

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Propuesta de plan de reducción de gases de efecto invernadero en base a la estimación de la huella de carbono en una empresa de transporte pesado

Tesis presentada por los Bachilleres:

Aguilar Aguirre, Enmanuel Darwin

ORCID: 0009-0006-6440-6001

Navarro Peralta, Dieter Jimy

ORCID: 0009-0005-1415-0012

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesor:

Mg. Cárdenas Pillco, Berly Edinsson

ORCID: 0000-0003-0555-8540

Arequipa - Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA AMBIENTAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 08 de Julio del 2024

Dictamen: 010683-C-EPIA-2024

Visto el borrador del expediente 010683, presentado por:

2015701581 - NAVARRO PERALTA DIETER JIMY

2015224171 - AGUILAR AGUIRRE ENMANUEL DARWIN

Titulado:

PROPUESTA DE PLAN DE REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN BASE A LA ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO AMBIENTAL

**29611452 - ARENAZAS RODRIGUEZ ARMANDO JACINTO
DICTAMINADOR**



**46769238 - CHANOVE MANRIQUE ANDREA MARIETA
DICTAMINADOR**



**72384055 - MEDINA RAMOS ROBERT JOAQUIN
DICTAMINADOR**



Propuesta de plan de reducción de gases de efecto invernadero en base a la estimación de la huella de carbono en una empresa de transporte pesado

INFORME DE ORIGINALIDAD

33%	31%	14%	18%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	1%
3	www.scipedia.com Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Perú Trabajo del estudiante	1%
6	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%

Dedicatoria

A mi amada madre Benita, quien siempre ha creído en mí. Por su confianza, su sacrificio por mí y su gran amor incondicional.

A Cristiano Ronaldo, por enseñarme la disciplina, a siempre superarme en todos los ámbitos.

A mis padres Margarita y Celso, a mis hermanos David y Alonso por su apoyo, paciencia, comprensión a lo largo de estos años, por ser guía, inspiración y ejemplos a seguir.



Agradecimiento

A mi amada madre Benita por su apoyo, por su trato y su gran amor incondicional,
por nunca darse por vencida.

Al Ing. Berly, por su apoyo, tiempo y consejos.

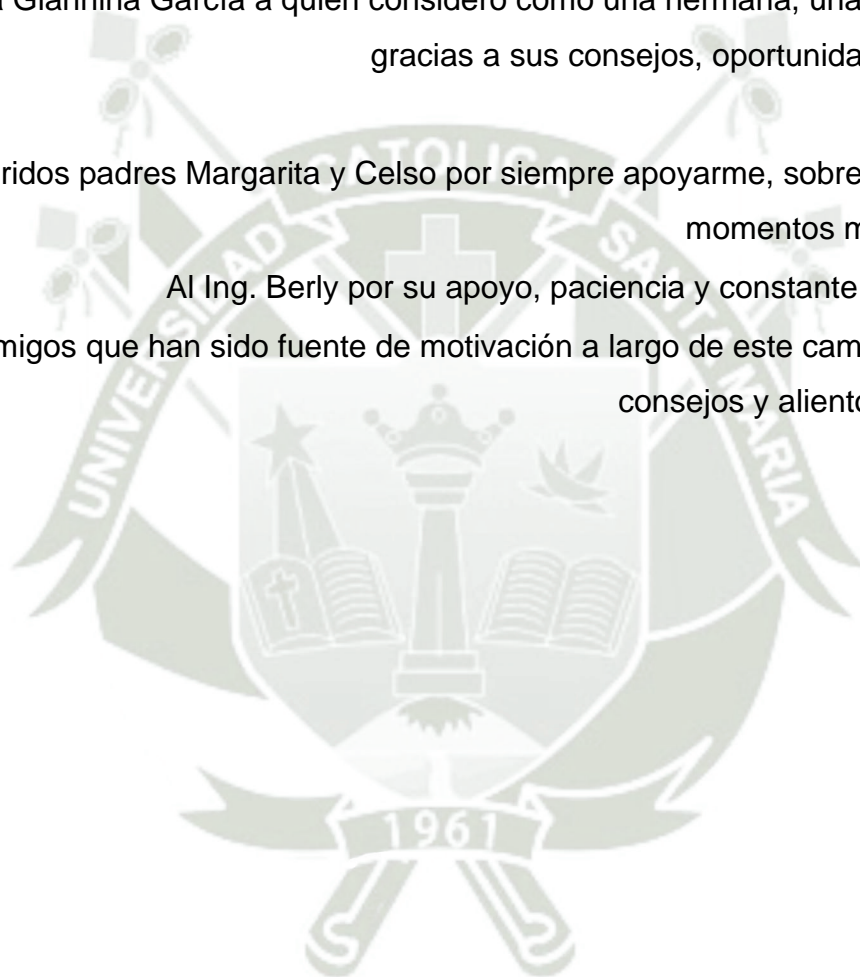
A mi enamorada Marycucha por siempre apoyarme, buscar lo mejor para mi.

A mi jefa Giannina García a quien considero como una hermana, una confidente,
gracias a sus consejos, oportunidades y otros.

A mis queridos padres Margarita y Celso por siempre apoyarme, sobre todo en los
momentos más difíciles.

Al Ing. Berly por su apoyo, paciencia y constante motivación.

A mis amigos que han sido fuente de motivación a largo de este camino, por sus
consejos y alientos cada día.



RESUMEN

La tesis estudio se enfoca en las propuestas de estrategias para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector de transportes en el Perú, cuyos efectos adversos afectan la calidad del aire, la salud pública y el equilibrio ambiental. Se propone un Plan de Reducción de GEI para una empresa de transporte de carga pesada por carretera, cuyas operaciones abarcan principalmente la zona sur y centro del país. Para ello, se utilizó la norma ISO 14064-1:2018, el Protocolo GHG y la herramienta digital de Huella de Carbono (HC) Perú. Se realizó el cálculo de Huella de Carbono durante un periodo de tres años (2020, 2021 y 2022), obteniendo valores de 8638.13 tn CO₂eq, 9739.90 tn CO₂eq y 10844.06 tn CO₂eq respectivamente. Se identificó que el consumo de combustible en la actividad de transporte es la principal fuente de emisiones de GEI, representando el 98.8% del total de emisiones en 2022. En base a estos resultados, se desarrolló un plan enfocado en mejorar la eficiencia del consumo de combustible, destacando la Eco conducción y el Sistema de Retroalimentación. La evaluación del análisis de costo-beneficio revela que la implementación del plan generaría un VAN de S/ 6,077,867, con una TIR del 794% y un PB corto. Esto conllevaría a una reducción de 3535.51 tn CO₂eq, equivalente al 32.63% de la HC del 2022. Se espera que las estrategias propuestas puedan ser adoptadas por otras empresas de transporte, contribuyendo significativamente a la reducción de las emisiones de GEI en el país.

Palabras clave:

Huella de carbono, eco conducción, Gases de Efecto Invernadero, Ecoeficiencia, Plan de Reducción de GEI.

ABSTRACT

The thesis focuses on proposed strategies to reduce greenhouse gas (GHG) emissions in the Peruvian transportation sector, whose adverse effects affect air quality, public health and environmental balance. A GHG Reduction Plan is proposed for a heavy-duty road transportation company, whose operations mainly cover the southern and central areas of the country. For this, the ISO 14064-1:2018 standard, the GHG Protocol and the Carbon Footprint (HC) Peru digital tool were used. The Carbon Footprint calculation was performed over a three-year period (2020, 2021 and 2022), obtaining values of 8638.13 tn CO₂eq, 9739.90 tn CO₂eq and 10844.06 tn CO₂eq respectively. Fuel consumption in transportation activity was identified as the main source of GHG emissions, representing 98.8% of total emissions in 2022. Based on these results, a plan was developed focused on improving fuel consumption efficiency, highlighting Eco driving and the Retrofit System. The evaluation of the cost-benefit analysis reveals that the implementation of the plan would generate an NPV of S/ 6,077,867, with an IRR of 794% and a short PB. This would lead to a reduction of 3535.51 tn CO₂eq, equivalent to 32.63% of the 2022 HC. It is expected that the proposed strategies could be adopted by other transportation companies, contributing significantly to the reduction of GHG emissions in the country.

Keywords: Carbon footprint, eco-driving, Greenhouse gases, Eco-efficiency, GHG Reduction Plan.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Problemática de la investigación	3
1.2. Justificación	4
1.2.1. Justificación Ambiental	4
1.2.2. Justificación Social	5
1.2.3. Justificación Económica	5
1.2.4. Justificación Tecnológica	6
1.2.5. Justificación política/institucional	6
CAPÍTULO II	7
2. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
2.1. Objetivo general	8
2.2. Objetivos específicos	8
CAPÍTULO III	9
3. MARCO TEÓRICO	10
3.1. Antecedentes de la investigación	10
3.2. Conceptos Básicos	12
3.2.1. Medio Ambiente	12
3.2.2. Contaminación	12
3.2.3. Calentamiento Global	13
3.2.4. Cambio Climático	13
3.2.5. Efecto Invernadero	14
3.2.6. Gases de Efecto Invernadero (GEI)	15
3.2.7. Clasificación de emisiones según Norma GHG Protocol e ISO 14064:2018.	15
3.2.8. Familia de las normas ISO 14060	17
3.2.9. Huella de carbono	18
3.2. Marco Legal	20
CAPÍTULO IV	23
4. METODOLOGÍA	24
4.1. Tipo y nivel de investigación	24
4.2. Campo de verificación	24

4.3.	Población y Muestra	25
4.4.	Técnicas e Instrumentos	25
4.5.	Metodología propuesta según objetivos específicos	26
4.5.1.	Cálculo de huella de carbono	26
4.5.2.	Propuesta del Plan de Reducción de Gases de Efecto Invernadero	30
4.5.3.	Evaluación del Costo-Beneficio	30
CAPÍTULO V		33
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
5.1.	Resultados del cálculo de Huella de Carbono	34
5.1.1.	Determinación de emisiones indirectas a ser incluidas dentro del inventario	34
5.1.2.	Estandarización de datos para su recopilación	35
5.1.3.	Cálculo de Huella de Carbono	35
5.2.	Resultados de la Propuesta del Plan de Reducción de GEI	39
5.3.	Resultados de la Evaluación del Costo-Beneficio	41
5.3.1.	Análisis de costos de implementación	41
5.3.2.	Viabilidad económica	42
5.4.	Discusión de resultados	45
CAPÍTULO VI		47
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		48
6.1.	Conclusiones	48
6.2.	Recomendaciones	49
CAPÍTULO VII		50
7. REFERENCIAS		51
CAPÍTULO VIII		59
8. ANEXOS		60

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 01. Modelo de cuantificación de GEI usado	26
Ecuación 02. Valor Actual Neto.....	31
Ecuación 03. Tasa Interna de Retorno	31
Ecuación 04. Periodo de retorno.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Efecto Invernadero	14
Figura 02. Determinación de límites operaciones	16
Figura 03. Relación entre las normas de GEI de la familia ISO 14060.....	18
Figura 04. Resumen de metodología	26
Figura 05. Enfoques de los límites organizacionales.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Porcentaje de participación de las emisiones _____	38
Tabla 02. Cuadro resumen de las estrategias propuestas y su reducción _____	39
Tabla 03. Costos de las Estrategias Propuestas _____	41
Tabla 04. Viabilidad Económica de cada Estrategia _____	42
Tabla 05. Costo total de la Implementación del Plan de Reducción _____	44

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 01. Total de Emisiones de GEI el periodo de estudio.....	35
Gráfica 02. Total de emisiones directas	36
Gráfica 03. Total de emisiones directas	37

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un desafío global que afecta tanto la salud humana como el medio ambiente, con consecuencias significativas (WHO, 2018). En Perú, el sector del transporte se destaca como uno de los mayores responsables de esta problemática (Ministerio del Ambiente, 2020). Las empresas de transporte, al consumir grandes cantidades de combustibles fósiles, generan emisiones significativas de Gases de Efecto Invernadero (GEI, su cálculo se base en la Huella de Carbono la cual es una herramienta que presenta de manera numérica la cantidad de emisiones de GEI generadas por las actividades de una empresa.

Así pues, el compromiso ambiental de una empresa respecto a sus emisiones implica la adopción de prácticas que garanticen la eficiencia en el consumo de recursos en el núcleo de sus actividades. Este compromiso se refleja en un Plan de Reducción de GEI, que tiene como objetivo identificar y reducir las emisiones significativas. En el Perú, la gestión de GEI por parte de las empresas del sector transporte representa solo un 9% del total de los sectores. Dentro de este 9%, solo el 11% ha logrado reducir sus emisiones mediante planes de reducción de GEI, y apenas el 1% ha conseguido neutralizarlas en 2024.

Esta situación subraya la necesidad de desarrollar e implementar estrategias efectivas para la reducción de GEI en el sector transporte. Por ello, el presente trabajo de investigación propone un plan de reducción de GEI enfocado específicamente en el sector del transporte pesado. Este plan tiene el potencial de ser replicado por otras empresas del mismo rubro, contribuyendo así a un esfuerzo más amplio y coordinado para mitigar el impacto ambiental del sector.



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. *Problemática de la investigación*

Las emisiones como el dióxido de carbono (CO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el particulado (PM_{2.5}), son los principales contaminantes del sector transporte (EPA, 2021). Estos contaminantes son perjudiciales para la salud y pueden causar enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Milena y Arturo, 2015). Según un estudio realizado por Carrasco-Escobar et al. (2020), la contaminación del aire en Lima, la capital peruana, ha alcanzado niveles preocupantes y se ha señalado como una de las principales causas de enfermedades respiratorias en la población. Además, un estudio de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) en 2021 encontró una alta correlación entre la exposición a la contaminación del aire y su costo en la salud humana en Lima Metropolitana (Cindy Silva Vivanco et al., 2021).

El sector de transportes es uno de los principales contribuyentes a la contaminación del aire y la huella de carbono en el Perú. En el 2016 el Reporte Anual de GEI de Perú indicó que el transporte de carga generó el 21% de las emisiones del sector transporte terrestre (Jill Velezmoro Jauregui, 2022). Además, el parque automotor es responsable del 58% de la contaminación del aire en Lima. Los vehículos a motor, especialmente aquellos que utilizan diésel, son los principales emisores de contaminantes (SWIS, 2023).

El principal problema para llevar a cabo la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y gestionarlos adecuadamente es la falta de cálculo de la huella de carbono y la generación de Planes de Reducción de GEI enfocados en el núcleo del negocio de las empresas, especialmente en el sector de transporte pesado, que es el objeto de estudio de la presente tesis. Parte de este problema ha sido abordado por el Ministerio del Ambiente (MINAM), que ha desarrollado una plataforma virtual para ayudar a las empresas a reportar la cantidad consumos de papel, combustible, fugas y otros de sus actividades generados mediante el

uso de archivos de Excel. Sin embargo, la simple cuantificación y reporte de los GEI no es suficiente; es esencial desarrollar planes para reducirlos en función del contexto específico de cada organización.

