

3.5.2.1 *Fuentes Estacionarias Fase de Construcción Año 2*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes estacionarias del proyecto.

Tabla 3-52 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Estacionaria – Fase de Construcción Año 2

Combustible	Descripción motor	Consumo Combustible kg/fase	Factor de Emisión g/kg	CN t/fase
Diésel (g/kg combustible)	Potencia menor a 600 HP o 447 kW	15.977,81	6,08	0,0544
		15.977,81	6,08	0,0544
			Total, t CN /fase	**0,1088**

3.5.2.2 *Combustión Interna Vehicular Fase de Construcción Año 2*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes de combustión interna de vehículos.

Tabla 3-53 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Interna de Vehículos – Fase de Construcción Año 2

Tipo de Fuente	Nivel de Actividad No Pavimentado, distancia recorrida, km	Nivel de Actividad Pavimentado, distancia recorrida, km	Nivel de Actividad, distancia recorrida, km	Factor de Emisión CN g/km	Emisión, kg/año CN
Bus	4.841,1	115083,84	119.925,0	0,0347	4,155
Camión > 32 t	1.684,0	92740	94.424,0	0,0201	1,898
Camión 16 - 32 t	4.751,0	398497,14	403.248,1	0,0179	7,228
Camioneta < 3,5 t	2.433,2	57842,4	60.275,6	0,0041	0,247
Total, kg CN /fase					**13,53**
Total, t CN /fase					**0,01353**

3.5.2.3 *Maquinaria Fuera de Ruta Fase de Construcción Año 2*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes Maquinaria Fuera de Ruta.

Tabla 3-54 Nivel de Actividad y Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Construcción Año 2

Sector	Maquinaria Fuera de Ruta	Potencia, kW	CN, % de $MP_{2,5}$	$MP_{2,5}$ t/fase	CN t/fase
Parque Solar	Bulldozer	149,1	0,8	0,0309	0,0247
	Camión Pluma	313,2	0,8	0,0695	0,0556
	Excavadora	129,8	0,8	0,1613	0,1291
	Grúa	2088,0	0,8	0,1391	0,1113
	Grúa Horquilla	31,3	0,8	0,1113	0,0890
	Hincadora	37,3	0,8	0,0662	0,0530
	Winche	37,3	0,8	0,0019	0,0015
	Motoniveladora	129,8	0,8	0,1168	0,0934
	Rodillo	34,3	0,8	0,0772	0,0617
	Camión Mixer	82,8	0,8	0,0069	0,0055
Línea de Transmisión	Bulldozer	149,1	0,8	0,0031	0,0025
	Camión Pluma	313,2	0,8	0,0070	0,0056
	Excavadora	129,8	0,8	0,0016	0,0013
	Grúa	2088,0	0,8	0,0139	0,0111
	Winche	37,3	0,8	0,0010	0,0008
	Motoniveladora	129,8	0,8	0,0117	0,0093
	Rodillo	34,3	0,8	0,0077	0,0062
	Camión mixer	82,8	0,8	0,0007	0,0006
Total				**0,8278**	**0,6622**

3.5.3. Fase de Operación (Emisión Anual)

3.5.3.1 *Fuente Estacionaria Fase de Operación*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a la fuente estacionaria del proyecto.

Tabla 3-55 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Estacionaria – Fase de Operación

Combustible	Descripción motor	Consumo Combustible kg/año	Factor de Emisión g/kg	CN t/año
Diésel (g/kg combustible)	Potencia menor a 600 HP o 447 kW	9.665,04	6,08	0,0329
			Total, t CN /fase	**0,0329**

3.5.3.2 *Combustión Interna Vehicular Fase de Operación*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes de combustión interna de vehículos.

Tabla 3-56 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Interna de Vehículos – Fase de Operación

Tipo de Fuente	Nivel de Actividad, No Pavimentado distancia recorrida, km	Nivel de Actividad, Pavimentado distancia recorrida, km	Nivel de Actividad, distancia recorrida, km	Factor de Emisión CN g/km	Emisión anual, CN
Camión 16 - 32 t	308,5	36264,72	36.573,2	0,0179	0,656
Camión 7,5 - 16 t	1,6	139,6	141,2	0,0121	0,002
Camioneta < 3,5 t	2.329,5	63484,44	65.813,9	0,0041	0,269
				Total, kg CN /año	**0,93**
				Total, t CN /año	**0,00093**

3.5.3.1 *Maquinaria Fuera de Ruta Fase de Operación*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes Maquinaria Fuera de Ruta.

Tabla 3-57 Nivel de Actividad y Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Operación

Maquinaria Fuera de Ruta	Potencia, kW	CN, % de $MP_{2,5}$	$MP_{2,5}$ t/año	CN t/año
Grúa Horquilla	31,3	0,8	0,0760	0,0608

3.5.4. Fase de Operación (Emisión 4 meses)

Debido a que el año 2 del Proyecto, se compone por 8 meses de Fase de Construcción y 4 meses de Fase de Operación, se presenta las emisiones de manera proporcional correspondientes a 4 meses.

Tabla 3-58 Emisión de Carbono Negro (CN) – Fase de Operación

Fuente	CN (Anual)	CN (4 meses)
Fuente Estacionaria	0,0329	0,0110
Combustión interna vehicular	0,0009	0,0003
Maquinaria Fuera de Ruta	0,0608	0,0203
Total, t	**0,095**	**0,032**

Fuente: Elaboración propia

3.5.5. Fase de Cierre

3.5.5.1 *Fuentes Estacionarias Fase de Cierre*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes estacionarias del proyecto.

