

INFORME DE CUANTIFICACIÓN DE HUELLA DE CARBONO

Año 2022

PAPELCO



GUATEMALA, MAYO DE 2024

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	6
II.	OBJETIVOS.....	8
III.	GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	9
IV.	ESTABLECIMIENTO DE ALCANCES	11
V.	FACTORES DE EMISIÓN Y PCG UTILIZADOS	19
VI.	RESULTADOS DE HUELLA DE CARBONO	21
VII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS AÑO 2022	24
	ALCANCE 1	24
	ALCANCE 2	27
	ALCANCE 3	28
VIII.	ANÁLISIS COMPARATIVO HISTÓRICO.....	30
IX.	ANÁLISIS DE EMISIONES UNITARIAS	31
X.	POSIBLES ACCIONES DE REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN	35
XI.	CONCLUSIONES	38
XII.	RECOMENDACIONES	39
XIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1. Información recibida	9
Tabla 2. Factores de emisión y potenciales de calentamiento global utilizados	19
Tabla 3. Inventario de emisiones 2022	21
Tabla 4. Resumen de emisiones generadas en el año 2022 por foco de emisión.....	23
Tabla 5. Resumen de emisiones generadas en el año 2022 por alcance	23
Tabla 6. Producción de Papelco	31
Tabla 7. Consumo de diésel	35
Tabla 8. Compensación del energía eléctrica	35
Tabla 9. Montacargas eléctricos	36

FIGURAS

Figura 1. Límite operativo de Papelco	18
Figura 2. Porcentajes de emisiones generadas en el año 2022 (%).....	22
Figura 3. Emisiones directas (t CO ₂ e)	24
Figura 4. Emisiones por fuentes móviles (t CO ₂ e).....	25
Figura 5. Emisiones por fuentes fugitivas (t CO ₂ e)	26
Figura 6. Emisiones indirectas asociadas a la electricidad (t CO ₂ e).....	27
Figura 7. Otras emisiones indirectas (t CO ₂ e).....	28
Figura 8. Comparación de emisiones (t CO ₂ e).....	30
Figura 9. Emisiones unitarias directas (kg CO ₂ e/tonelada producida)	32
Figura 10. Emisiones unitarias indirectas (kg CO ₂ e/tonelada producida).....	33
Figura 11. Emisiones unitarias totales globales (kg CO ₂ e/tonelada producida)	34
Figura 12. Compensación de emisiones por siembra de árboles	37
Figura 13. Compensación de emisiones por implementación de Ecofiltros	37

ABREVIATURAS Y UNIDADES DE MEDIDA

ABREVIATURAS

AR5	<i>Fifth Assessment Report</i>
CFCs	Clorofluorocarbonos
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
COP	Conferencia de las Partes
DEFRA	<i>Department for Environment, Food and Rural Affairs</i>
DQO	Demanda química de oxígeno
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FE	Factor de emisión
GEI	Gas de efecto invernadero
GHG Protocol	Protocolo de Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gas licuado de petróleo
HCFCs	Hidroclorofluorocarbonos
HFCs	Hidrofluorocarbonos
INDC	<i>Intended Nationally Determined Contributions</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MEM	Ministerio de Energía y Minas
N ₂ O	Óxido nitroso
NO _x	Óxidos de nitrógeno
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PFCs	Perfluorocarbonos
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
U	Unidad
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WRI	<i>World Resources Institute</i>

UNIDADES DE MEDIDA

%	porcentaje
gal	galón
kg	kilogramo
kg CO ₂ e	kilogramos de dióxido de carbono equivalente
kWh	kilovatio hora
L	Litro
m ³	metro cúbico
t	Tonelada métrica
km	kilómetro
t CO ₂ e	toneladas de dióxido de carbono equivalente

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas, el cambio climático afecta, en la actualidad, a todos los países en todos los continentes. Tiene un impacto negativo en la economía y en la vida de las personas, las comunidades y los países. Es un problema que requiere que la comunidad internacional trabaje de forma coordinada y precisa para que los países en desarrollo avancen hacia una economía baja en carbono.

Para abordar el cambio climático, los países aprobaron en diciembre de 2015 el Acuerdo de París durante la COP21, quienes acordaron trabajar para reducir el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C y, dados los graves riesgos, esforzarse por alcanzar los 1.5°C. La implementación del Acuerdo de París es esencial para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y sirve de hoja de ruta para acciones climáticas que reducirán las emisiones y crearán resiliencia climática. El Objetivo 13 es uno de los 17 Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el cual exige medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus repercusiones.

Guatemala se ha sumado a los compromisos globales, contribuyendo con la reducción de emisiones, a través de su Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés); con la cual, el país se compromete con recursos propios a una reducción del 11.2% y con el apoyo técnico y financiero de la comunidad internacional hasta un 22.6% de sus emisiones de GEI totales proyectadas al año 2030 con respecto al año base 2005.

Papelco es una organización guatemalteca con más de 30 años de experiencia y más de 300 colaboradores, destacándose en la compra, venta, importación y exportación de maquinaria, equipos, accesorios y repuestos para diversas industrias, especialmente en el sector de artes gráficas y transformación de papel. Proveen maquinaria y equipo avanzado, así como materias primas e insumos esenciales para la industria gráfica e institucional.

La empresa se dedica a crear siempre un valor agregado en su trabajo, buscando que esto sea percibido por sus clientes y se refleje en el crecimiento continuo de la corporación, ya sea a través de la producción o la prestación de servicios. Su visión se centra en trabajar con calidad y servicio para lograr la satisfacción de sus clientes, siempre con ética y total responsabilidad. Muestran su compromiso con el ambiente al realizar la medición de su huella de carbono, lo cual permite identificar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en todas sus operaciones.

En el siguiente informe se presenta el inventario y cuantificación de gases de efecto invernadero de Papelco, en el cual se describen las actividades desarrolladas, los alcances

contemplados en la cuantificación y la información recopilada para usos del estudio. Es importante mencionar que dicho inventario de emisiones fue realizado bajo la Norma ISO 14064-2018 parte 1, utilizando además el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol).

En este proceso de desarrollo de la huella de carbono se ha tenido el acompañamiento de Green Development, empresa de consultoría ambiental y desarrollo de modelos de negocios a partir de herramientas ambientales. Green Development, ha cuantificado la cantidad de gases de efecto invernadero que son liberados a la atmósfera, representados en toneladas de dióxido de carbono equivalente, plasmando los resultados en el presente documento.

II. OBJETIVOS

A. General

Llevar a cabo la medición de la huella de carbono en la empresa Papelco, con el fin de determinar el total de emisiones de gases de efecto invernadero que son liberados directa o indirectamente a partir de los focos de emisión identificados; a manera de determinar la intensidad de emisiones por unidad de producción y establecer proyectos de eficiencia para la reducción de gases de efecto invernadero que permitan continuar el camino hacia la sostenibilidad.

B. Específicos

- Cuantificar las emisiones de los seis Gases de Efecto Invernadero -GEI- generados a partir de las actividades diarias de Papelco para el año 2022.
- Detallar los focos de emisión comunicados por Papelco.
- Establecer el año 2022 como año de línea base para replicar la medición en los próximos años.
- Determinar la intensidad de emisiones generadas en kilogramos de dióxido de carbono equivalente por tonelada producida.
- Identificar oportunidades de mejora que permitan la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

III. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recopilación de información es fundamental para el desarrollo de la cuantificación de la Huella de Carbono, ya que es a partir de los datos que provee la empresa, que se desarrolla el estudio. El equipo de Green Development validó la información con el objetivo de cumplir con el nivel de trazabilidad y aseguramiento de la siguiente norma:

Trazabilidad y Aseguramiento

Norma ISO 14064:2018

Parte 3

A continuación, se muestran los nombres y puestos de los colaboradores involucrados en la información compartida para la medición de la huella de carbono correspondiente al año 2022:

Tabla 1. Información recibida

INFORMACIÓN RECIBIDA	GESTOR DE INFORMACIÓN	PUESTO
Consumo de diésel en los vehículos propios	Gerber Martínez	Jefe de Transportes
Consumo de GLP en vehículos propios		
Consumo de aceites lubricantes en vehículos propios		
Pago de gasolina al personal	Jorge Mario Castillo	Auxiliar de Tesorería
Extintores	Edwin Eduardo Jacobo	Analista de Mejora Continua

INFORMACIÓN RECIBIDA	GESTOR DE INFORMACIÓN	PUESTO
Aguas residuales	Edwin Eduardo Jacobo	Analista de Mejora Continua
Transporte subcontratado marítimo		
Vuelos comerciales		
Toneladas de producción		
Número de personas que laboran presencial		
Número de días trabajados		
Consumo de agua	Miguel Imul	Contador General
Consumo de energía eléctrica		
Consumo de cartuchos de tóner	Lee Francis Cheng	Gerente de Informática
Consumo de cartuchos de tinta	Heidy Arriola	Gerente de Recursos Humanos
Consumo de papel carta	Samuel Gomez	Facturador
Consumo de papel oficio		
Residuos sólidos	Yadira Tolom	Secretaria de Producción

Fuente: Elaboración propia.