Las políticas y planes de mitigación en el sector transporte en Perú son insuficientes y a menudo no se centran en el núcleo de la empresa. Según estudios, la mayoría de los países en desarrollo, incluido Perú, no han logrado cumplir con sus objetivos de reducción de emisiones de GEI en el sector transporte (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

En la empresa objeto de estudio, no se ha llevado a cabo previamente el cálculo de la huella de carbono, lo que ha impedido el desarrollo e implementación de un Plan de Reducción de GEI. Por esta razón, la estimación de la huella de carbono constituye el punto de partida para proponer diversas acciones enfocadas en mejorar la eficiencia en el uso de recursos y reducir la contaminación del aire.

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación Ambiental

La presente tesis permitirá conocer la cantidad de CO₂ equivalente emitida por una empresa de transporte pesado durante un periodo de 3 años consecutivos. Con esta información, se propondrá un plan de reducción de GEI que se enfocará en las fuentes de emisiones con un mayor impacto y contribución por parte de la empresa. La implementación de este plan ayudará a mejorar la calidad del aire y aumentar la conciencia ambiental entre todos los trabajadores de la empresa. Así también la investigación nos permitirá conocer estrategias de ecoeficiencia en el rubro de transportes (Jill Velezmoro Jauregui, 2022).

Además de mejorar la calidad del aire y aumentar la conciencia ambiental entre los empleados, la investigación también tendrá un impacto económico positivo en la empresa, ya que, mediante el plan propuesto, los costos operativos disminuirán significativamente

(Lopez y Mendoza, 2012). La investigación realizada podrá ser utilizada como un punto de referencia tanto para la empresa objeto de estudio como para otras compañías del sector de transporte al momento de elaborar sus propios planes de reducción de GEI, permitiendo comparar su desempeño y medir su progreso en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

1.2.2. Justificación Social

La creación de un plan de reducción de GEI está socialmente justificada por sus impactos tanto en la salud humana como en el medio ambiente. Este tipo de plan facilita la mitigación de una externalidad negativa, como es la contaminación del aire, que muchas empresas producen. El cambio climático y la contaminación del aire tienen un impacto considerable en la salud humana, provocando problemas respiratorios, cardiovasculares y otros trastornos relacionados con la salud. La reducción de las emisiones de GEI contribuirá a mitigar el cambio climático y a mejorar la calidad del aire, lo que tendrá un impacto positivo en la salud de la población (Milena y Arturo, 2015).

1.2.3. Justificación Económica

La huella de carbono no solo es un indicador ambiental, sino que también funciona como un indicador económico. Al medir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por una empresa, se pueden identificar áreas de mejora en la gestión de recursos y aplicar estrategias de ecoeficiencia para reducir los costos operativos, como elegir rutas que consuman menos combustible, digitalizar documentos para reducir el uso de papel, reducir el consumo de energía eléctrica, agua y aire acondicionado (Fernando et al., 2016).

Además, al tener una buena gestión de los GEI, la empresa puede mejorar su imagen organizacional y ser más competitiva en el mercado, ya que los clientes cada vez más valoran las empresas que tienen un impacto ambiental positivo.

1.2.4. Justificación Tecnológica

La presente tesis busca reducir los GEI mediante la adopción de estrategias orientadas al sector de transporte. Estas estrategias incluyen la renovación, innovación o adquisición de tecnologías que ayuden a optimizar tanto los procesos operativos como los procesos de apoyo (Wilmsmeier, 2021).

1.2.5. Justificación política/institucional

Perú forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y ha implementado la Ley N° 30754, que es una ley marco sobre el Cambio Climático. Esta normativa busca promover la colaboración del sector público y privado en la lucha contra el cambio climático. En línea con estas disposiciones, el gobierno ha propuesto una serie de herramientas voluntarias, como certificaciones y reconocimientos ambientales, para que las empresas puedan mejorar su imagen en cuanto a responsabilidad ambiental.

Para la presente investigación, se está aplicando la metodología de la norma ISO 14064-1:2018 y adoptando las herramientas voluntarias dispuestas por el gobierno, a través de la plataforma digital “Huella de Carbono Perú”. Esto permitirá medir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por una empresa de transportes pesado y proponer un plan de reducción de GEI para mejorar la eficiencia en la gestión de los recursos y reducir las emisiones de GEI.



CAPÍTULO II

2. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1. *Objetivo general*

Proponer un plan de reducción de gases de efecto invernadero mediante la estimación de la huella de carbono en una empresa de transporte pesado.

2.2. *Objetivos específicos*

1. Cuantificar la huella de carbono corporativa de una empresa de transporte pesado para los años 2020, 2021 y 2022.
2. Diseñar un plan de reducción de la huella de carbono para una empresa de transporte pesado, mediante el análisis de sus emisiones en el periodo de estudio, proponiendo alternativas ecoeficientes.
3. Realizar un análisis costo-beneficio de las propuestas de reducción de gases de efecto invernadero para una empresa de transporte pesado en un horizonte de implementación de 2 años.



3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional se han realizado varias investigaciones alrededor de la huella de carbono, que van desde el cálculo de huella de carbono del sector de cerámicos (Fernández, 2013), empresas de telecomunicaciones (Romero, 2019), sector construcción (Sanguinetti, 2014). En el caso de Perú, se han realizado pocas investigaciones relacionadas a huella de carbono en el sector transporte pesado y, por consiguiente, se han generado pocos planes de reducción de GEI enfocados en este sector. La mayoría de estas investigaciones se centran en la estimación y reducción de huella de carbono, donde proponen medidas de mejora convencionales como la de Alfonso Coz (2020), donde el objetivo es investigar cómo el plan de mitigación impacta en la reducción de la huella de carbono en la Empresa Cargo Transport SAC. También se ha realizado el cálculo de huella de carbono del consumo de combustible de las actividades de la Universidad Nacional del Altiplano (Quispe, 2020) y en la cual determinó una correlación positiva entre las emisiones de CO₂ y el combustible utilizado según octanaje. Se han desarrollado investigaciones relacionadas a la mejora de eficiencia de del consumo de combustible en diferentes tipos de vehículos, rutas, y otros. Algunos ejemplos de ellos son: propuesta de aplicaciones móviles para su cálculo (Gallego et al., 2020) y adecuada gestión, cambios en los patrones de conducción eficientes (Vdovic et al., 2021), implementación de aplicaciones para mejorar el índice de puntuación ecológica de conducción en condiciones de tráfico (Xu et al., 2021), las cuales mejoran la eficiencia del uso de combustible hasta en un 20%. Así también se han realizado propuestas de mejora y ecoeficiencia relacionados a los procesos involucrados en la realización de servicios como medidas de eficiencia energética en edificios, influencia en los proveedores para la reducción de huella de carbono (Pylsy et al., 2020) entre otros.

Un estudio realizado en la Municipalidad de Magdalena del Mar demostró una relación positiva entre la ecoeficiencia y la reducción de la huella de carbono institucional durante el periodo 2019-2021. Los resultados evidenciaron que la mejora en prácticas de ecoeficiencia se asoció con reducciones significantes de la huella de carbono de un 39.79% en 2020 y 79.41% en 2021 respecto a 2019, demostrando que una gestión eficiente de recursos puede mitigar emisiones de gases de efecto invernadero (Yuleysi et al., 2019). Un estudio realizado en Chilexpress analizó opciones para la reducción de su huella de carbono en operaciones de transporte terrestre y aéreo en la Región Metropolitana. Se cuantificaron emisiones de GEI del año 2012, identificando como principales fuentes los vuelos aéreos, rutas terrestres y recorridos urbanos. Luego se evaluaron medidas de eficiencia como bicicletas eléctricas, eco-conducción, componentes aerodinámicos, motos eléctricas y furgones eléctricos. Se determinó un potencial de mitigación del 10.1% de las emisiones totales, equivalente a sacar 200 vehículos de circulación. Además, las medidas presentaron beneficios económicos entre \$55.305 y \$208.853 por tonelada de CO₂e evitada. Los resultados sugieren que mejoras en eficiencia energética pueden reducir la huella de carbono en operaciones logísticas de forma rentable (Mery, 2013). Un estudio realizado en Ecuador analizó opciones para obtener alternativas para la reducción del consumo energético en los vehículos de transporte pesado, dentro de sus soluciones tecnológicas mencionan soluciones aerodinámicas que indican que para reducir el consumo de combustible y de las de emisiones de CO₂, otra alternativa son los neumáticos de baja resistencias a la rodadura y finalmente de una conducción eficiente, en los modos de conducción, aceleración y desaceleración así como una capacitación constante del operador (Pesántez y Boada, 2023).

Las empresas deben tener un compromiso de reducción e información para poder aplicar medidas para lograr una reducción de las emisiones de CO₂, un entrenamiento de eco-

conducción es una de las mejores prácticas al corto plazo, menciona que la retroalimentación al interior del vehículo va a mejorar el comportamiento del conductor y la economía del combustible en un 6,6% y la aplicación de distintas tecnologías en el transporte de carga, (Andrés et al., 2022). Así pues, sin la implementación de contramedidas adecuadas, se estima que las emisiones aumentarán en un 200% para el año 2050 (GIZ, 2020). Es esperable que las emisiones de carbono del sector de transporte continúen aumentando debido al alto volumen de demanda en relación al crecimiento poblacional. A pesar de que la disponibilidad de combustible y los bajos costos de los vehículos automotores son factores que impulsan el crecimiento en emisiones, es necesario implementar medidas para reducir las emisiones del sistema de transporte con el fin de mitigar el cambio climático y mejorar la calidad del aire (Rivela et al., 2014).

3.2. Conceptos Básicos

3.2.1. Medio Ambiente

De acuerdo con la norma ISO 14001:2015 (2015), el medio ambiente se describe como el "entorno natural donde una organización lleva a cabo sus actividades y tiene sus instalaciones". Este entorno abarca recursos naturales, flora, fauna y seres humanos con los que se interactúa. Además, se incluyen elementos como el aire, el agua y el suelo, que, aunque son esenciales, a menudo se consideran aspectos más amplios y abstractos que pueden ser gestionados.

3.2.2. Contaminación

La contaminación se refiere a la acción y el estado causado cuando el ser humano introduce elementos, sustancias o productos en el medio ambiente en cantidades o concentraciones que superan los límites máximos permitidos, considerando el efecto acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el entorno (MINAM, 2012).

3.2.3. Calentamiento Global.

En la actualidad, es común que se confundan los términos Calentamiento Global, Cambio Climático y Efecto Invernadero. Muchas personas asocian erróneamente el Efecto Invernadero únicamente con el aumento de las temperaturas promedio, cuando en realidad es solo uno de varios factores que contribuyen al fenómeno conocido como calentamiento global. Según el IPCC, el calentamiento global se refiere al incremento estimado de la temperatura promedio de la superficie global durante un periodo de 30 años, en comparación con los niveles preindustriales, a menos que se especifique lo contrario. Esta definición también incluye la continuación de las tendencias actuales de calentamiento a lo largo de múltiples décadas (IPCC, 2018).

3.2.4. Cambio Climático.

El cambio climático se refiere a la evaluación de las alteraciones observables en las condiciones climáticas, detectables a través de pruebas estadísticas, que persisten a lo largo de períodos extendidos, típicamente décadas o más largos (IPCC, 2018). Estos cambios pueden deberse a procesos naturales internos o a factores externos, como variaciones en los ciclos solares, erupciones volcánicas y modificaciones continuas provocadas por el ser humano en la composición atmosférica y en el uso del suelo. Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cambio climático se define como las alteraciones en el clima, atribuibles directa o indirectamente a la actividad humana, que afectan la composición de la atmósfera global y se suman a la variabilidad natural del clima observada en períodos comparables (ONU, 1992).

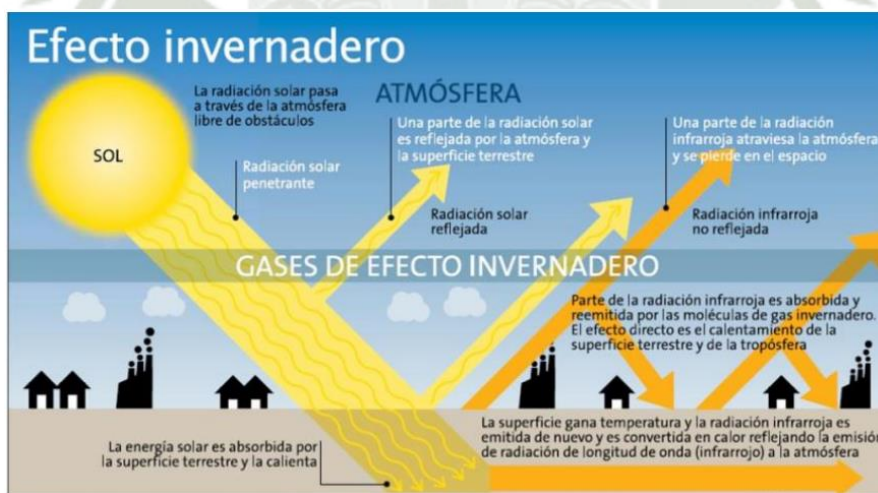
3.2.5. Efecto Invernadero.

El efecto invernadero es un proceso natural esencial para regular la temperatura de la Tierra y es clave para mantener las condiciones necesarias para la vida. La atmósfera terrestre funciona como una barrera que atrapa parte de la energía solar en la superficie, ayudando a calentar el planeta y manteniendo una temperatura media cercana a los 15°C (NASA, 2023).

Tal como se observa en la Figura 01, el proceso inicia cuando la radiación solar llega a la Tierra. Una parte de esta radiación es absorbida por los océanos, la tierra y los bosques, mientras que otra parte es reflejada hacia el espacio. Los gases de efecto invernadero (GEI) capturan parte de la radiación infrarroja que la Tierra refleja, contribuyendo a mantener el planeta lo suficientemente cálido como para sustentar la vida (MINAM, 2010).

Figura 01. *Invernadero*

Efecto Invernadero



Nota. Adaptado del Portal de Cambio Climático, MINAM, 2010

3.2.6. Gases de Efecto Invernadero (GEI).

El efecto invernadero resulta de ciertos gases en la atmósfera, que pueden ser tanto de origen natural como producto de actividades humanas. Estos gases absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro terrestre. Entre los principales gases de efecto invernadero se encuentran el vapor de agua, el dióxido de carbono, el óxido nitroso, el metano y el ozono. Además, hay gases que son completamente artificiales, como los halocarbonos, que contienen cloro y bromo, y están regulados por el Protocolo de Montreal y el Protocolo de Kyoto. Estos incluyen el hexafluoruro de azufre, los hidrofluorocarbonos y los perfluorocarbonos (IPCC, 2018).