Tabla 3-59 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Estacionaria – Fase de Cierre

Combustible	Descripción motor	Consumo Combustible kg/fase	Factor de Emisión g/kg	CN t/fase
Diésel (g/kg combustible)	Potencia menor a 600 HP o 447 kW	16.752,12	6,08	0,0570
		16.752,12	6,08	0,0570
			Total, t CN /fase	**0,1141**

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.2 *Combustión Interna Vehicular Fase de Cierre*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes de combustión interna de vehículos.

Tabla 3-60 Nivel de Actividad y Emisión Combustión Interna de Vehículos – Fase de Cierre

Tipo de Fuente	Nivel de Actividad No Pavimentado, distancia recorrida, km	Nivel de Actividad Pavimentado, distancia recorrida, km	Nivel de Actividad, distancia total recorrida, km	Factor de Emisión CN g/km	Emisión, kg/año CN
Camión > 32 t	1.311,4	31174,8	32.486,2	0,0347	1,126
Camión 16 - 32 t	1.406,2	89000	90.406,2	0,0201	1,817
Camión 7,5 - 16 t	1.754,0	195338,2	197.092,2	0,0179	3,533
Camioneta < 3,5 t	834,2	19831,68	20.665,9	0,0041	0,085
Total, kg CN /fase					**6,56**
Total, t CN /fase					**0,00656**

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.3 *Maquinaria Fuera de Ruta Fase de Cierre*

Se presentan a continuación las emisiones de CN asociadas a las fuentes Maquinaria Fuera de Ruta.

Tabla 3-61 Nivel de Actividad y Emisión Maquinaria Fuera de Ruta – Fase de Cierre

Sector	Maquinaria Fuera de Ruta	Potencia, kW	CN, % de $MP_{2.5}$	$MP_{2,5}$ t/fase	CN t/fase
Parque Solar	Bulldozer	149,1	0,8	0,0353	0,0283
	Camión Pluma	313,2	0,8	0,0618	0,0494
	Excavadora	129,8	0,8	0,1998	0,1598
	Grúa	2088,0	0,8	0,1252	0,1001
	Grúa Horquilla	31,3	0,8	0,1446	0,1157
	Winche	37,3	0,8	0,0048	0,0038
	Motoniveladora	129,8	0,8	0,0307	0,0246
	Rodillo	34,3	0,8	0,0244	0,0195
Línea de Transmisión	Bulldozer	149,1	0,8	0,0077	0,0062
	Camión Pluma	313,2	0,8	0,0121	0,0096
	Excavadora	129,8	0,8	0,0403	0,0323
	Grúa	2088,0	0,8	0,0241	0,0193
	Winche	37,3	0,8	0,0086	0,0068
	Motoniveladora	129,8	0,8	0,0252	0,0202
	Rodillo	34,3	0,8	0,0167	0,0133
Total				**0,7612**	**0,6090**

Fuente: Elaboración propia

4. Resumen de emisiones por año cronológico del proyecto

En el presente apartado se entrega un resumen de las emisiones por año cronológico del proyecto.

Tabla 4-1 Resumen de Emisiones Totales por Año Cronológico, t/año

Periodo	$tCO_{2\ eq.}$	tCN
Fase Construcción (Año 1)	**6.290,2**	**1,639**
Fase de Construcción (8 meses de Año 2)	3.212,5	0,785
Fase de Operación (4 meses de Año 2)	42,7	0,032
Total Año 2 (8 meses de F. Construcción más 4 meses de F. Operación)	**3.255,2**	**0,8161**
Fase de Operación Año 3 al 30 (Emisión por año)	**128**	**0,095**
Fase de Cierre, Año 31	**2.915**	**0,73**

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusión

Se desarrolló la estimación de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta utilizando factores de emisión recomendados por la Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta (2025).

De acuerdo con el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, en el año 2022 las emisiones totales del país alcanzaron aproximadamente 111.049 kt CO_2 eq/año, mientras que las emisiones de carbono negro (CN) fueron del orden de 24,9 kt/año, siendo en ambos casos el sector Energía el principal contribuyente.

Los resultados del Proyecto indican emisiones de CO2eq de 6.290,2 ton y 1,639 ton de carbono negro durante el año 1. Luego en año 2, cuyo periodo se compone por 8 meses de Fase de Construcción y 4 meses de Fase de Operación, las emisiones de CO2eq se estiman en 3.255,2 ton y 0,8161 ton de carbono negro. Por su parte las emisiones anuales durante la Fase de Operación de CO2eq se estiman en 128 ton y 0,095 ton de carbono negro. Finalmente, en Fase de Cierre las emisiones calculadas de CO2eq son de 2.915,0 ton y 0,73 ton de carbono negro, las cuales serán generadas en un periodo de un año.

Comparativamente, estos valores representan una fracción no significativa respecto de las emisiones nacionales utilizadas como antecedente de referencia, siendo varios órdenes de magnitud inferiores tanto para CO_2 equivalente como para carbono negro.

En consecuencia, se concluye que las emisiones del Proyecto, expresadas en toneladas por año, son de baja magnitud, concentradas principalmente en las fases de construcción de año 1, por lo que no constituyen un aporte relevante de gases de efecto invernadero ni de forzantes climáticos de vida corta.