IV. ESTABLECIMIENTO DE ALCANCES

A continuación, se detalla la información base, a partir de la cual se desarrolló la cuantificación de emisiones para la empresa:

Responsable del inventario de emisiones y gestión ambiental

Edwin Eduardo Jacobo
Analista de Mejora Continua

Verificación y nivel de aseguramiento del inventario de emisiones

Se declara que el presente inventario fue desarrollado según los lineamientos de la **norma ISO 14064:2018 parte 1**.

La información provista por el personal de Papelco ha sido analizada por el equipo consultor de Green Development.

Protocolo utilizado para la cuantificación

Se utilizó el **Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG)** para la medición de la huella de carbono. La versión utilizada es la más reciente, publicada en el 2015. Este protocolo es la herramienta internacional más utilizada para el cálculo y comunicación del inventario de emisiones.

Permite preparar inventarios de GEI, simplifica y reduce costos de inventariar los GEI, ofrece información para planeación estrategias de gestión del riesgo. Facilita la transparencia en el sistema de contabilización y utiliza una visión intersectorial para la contabilización de emisiones de cualquier sector.

Período de reporte de emisiones

Enero a diciembre, 2022

Año de línea base

2022 ¹

Norma ISO de Referencia

La cuantificación de Huella de Carbono e Inventario de GEI se llevó a cabo según los parámetros requeridos por la norma de calidad de la Organización Internacional de **Normalización –ISO– 14064:2018 Parte 1, Guías y Especificaciones a Nivel Organizacional**, para la Cuantificación y Reporte de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

La Metodología 14064-1:2018 es una norma ISO con la finalidad de **orientar, coordinar, simplificar y unificar** los usos para conseguir menores costes y efectividad y son el fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de esta.

La norma **incluye los requerimientos para el diseño, desarrollo, manejo, reporte y verificación** de un inventario de gases de efecto invernadero de alguna organización, estableciendo los límites de la emisión de GEI.

Se clasificaron las fuentes de emisiones de GEI dentro de los límites de la empresa, en las siguientes categorías:

- **Categoría 1:** Las emisiones y absorciones directas de gases de efecto invernadero se originan en fuentes o depósitos de

¹ El presente estudio será utilizado como año de línea base.

estos gases que se encuentran dentro de los límites de la organización y que pertenecen o están bajo su control, ya sean estacionarias, como calderas, generadores de electricidad o procesos industriales; móviles, como vehículos; emisiones fugitivas directas, que pueden surgir de filtraciones en equipos, procesos agrícolas y descomposición de desechos en vertederos.

- **Categoría 2:** Esta categoría abarca únicamente las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes del consumo de energía proveniente de la red nacional. No incluye las emisiones relacionadas con las pérdidas durante el transporte y distribución de la energía.
- **Categoría 3:** Las emisiones de gases de efecto invernadero que provienen de fuentes externas a la organización, principalmente del combustible utilizado en equipos de transporte. Estas emisiones se originan en el transporte de personas y bienes por diferentes medios. Si la organización posee o controla el equipo de transporte, estas emisiones se consideran directas.
- **Categoría 4:** Las emisiones de gases de efecto invernadero que provienen de fuentes externas a la organización y están relacionadas con los bienes y servicios utilizados por esta. Es importante evitar la duplicación con otras categorías al contabilizar estas emisiones.

→ **Categoría 5:** Las emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas al uso de los productos de la organización, se originan en los productos vendidos por la organización después de su producción. Estas emisiones pueden abarcar una amplia variedad de servicios y procesos asociados.

En la mayoría de los casos, la organización no tiene información precisa sobre el destino final de sus productos durante su vida útil, por lo que debe definir escenarios plausibles para estas etapas.

→ **Categoría 6:** El objetivo de esta categoría es registrar cualquier emisión específica de la organización que no pueda ser informada en ninguna otra categoría.

Metodología de cálculo

En cuanto a la información utilizada para el cálculo de emisiones, **no se realizaron mediciones *in situ* o análisis complementarios**, el cálculo se basó en los consumos históricos, para lo cual se contó con información detallada de los despachos o consumos de contadores, registros, recibos, archivos de bodega y mantenimiento.

Para estimar las emisiones, se tomaron de referencia **factores de emisión** establecidos por el **Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)**, el **Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA)** de Reino Unido, **Ministerio de Energía y Minas (MEM)**, entre otros.

Gases de efecto invernadero (GEI) considerados

Se consideran los seis GEI previstos en el Protocolo de Kioto:

- Dióxido de carbono (CO₂).
- Metano (CH₄).
- Óxido nitroso (N₂O).
- Hidrofluorocarbonos (HFCs).
- Perfluorocarbonos (PFCs).
- Hexafluoruro de azufre (SF₆).

Las instalaciones contempladas dentro del presente inventario son las siguientes:

- Bodega 10: 47 Calle 18-65 Zona 12, Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.
- Bodega 20: 47 Calle 18-05 Zona 12, Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.
- Bodega 30: 17 av. 45-17 Zona 12, Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.
- Bodega 60: 47 Calle 17-22 Zona 12, Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.
- Bodega 70: Av. Petapa 43-31 Zona 12, Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.
- Bodega 80: 17 av. 46-67 Zona 12, Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.
- Planta 1: 46 calle 18-64 Zona 12, Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.
- Planta 2: 17 av 47-25 Zona 12, Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.
- Planta 3: Av Petapa 43-31 Zona 12, Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala.

Instalaciones contempladas

Límite organizacional

El inventario de emisiones de la empresa se ha desarrollado y delimitado bajo el concepto de **Control Operacional**, en donde todas las actividades realizadas dentro de las instalaciones y del límite de mando de la empresa son incluidas. Dicha clasificación se llevó a cabo bajo el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol).

Límite operacional

En la determinación del alcance operacional del inventario de emisiones, es necesario separar las mismas en alcances, tal y como lo indica el GHG Protocol:

- Alcance 1: Emisiones directas de GEI.
- Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad.
- Alcance 3: Otras emisiones indirectas.

Emisiones excluidas

Para el año 2022 se excluyeron las siguientes emisiones:

- Transporte subcontratado marítimo y aéreo, debido a la falta de registro de información.
- Refrigerantes, ya que se deben determinar los porcentajes de los componentes de cada refrigerante líquido utilizado.

Además, es necesario solicitar a los proveedores la huella unitaria referente a la materia prima utilizada por la organización.