3.2.7. Clasificación de emisiones según Norma GHG Protocol e ISO 14064:2018.

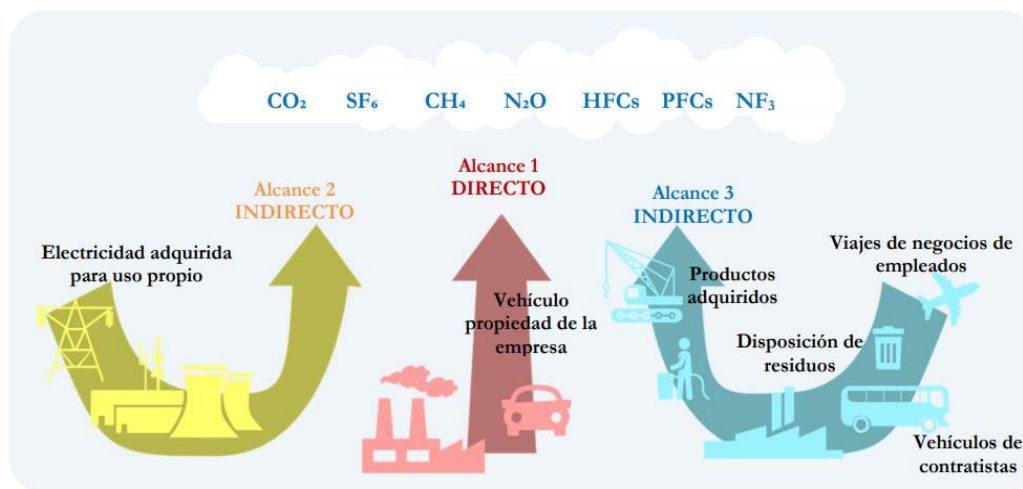
Las emisiones vinculadas a las operaciones de una organización se dividen en directas e indirectas, según la metodología del GHG Protocol (MINAM, 2020):

- **Alcance 1 - Emisiones directas:** Estas emisiones provienen de fuentes que son propiedad de o están bajo el control de la organización (MINAM, 2020).
- **Alcance 2 - Emisiones indirectas:** Se refieren a las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización (MINAM, 2020).
- **Alcance 3 - Otras emisiones indirectas:** Incluyen ejemplos como la extracción y producción de materiales adquiridos por la organización, viajes de trabajo mediante servicios externos, transporte de materias primas, combustibles y productos realizados por terceros, así como el uso de productos o servicios proporcionados por otros (MINAM, 2020).

En la Figura 02 se pueden visualizar los límites operacionales en base a los alcances de la ISO 14064:2006.

Figura 02.

Determinación de límites operaciones Determinación de límites operacionales



Nota. Extraído de la Guía de cálculo de las emisiones GEI para la HC Perú, MINAM, 2020.

En la nueva versión de la ISO 14064:2018 estos alcances se subdividen en categorías los cuales se describen a continuación:

- Categoría 1: Emisiones directas, similares al alcance 1 del Protocolo GHG, provienen de fuentes que son propiedad de la organización o están bajo su control.
- Categoría 2: Emisiones indirectas por energía importada, equivalentes al alcance 2 del Protocolo GHG, se refieren a las emisiones asociadas con la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización.
- Categoría 3: Emisiones indirectas por transporte, causadas principalmente por el consumo de combustible en vehículos utilizados para transportar personas, productos, etc., incluyendo fugas de gases refrigerantes en los vehículos o en las instalaciones.

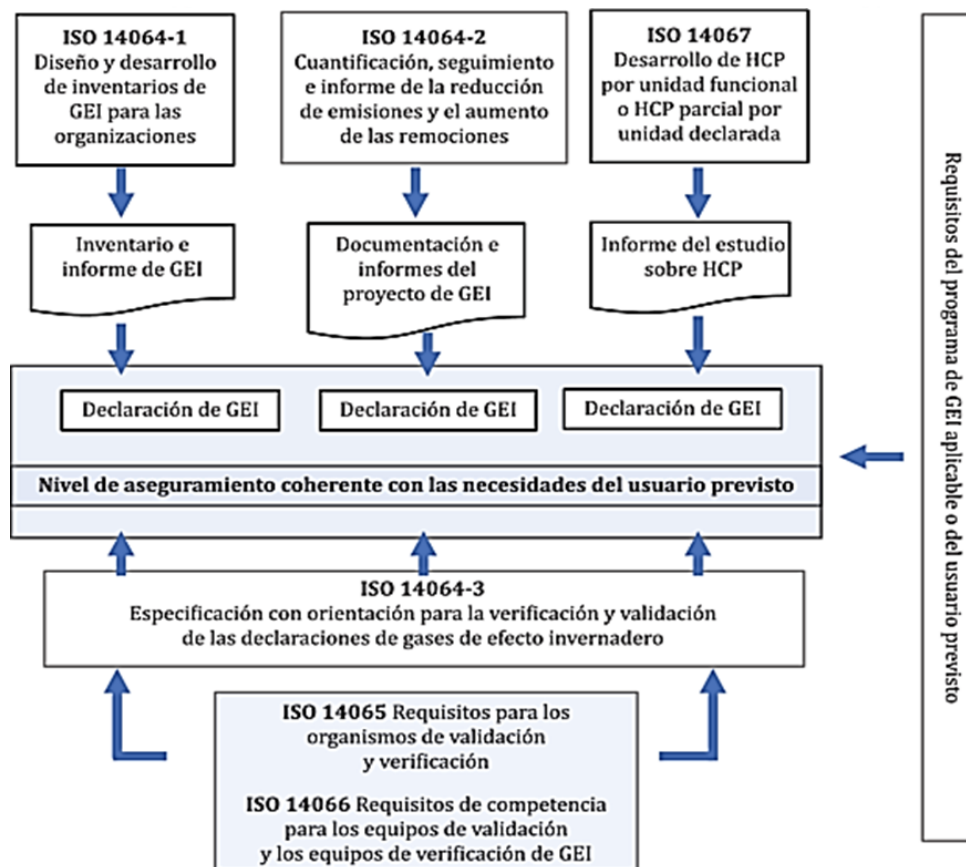
- Categoría 4: Emisiones indirectas por productos y servicios utilizados por la empresa, incluyendo las emisiones de los productos comprados, bienes de capital y servicios.
- Categoría 5: Emisiones indirectas por el uso de productos de la empresa, que incluyen las emisiones asociadas con el uso o la disposición final de los productos vendidos después de su procesamiento.
- Categoría 6: Otras emisiones indirectas en diferentes fuentes, que abarcan cualquier otra emisión que no esté incluida en las categorías anteriores.

3.2.8. Familia de las normas ISO 14060.

La familia ISO 14060 está relacionada con la cuantificación, el seguimiento, la elaboración de informes y la validación o verificación de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI). Su objetivo es promover el desarrollo sostenible mediante una economía baja en carbono, beneficiando a las instituciones y entidades que llevan a cabo proyectos, así como a las partes interesadas a nivel global. En la Figura 03 podemos visualizar la familia ISO 14060 y su relación con las diferentes normas de GEI.

Figura 03.

Relación entre las normas de GEI de la familia ISO 14060



Nota. Adaptado de ISO, 2018. Familia de Gases de Efecto Invernadero.

3.2.9. Huella de carbono.

La huella de carbono (HC) comúnmente se utiliza como un indicador para medir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) o de gases de efecto invernadero (GEI) expresadas

en equivalentes de CO₂ (Wiedmann y Minx, 2008). La HC se clasifica principalmente en tres tipos, que se detallan a continuación (INYCOM, 2021):

3.2.9.1. Tipos de Huella de Carbono

- **Huella de Carbono de Producto:** Esta huella incluye las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) desde la extracción de materias primas, durante el proceso de fabricación, distribución y consumo del producto a lo largo de su ciclo de vida completo. Esto abarca el transporte en todas sus etapas, el almacenamiento y el reciclaje.
- **Huella de Carbono Corporativa u Organizacional:** Esta huella mide todas las emisiones de GEI que una corporación emite directa o indirectamente en sus procesos de producción y consumo energético. Proporciona un inventario del impacto ambiental de la organización y sirve como base para identificar acciones comparativas con otras empresas.
- **Huella de Carbono Corporativa de Eventos:** Esta huella identifica y calcula las emisiones de GEI asociadas con la celebración de un evento específico.

3.2.9.2. Huella de carbono Perú.

La Huella de Carbono Perú es una herramienta digital gratuita que calcula automáticamente la huella de carbono mediante el reporte de formatos establecidos por el MINAM. Esta herramienta cuenta con el respaldo del proyecto para la Implementación de las Metas Climáticas del Perú, conocido como NDC Support Programme, el cual es gestionado por el MINAM con la asistencia técnica del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y forma parte de la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (MINAM, 2020).

3.2.9.4. Eco conducción.

La conducción ecológica o eco conducción consiste en adoptar ciertas técnicas y comportamientos que permiten ahorrar combustible, reducir los costos de viaje y disminuir las emisiones de CO y otros contaminantes vehiculares. Para vehículos de gasolina con transmisión manual, las recomendaciones incluyen: cambiar de marcha lo antes posible, generalmente entre 2000 y 2500 rpm; conducir en marchas largas a bajas revoluciones; usar la primera marcha solo para iniciar el movimiento; mantener una velocidad constante; evitar aceleraciones y frenadas bruscas; desacelerar utilizando el freno motor; detener el vehículo únicamente con el freno; evitar el uso del punto muerto al frenar; aprovechar la inercia del vehículo siempre que sea posible; y en las paradas, mantener la marcha puesta hasta pisar el embrague y detenerse sin pasar por todas las marchas (Yanzhi, et al, 2017).

3.2. Marco Legal

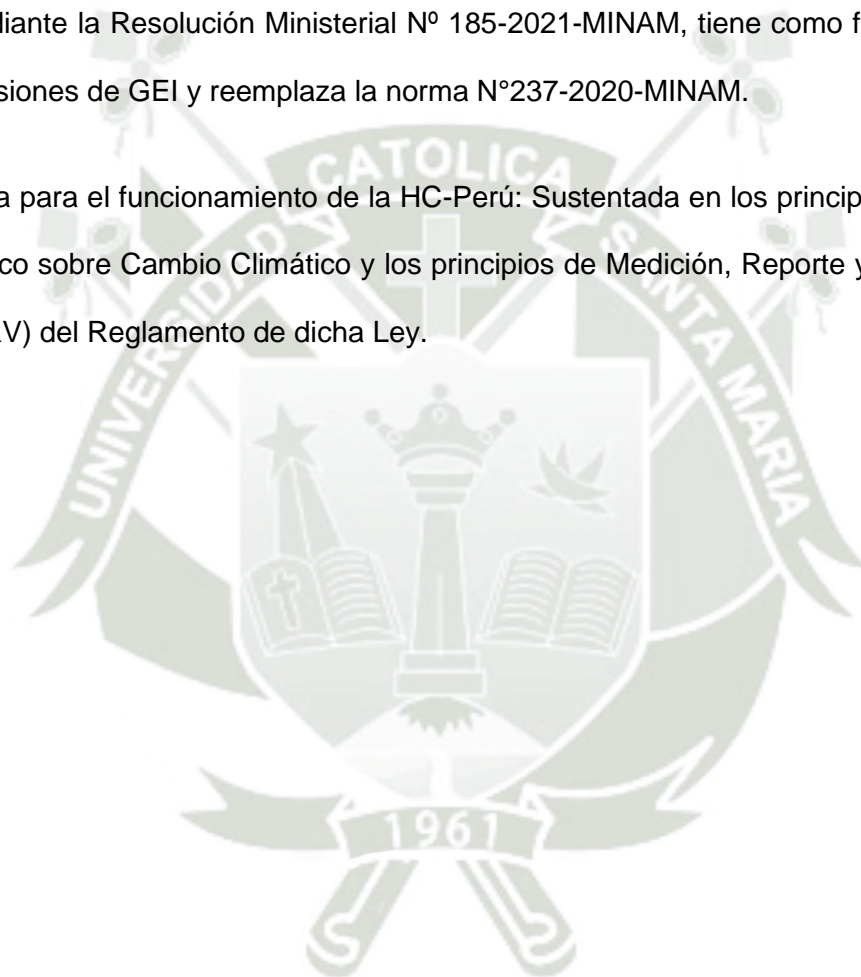
La normativa legal relacionada a gases de efecto invernadero, cambio climático y políticas nacionales e internacionales relacionadas a su reducción se describe a continuación:

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): Busca estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.
- Protocolo de Kioto: Establece una reducción de al menos un 5% en las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los niveles de 1990, la implementación de metodologías para el cálculo de estas emisiones, y la presentación de información adicional relevante.

- Acuerdo de París: Busca mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C, con esfuerzos para alcanzar la meta de 1.5°C, lograr cero emisiones netas antes del año 2100, y proporcionar apoyo financiero a los países en desarrollo.
- Ley General del Ambiente (Ley 28611): Garantiza el derecho a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado, así como el deber de protegerlo, asegurando la salud de las personas.
- Ley Marco sobre Cambio Climático (Ley N° 30754): Establece programas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, enfocándose en protección de bosques, transporte sostenible, eficiencia energética, entre otros.
- Normativa sobre Estrategia Nacional ante el Cambio Climático, Plan Nacional de Acción Ambiental y Agenda Nacional de Acción Ambiental al 2021: Incluye medidas para disminuir la deforestación, promover un crecimiento económico con menor intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero, y alcanzar objetivos específicos de reducción de emisiones.
- Reglamento de la Ley Marco sobre Cambio Climático: Define elementos mínimos para medidas de mitigación, como la generación de beneficios adicionales a la mitigación del cambio climático y la replicabilidad de las acciones.
- Manual de Conducción Eficiente: Ofrece técnicas para optimizar el consumo de combustible en el transporte terrestre de carga y pasajeros, reduciendo costos operativos y promoviendo prácticas de conducción eficiente.
- Herramienta Huella de Carbono Perú (HC-Perú): Aprobada a través de la Resolución Ministerial n.º 237-2020-MINAM, esta normativa oficializa las bases para

medir y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en todas las organizaciones públicas y privadas. Define cuatro niveles de reconocimiento basados en el cálculo, verificación, reducción y neutralización de la huella de carbono.

- Segunda versión de la guía para el funcionamiento de la HC-Perú: Aprobada mediante la Resolución Ministerial N° 185-2021-MINAM, tiene como fin reducir las emisiones de GEI y reemplaza la norma N°237-2020-MINAM.
- Guía para el funcionamiento de la HC-Perú: Sustentada en los principios de la Ley Marco sobre Cambio Climático y los principios de Medición, Reporte y Verificación (MRV) del Reglamento de dicha Ley.





CAPÍTULO IV

4. METODOLOGÍA

4.1. *Tipo y nivel de investigación*

La investigación tiene un diseño descriptivo, dado que determina la huella de carbono de la actividad mediante el análisis de registros de las actividades llevadas a cabo en la empresa. (Tintaya, 2023) Además, muestra un enfoque mixto de investigación que engloba una serie de procedimientos metodológicos que implican la recopilación y análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos (Hernández, 2018).

4.2. *Campo de verificación*

La estimación de la huella de carbono corporativa de la empresa de transporte pesado para el periodo 2020-2022 será verificada utilizando dos herramientas:

- La hoja de cálculo del Ministerio del Ambiente (MINAM) para huella de carbono corporativa, aplicando los factores de emisión del inventario nacional de gases de efecto invernadero y las directrices del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero para el cálculo de alcances 1 y 2.
- La plataforma en línea "Huella de Carbono Perú" del MINAM, ingresando los datos de actividad y haciendo el cálculo de la huella de la organización según la metodología propuesta.

Los resultados de ambas estimaciones se comparan para validar la consistencia de los valores de huella de carbono obtenidos en el estudio. Las discrepancias encontradas serán analizadas para realizar los ajustes necesarios y asegurar la fiabilidad de la cuantificación de emisiones de GEI. Además, los cálculos y resultados se estandarizan según los lineamientos de la norma ISO 14064-1:2018, que proporciona directrices para cuantificar y reportar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero a nivel organizacional.

Se recogerán datos utilizando varios factores de emisión por categoría, y se documentarán con transparencia, consistencia, comparabilidad y exhaustividad, tal como establece esta norma ISO para inventarios corporativos de GEI.

4.3. Población y Muestra

Se considerarán todas las fuentes de emisión siguiendo los lineamientos y directrices establecidos por la norma ISO 14064-1:2018. Este enfoque integral, alineado con los estándares internacionales, busca abordar de manera exhaustiva todas las posibles fuentes de emisión durante el proceso de estimación de la Huella de Carbono (HC). La decisión de incluir todas las fuentes de emisión se basará en una evaluación previa de criterios sólidos, asegurando así la representatividad de la población muestra. Es relevante destacar que, de acuerdo con la ISO 14064-1:2018, se considerarán emisiones tanto directas como indirectas en la estimación de la Huella de Carbono. Este enfoque permite capturar no solo las emisiones directas asociadas a las actividades de la empresa de transporte pesado, sino también aquellas emisiones indirectas derivadas de su cadena de suministro y otras fuentes relacionadas.

4.4. Técnicas e Instrumentos

Para la estimación de la huella de carbono se utilizarán las siguientes técnicas e instrumentos:

- La calculadora de huella de carbono del Ministerio del Ambiente (MINAM), la cual es una plataforma virtual.
- Las hojas de cálculo desarrolladas por el MINAM, incluyen formatos, factores de emisión, potenciales de calentamiento, factores de conversión y fórmulas para cuantificar las emisiones por categoría.

- Los siguientes cálculos se tomaron del Manual Técnico Referencial de la HC-Perú, descritos a continuación:

El modelo de cuantificación se basa en la metodología del MINAM la cual es:

Ecuación 01.

Modelo de cuantificación de GEI usado

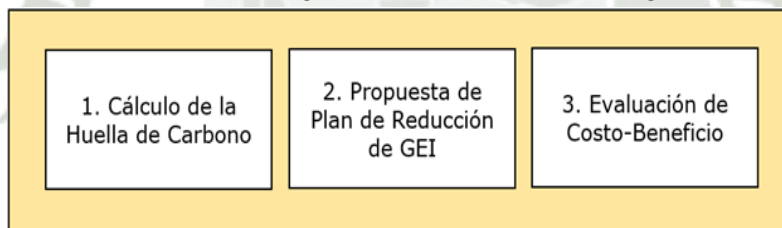
$$\text{Huella de Carbono} = \text{Datos de actividad} \times \text{Factor de emisión} \times \text{Potencial de calentamiento}$$

4.5. Metodología propuesta según objetivos específicos

En la Figura 04 podemos visualizar las etapas a seguir que se llevarán a cabo en la presente tesis. Estos están alineados a los objetivos específicos.

Figura 04. Resumen de metodología

Resumen de metodología



Nota. Elaboración propia

A continuación, se describe cada una de las etapas ejecutadas:

4.5.1. Cálculo de huella de carbono

4.5.1.1. Alcance del Inventario

Uno de los criterios para calcular la huella de carbono de una organización, según la norma ISO 14064-1 y el GHG Protocol, es restringir el cálculo en función de la descripción de la organización, el período de reporte y los límites organizacionales. A continuación, se los detallan:

4.5.1.2. Descripción de la Organización

En este apartado, se proporcionará una descripción detallada de la organización o empresa para la cual se realiza el inventario de gases de efecto invernadero. Se incluirá información relevante sobre la industria en la que opera y sus actividades principales.

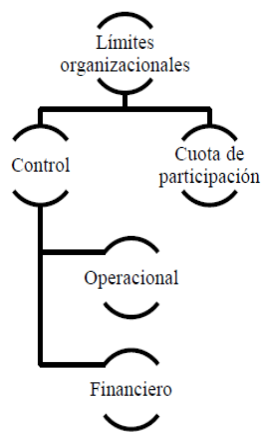
4.5.1.3. Período de Reporte

Se especificará el período de tiempo para el cual se está llevando a cabo el inventario de gases de efecto invernadero. El período de reporte abarcará tres años para que sea representativa según los objetivos del estudio.

4.5.1.4. Límites Organizacionales

Se establecerán claramente los límites dentro de los cuales se contabilizarán las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto incluirá las instalaciones, operaciones y actividades que serán consideradas en el inventario. Los límites organizacionales determinan de forma precisa qué instalaciones serán incluidas en el inventario de emisiones. Una vez identificadas todas las instalaciones, la norma ISO 14064-1 permite elegir entre dos enfoques, como se visualiza en la Figura 05.

Figura 05. Enfoques de los límites organizacionales
Enfoques de los límites organizacionales



Nota. Imagen adaptada de UNE ISO 14064-1.

4.5.1.5. Identificación de las fuentes de Emisiones de Gases de Efecto

Invernadero

En el marco de las actividades de la empresa DCR Minería y Construcción SAC, se llevó a cabo inicialmente la identificación de aspectos ambientales de sus actividades, en conformidad con la norma ISO 14001:2015. El propósito fundamental de este proceso es poder identificar las fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a partir de los aspectos ambientales de la empresa y mapa de procesos (Ver anexo 01 y 02 respectivamente). También se consideró el listado de fuentes de emisión del MINAM (Ver anexo 03) y se creó el procedimiento: DCR-AMBpro003: PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE HUELLA DE CARBONO (Ver anexo 03).

4.5.1.6. Determinación de emisiones indirectas a ser incluidas dentro del inventario

Se definieron criterios para determinar la significancia de las potenciales fuentes de emisión de GEI indirectas de forma anual, lo cual repercute en la inclusión dentro del cálculo de huella de carbono. Los criterios se podrán encontrar en el DCR-AMBpro003: PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE HUELLA DE CARBONO, ver Anexo 03.

4.5.1.7. Clasificación de los GEI

Se realizará la clasificación de GEI en base a las normas ISO 14064-1:2018 y el GHG Protocol.

4.5.1.8. Estandarización de datos para su recopilación

Una vez identificadas las fuentes de emisión directas e indirectas de GEI, se establecieron criterios específicos para la recopilación de los datos de actividad asociados a cada una,

con el fin de asegurar la calidad y trazabilidad de la información. A continuación, se describen los tomados:

- **Unidades de medida estándar:** Las unidades de medida estándar para cada fuente de emisión deben ser coherentes con las metodologías de cálculo utilizadas.
- **Fuentes primarias de información y registros requeridos:** Las fuentes primarias de información y registros requeridos para la recopilación de datos deben ser identificados y documentados.
- **Responsables de recopilación y verificación:** Los responsables de la recopilación y verificación de datos deben ser identificados y capacitados.
- **Periodicidad y plazos para entrega de datos:** La periodicidad y plazos para la entrega de datos deben ser definidos y comunicados a los responsables de la recopilación.
- **Formatos y sistemas de almacenamiento de la información:** Los formatos y sistemas de almacenamiento de la información deben ser definidos y estandarizados.
- **Tratamiento de datos brutos:** El tratamiento de datos brutos debe realizarse de acuerdo con las metodologías de cálculo utilizadas.

4.5.1.9. Recopilación de datos del periodo establecido

Se recopila la información anualmente según el periodo establecido.

4.5.1.10. Cálculo de Huella de Carbono

Se estimó las emisiones de GEI siguiendo la metodología y herramientas seleccionadas, para el periodo definido en el alcance del estudio. El proceso de cálculo se documentará en

un procedimiento para asegurar la trazabilidad. Para una mejor comprensión y alineado a la ISO 14064-1:2018 los resultados se dividieron en:

- Total de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el periodo de estudio
- Porcentaje de participación de las emisiones

4.5.2. Propuesta del Plan de Reducción de Gases de Efecto Invernadero

Se diseñó un Plan de Reducción centrado en las principales fuentes de emisiones, específicamente dirigido a una empresa de transporte pesado. Se evaluaron los factores internos y externos que afectan el consumo de combustible, considerando las características de la empresa y sus rutas, así como el nivel de influencia de cada factor. Con base en esta evaluación, se propusieron diversas medidas para reducir las emisiones. A continuación, se detalla la estructura del plan, abordando cada punto en función de los resultados del Inventario de Gases de Efecto Invernadero:

- I. Introducción
- II. Descripción de la Organización
- III. Diagnóstico de GEIs significativas
- IV. Objetivos y metas
- V. Alcance del Plan
- VI. Estrategias y medidas de Reducción de GEI

La estructura del Plan fue adaptada del formato proporcionado por el MINAM en el 2022.

4.5.3. Evaluación del Costo-Beneficio

4.5.3.1. Análisis de costos de implementación

Se estimarán los costos de inversión asociados a cada medida de reducción propuesta, considerando inversiones iniciales.

4.5.3.2. Viabilidad económica

Se evaluará la relación costo-beneficio de cada medida mediante indicadores como VAN, TIR y periodo de retorno de la inversión. Se priorizarán las opciones más viables económicamente. A continuación, se presentan las ecuaciones para este ejercicio:

Valor Actual Neto (VAN):

Ecuación 02. *Valor Actual Neto*

VAN = Valor Actual Neto

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

VAN = Valor Actual Neto

V_t = representa los flujos de caja de cada periodo de tiempo

I_0 = valor del desembolso inicial de la inversión

n = es el número de periodos considerado

k = es el tipo de interés

Tasa Interna de Retorno (TIR):

Ecuación 03. *Tasa Interna de Retorno*

Tasa Interna de Retorno

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0$$

Donde:

VAN = Valor Actual Neto

I_0 = valor del desembolso inicial de la inversión

C_n = Flujo de caja por la inversión en cada periodo de tiempo

N = es el número de periodos considerado

n = periodo en el que se obtiene el beneficio

r = es la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Periodo de Retorno o Payback

Ecuación 04.

Periodo de retorno

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Flujo de efectivo anual}}$$





CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados del cálculo de Huella de Carbono

Los datos y documentación necesaria para el cálculo de huella de carbono fueron colocados en los anexos, tal como se describen a continuación:

- Descripción de la organización – (Anexo 04): Política SIG
- Mapa de procesos – (Anexo 02)
- Límites de la organización – se visualización en el DCR-AMBpro003: PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE HUELLA DE CARBONO – (Anexo 03)
- Flujograma de identificación de fuentes de emisión – (Anexo 05)
- Las emisiones identificadas tanto de los aspectos como del listado de fuentes del MINAM se puede visualizar en el anexo 06 y 07
- Las emisiones significativas seleccionadas en base a los criterios establecidos por la ISO 14064-1:2018 se describen en los anexos 08, 09 y 10.
- La clasificación de los GEI a ser inventariados se encuentra en anexo 11
- La estandarización de datos y responsables de envío se pueden visualizar en los anexos 12 y 13.
- Los datos de recopilación de cada una de las fuentes de emisiones se encuentran en el anexo 15.

5.1.1. Determinación de emisiones indirectas a ser incluidas dentro del inventario

Se evaluó la significancia de las potenciales emisiones indirectas de GEI en base a los criterios descritos en los anexos para el periodo 2020, 2021 y 2022, los resultados se pueden visualizar en la siguiente tabla: (Anexo 8, Anexo 9 y Anexo 10).

5.1.2. Estandarización de datos para su recopilación

En el anexo 14 se logra visualizar los criterios de estandarización para a la recopilación de datos.

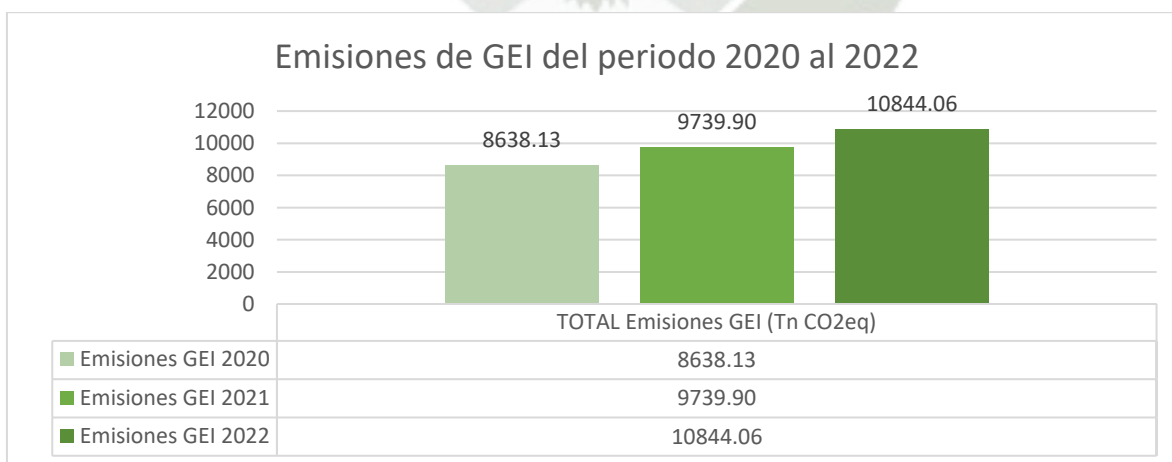
5.1.3. Cálculo de Huella de Carbono

- **Total de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el periodo de estudio**

La huella de carbono en empresas de transporte puede variar significativamente según la extensión y la cantidad de rutas que operan. Por ejemplo, TRANSPORTES LOGISTICO GRUPO HUAMAN S.A.C. reportó 954 toneladas de CO₂ equivalente Tn CO₂eq, mientras que DINET S.A. registró 1,270 Tn CO₂eq. Un caso similar al de nuestro estudio es el de CARGO TRANSPORT S.A.C., que reportó 9,305 Tn CO₂eq, lo que ilustra la variabilidad en la huella de carbono entre empresas del mismo sector (HC PERÚ, 2024). La gráfica 01 representa el resultado de cálculo de HC en el periodo de estudio teniendo un crecimiento anual promedio del 10.75%.