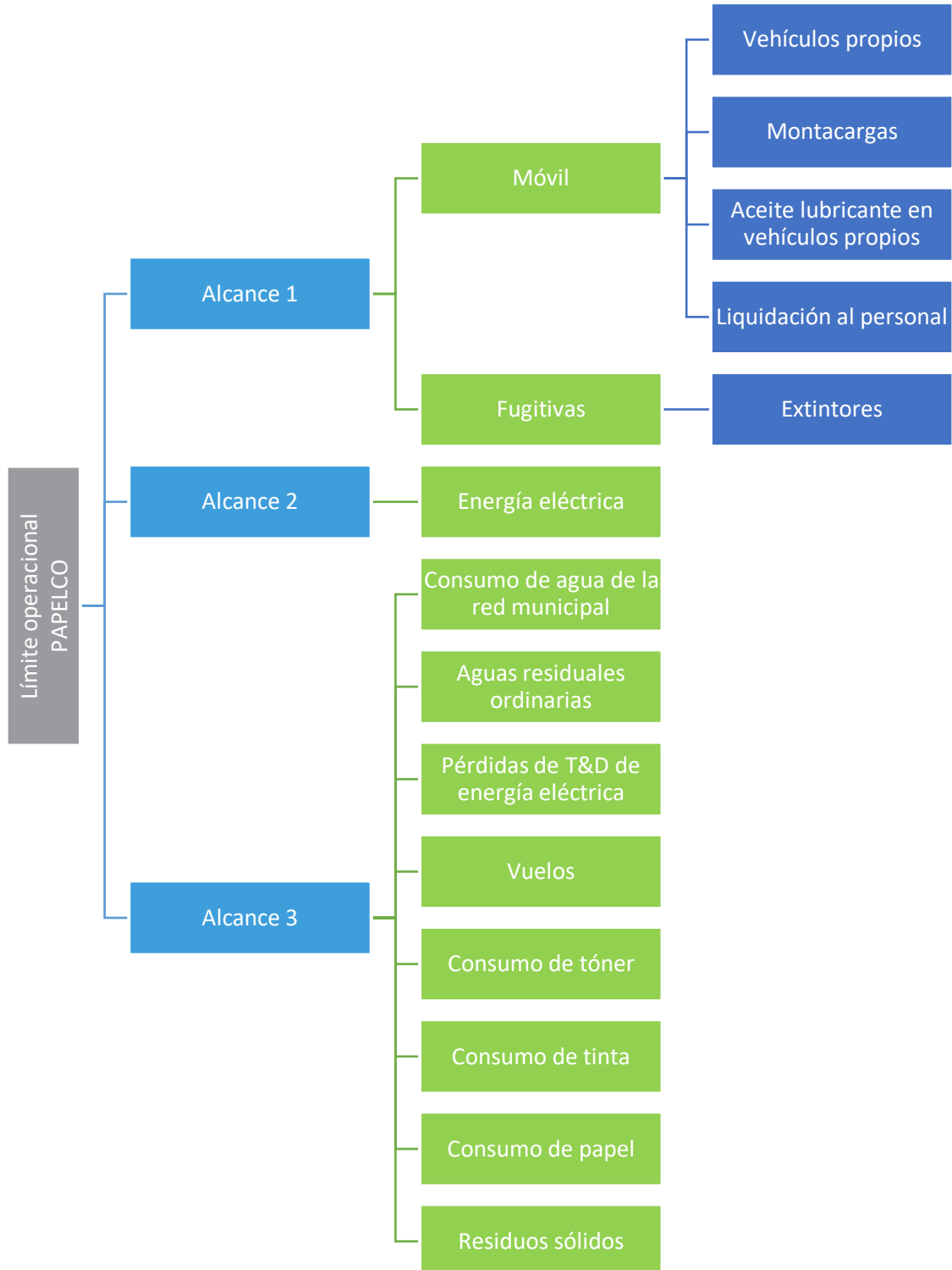
Emisiones no cubiertas

Según el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, los siguientes gases no deben incluirse, dado que no son considerados dentro de los principales gases emitidos por las actividades antropogénicas. Sin embargo, se pueden reportar de manera separada dentro del alcance 3:

Los GEI no tomados en cuenta por el Protocolo de Kioto; estos son los clorofluorocarbonos (CFC_s), hidroclorofluorocarbonos (HCFC_s), clorocarbonos, bromocarbonos, halones y óxidos de nitrógeno (NO_x) provenientes de ciertos refrigeradores, aires acondicionados, espumas aislantes, aerosoles, entre otros.

A continuación, se muestra gráficamente los focos de emisiones tomados en cuenta para la huella de carbono de Papelco.

Figura 1. Límite operativo de Papelco



V. FACTORES DE EMISIÓN Y PCG UTILIZADOS

En la presente sección se presentan los factores de emisión y potenciales de calentamiento global utilizados para la cuantificación de la huella de carbono correspondiente a Papelco.

Tabla 2. Factores de emisión y potenciales de calentamiento global utilizados

DESCRIPCIÓN	FACTOR DE EMISIÓN / PCG	UNIDAD DE MEDIDA	FUENTE
Diésel	10.194	kg CO ₂ e/galón diésel	IPCC, 2006 (densidad obtenida del GHG Protocol, 2017)
Gasolina	8.657	kg CO ₂ e/galón gasolina	IPCC, 2006 (densidad obtenida del GHG Protocol, 2017)
Gas propano (GLP)	6.118	kg CO ₂ e/galón gas propano	IPCC, 2006 (densidad obtenida del GHG Protocol, 2017)
Aceites lubricantes	0.531	kg CO ₂ e/litro aceite	IPCC, 2006 (densidad obtenida de la FAO, 2017)
Aguas residuales ordinarias	122.64	kg CO ₂ e/persona	IPCC, 2006
Energía eléctrica 2022	0.1402	kg CO ₂ e/kWh	Ministerio de Energía y Minas, 2023
Agua potable de la red municipal	0.1767	kg CO ₂ e/m ³	DEFRA, 2023
Papel Bond, carta (material virgen)	2.060	kg CO ₂ e/resma	DEFRA, 2023; Microsoft Word (dimensiones por tipo de hoja)
Papel Bond, oficio (material virgen)	2.621	kg CO ₂ e/resma	DEFRA, 2023; Microsoft Word (dimensiones por tipo de hoja)
Tinta (cartucho nuevo)	1.210	kg CO ₂ e/cartucho	"Comparative Carbon Footprint Analysis of New and

DESCRIPCIÓN	FACTOR DE EMISIÓN / PCG	UNIDAD DE MEDIDA	FUENTE
			Remanufactured Inkjet Cartridges" por Centre for Remanufacturing and Reuse
Tóner (cartucho nuevo)	4.399	kg CO ₂ e/cartucho	"The Carbon Footprint of Remanufactured Versus New Mono-Toner Printer Cartridges" por Centre for Remanufacturing and Reuse
Vuelo doméstico	0.1715	kg CO ₂ / km-pasajero	WRI & WBCSD, GHG Protocol 2017 (a partir de los datos de DEFRA); The CarbonNeutral Protocol, 2022 (distancias)
Vuelo corto - económico	0.0925	kg CO ₂ / km-pasajero	
Vuelo largo - económico	0.0826	kg CO ₂ / km-pasajero	
Papel y cartón - vertedero	1164.390	kg CO ₂ e/t	DEFRA, 2023
Residuos sólidos urbanos - incineración	0.557	kg CO ₂ e/kg	IPCC, 2000
Pérdidas en transmisión y distribución (T&D) de energía eléctrica	0.0364	kg CO ₂ e/kWh	Ecometrica, 2011
Dióxido de carbono (CO ₂)	1	kg CO ₂ e/kg CO ₂	IPCC, 2014 (AR5)
Metano biogénico (CH ₄)	28	kg CO ₂ e/kg CH ₄	IPCC, 2014 (AR5)
Metano fósil (CH ₄)	30	kg CO ₂ e/kg CH ₄	IPCC, 2014 (AR5)
Óxido nitroso (N ₂ O)	265	kg CO ₂ e/kg N ₂ O	IPCC, 2014 (AR5)

Fuente: Elaboración propia

VI. RESULTADOS DE HUELLA DE CARBONO

A continuación, se muestran los resultados obtenidos por la cuantificación de la Huella de Carbono de las operaciones de Papelco. El cálculo del inventario de GEI se desarrolló bajo la metodología del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol).

Tabla 3. Inventario de emisiones 2022

Inventario de emisiones - Papelco				
Tipo de GEI	Foco de emisión	2022		
Alcance 1		Consumo	U	t CO ₂ e
Combustión estacionaria				0.00
Combustión móvil				231.55
CO ₂	Móvil propio - diésel	10,434.83	gal	106.38
CO ₂	Móvil propio - GLP	11,384.32	gal	69.65
CO ₂	Móvil propio - aceite	308.00	L	0.16
CO ₂	Pago de combustible a personal - gasolina	6,394.95	gal	55.36
Emisiones fugitivas				0.04
CO ₂	Extintores - CO ₂	38.56	kg	0.04
Subtotal de emisiones Alcance 1				231.59
Alcance 2		Consumo	U	t CO ₂ e
CO ₂	Papelco - Z.12	253,770.76	kWh	35.58
Subtotal de emisiones Alcance 2				35.58
Alcance 3		Consumo	U	t CO ₂ e
CO ₂	Consumo de agua de la red municipal	4,258.00	m ³	0.75
CO ₂	Tratamiento de aguas residuales ordinarias	335	persona	7.26
CO ₂	Pérdidas de T&D de energía eléctrica	253,771	kWh	9.23
CO ₂	Vuelos	82,594.26	km	7.95
CO ₂	Tóner	23.00	cartucho	0.10
CO ₂	Tinta	99.00	cartucho	0.12
CO ₂	Papel carta	1,678.00	resma	3.46
CO ₂	Papel oficio	224.00	resma	0.59
CO ₂	Desechos - Incineración	0.52	t	0.63
CO ₂	Desechos - reciclaje	574.41	t	0.00
Subtotal de emisiones Alcance 3				30.09
Total de emisiones (t CO ₂ e)				297.26

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura y tablas se muestran las emisiones generadas proporcionalmente a su aporte a la huella de carbono de Papelco para el año 2022.

Figura 2. Porcentajes de emisiones generadas en el año 2022 (%)

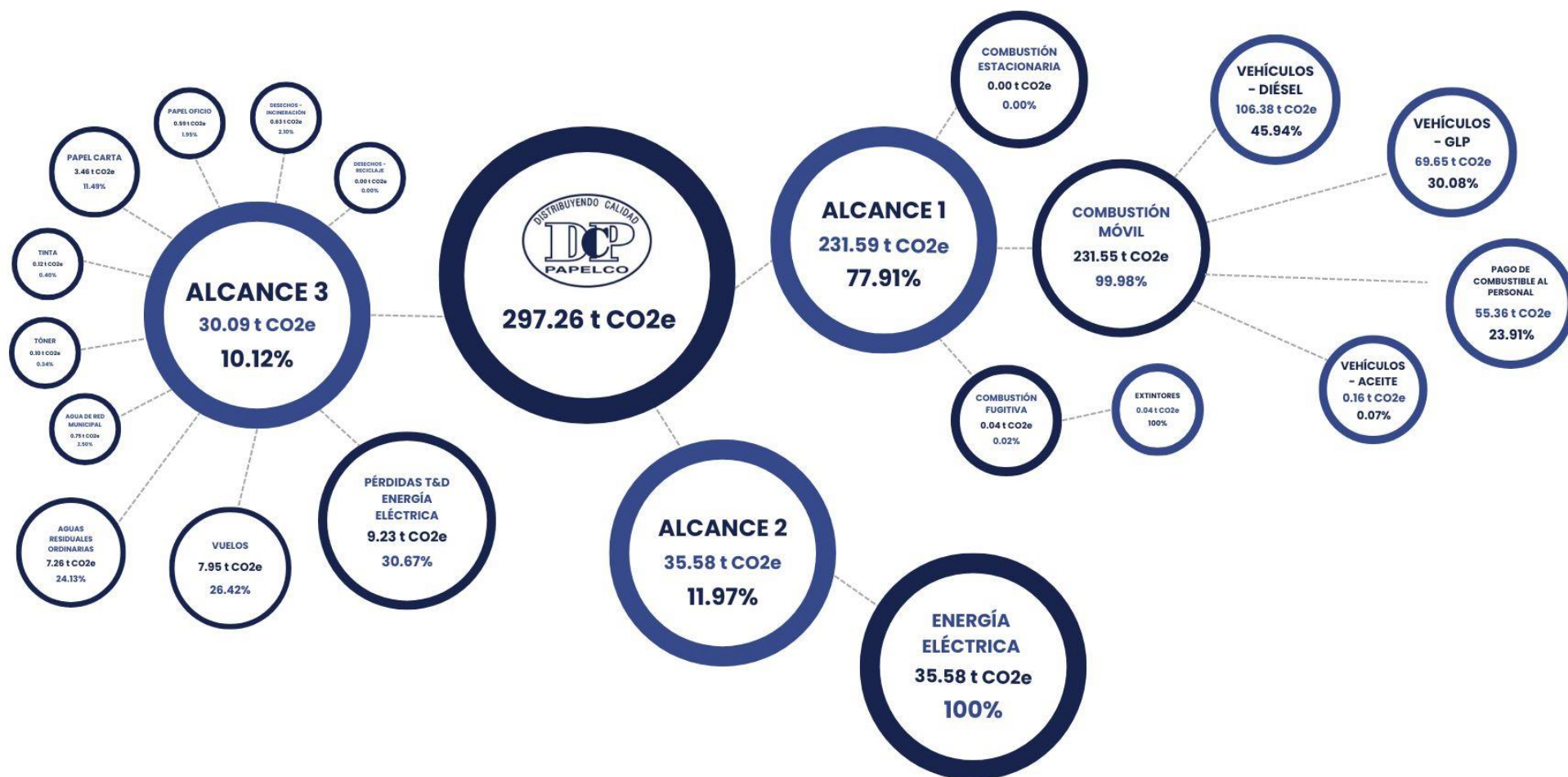


Tabla 4. Resumen de emisiones generadas en el año 2022 por foco de emisión

FOCO DE EMISIÓN	EMISIÓN (t CO ₂ e)	PORCENTAJE (%)
Móvil propio - diésel	106.38	35.79
Móvil propio - GLP	69.65	23.43
Pago de combustible a personal - gasolina	55.36	18.62
Papelco - Z.12	35.58	11.97
Pérdidas de T&D de energía eléctrica	9.23	3.11
Vuelos	7.95	2.67
Aguas residuales ordinarias	7.26	2.44
Papel carta	3.46	1.16
Consumo de agua de la red municipal	0.75	0.25
Desechos - Incineración	0.63	0.21
Papel oficio	0.59	0.20
Móvil propio - aceite	0.16	0.05
Tinta	0.12	0.04
Tóner	0.10	0.03
Extintores - CO ₂	0.04	0.01
Desechos - reciclaje	0.00	0.00
TOTAL	297.26	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Resumen de emisiones generadas en el año 2022 por alcance

ALCANCE	EMISIÓN (t CO ₂ e)	PORCENTAJE (%)
Alcance 1	231.59	77.91
Alcance 2	35.58	11.97
Alcance 3	30.09	10.12
TOTAL	297.26	100.00

Fuente: Elaboración propia.

El estudio realizado para el año 2022 cuantificó **297.26 t CO₂e** liberadas a la atmósfera por las actividades operativas de Papelco. Las mayores emisiones por foco de emisión se registran en el alcance 1, debido al consumo de diésel en los vehículos propios, representando el 35.79% de las emisiones totales. En segundo lugar, se encuentran las emisiones generadas por el consumo de gas propano en el equipo, equivalente al **23.43%** de las emisiones totales. En tercer lugar, se encuentran las emisiones por el consumo de gasolina que es liquidado por la organización, equivalente al **18.62%** de las emisiones totales.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS AÑO 2022

A continuación, se detallan los alcances de operación cuantificados, incluyendo los desgloses de consumos y emisiones de los focos de emisión reportados.

Alcance 1

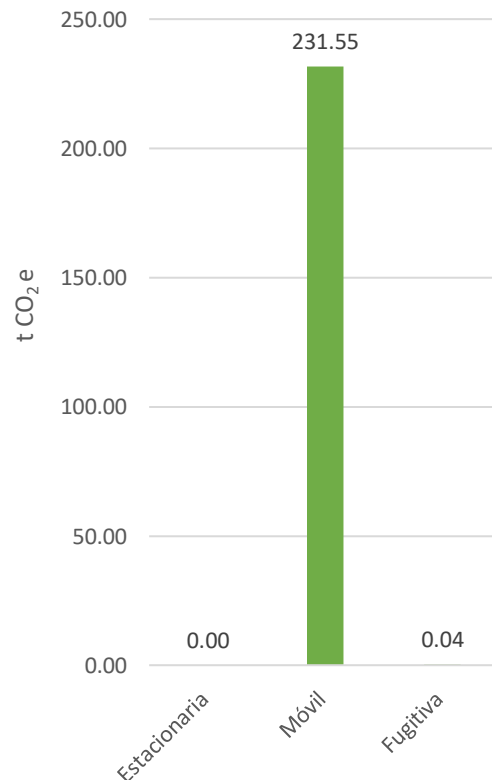
77.91%



El GHG Protocol define las emisiones directas, o de alcance 1, como aquellas que ocurren de fuentes que son propiedad, de uso directo o están controladas por la empresa. El total de emisiones del alcance 1 asciende a un valor de **231.59 t CO₂e**, lo cual representa el **77.91%** de las emisiones totales de Papelco.

En este apartado se incluyen las emisiones por el consumo de combustible en vehículos propios, consumo de gas propano en el equipo, consumo de gasolina liquidado, mantenimiento con aceites lubricantes y la recarga de extintores. Respecto a las emisiones totales, por concepto de combustión estacionaria se generó el **0.00%**; en cuanto a combustión móvil se produjo el **99.98%**; por otro lado, las emisiones fugitivas conforman el **0.02%** de las emisiones totales.

Figura 3. Emisiones directas (t CO₂e)



Combustión estacionaria

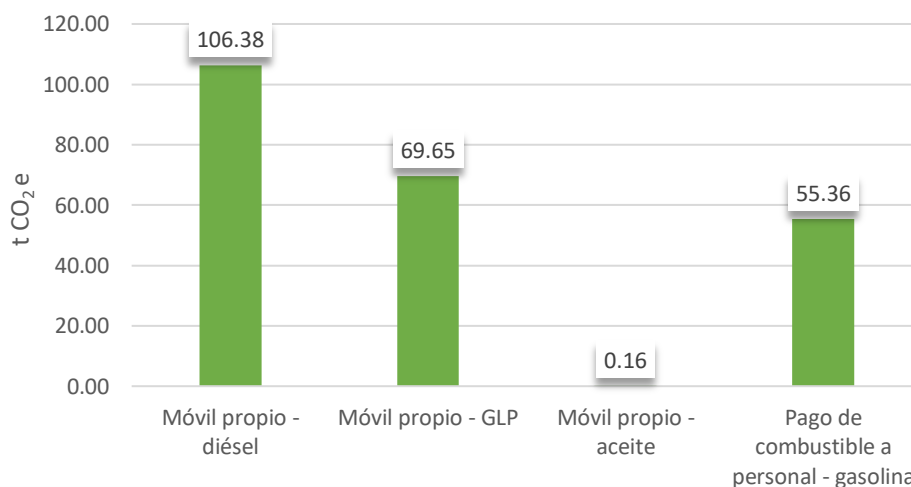
Este apartado no se contempla, ya que Papelco no presenta ningún foco de emisión relacionado con la combustión estacionaria. No se han identificado procesos o instalaciones que generen emisiones derivadas de la combustión de combustibles en fuentes fijas.