Gráfica 01. *Emisiones de GEI el periodo de estudio*

Total de Emisiones de GEI en el periodo de estudio



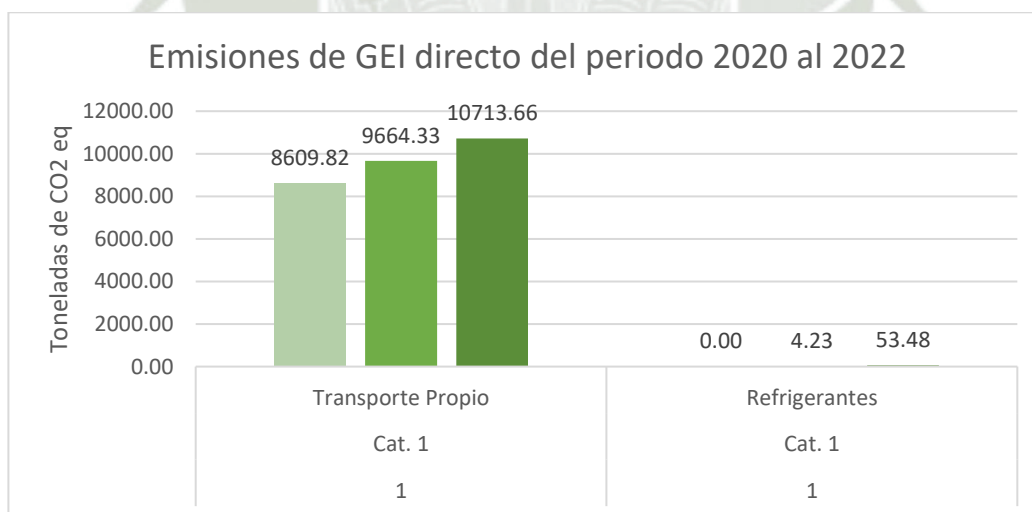
Nota. Elaboración Propia

- **Porcentaje de participación de las emisiones**

Las emisiones directas, principalmente derivadas del transporte propio y el uso de gases refrigerantes, destacan como la mayor fuente de emisiones en la empresa objeto de estudio, representando un 99.4% de participación. Este hallazgo está alineado con la naturaleza de la industria del transporte. Ejemplos concretos de esta tendencia se observan en los resultados de empresas como CARGO TRANSPORT S.A.C., que registró el 80.8% de sus emisiones como directas, "Empresas Unidas", con un 99.6% de emisiones directas, y Terrazos S.A.C., con el 61% de sus emisiones clasificadas como directas (Leiva, 2022; HC Perú, 2024; Rojas y Sánchez, 2021). En nuestro caso de estudio representa más del 90%, tal como se ve en la tabla 01. Las evoluciones de las emisiones directas en indirectas se presentan en las gráficas 02 y 03 respectivamente, siendo claramente superior las emisiones relacionadas al transporte propio.

Gráfica 02. Total de emisiones directas

Total de emisiones directas



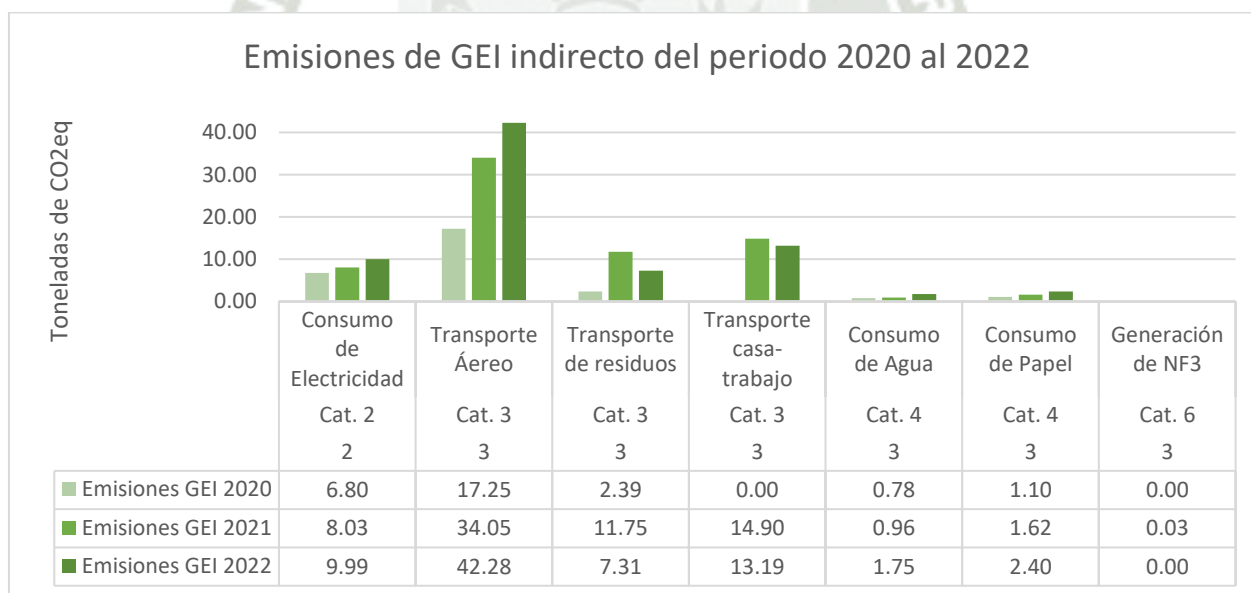
Nota. Elaboración Propia

En la gráfica 02 se destaca el impacto de las emisiones derivadas del transporte propio, principalmente relacionadas con el consumo de combustible, las cuales representan el 99.02% de las emisiones directas registradas. Este alto porcentaje refleja la intensa actividad de transporte de una empresa típica de este sector, caracterizada por un uso significativo de combustibles fósiles.

En contraste, las emisiones por fuga de refrigerantes constituyen solo el 0.2% del total de emisiones directas. Estas emisiones están vinculadas a eventos específicos de recarga de gases refrigerantes en los vehículos de la flota, donde las pérdidas de estos gases son mínimas en comparación con las emisiones generadas por el consumo directo de combustible.

Gráfica 03.

Total de emisiones indirectas



Nota. Elaboración Propia

La gráfica 03 destaca el impacto de las emisiones indirectas del transporte aéreo, generado por los viajes de trabajo de los empleados de la empresa analizada. Estas emisiones son

seguidas en magnitud por las del transporte diario de casa al trabajo y el consumo de electricidad. La tendencia general de la mayoría de las emisiones indirectas es al incremento, debido al aumento de los servicios ofrecidos por la empresa y a la reactivación económica posterior a la pandemia de COVID-19. En contraste, las emisiones del transporte de residuos y del transporte casa-trabajo muestran una tendencia a la baja. Para el transporte de residuos, se implementaron medidas que reducen la cantidad de residuos transportados y/o las distancias recorridas, disminuyendo así sus emisiones. Respecto al transporte casa-trabajo, la empresa introdujo buses para el personal, reduciendo las emisiones al cambiar el uso de vehículos privados por transporte colectivo. Las emisiones de NF3 están vinculadas con la fabricación de pantallas de plasma. Por esta razón, en el año 2022 se decidió no adquirir ni utilizar equipos que contribuyan a estas emisiones. Esta decisión ha resultado en un cálculo de huella de carbono igual a cero para esta fuente.

Tabla 01. *Porcentaje de participación de las emisiones*
Porcentaje de participación de las emisiones

Alcance	Categorías	Fuentes de emisión	Emisiones GEI (Tn CO ₂ eq) por fuente	Participación (%) del periodo*
1	Categoría 1	Transporte Propio	28988.722	99.20%
		Refrigerantes	57.714	0.20%
2	Categoría 2	Consumo de Electricidad	24.822	0.08%
3	Categoría 3	Transporte Aéreo	93.581	0.32%
		Transporte casa-trabajo	28.087	0.10%
		Transporte de residuos	21.448	0.07%
	Categoría 4	Consumo de Agua	3.489	0.01%
		Consumo de Papel	5.113	0.02%
Categoría 6	Generación de NF3	0.030	0.00%	
		Emisiones GEI (Tn CO ₂ eq) por fuente	29223.007	

*Los datos son la sumatoria de los años evaluados: 2020, 2021 y 2022

Nota. Elaboración propia

5.2. Resultados de la Propuesta del Plan de Reducción de GEI

Los resultados de la propuesta del Plan de Reducción se organizan por fuente de emisión, abarcando el transporte propio, seguido por el consumo de agua, energía eléctrica y fugas de gases refrigerantes. En la tabla 04 se presentan las fuentes de emisión, las estrategias implementadas y los efectos sobre las emisiones, tanto con cómo sin la aplicación de dichas estrategias. La estimación de la reducción se basó en los datos del último año del periodo de estudio, que corresponde al año 2022. Consulte el Anexo 17 para ver en detalle las medidas del Plan.

Tabla 02. Cuadro resumen de las estrategias propuestas y su reducción

Cuadro resumen de las estrategias propuestas y su reducción

FUENTE DE EMISIÓN	Estrategia propuesta	Emisiones SIN acción*	Emisiones CON acción*	Emisiones evitadas*	% de reducción medida**	% Total de reducción por fuente	Total de Emisiones reducidas*
Combustión de fuentes móviles	Eco conducción	10713.66	9642.29	1071.37	10%	33%	3535.51
	Sistema de retroalimentación (GPS)	10713.66	10285.11	428.55	4%		
	Incremento de hojas de ruta de viaje	10713.66	10177.98	535.68	5%		
	Implementación de copiloto virtual	10713.66	10177.98	535.68	5%		
	Instalación de sensores TPMS	10713.66	10285.11	428.55	4%		
	Instalación de equipo de alineamiento	10713.66	10177.98	535.68	5%		
Fuga de gases refrigerantes	Mantenimientos preventivos y correctivos más frecuentes	-	-	1.12	100%	100%	1.12
Consumo de energía eléctrica	Migración de luminarias convencionales a LED	2.61	1.09	1.52	15%	15%	1.47
Consumo de agua	Instalación de grifos ahorradores	0.25	0.05	0.20	12%	17%	0.29
Consumo de agua	Instalación de urinarios secos	0.04	0.00	0.04	2%		
Consumo de agua	Instalación de 02 botellas de agua 600 ml en inodoros	0.23	0.18	0.05	3%		

Total de emisiones reducidas*	3538.44
--------------------------------------	---------

Nota. Elaboración Propia

*Expresado en Tn CO₂eq.

**Porcentaje de reducción adoptada en base revisión bibliográfica.

Como se muestra en la tabla 02, se analizaron diversas estrategias, entre las que se incluyen la eco conducción, la retroalimentación de sistemas de GPS, el incremento de hojas de ruta de viaje, la implementación de copiloto virtual, la instalación de sensores TPMS y equipos de alineamiento. Estas estrategias se seleccionaron en función de su potencial para reducir las emisiones y mejorar la eficiencia operativa de la flota. La implementación de todas las medidas representaría una reducción del 32.63% con respecto al periodo 2022.

Las reducciones en emisiones se estimaron comparando escenarios con y sin la aplicación de cada estrategia. Por ejemplo, la adopción de la eco conducción permitió una reducción del 10%, lo que equivale a 1071.37 toneladas de CO₂. La implementación de sistemas de retroalimentación GPS, que proporciona información en tiempo real al conductor, contribuyó a una mejora en la eficiencia del combustible del 4%, resultando en una reducción de 428.55 toneladas de CO₂. Estas estrategias, combinadas, permitieron una reducción total del 32.60% en las emisiones de la combustión de fuentes móviles (Secretaría de Energía, 2019; Pineda y Xie, 2014; Stillwater et al., 2017; Pesántez y Boada, 2023).

Además de las estrategias enfocadas en el transporte, se propusieron medidas para otras fuentes de emisiones como el consumo de energía eléctrica y las fugas de gases refrigerantes. La migración a luminarias LED y el mantenimiento preventivo y correctivo más frecuente de equipos de refrigeración contribuyeron significativamente a la reducción de las emisiones en estas áreas. En términos de viabilidad, la implementación de estas estrategias es factible y puede llevarse a cabo de manera gradual.

La plataforma Volvo Connect, adoptada para la retroalimentación de GPS, es una solución adecuada dado que más del 90% de los tractos de la empresa son de esta marca y existe un convenio establecido con la misma. Esta herramienta facilita la visualización en tiempo real de los patrones de conducción y permite una retroalimentación semanal, optimizando así la operación de los vehículos. Los resultados obtenidos muestran que, con una adecuada planificación y administración del proceso de transporte, es posible no solo reducir los impactos ambientales sino también generar ahorros operativos significativos (Roberto, 2017; Steven, 2023; McClusky, 2014; Olivier Orfila et al., 2015; R. Thijssen et al., 2014).

5.3. Resultados de la Evaluación del Costo-Beneficio

5.3.1. Análisis de costos de implementación

Los costos asociados a las estrategias propuestas se desarrollaron a través de cotizaciones con proveedores del mercado peruano, cálculo de costos de horas hombre invertidas en capacitación, cotización de servicios, entre otros. En la tabla 03 se visualiza los costos de las estrategias propuestas:

Tabla 03.

Costos de las Estrategias Propuestas

Estrategia propuesta	Descripción	Inversión
Eco conducción	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación a los conductores en Eco conducción con la plataforma de SmartDriver de Canadá. - Capacitación del Curso de conducción eficiente del MTC - Aplicable dos veces al año y en inducciones 	S/ 30,900.00
Sistema de retroalimentación (GPS)	<ul style="list-style-type: none"> - Se comprará el paquete de VOLVO CONECT sobre seguridad donde incluye tablero de puntuación que sirve como retroalimentación sobre los patrones de conducción de los operadores. - Se dará retroalimentación semanalmente. 	S/ 3,469.91

Incremento de hojas de ruta de viaje	- Se realizará reconocimientos de Ruta y creación de hojas de ruta de viaje alternativas de las ya establecidas	S/ 32,760.00
Implementación de copiloto virtual	- Se comprará paquete de Tracklog más el aplicativo para el asistente virtual con las tables	S/ 277,064.00
Instalación de sensores TPMS	- Se instalarán sensores TPMS a cada unidad, la cual se podrá combinar con la Tablet de copiloto virtual para alertar de cualquier desperfecto de los neumáticos.	S/ 219,350.20
Instalación Equipo de alineamiento	- Instalación de equipo de alineamiento en sede principal	S/ 173,306.42
Mantenimientos preventivos y correctivos más frecuentes	- Aumentar la frecuencia de los mantenimientos de una a dos veces al año	S/ 2,360.00
Migración de luminarias convencionales a LED	- Compra e instalación de 159 fluorescentes LED de 120 cm y 86 fluorescentes de 60 cm.	S/ 10,970.52
Instalación de grifos ahorradores	- Compra e instalación de 10 grifos ahorradores	S/ 814.20
Instalación de urinarios secos	- Compra e instalación de 2 urinarios secos	S/ 589.74
Instalación de 02 botellas de agua 600 ml en inodoros	-	-
TOTAL		S/ 751,584.99

Nota. Elaboración Propia

El costo más elevado corresponde a la implementación de copilotos virtuales mediante la asignación de tablets a cada conductor, seguido por la adquisición de sensores TPMS. En el siguiente ítem se evalúa la viabilidad económica de estas medidas.

5.3.2. Viabilidad económica

La viabilidad económica de cada estrategia se basa en la recopilación de datos y sus costos asociados, en la tabla 04 podremos visualizar el cálculo de VAN, TIR, PayBack.

Tabla 04.