Combustión móvil

Respecto a las emisiones que representa la combustión móvil, se tiene un **77.90%** de las emisiones totales de Papelco; con **231.55 t CO₂e**, las cuales se dividen de la siguiente forma:

- a) **Consumo de diésel en vehículos propios:** Los camiones y paneles pertenecientes a Papelco, consumieron un total estimado de **10,434.83 galones de diésel**. Esta fuente representa el **45.94%** de las emisiones de combustión móvil.
- b) **Consumo de gas propano (GLP) en equipo:** Los montacargas pertenecientes a Papelco, consumieron un total estimado de **11,384.32 galones de gas propano (GLP)**. Esta fuente representa el **30.08%** de las emisiones de combustión móvil.
- c) **Aceite lubricante:** El mantenimiento de los vehículos propios requirió un total estimado de **308.00 litros de aceites lubricantes**, representando un **0.07%** de las emisiones de combustión móvil.
- d) **Liquidación de gasolina al personal:** Se contempla el consumo de gasolina liquidado al personal. Se observó un consumo de **6,394.95 galones de gasolina** durante el 2022. Esta fuente representa el **23.91%** de las emisiones de combustión móvil.

Figura 4. Emisiones por fuentes móviles (t CO₂e)

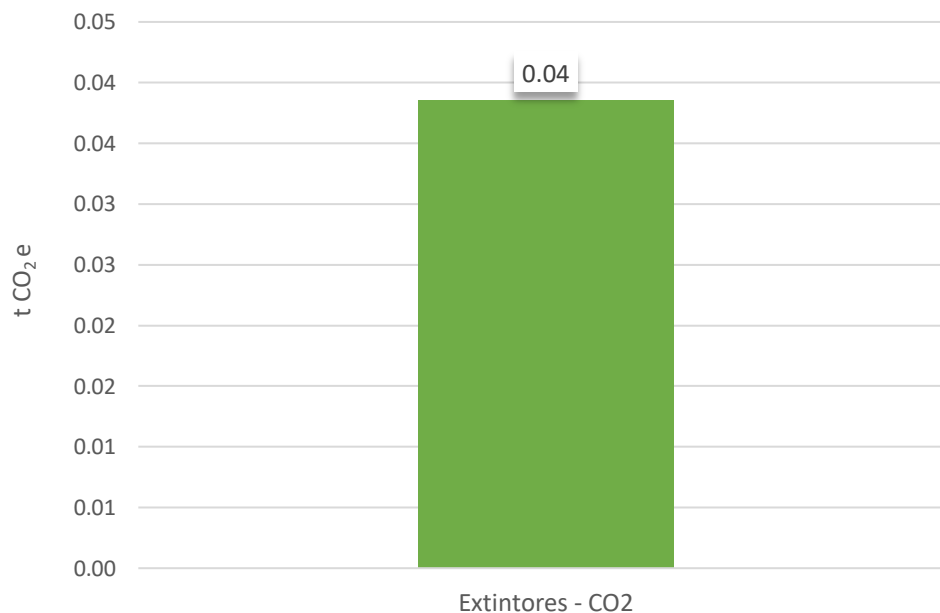


Fuentes fugitivas

Las emisiones fugitivas se derivan de la recarga de extintores de dióxido de carbono. Estas representan el **0.01%** del total de la huella de carbono de Papelco con **0.04 t CO₂e**. A continuación, se presentan las emisiones obtenidas de este foco de emisión:

- a) **Extintores:** Las instalaciones de Papelco cuentan con extintores de dióxido de carbono como medida preventiva contra incendios, los cuales requirieron un total de **38.56 kilogramos** de recarga en el año 2022. Este foco representa el **100%** de las emisiones de fuentes fugitivas.

Figura 5. Emisiones por fuentes fugitivas (t CO₂e)



Alcance 2

11.97%

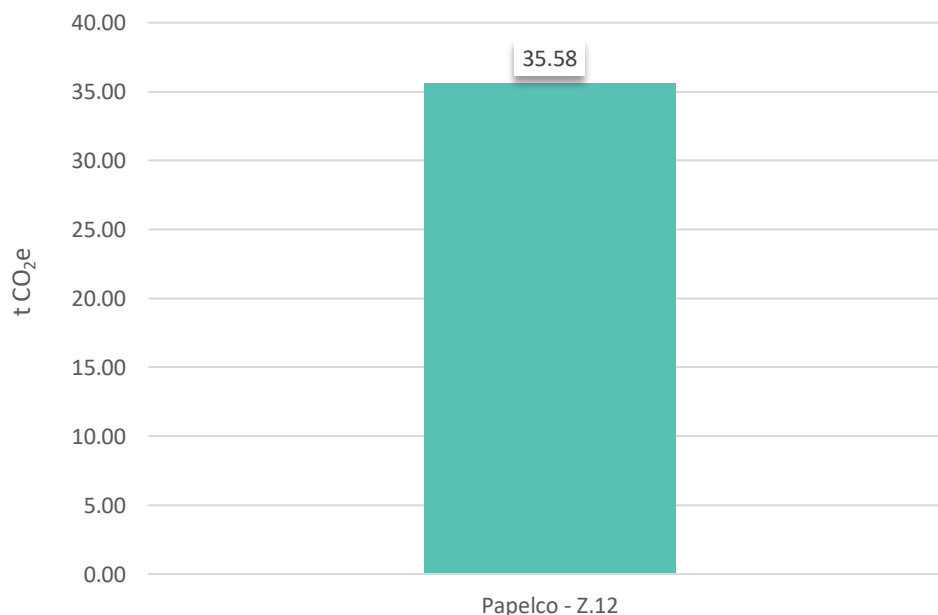


El GHG Protocol define las emisiones indirectas asociadas a la electricidad, o de alcance 2, como aquellas que se provocan por el consumo de energía eléctrica de la red nacional por parte de la empresa. Estas emisiones ocurren físicamente en la planta donde la electricidad fue generada.

Las emisiones del alcance 2 son aquellas generadas por el consumo de energía eléctrica de la red nacional para la iluminación y ejecución de actividades de Papelco. Para el año 2022 se consumieron **253,770.76 kWh**, lo cual equivale a una generación de **35.58 t CO₂e**, representando el **11.97%** de las emisiones totales.

Papelco realiza la compra de energía eléctrica renovable, sin embargo, no se proporcionó el certificado respectivo para considerar dichas emisiones como neutras. Por lo tanto, fueron incluidas en el presente inventario.

Figura 6. Emisiones indirectas asociadas a la electricidad (t CO₂e)



Alcance 3

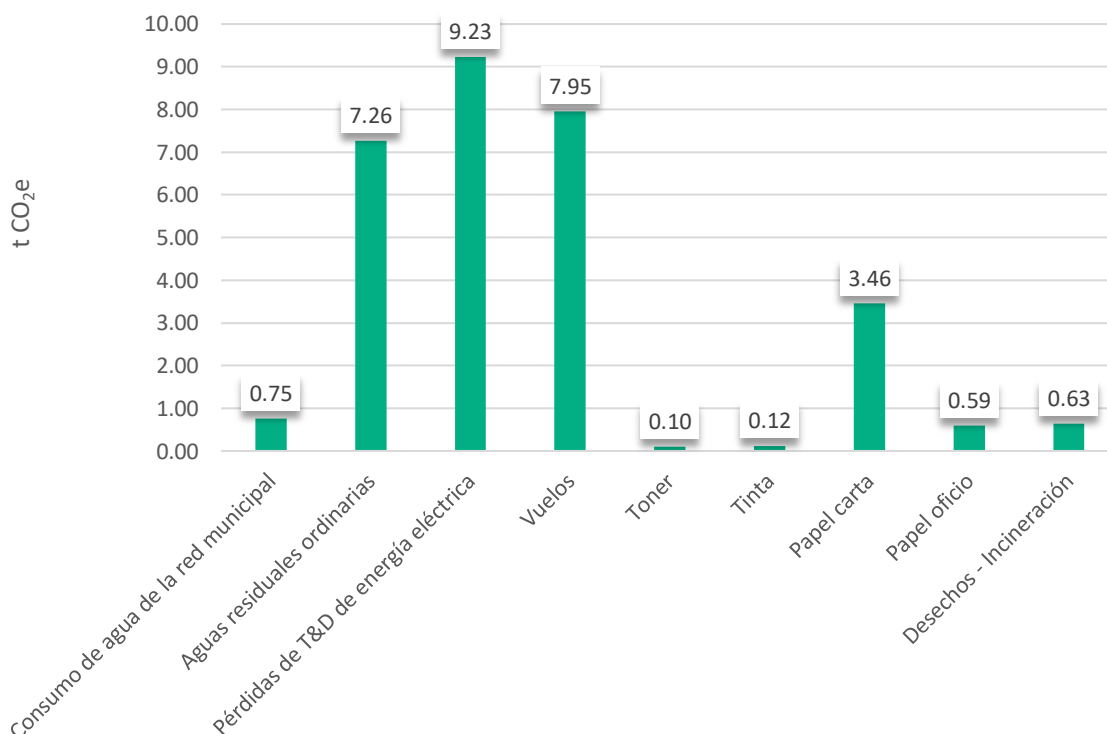
10.12%



Dentro de las otras emisiones indirectas, o de alcance 3, se incluyen todas las emisiones generadas a partir de un servicio subcontratado; es decir, en fuentes que no son propiedad de la empresa y no se tiene un control operacional sobre ellas. Es una categoría opcional que permite incluir el resto de las emisiones indirectas.