Viabilidad Económica de cada Estrategia

Estrategia propuesta	Inversión	Ahorro monetario	VAN	TIR	PB (meses)
Eco conducción	S/ 30,900	S/ 1,838,420	S/ 3,198,141	5848%	0.21

Sistema de retroalimentación (GPS)	S/ 3,469	S/ 735,368	S/ 1,304,028	21092%	0.06
Incremento de hojas de ruta de viaje	S/ 32,760	S/ 919,210	S/ 1,609,361	2803%	0.43
Implementación de copiloto virtual	S/ 277,064	S/ 919,210	S/ 1,363,371	2803%	3.62
Instalación de sensores TPMS	S/ 219,350	S/ 735,368	S/ 1,094,347	316%	3.58
Instalación Equipo de alineamiento	S/ 173,306	S/ 919,210	S/ 1,468,815	516%	2.26
Mantenimientos preventivos y correctivos más frecuentes	S/ 2,360	-S/ 2,360	-	-	-
Migración de luminarias convencionales a LED	S/ 10,970	S/ 8,742	S/ 4,648	38%	15.06
Instalación de grifos ahorradores	S/ 814.20	S/ 3,263	S/ 5,016	384%	2.99
Instalación de urinarios secos	S/ 589.74	S/ 664	S/ 598	77%	10.64
Instalación de 02 botellas de agua 600 ml en inodoros	S/ -	S/ 767	-	-	-

Nota. Elaboración Propia

En resumen, todas las estrategias analizadas en la tabla 04 muestran un Valor Actual Neto (VAN) positivo, lo que indica que el flujo de efectivo generado supera la inversión inicial. Las Tasas Internas de Retorno (TIR) son altas, sugiriendo un rendimiento de la inversión favorable. Además, el período de recuperación de la inversión (PayBack) es corto para la mayoría de las estrategias, lo que implica que la inversión inicial se recupera en poco tiempo. La estrategia con la mayor rentabilidad de la inversión es el Sistema de retroalimentación de GPS, seguido por la eco conducción. No obstante, la medida que más contribuye a evitar emisiones es la eco conducción, la cual mejora la eficiencia del uso de combustible en un 10%, en comparación con el 4% del Sistema de retroalimentación. Aunque la eco conducción genera un ahorro de costos de S/ 1,838,420, es menos rentable debido a los costos asociados con la capacitación de horas hombre, en contraste con el Sistema de retroalimentación, que solo requiere el pago de un costo de habilitación de

paquete, la cual sería nueve veces menor. Es importante destacar que ambas medidas se complementan entre sí: capacitar a los conductores en técnicas adecuadas de conducción y proporcionarles retroalimentación generará un efecto duradero y evitará que los conductores vuelvan a adoptar malas prácticas de conducción. Además, la investigación ha demostrado que la eco conducción, cuando se combina con dispositivos de recopilación de datos de conducción, mejora aún más la eficiencia del consumo de combustible, ya que permite controlar y reportar el comportamiento de los conductores (Alam y McNabola, 2014; Paulo Rettore et al., 2017).

El costo total de la implementación del Plan y su análisis de viabilidad económica se presentan en la siguiente tabla 05:

Tabla 05. *Costo total de la Implementación del Plan de Reducción*

Implementación del Plan	Inversión	Ahorro monetario	VAN	TIR	PB (meses)
	S/ 751,585	S/ 6,077,867	S/ 10,043,124	794%	1

Nota. Elaboración Propia

Los datos revelan que la ejecución del plan implica una inversión inicial de S/ 751,585, pero resultaría en un ahorro monetario de S/ 6,077,867. El Valor Actual Neto (VAN) del plan se estima en S/ 10,043,124, lo que indica que el valor presente de los flujos de efectivo generados supera notablemente la inversión inicial. La Tasa Interna de Retorno (TIR) del plan alcanza el 794%, lo que sugiere un retorno de la inversión muy elevado. Además, el período de recuperación de la inversión (Payback) se sitúa en 1 mes, lo que implica que la inversión inicial se amortiza en un breve lapso. Estos hallazgos sugieren que la implementación del plan, con la eco conducción destacando como la medida más efectiva

para mitigar las emisiones, sería altamente rentable y efectiva en términos de reducción de costos y emisiones de GEI, entre otros beneficios.

5.4. Discusión de resultados

La importancia de diseñar planes centrados en las principales fuentes de emisiones de carbono es crucial en la reducción efectiva de la huella de carbono. En este sentido, el plan propuesto se concentra principalmente en abordar las emisiones directas derivadas de la actividad de transporte, que representan más del 90% del total de emisiones. Esta estrategia se diferencia notablemente de otras investigaciones, como la realizada por Alfonso Coz (2020), que propone únicamente dos estrategias dirigidas a mejorar el consumo de combustible, a pesar de que este último constituye la principal fuente de emisiones, representando más del 90% del total. En la tabla 04 se observa que, al enfocarnos en las emisiones más relevantes, se consigue una reducción de 3535.51 toneladas de CO₂eq, lo que equivale al 32.60% del total de emisiones.

La consideración de las directrices establecidas en la normativa ISO 14064-1:2018 es esencial para la evaluación integral de las emisiones directas e indirectas, así como para la definición precisa de los límites organizacionales, respaldada por criterios previamente establecidos. La omisión del cálculo de las fuentes de emisión indirecta y la falta de definición adecuada de los límites organizacionales son problemas comunes en el cálculo de huella de carbono y por ende los Planes de Reducción de GEI no abordan las fuentes de emisión que mayor impacto tienen. Además, las estrategias convencionales rara vez abordan de manera efectiva las principales fuentes de emisiones en cada sector industrial. Un ejemplo claro de esto se evidencia en el estudio de Pinto y Rodríguez (2020), donde la huella de carbono se calcula exclusivamente para el área administrativa de la Unidad Minera de Pierina, dejando de lado el área operativa, que representa la principal fuente de emisiones. Este enfoque contrasta con la necesidad imperante de abordar todas las fuentes

de emisiones de acuerdo con las directrices establecidas en la normativa ISO 14064-1:2018.

La viabilidad económica de un plan de reducción de emisiones mediante la evaluación de diversas estrategias y su impacto financiero. Los resultados muestran que el plan es altamente rentable, con un Valor Actual Neto (VAN) positivo, una Tasa Interna de Retorno (TIR) elevada y un período de recuperación de la inversión (Payback) corto. Entre las estrategias más efectivas se destacan la eco-conducción y el sistema de retroalimentación GPS. La eco-conducción se posiciona como la estrategia más rentable, con un VAN de S/ 3,198,141 y una TIR del 5848%, aunque requiere una inversión inicial más alta debido a los costos de capacitación. Por otro lado, el sistema de retroalimentación GPS muestra también resultados sólidos, con un VAN de S/ 1,304,028 y una TIR del 21092%, caracterizándose por su bajo costo de implementación y rápida amortización. Otras estrategias como la instalación de grifos ahorradores y la migración a luminarias LED también arrojan resultados positivos en términos de VAN, TIR y Payback debido a su simplicidad y costo reducido.

La implementación del plan completo requiere una inversión inicial de S/ 751,585, pero promete un ahorro monetario significativo de S/ 6,077,867, resultando en un VAN total de S/ 10,043,124 y una TIR del 794%. Con un Payback de apenas 1 mes, el plan demuestra una recuperación rápida de la inversión.

Además de su viabilidad económica, se espera una mejora en la eficiencia operativa mediante la optimización de recursos y la reducción de costos operativos, así como un aumento en la competitividad gracias a la mejora de la imagen corporativa frente a clientes y socios sensibles a la responsabilidad ambiental.



CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

1. Durante los periodos de 2020, 2021 y 2023, se registraron huellas de carbono de 8638.13 toneladas de CO₂eq, 9739.90 toneladas de CO₂eq y 10844.06 toneladas de CO₂eq, respectivamente. Se determinó que la principal fuente de emisión estaba directamente relacionada con el consumo de combustible por la actividad de transporte, contribuyendo con más del 97% de las emisiones totales en los tres años analizados.
2. La implementación del Plan de Reducción de GEI se enfoca principalmente en mejorar la eficiencia del consumo de combustible en una empresa de transporte pesado. Mediante un análisis exhaustivo, se identificaron oportunidades para implementar estrategias ecoeficientes, lo que permite una reducción del 32.60% en las emisiones de gases de efecto invernadero, equivalente a 3535.51 toneladas de CO₂eq si se hubieran implementado en el año 2022. Estos resultados resaltan la efectividad del enfoque proactivo adoptado para abordar los desafíos ambientales en el sector del transporte.
3. El Valor Actual Neto (VAN) del plan se sitúa en S/ 6,077,867, lo que se ñala una rentabilidad considerable en comparación con la inversión inicial. La Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanza el 794%, lo que evidencia un retorno sustancial de la inversión. Además, el período de recuperación de la inversión (Payback) es de 1 mes, lo que sugiere una rápida amortización del capital inicial invertido. Estos hallazgos en conjunto indican que la ejecución del plan, con la eco conducción como la medida más eficaz para reducir las emisiones, sería altamente rentable y efectiva en la reducción de costos y emisiones de GEI, junto con otros beneficios.

6.2. Recomendaciones

1. Realizar un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que incluya las emisiones relacionadas con lubricantes y aceites: Dado que la empresa de transporte utiliza una gran cantidad de lubricantes y aceites en el mantenimiento de sus vehículos, es importante calcular y gestionar las emisiones asociadas a estos productos. Esto permitirá identificar áreas de mejora y desarrollar estrategias para reducir las emisiones.
2. Realizar un análisis de la huella de carbono de los proveedores: Dado que muchos de los productos e insumos utilizados por la empresa de transporte provienen de Lima, es crucial evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el transporte de estos productos hasta las instalaciones de la empresa. Realizar un cálculo de la huella de carbono de los proveedores permitirá identificar las áreas de mayor impacto y buscar oportunidades para reducir las emisiones mediante la optimización de la cadena de suministro, la selección de proveedores más sostenibles o la implementación de prácticas de transporte más eficientes.



7. REFERENCIAS

- Alam, y McNabola. (2014). A critical review and assessment of Eco-Driving policy & technology: Benefits & limitations. *Transport Policy*, 35, 42–49.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.05.016>
- Andrés, A., Rey, F., Cubillos, C., Martínez, G., Bocarejo, J., Sanchez, V., Demir, E., Abouarghoub, W. y Wilmsmeier, G. (2022). NECESIDADES DE CAPACITACIÓN-PROYECTO GIRO ZERO GIRO ZERO: Promoviendo al Transporte Automotor de Carga hacia las cero emisiones. https://girozero.uniandes.edu.co/system/files/2022-11/docs/5.2%20Training%20needs%20assessment%20%28TNA%29%20for%20the%20Colombian%20RFT%20Report_0.pdf
- Arboleda, M. (2010). Universidad del Azuay Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz MANUAL DE CONDUCCIÓN EFICIENTE PARA EL AHORRO DE COMBUSTIBLE. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6618/1/07638.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). Mitigación de gases de efecto invernadero en América Latina y el Caribe. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Carrasco, G., Schwalb, A., Tello, K., Vega, P. y Ugarte, C. (2020). Spatio-temporal co-occurrence of hotspots of tuberculosis, poverty and air pollution in Lima, Peru. *Infect Dis Poverty*, 9(32). Recuperado de <https://idpjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40249-020-00647-w#citeas>
- Cindy Silva Vivanco, Raymundo Mogollón Ñañez, Díaz, S. y Chumpitaz, V. (2021). Costo de la contaminación del aire por material particulado generado por el transporte vehicular en Lima Metropolitana. *Natura@Economía*, 6(2), 146–166.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9095428.pdf>

Coz Huilca, A. (2020). Estimación y reducción de la huella de carbono en la empresa Cargo Transport SAC sede los Sauces distrito de Ate – provincia de Lima, años 2016 – 2017.

EPA. (2021). Emisiones de dióxido de carbono | US EPA. US EPA. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>

Fernández Prieto, S. (2013). Cálculo de huella de carbono corporativa en industria del sector cerámico.

Fernando, L., Ray, O., Ninapaytan Gómez Arevalillo, Mayte y Alcázar, D. (2016). Gestión ecoeficiente del sector transporte terrestre de pasajeros en el Perú. Pucp.edu.pe. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7641>

Gallego, J. A. L., Marín, S. L., Romero, C. L., Montoya, J. D. V., Castrillón, L. Á. E. y Pareja, S. R. (2020). Desarrollo de un aplicativo móvil y web que calcule la huella de carbono en el sector educativo y transporte. Lámpsakos, (23), 45-55.

GIZ. (2020). Movilidad urbana amigable con el medio ambiente en Lima y Callao. Disponible en: [https://www.giz.de/en/downloads/Factsheet_NAMA%20Support%20Project%20\(TRANSPer%C3%BA\)_ES.pdf](https://www.giz.de/en/downloads/Factsheet_NAMA%20Support%20Project%20(TRANSPer%C3%BA)_ES.pdf)

Hernández, S. R. (2018). Metodología de la investigación. (6a. ed. --.). México D.F.: McGrawHill.

HC PERÚ. (2024). Minam.gob.pe.

<https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/listadoInscritos/99>

INYCOM. (2021). Huella de Carbono. Blog de Inycom Industria; Inycom Industria. <https://inycomindustria.com/blog/eficiencia-energetica/huella-de-carbono/>

IPCC. (2018). *Glosario*.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf

ISO (2015). ISO 14001:2015. Sistema de Gestión Ambiental - Requisitos con orientación para su uso.

ISO. (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. Recuperado 28 de octubre de 2021, de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es>

ISO. (2019). ISO 14064-3:2019. ISO. <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/64/66455.html>

Jill Velezmoro Jauregui. (2022). Reducción de emisiones en el transporte de carga en Perú - Changing Transport. Changing Transport. <https://changing-transport.org/reduccion-de-emisiones-en-el-transporte-de-carga-en-peru/>

Kobayashi, I., Tsubota, Y., y Kawashima, H. (2007). Eco-driving simulation: evaluation of eco-driving within a network using traffic simulation. WIT Transactions on the Built Environment. <https://doi.org/10.2495/ut070701>

Leiva, S. (2022). Determinación de la huella de carbono aplicando el Green House Gas (GHG) en la empresa de transportes Terrazos S.A.C. Upeu.edu.pe. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/5533>.