Entre las otras emisiones indirectas o de alcance 3 se encuentran las generadas por el consumo de agua de la red municipal; consumo de papel carta y oficio; consumo de cartuchos de tinta y tóner, vuelos, pérdidas en la transmisión y distribución de energía eléctrica, al igual que la incineración de desechos. El total de emisiones de este apartado fue de **30.09 t CO₂e**, lo cual representa el **10.12%** de las emisiones totales de Papelco.

Figura 7. Otras emisiones indirectas (t CO₂e)

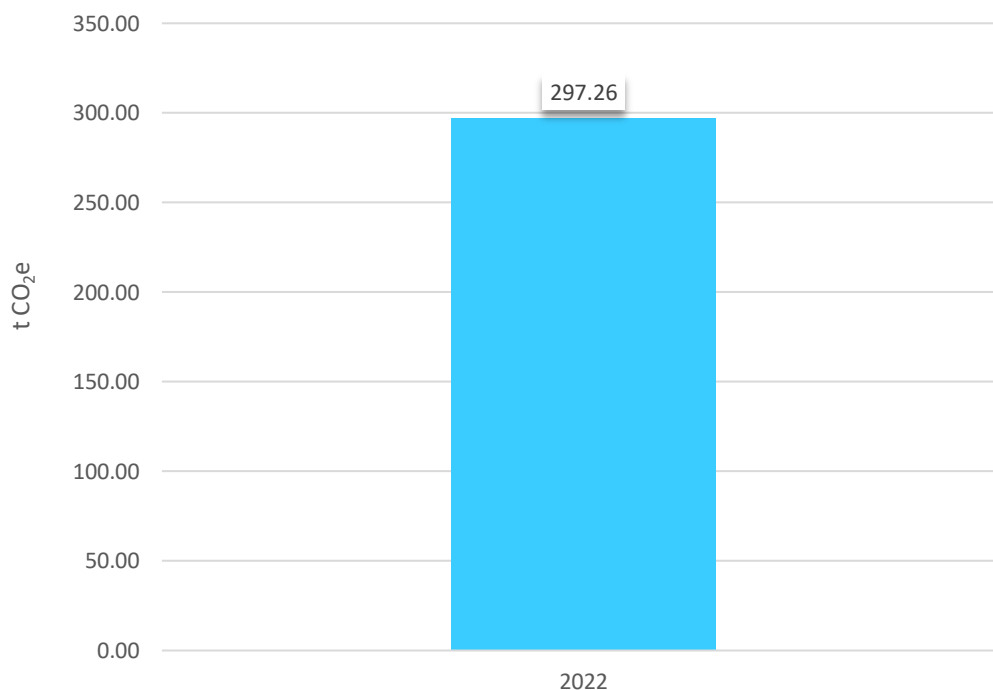


- a) **Consumo de agua:** Hace referencia a las emisiones relacionadas con la distribución de agua potable de la red municipal consumida. Durante el año 2022, Papelco utilizó **4,258.00 metros cúbicos (m³)** de agua en sus operaciones, abarcando desde el suministro para las plantas de producción hasta el área de administración. Esto ocasionó una emisión de **0.75 t CO₂e**, equivalente al **0.25%** de las emisiones totales.
- b) **Tratamiento de aguas residuales:** Se refieren a los gases liberados durante los procesos de descomposición de materia orgánica en aguas residuales captadas por la municipalidad. Durante el año 2022 se estimaron **7.26 t CO₂e** para dicha acción, equivalente a al **2.44%** de las emisiones totales.
- c) **Pérdidas es T&D de energía eléctrica:** Hace referencia a las emisiones relacionadas con la disipación de energía eléctrica durante el proceso de distribución hacia las instalaciones consideradas. Para el 2022 la pérdida del consumo de **253,770.76 kWh** ocasionó una emisión de **9.23 t CO₂e**, representando el **3.11%** de las emisiones totales.
- d) **Vuelos:** Este foco refleja el impacto asociado al combustible empleado por los vuelos comerciales de la organización. Con un total recorrido de **82,594.26 km por pasajero**, se atribuye un total de **7.95 toneladas de CO₂e**, lo que representa el **2.67%** de las emisiones totales.
- e) **Consumo de cartuchos de tinta y tóner:** Hace referencia a las emisiones relacionadas con la generación de dichos insumos utilizados. Durante el año 2022, se estima que el consumo total de cartuchos de tinta fue de **99 unidades** y de tóner fue de **23 unidades**, lo que generó una emisión de **0.12 t CO₂e** y **0.10 t CO₂e**, respectivamente. Esto es equivalente al **0.04%** y **0.03%** de las emisiones totales.
- f) **Consumo de papel:** Hace referencia a las emisiones relacionadas con la generación de dichos insumos utilizados. Papelco emplea cantidades significativas de papel en sus operaciones diarias. Durante el año 2022, se estima que el consumo total de papel carta fue de **1,678 resmas**, lo que generó una emisión de **3.46 t CO₂e**. Mientras que, el consumo de papel oficio, con un consumo de **224 resmas**, generó **0.59 t CO₂e**. Estas fuentes de emisión representan el **1.16%** y **0.20%**.
- g) **Incineración de desechos:** Conlleva un impacto ambiental significativo en términos de emisiones de gases de efecto invernadero. Según los datos proporcionados, la incineración de una cantidad de **0.52 toneladas** de desechos produce aproximadamente **0.63 t CO₂e**. Estas emisiones se generan como resultado directo del proceso de combustión controlada.

VIII. ANÁLISIS COMPARATIVO HISTÓRICO

Papelco tomará como línea base el año **2022**. Según la norma ISO 14064:2018 Parte 2, todo tipo de proyecto de eficiencia, así como las mediciones anuales, deben ser comparados con el año de línea base debido a que este es el parámetro para definir cualquier mejora o retroceso en cuanto al impacto de entidades, productos o eventos. Para el año 2022, las emisiones generadas por las actividades del proyecto presentaron una emisión total de **297.26 t CO₂e**. Los resultados obtenidos serán utilizados para realizar comparaciones significativas y consistentes de las emisiones a través del tiempo.

Figura 8. Comparación de emisiones (t CO₂e)



IX. ANÁLISIS DE EMISIONES UNITARIAS

Emisiones Unitarias

Papelco
2022



Una forma de comparar las emisiones de una organización con otras industrias del gremio, o bien estimar el desempeño ambiental en cuanto a la contaminación atmosférica, es por medio de un análisis unitario de emisiones. Este análisis permite visualizar de forma más amigable los resultados y permite analizar la cantidad de emisiones por unidad de producto producido.

En el caso de Papelco se toma en cuenta la cantidad de **kilogramos de dióxido de carbono equivalente por tonelada producida**. A continuación se presenta el número de toneladas producidas para el año 2022:

Tabla 6. Producción de Papelco

TONELADAS PRODUCIDAS
10,122.37

Fuente: Elaboración propia.

En el año 2022, se produjeron **10,122.37 toneladas**, lo cual implicó una generación de **297.26 toneladas de dióxido de carbono equivalente**.

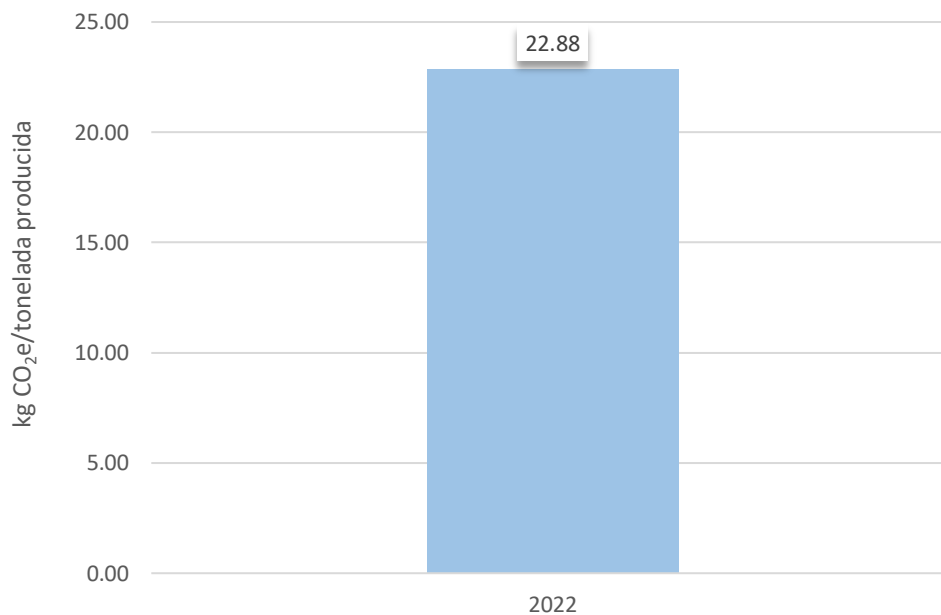
Para el análisis unitario únicamente se contemplan las emisiones del alcance 1 y 2, ya que son las que se encuentran directamente relacionadas con la empresa respecto a sus consumos directos.

Emisiones unitarias directas

Las emisiones unitarias directas son aquellas que se encuentran relacionadas con el consumo de combustible y aceites lubricantes en vehículos; al igual que la liquidación de gasolina. El total de emisiones directas generadas por los focos de emisión identificados se asignan al total de toneladas producidas para obtener la intensidad de **kilogramos de dióxido de carbono (kg CO₂)** por cada tonelada.

Para el año **2022** las emisiones unitarias directas de Papelco tuvieron un valor de **22.88 kg CO₂e por tonelada producida**.

Figura 9. Emisiones unitarias directas (kg CO₂e/tonelada producida)

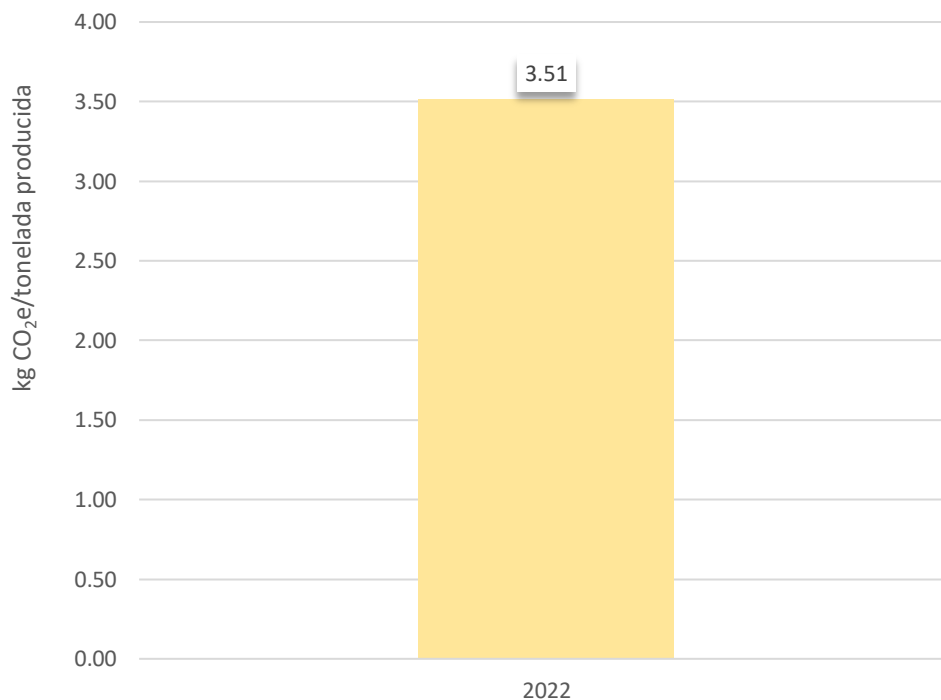


Emisiones unitarias indirectas

Las emisiones unitarias indirectas son debido a los consumos de la cantidad promedio de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) asociadas con el consumo de electricidad proveniente de la red nacional, la cual es utilizada en las instalaciones de Papelco. Este valor se calcula dividiendo las emisiones totales de CO₂e generadas por el número total de toneladas producidas en la organización durante el mismo período.

Las emisiones unitarias indirectas para el año **2022** tuvieron un valor de **3.51 kg CO₂e por tonelada producida**.

Figura 10. Emisiones unitarias indirectas (kg CO₂e/tonelada producida)

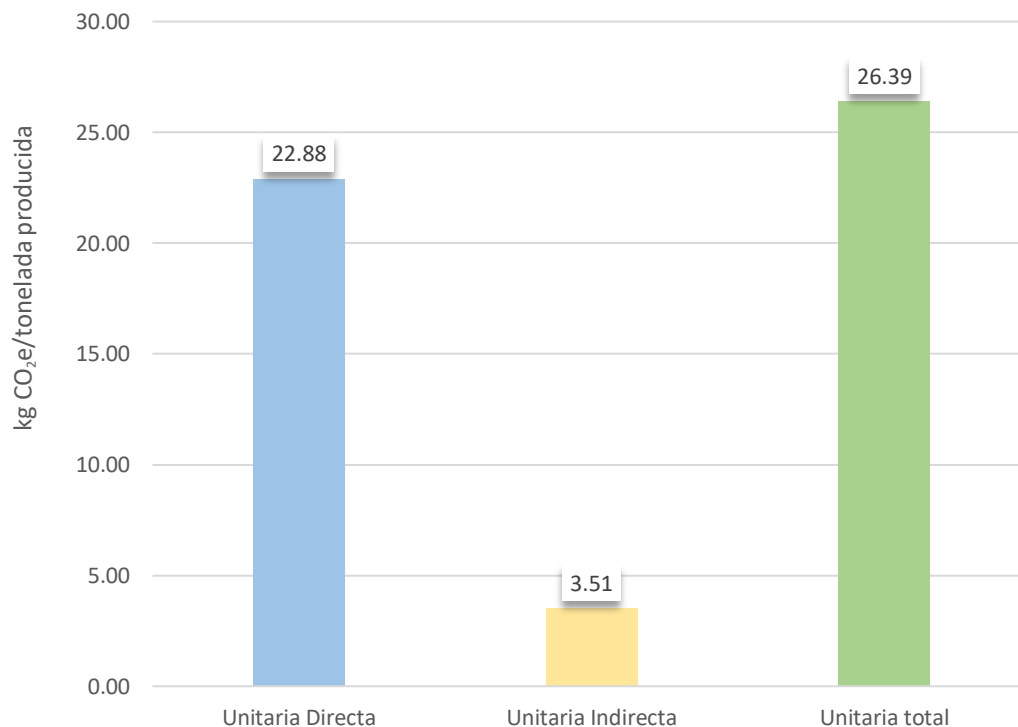


Emisiones unitarias totales globales

El análisis de emisiones unitarias totales globales se basa en lo descrito en el GHG Protocol, por lo que se realiza mediante las emisiones del alcance 1 y 2. De acuerdo con el GHG Protocol, las emisiones del alcance 3 se excluyen en este análisis debido a que estas emisiones son emisiones directas para otra empresa; no obstante, estas son contempladas en el inventario para el análisis del alcance de la operación de Papelco.

Para el año **2022** las actividades productivas de Papelco implicaron una emisión de **297.26 toneladas de dióxido de carbono equivalente**. La relación entre dichas variables para obtener las emisiones unitarias totales globales de Papelco da como resultado un promedio ponderado de **26.39 kg CO₂e por tonelada producida**.