Lopez, G. y Mendoza, F. (2012). Resumen boletines - Instituto Mexicano del Transporte. Imt.mx. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=372&IdBoletin=139>

- McClusky, B. (2014). How Adverse Weather Affects Our Fuel Economy. Teamrunsmart.com.
<https://www.teamrunsmart.com/articles/truck-smart/maintenance/december-2014/how-adverse-weather-affects-our-fuel-economy>
- Mery, H. (2013). Medición y reducción de la huella de carbono de Chilexpress. Uchile.cl.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/114716>
- Milena, S. y Arturo, D. (2015). Salud y Medio Ambiente: estrategias metodológicas para valorar el impacto de los daños ambientales sobre la salud. Revista Salud Uninorte, 31(2), 367–384.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522015000200016
- MINAM. (2010). MINAM, Portal de Cambio Climático. Obtenido de
<http://cambioclimatico.minam.gob.pe/cambio-climatico/sobre-cambio-climatico/que-lo-origina/>
- MINAM. (2012). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. Recuperado de
<https://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Glosario-de-Terminos.pdf>
- MINAM. (2020). Guía de cálculo de las emisiones GEI para la HC Perú. Obtenido de:
<https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/>
- MINAM. (2020). Herramienta Huella de Carbono Perú contribuye a incrementar la competitividad y reputación de las instituciones.
<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/304862-herramienta-huella-de-carbono-peru-contribuye-a-incrementar-la-competitividad-y-reputacion-de-las-instituciones>
- Narayan Babu Dhital, Wang, S., Lee, C.-H., Su, J., Tsai, M.-Y., Ying-Jih Jhou, y Yang, H.-H. (2021). Effects of driving behavior on real-world emissions of particulate matter, gaseous pollutants and particle-bound PAHs for diesel trucks. Environmental Pollution, 286, 117292–117292. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117292>

NASA. (2023). ¿Qué es el efecto invernadero? – Climate Change: Vital Signs of the Planet. Climate Change: Vital Signs of the Planet. <https://climate.nasa.gov/faq/70/que-es-el-efecto-invernadero/>

Olivier Orfila, Guillaume Saint Pierre, y Mickaël Messias. (2015). An android based ecodriving assistance system to improve safety and efficiency of internal combustion engine passenger cars. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 58, 772–782. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.04.026>

ONU. (1992). CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Paulo Rettore, Campolina, A. B., Villas, L. A., y Loureiro, A. (2017, July). *A Method of Eco-Driving Based on Intra-Vehicular Sensor Data*. ResearchGate; unknown. https://www.researchgate.net/publication/317689301_A_Method_of_Eco-Driving_Based_on_Intra-Vehicular_Sensor_Data

Pesántez, A., y Boada, F. (2023). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/24830/1/CD%2013498.pdf>

Pineda, L., y Xie, Y. (2014). PROGRAMAS DE ECO-CONDUCCIÓN (ECO-DRIVING) DE CAMIONES ESTADO ACTUAL EN AMÉRICA LATINA Y MEJORES PRÁCTICAS INTERNACIONALES. <https://theicct.org/sites/default/files/publications/eco-driving-latam-ESP-jun2021.pdf>

Pinto, D. y Rodríguez, D. (2020). Generación de una plataforma digital con base ecoinformática para la estimación de huella de carbono y huella hídrica y propuesta para su reducción. Caso: Área administrativa Unidad Minera Pierina (Huaraz-Ancash). Ucsm.edu.pe;

- Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/abdb0d4a-e2f8-474e-b0d3-4d933c79e521>
- Pylysy, P., Lylykangas, K. y Kurnitski, J. (2020). Buildings' energy efficiency measures effect on CO2 emissions in combined heating, cooling and electricity production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 134, 110299. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110299>
- Quispe Zapana, G. R. (2020). La huella del carbono relacionado del consumo del combustible de las unidades de transporte de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Rivela, B., Guayanlema, V., Corral, Á. y Quintana, P. (2014). Líneas estratégicas de acción en el sector transporte para la mitigación del cambio climático en Ecuador. *Revista de Política Exterior Sur, Línea*, 3(7), 90-108.
- Roberto. (2017). Problema de optimización de consumo de combustible en las rutas de transporte terrestre de mercancías. - Repositorio Institucional UANL. *Uanl.mx*. <http://eprints.uanl.mx/14389/1/1080249809.pdf>
- Rojas, W., y Sánchez, S. (2021). Determinación de la Huella de Carbono en la Empresa de Transportes "Empresas Unidas" Ruta Jaén-San Ignacio-Cajamarca, 2021. *Unj.edu.pe*. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/445>
- Romero Cabrera, R. A. (2019). Estrategias de reducción y mitigación de la huella de carbono corporativa en la red de telecomunicaciones de la Empresa en la ciudad de Quito (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).
- Rjtg René Thijssen, Theo Theo Hofman, y Jrc Jaap Ham. (2014). Ecodriving acceptance: An experimental study on anticipation behavior of truck drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 22, 249–260. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2013.12.015>

Sanguinetti, C. M., y Ortiz, F. Q. (2014). Análisis de Ciclo de Vida en la determinación de la energía contenida y la huella de carbono en el proceso de fabricación del hormigón premezclado. Caso estudio planta productora Región del Bío Bío, Chile. *Hábitat Sustentable*, 16-25.

Secretaría de Energía. (2019). Guía de para el GESTIÓN EFICIENTE TRANSPORTE AUTOMOTOR DE CARGAS de la República Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_gestion_eficiente_de_flotas_2019.pdf

Stillwater, T., Kurani, K. S., y Mokhtarian, P. L. (2017). The combined effects of driver attitudes and in-vehicle feedback on fuel economy. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 52, 277–288. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.02.013>

SWIS. (2023). Los vehículos generan el 58 % de la contaminación del aire en Lima y su vecina Callao. SWI Swissinfo.ch. https://www.swissinfo.ch/spa/per%C3%BA-contaminaci%C3%B3n_los-veh%C3%ADculos-generan-el-58---de-la-contaminaci%C3%B3n-del-aire-en-lima-y-su-vecina-callao/48743810

Tintaya, a. (2023). *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de Procesos Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Cálculo de la Huella de Carbono y Reducción de Dióxido de Carbono equivalente mediante medidas de eficiencia energética en la empresa Servosa Cargo SAC de la región de Arequipa. para optar el título profesional de:* <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2107ae1e-d6c0-45f8-a3c2-5fdd9cfc169a/content>

- Vdovic, H., Babic, J. y Podobnik, V. (2021). Eco-efficient driving pattern evaluation for sustainable road transport based on contextually enriched automotive data. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127564. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127564>
- Wiedmann, T. y Minx, J. (2008). A definition of 'carbon footprint'. *Ecological economics research trends*, 1(2008), 1-11.
- Wilmsmeier, G. (2021). Las cuatro estrategias para reducir las emisiones del Transporte Automotor de Carga colombiano | Red Giro Zero. [Uniandes.edu.co. https://girozero.uniandes.edu.co/blog/las-cuatro-estrategias-para-reducir-las-emisiones](https://girozero.uniandes.edu.co/blog/las-cuatro-estrategias-para-reducir-las-emisiones)
- Xu, J., Tu, R., Ahmed, U., Amirjamshidi, G., Hatzopoulou, M. y Roorda, M. J. (2021). An eco-score system incorporating driving behavior, vehicle characteristics, and traffic conditions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95, 102866. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102866>
- Yuleysi, S., Alejandra, y Flor. (2019). La ecoeficiencia y su incidencia en la huella de carbono de la sede principal de la Municipalidad de Magdalena del Mar, periodo 2019-2021. *Unac.edu.pe*. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/7572>
- Yanzhi, X., y Hanyan, Li., Haobing, Liu., Rodgers, M., y Guensler, R. (2017). Eco-driving for transit: An effective strategy to conserve fuel and emissions. *Applied Energy*, 194: 784-797 <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.09.101>



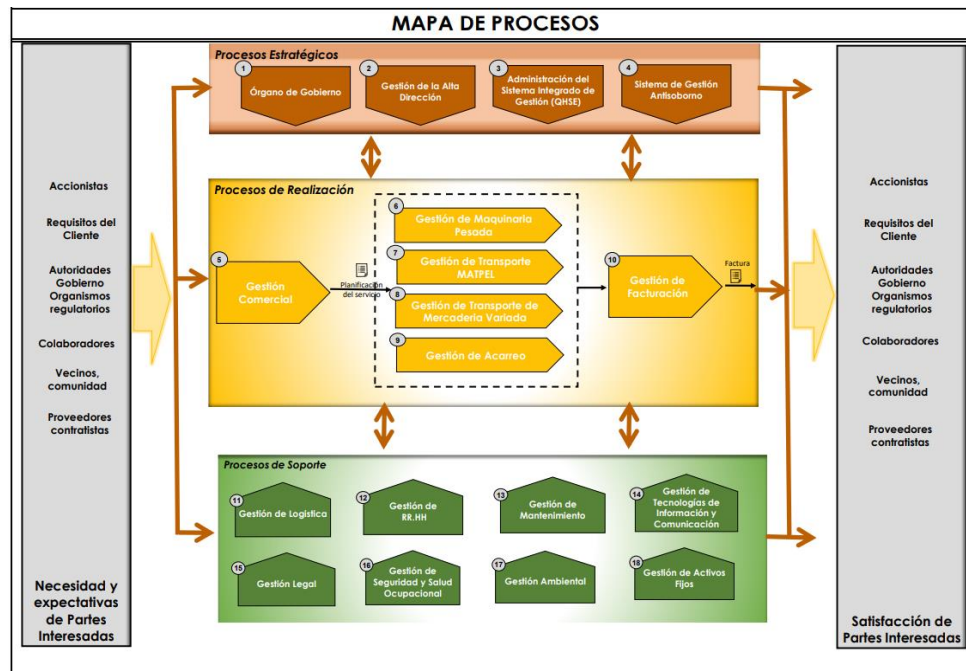
CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

Anexo 01: Aspectos Ambientales de la empresa

Aspecto Ambiental	Aspecto Ambiental
Atropello de fauna local	Generación de efluentes
Consumo de agua	Generación de RAEE
Consumo de combustible	Generación de residuos sólidos
Consumo de Energía Eléctrica	Generación de residuos sólidos peligrosos
Consumo de papel	Potencial de derrame de productos químicos
Emisión de gases por la combustión	Potencial derrame de Mercadería en General
Emisión de polvo	Potencial derrame de MATPEL
Emisión de ruido	Remoción de cobertura vegetal
Fuga de gases refrigerantes	

Anexo 02: Mapa de Procesos



Anexo 03: Procedimiento para la Recopilación Calculo y Reporte de huella de Carbono



DCR-AMBpro003

Versión: 03

PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE
HUELLA DE CARBONO



PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE HUELLA DE CARBONO

N° DE COPIA:	
COPIA ASIGNADA A:	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Firma:	Firma:	Firma:
Giannina García M.	Angela Corrales R.	Angela Corrales R.
Fecha: 14/11/2023	Fecha: 14/11/2023	Fecha: 14/11/2023

DCR MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Página 1 de 17

El usuario es responsable de verificar, previo a su uso, la vigencia del presente documento en la Intranet DCR. Las versiones impresas son copias "No controladas".

DCR-AMBpro003

Versión: 03

PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE
HUELLA DE CARBONO

CAMBIOS REALIZADOS EN ESTE DOCUMENTO

Nº de Revisión	Fecha	Cambio realizado
00	25/08/2021	1. Se crea el procedimiento
01	15/01/2022	1. Se actualizo todo el documento en base a la ISO 14064-1:2018.
02	17/09/2022	1. Se incremento los ítems 6.6 y 6.7 relacionados a la gestión de calidad del inventario y recalcuro del año base.
03	14/11/2023	1. Se actualizo el apartado 6.3 concerniente a la recopilación de datos y responsables de envío

CONTENIDO

1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. RESPONSABLES	4
4. REFERENCIAS	4
5. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES	4
6. DESARROLLO	7
6.1. CONSIDERACIONES GENERALES	7
6.2. DETERMINACIÓN DE EMISIONES INDIRECTAS A INCLUIR EN EL INVENTARIO DE GEI 8	
6.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	8
6.4. RESPONSABLES DEL REPORTE DE DATOS	10
6.5. CONSIDERACIONES PARA EL INVENTARIO	11
6.6. GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL INVENTARIO	11
6.7. RECALCULO DE AÑO BASE	12
7. REGISTROS	12
8. ANEXOS	12

1. OBJETIVO

Describir la metodología utilizada por DCR Minería y Construcción S.A.C. (en adelante DCR) para realizar un correcto inventario de Gases de Efecto Invernadero.

2. ALCANCE

Se aplica a todos los procesos de DCR Minería y Construcción S.A.C. a excepción de frentes mineros. Además, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Límites organizacionales: El cálculo de las emisiones de DCR se realiza bajo el enfoque de control operacional (según la ISO 14064-I), es decir, sobre aquellas actividades sobre las que tiene autoridad para introducir e implementar sus políticas operativas.

3. RESPONSABLES

3.1. GERENTE GENERAL

- Analizar y/o aprobar las mejoras propuestas en el informe de mejora.
- Brindar el liderazgo y recursos necesarios para llevar a cabo la recopilación correcta de información.

3.2. JEFE DE PROCESO/ÁREA

- Velar por el cumplimiento del presente procedimiento.
- Reportar mensualmente la información requerida por el área de QHSE para el cálculo de huella de carbono.
- Brindar soporte y apoyo en las verificaciones del inventario de huella de carbono.

3.3. PERSONAL QHSE*

- Recopilar la información necesaria para el cálculo de la huella de carbono.
- Verificar y analizar la información recolectada para reducir el sesgo y la incertidumbre, en la medida de lo posible y que sea compatible con la metodología dispuesta por el MINAM.
- Identificar posibles nuevas fuentes de emisión y establecer metodologías apropiadas para correcto cálculo de huella de carbono.
- Conservar la información recopilada.
- Verificar la calidad del inventario constantemente.

*Nota: El personal que realiza el inventario de GEI debe tener formación en la ISO 14064-1.

3.4. PERSONAL EN GENERAL

- Cumplir lo estipulado en el presente procedimiento.

4. REFERENCIAS

- ISO 14064-1:2018 Cálculo de Huella de Carbono a nivel corporativo.
- MGF-021 - Guía Técnica para el cálculo de Huella de Carbono - MINAM

5. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES

DCR MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Página 4 de 17

El usuario es responsable de verificar, previo a su uso, la vigencia del presente documento en la Intranet DCR. Las versiones impresas son copias "No controladas".

5.1. DEFINICIÓN(ES)

- **ISO 14064-1:** Norma internacional que la cual especifica los principios y requisitos para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel de la organización. Incluye requisitos para el diseño, desarrollo, gestión, informe y/o verificación del inventario de GEI de una organización.
- **Huella de Carbono de una organización:** Se entiende como huella de carbono "la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por una organización" y el cual es expresado en toneladas de CO₂e
- **Principios - Huella de carbono:** La aplicación de los principios es fundamental para asegurarse de que la información relacionada con los GEI es verdadera y justa. Los principios son la base para los requisitos, y guiarán su aplicación en este documento.
 - **Pertinencia:** Seleccionar las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiados para las necesidades del usuario previsto.
 - **Integridad:** Incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI.
 - **Coherencia:** Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEI.
 - **Exactitud:** Reducir el sesgo y la incertidumbre, en la medida de lo posible.
 - **Transparencia:** Divulgar información suficiente y apropiada relacionada con los GEI, para permitir que los usuarios previstos tomen decisiones con confianza razonable.
- **Factor de Emisión:** Ratio que relaciona el dato de actividad con la emisión de GEI. Expresado en toneladas de GEI /ud. (dependiendo la unidad de las unidades del dato de actividad).
- **Enfoque control:** La organización considera todas las emisiones y/o remociones de GEI en las instalaciones sobre las cuales tiene control operacional o control financiero.
- **Dato de Actividad:** Medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión, como electricidad o combustible consumido. Estos se dividen en dos:
 - **Datos primarios:** valor cuantificado de un proceso o una actividad obtenido a partir de una medición directa o de un cálculo basado en mediciones directas.
 - **Datos secundarios:** datos obtenidos de fuentes diferentes a los datos primarios.
- **Potencial de calentamiento global:** Factor que describe el impacto sobre el cambio climático de cada tipo de GEI. Este factor se formula con base en la unidad de referencia, el CO₂, y por ello se expresa en toneladas de CO₂e /t GEI (existe un factor para cada tipo de GEI).

- **Gases de Efecto Invernadero (GEI):** Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural o antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Estos gases son la principal causa del calentamiento global.