Figura 11. Emisiones unitarias totales globales (kg CO₂e/tonelada producida)



X. POSIBLES ACCIONES DE REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN

Tabla 7. Consumo de diésel

Número de acción:	1
Se propone implementar un sistema de control del rendimiento de la flotilla de vehículos mediante el registro detallado del consumo de combustible y los kilómetros recorridos, utilizando odómetros como herramienta de medición. Además, se debe contar con mantenimiento periódico de los vehículos, desarrollar una política efectiva de renovación de la flotilla y promover un aumento en el índice de ocupación de los vehículos para reducir la cantidad de viajes.	
Análisis	
Según los datos obtenidos en el año 2022, estas emisiones representan el 35.79% de las emisiones totales de Papelco, siendo el foco de emisión más alto. La adopción de estas medidas no solo permitirá una evaluación más precisa de las emisiones generadas por los vehículos, sino que también contribuirá activamente a su disminución.	
Si se siguen estas recomendaciones, se reduciría entre un 10% y 15% del valor mencionado anteriormente. Esto representaría una reducción estimada de 10.64 toneladas de CO₂e en la huella de carbono, equivalente a aproximadamente un 3.58% de la huella total de Papelco.	
Área	Oficinas y plantas de producción
Recurso administrado	Diésel

Tabla 8. Compensación del energía eléctrica

Número de acción:	2
El primer paso es asegurarse de que la organización sea eficiente en todas sus operaciones para minimizar el uso de energía eléctrica en la mayor medida posible. Una vez asegurado esto, se puede continuar con las siguientes acciones propuestas. Esto implica identificar y corregir cualquier desperdicio de energía, optimizar el uso de equipos y tecnologías desactualizadas, implementar prácticas de conservación de energía y promover una cultura organizacional centrada en la sostenibilidad. Una vez que se haya maximizado la eficiencia energética, se pueden explorar las siguientes opciones:	
En caso de tener los certificados de compra que acrediten el uso de energía renovable, se recomienda continuar con el consumo de energía renovable. De no ser posible, se propone avanzar con un ambicioso proyecto que incluye la sustitución de dispositivos eléctricos obsoletos por equipos más eficientes en términos de consumo de energía, abarcando desde luminarias hasta computadoras e impresoras en las áreas donde sea aplicable, así como evaluar la instalación de paneles solares en las plantas y oficinas.	

Análisis	
Esta iniciativa se vuelve imperativa, considerando que las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica en la organización actualmente representan un 11.97% del total de emisiones por consumo. La cantidad de paneles solares necesarios para la organización depende de varios factores, como las horas de luz solar disponible durante el día, la inclinación en la colocación de los paneles, el sitio de ubicación y el tamaño y tipo de los paneles, entre otros. Por lo tanto, el cálculo exacto sobre la cantidad requerida de paneles solares para la organización requiere un análisis complementario, el cual debe ser realizado de manera interna y realizando evaluaciones de viabilidad. De implementar dichas acciones, podría compensarse todas las emisiones del alcance 2, reduciendo el porcentaje total referente al consumo de energía eléctrica que proviene de la red nacional de 35.58 toneladas de dióxido de carbono equivalente.	
Área	Oficinas y plantas de procesamiento
Recurso administrado	Energía eléctrica

Tabla 9. Montacargas eléctricos

Número de acción:	3
Se recomienda la sustitución de los equipos actuales para reducir el consumo de gas propano y las emisiones asociadas. Se sugiere reemplazar los montacargas de GLP por montacargas eléctricos. Esta iniciativa disminuirá el uso de combustibles fósiles, promoverá una operación más limpia y eficiente. Esta acción podría lograr la reducción completa de dicho foco de emisión si se continua el consumo de energía eléctrica renovable.	
Análisis	
Se puede planificar el fin de vida útil de los montacargas actuales que consumen GLP para sustituirlos por modelos eléctricos. Programar una transición estratégica permitirá no solo cumplir con los objetivos de reducción de emisiones y eficiencia energética, sino también optimizar la gestión de recursos y alargar la vida útil de los nuevos equipos, garantizando así un impacto ambiental positivo y una mejora en la eficiencia operativa a largo plazo.	
Área	Oficinas y plantas de procesamiento
Recurso administrado	Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Mitigación de la Huella de Carbono Actual

En este apartado, se observan algunos escenarios que podrían ser implementados con el fin de compensar la huella de carbono actual generada por las operaciones de Papelco. Es importante considerar que estos son posibles escenarios, en los que la organización

puede tomar como punto de referencia y evaluar qué acciones pueden implementar para mitigar su huella de carbono.

Además, se destaca que no es necesario utilizar todos los árboles y Ecofiltros mencionados en estos escenarios. La organización tiene la flexibilidad de seleccionar partes de estas iniciativas según su viabilidad y eficacia, adaptándolas a sus necesidades y capacidades específicas.

A continuación, se presenta el equivalente de árboles que Papelco debería sembrar si desea mitigar por completo su huella de carbono del año 2022.

Figura 12. Compensación de emisiones por siembra de árboles

Compensación de emisiones	Unidades
Árboles	11,891
Hectáreas	10.71
Cantidad de árboles por colaborador	70

La metodología para estimar la fijación de emisiones mediante la siembra de árboles implicó seleccionar especies regionales para estimar la captura de carbono a lo largo de tres años y un crecimiento de aproximadamente 1.3 metros durante este período. A través de un promedio de la capacidad de fijación de carbono de varias especies en bosques de América Latina se calcula que un árbol puede fijar alrededor de **25 kg/CO₂e al año**.

Al considerar una variedad de especies se obtiene un valor más preciso para determinar la cantidad de árboles necesarios para compensar las emisiones de Papelco durante el año 2022. Por lo anterior, se determinó que la organización debería sembrar **11,891 árboles**, es decir, **70 árboles** por cada colaborador equivalentes a **10.71 hectáreas**.

Otra forma efectiva de mitigar la huella de carbono de Papelco es a través de la implementación de Ecofiltros. A continuación se presenta el total de Ecofiltros que la organización puede implementar para mitigar por completo la huella de carbono del 2022.

Figura 13. Compensación de emisiones por implementación de Ecofiltros

Compensación de emisiones	Unidades
Ecofiltros	139

Estos dispositivos han realizado importantes contribuciones ambientales al reducir sustancialmente las emisiones de carbono. Al eliminar la necesidad de hervir el agua para su purificación, Ecofiltro ha permitido reducir aproximadamente 459.097 toneladas en el uso de leña.

XI. CONCLUSIONES

- a. La Huella de Carbono de Papelco se desarrolló según la Norma ISO 14064 y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, la cual equivale a **297.26 toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente** liberadas a la atmósfera en el año 2022.
- b. De acuerdo con la cuantificación de huella de carbono del 2022, las emisiones unitarias totales globales tienen un valor de **26.39 kg CO₂e por tonelada producida**, considerando únicamente las emisiones del alcance 1 y 2 según lo establece el GHG Protocol.
- c. Las mayores emisiones se registran en el alcance 1, debido al consumo de diésel en los vehículos propios, con **106.38 t CO₂e** representando el **35.79%** de las emisiones totales. En segundo lugar, se encuentran las emisiones generadas por el consumo de gas propano en el equipo, con **69.65 t CO₂e** equivalente al **23.43%** de las emisiones totales. En tercer lugar, se encuentran las emisiones por el consumo de gasolina que es liquidado por la organización, con **55.36 t CO₂e** equivalente al **18.62%** de las emisiones totales.
- d. Como principal medida de mejora se propone el cambio de montacargas de GLP a eléctricos, al igual que continuar con la compra de energía renovable para mitigar por completo las emisiones de este foco.

XII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones realizadas para Papelco se basan en hallazgos identificados durante la cuantificación de la huella de carbono, las mismas ayudan a facilitar los procesos de registro, sistematización, obtención y verificación de datos. A continuación, se enlistan:

- Para garantizar la inclusión de todas las emisiones relevantes en futuros informes, se recomienda implementar un sistema de registro detallado y continuo. Este sistema debería incluir mecanismos para asegurar la recolección de datos fiables y completos, que permitan evaluar con precisión el impacto ambiental de la organización.
- Es crucial solicitar a los proveedores de transporte que proporcionen sus huellas de carbono asociadas a los servicios que ofrecen.
- Para profundizar en la evaluación del impacto ambiental de los productos, se debe exigir a los proveedores de materia prima que suministren datos detallados sobre la huella unitaria de sus productos.
- Para que el informe sirva efectivamente como herramienta de gestión, se recomienda que incluya una separación detallada de los equipos y las áreas específicas donde se realiza el consumo. Esto facilitará la identificación de áreas que requieren mayor atención y permitirá implementar medidas de eficiencia energética y de combustibles más dirigidas y efectivas.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). *Fifth Assessment Report. Chapter 8: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Tercera Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático*. <https://www.marn.gob.gt/viceministro-de-recursos-naturales-y-cambio-climatico/direccion-de-cambio-climatico/departamento-de-ciencia-y-metrica/>
- Ministerio de Energía y Minas. (2022). *Balance energético 2021*. <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2022/07/Balance-Energetico-2021-1.pdf>
- Naciones Unidas. (2021). *Cambio climático*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-action/>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *ISO 14064-1:2018(es) Gases de efecto invernadero - Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es>
- Organización Internacional de Normalización. (2019). *ISO 14064-2:2019(es) Gases de efecto invernadero - Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-2:ed-2:v1:es>
- Organización Internacional de Normalización. (2019). *ISO 14064-3:2019(es) Gases de efecto invernadero - Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-3:ed-2:v1:es>

World Resources Institute y World Business Council for Sustainable Development. (2015).
GREENHOUSE GAS PROTOCOL. <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

World Resources Institute y World Business Council for Sustainable Development. (Marzo
de 2017). *Emission Factors from Cross-Sector Tools*.
<https://ghgprotocol.org/calculation-tools>