Los GEI se miden en toneladas equivalentes de CO₂eq y los seis gases listados en el Protocolo de Kioto son: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocarbonos (HFCs); perfluorocarbonos (PFCs); y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Las emisiones están clasificadas en dos tipos:

- **Emisiones directas de GEI:** son emisiones de fuentes que son propiedad de o están controladas por la organización. De una manera muy simplificada, podrían entenderse como las emisiones liberadas in situ en el lugar donde se produce la actividad, por ejemplo, las emisiones debidas al sistema de calefacción si éste se basa en la quema de combustibles fósiles.
 - **Emisiones indirectas de GEI:** son emisiones consecuencia de las actividades de la organización, pero que ocurren en fuentes que son propiedad de o están controladas por otra organización. Un ejemplo de emisión indirecta es la emisión procedente de la electricidad consumida por una organización, cuyas emisiones han sido producidas en el lugar en el que se generó dicha electricidad.
- **Alcance:** divide a las emisiones en directas e indirectas, entendiéndose a las primeras como las emisiones de GEI de fuentes que son de propiedad de los organizadores del evento o están controlados por ellos. Las emisiones indirectas corresponden a aquellas que provienen del uso de energía comprada y de las fuentes que no son de propiedad ni están controlados por la organización.
 - **Alcance 1. Emisiones Directas GEI:** Son emisiones de fuentes que son propiedad de la empresa o están controladas por ella.
 - **Alcance 2. Emisiones Indirectas GEI:** Son emisiones derivadas de la generación de electricidad adquirida (comprada) y consumida por la empresa. Estas emisiones ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada.
 - **Alcance 3. Otras emisiones Indirectas:** Es una categoría de reporte que incluye el resto de las emisiones indirectas. Estas emisiones de GEI son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la misma.

Nota: En la versión 2018 de la ISO 14064-1 se dividen los alcances mencionados en 6 categorías. Para una mejor orientación ver el anexo 4.

- **SIG.** Denominación que recibe el Sistema Integrado de Gestión de la empresa DCR Minería y Construcción S.A.C. basado en las normas internacionales ISO 14001, ISO 9001 e ISO 45001.

5.2. ABREVIATURA(S)

- **SIG.** Sistema Integrado de Gestión de DCR Minería y Construcción S.A.C.
- **HC.** Huella de Carbono
- **MINAM.** Ministerios del Ambiente
- **GEI.** Gases de efecto invernadero
- **CO₂e_q.** Dióxido de carbono equivalente
- **FNA.** Formatos de nivel de actividad

6. DESARROLLO

6.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La recopilación e inventario de GEI se desarrollará en base a los principios de pertenencia, integridad, coherencia y exactitud.

Límites de la organización

Se aplica a todos los procesos de DCR Minería y Construcción S.A.C. ubicados en la variante de Uchumayo KM 2.5 – Cerro Colorado – Arequipa.

Modelo de cuantificación

El modelo de cuantificación seleccionado, es el que se muestra en la figura 1, la cual se basa en la recolección de datos de fuentes, factores y potenciales de calentamiento. Fue elegido debido a su amplia validación y alta disponibilidad de datos. Este enfoque se considera adecuado para representar con precisión las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI). Se optó por este modelo en lugar de la medición directa, ya que este último método implicaría costos adicionales significativos para el ejercicio de inventario. Del mismo modo, se descartó el enfoque de balance de masas debido a sus limitaciones y complejidad y el Método Compuesto de las Cuentas Contables.

$$\text{Emisiones_GEI} = \text{Nivel_Actividad} \times \text{Factor_Emisión}$$

Figura 1: Modelo escogido para el cálculo de las emisiones de GEI

Nota: Los modelos de cuantificación de cada fuente de emisión se describen en la MGF-021 - Guía Técnica para el cálculo de Huella de Carbono - MINAM

Enfoque de consolidación de GEI

La elección del enfoque de control operacional se justifica para la empresa DCR debido a que tienen control operacional sobre sus instalaciones en Variante de Uchumayo KM 2.5. Este enfoque facilita el ejercicio de inventario de GEI, ya que permite incluir el 100% de las emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales la empresa ejerce control operacional directo. Según la norma ISO 14064-1:2018, el enfoque de control operacional implica que la entidad, o alguna de sus subsidiarias, tiene autoridad plena para introducir e implementar políticas operativas en las fuentes de emisión.

Además, el enfoque de control operacional posibilita la implementación de medidas de mitigación específicas sobre las fuentes identificadas, lo que contribuye a una gestión más efectiva de la huella de carbono. Por lo tanto, la elección del enfoque de control operacional es coherente con las prácticas recomendadas y resulta ser la

opción más adecuada para la empresa DCR en la elaboración de su huella de carbono.

Revisión de enfoque, límites de organización

Los límites y enfoque de la organización se revisarán anualmente como motivo de poder ampliar las actividades, fuentes de GEI o instalaciones (sedes) a incluir dentro del inventario.

Verificación del inventario de GEI

La verificación del inventario de los GEI deberá de realizar de manera anual como parte de nuestras revisiones técnicas periódicas.

Sobre la selección de fuentes de GEI

Para la selección de las fuentes de GEI se deben identificar de acuerdo a las categorías y alcances de la norma ISO 14064-1:2018 y GHG PROTOCOL respectivamente. Para mayor alcance ver Anexo 5: Posibles fuentes de emisión.

6.2. DETERMINACIÓN DE EMISIONES INDIRECTAS A INCLUIR EN EL INVENTARIO DE GEI

Para la selección de las fuentes de emisión indirectas se considerarán los criterios descritos en la tabla 1.

Tabla 1: Criterios para la evaluación de GEI indirectos significativos

Nº	CRITERIO	¿Qué hacemos?	Significativo si...
1	Magnitud Volumen	Primera estimación del valor de las emisiones*	Supone más de un 10% del total de las emisiones de alcance 3.
2	Nivel de influencia	Creamos 3 niveles de influencia: bajo, medio o alto.	Tiene un nivel Alto de influencia.
3	Acceso a la información	Creamos 3 niveles de acceso: bajo, medio o alto.	Tiene un nivel Alto de facilidad de acceso a la información.
4	Precisión	Creamos 3 niveles de precisión: bajo, medio o alto.	Tiene un nivel Alto de precisión.

Nota:

*El nivel alto medio y bajo, serán representados por los colores de rojo, amarillo y verde respectivamente, con excepción del criterio de Magnitud/Volumen el cual tiene un nivel de alto y bajo.

El listado de emisiones significativas se menciona en la tabla QHSE-DCR-tab008 - Lista de emisiones de gases de efecto invernadero significativas.

6.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Una vez identificadas las fuentes de emisión directas e indirectas de GEI, se tomaran en cuenta los siguientes criterios para la recopilación de los datos de actividad asociados a cada una de las fuentes de emisión, con el fin de asegurar la calidad y trazabilidad de la información. Los criterios son:

	Criterio	Descripción
1	Unidades de medida estándar	Las unidades de medida estándar para cada fuente de emisión deben ser coherentes con las metodologías de cálculo utilizadas.

DCR-AMBpro003

Versión: 03

**PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE
HUELLA DE CARBONO**

2	<i>Fuentes primarias de información y registros requeridos</i>	Las fuentes primarias de información y registros requeridos para la recopilación de datos deben ser identificados y documentados.
3	<i>Responsables de recopilación y verificación</i>	Los responsables de la recopilación y verificación de datos deben ser identificados y capacitados.
4	<i>Periodicidad y plazos para entrega de datos</i>	La periodicidad y plazos para la entrega de datos deben ser definidos y comunicados a los responsables de la recopilación.
5	<i>Formatos y sistemas de almacenamiento de la información</i>	Los formatos y sistemas de almacenamiento de la información deben ser definidos y estandarizados.
6	<i>Tratamiento de datos brutos</i>	El tratamiento de datos brutos debe realizarse de acuerdo con las metodologías de cálculo utilizadas.

En base a los criterios mencionados se detallan las fuentes de emisión identificadas y la información a recolectar:

Fuente de emisión	Detalle	Información a recopilar	Fuentes primarias de información y registros requeridos
Transporte propio	Quema de combustible en unidades móviles.	Galones de combustible y tipo de combustible	Reporte de compra de combustible
Uso de aire acondicionado (oficinas)	Recarga de gases refrigerantes provenientes del uso de aires acondicionados	Kg de gas refrigerantes recargados y tipo de gas refrigerante	Informe de mantenimiento de aire acondicionado
Uso de aire acondicionado (vehículos)	Recarga de gases refrigerantes provenientes del uso de aires acondicionados	Kg de gas refrigerantes recargados y tipo de gas refrigerante	Correos del proveedor sobre la cantidad recargada de gas
Transporte casa-trabajo	Transporte terrestre de personal de la empresa (información se recopila con encuestas)	Promedio de viajes, días laborables y distancia promedio por viaje del personal.	Encuesta*
Transporte aéreo	Vuelos aéreos nacionales	Kilómetros recorridos por origen-destino (tramo) y número de veces de viaje por tramo	Tickets de vuelo
Transporte de residuos sólidos transportados	Transporte de residuos sólidos transportados	Kilómetros recorridos por hacia la disposición final de residuos (tramo),	Certificados de disposición final de residuos

DCR MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Página 9 de 17

El usuario es responsable de verificar, previo a su uso, la vigencia del presente documento en la Intranet DCR. Las versiones impresas son copias "No controladas".

DCR-AMBpro003

Versión: 03

**PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE
HUELLA DE CARBONO**

		número de veces de viaje por tramo y peso transportado	
Consumo de agua	Consumo de agua potable de la red pública (en m3)	M3	Recibo de agua
Consumo de papel	Papel bond usado en las actividades	Paquetes de papel A4 y A3 comprados	Reporte resumen de paquetes de papel A4 y A3 comprado o consumido
Consumo de energía eléctrica	Consumo de electricidad del SEIN (en KWh)	KWh	Recibo de luz
Compra de pantalla LCD	Generación indirecta de NF3 por la compra de pantallas planas tipo TFT (LCD)	Dimensiones de la pantalla	Mediciones insitu, o ficha técnica de TV plasma.

Nota: * La encuesta se realizó para el personal que labora en las instalaciones de la empresa, excluyendo al personal conductor. Este último trabaja bajo el régimen minero de los diferentes clientes, lo cual implica rutas variables y demandas cambiantes según los requerimientos de los clientes. Además, se tienen 54 rutas lo cual dificulta más medir los recorridos, así como también viajes con alta pernoctación. Debido a la naturaleza dinámica de sus rutas y al uso variable de transporte externo para llegar al trabajo, encuestar a este personal no sería preciso ni representativo de sus condiciones laborales.

6.3.1. RESPONSABLES DEL REPORTE DE DATOS

Las jefaturas o personal asignado deberán reportar la información solicitada al personal de QHSE, en el siguiente cuadro se detallan los responsables:

Información solicitada	Periodicidad y plazos para entrega	Tipo de envío	Responsable de la información
Reporte de compra de combustible	Anual	Vía correo: archivo digital	Jefe de Contabilidad
Informe de mantenimiento de aire acondicionado	Anual	Vía correo: archivo digital	Personal de QHSE
Correos del proveedor sobre la cantidad recargada de gas	Mensual	Vía correo	Personal de QHSE
Encuesta	Anual	Vía WhatsApp	Personal de QHSE
Tickets de vuelo	Mensual	Vía correo: archivo digital	Asistente de gerencia
Certificados de disposición final de residuos	Mensual	Vía correo: archivo digital	Personal de QHSE
Recibo de agua	Mensual	Vía correo: archivo digital	Asistente de gerencia

DCR-AMBpro003

Versión: 03

**PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPIACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE
HUELLA DE CARBONO**

Reporte resumen de paquetes de papel A4 y A3 comprado o consumido	Anual	Vía correo: archivo digital	Jefe de Contabilidad
Recibo de luz	Mensual	Vía correo: archivo digital	Asistente de gerencia
Mediciones insitu, o ficha técnica de TV plasma.	Anual	Vía correo: archivo digital	Personal de activos fijos

- El personal de QHSE realizará las coordinaciones debidas para la recopilación de la información necesaria la HC y mantendrá esta información ordenada y de forma accesible para futuras auditorias.

6.4. CONSIDERACIONES PARA EL INVENTARIO

a) Cálculo de HC – mensual y difusión

Al término de la recopilación de información, el personal de QHSE deberá:

- Realizar el cálculo correspondiente de la HC del mes.
- Realizar la difusión de los resultados del cálculo de la HC del mes.
- La recopilación y reporte se deberá usar en los siguientes formatos:
 - ✓ DCR-Famb007: RECOPIACIÓN DE DATOS HUELLA DE CARBONO
 - ✓ DCR-Famb008: REPORTE RESUMEN DE HUELLA DE CARBONO MENSUAL

Nota:

**Nº1 Para el cálculo de HC se tomará en referencia el MGF-021 – Guía Técnica para el cálculo de Huella de Carbono – MINAM y FC-065 – HuellaCarbonoPeru. Ahí se detallan las metodologías concernientes a los modelos de cuantificación.*

b) Cálculo de HC – anual y difusión

El personal de QHSE anualmente deberá:

- Llenar y reportar los Formatos de nivel de actividad (FNA), según las emisiones de DCR, en la plataforma HC – MINAM.
- Nota: el reporte en la plataforma HC – MINAM, se realizará en base a MGF-040 – GUÍA DE USUARIO – PLATAFORMA HUELLA DE CARBONO PERÚ.*
- Posterior a la validación se deberá realizar el informe de inventario de gases de efecto invernadero de manera anual y ser difundido a sus colaboradores y partes interesadas externas. El informe debe estar alineado a la ISO 14064:2018.

6.5. GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL INVENTARIO

- Revisar que los supuestos y criterios para la selección de datos de actividad y factores de emisión sean documentados.
- Revisar errores de transcripción de datos de entrada en las herramientas de cálculo o de recopilación de datos, de ser necesario, realizar contraste de información con el responsable de área que emitió la información.
- Revisar que las emisiones han sido calculadas correctamente.

- Revisar que los parámetros y unidades de emisiones son registrados correctamente y que los factores de conversión son usados correctamente.
- Revisar que los datos del inventario para el procesamiento son correctos.
- Comparar estimaciones con anteriores estimaciones.
- De haber observaciones coordinar con las áreas pertinentes para la corrección de los datos.
- Toda la información recolectada para el cálculo de huella de carbono, correcciones de cálculo y otros deberá ser almacenado para posteriores cálculos y verificaciones tanto internas como por parte de terceros.
- Se debe validar el informe generado por la plataforma HC – MINAM, mediante el Excel "HuellaCarbonoPeru vfinal" para verificar su exactitud y reproductividad. Esta validación se deberá realizar anualmente.

6.6. RECÁLULO DE AÑO BASE

- De requerirse, asegurar la representatividad del inventario GEI del año base, aplicar la revisión y recálculo del año base con la finalidad de considerar cambios acumulativos, ver anexo 6 Razones de Revisión y Recálculo del Inventario de GEI. Para este recálculo también se deberá de tener en cuenta los siguientes puntos:
 - Verificar si hubo una actualización de los FNA por parte del MINAM.
 - Realizar la descarga del formato FC-065 – HuellaCarbonoPeru con el fin de tener actualizados los factores de emisión, potenciales de calentamiento, metodologías de calculo, entre otros, para así realizar un cálculo mucho más pertinente. Ver Anexo 1.

Plataforma HC – MINAM: <https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/>

7. REGISTROS

Nombre del Registro	Responsable del Control
DCR-Famb008: REPORTE RESUMEN DE HUELLA DE CARBONO MENSUAL.	Jefe QHSE
DCR-Famb007: RECOPIACIÓN DE DATOS HUELLA DE CARBONO	Jefe QHSE

8. ANEXOS

Anexo 1: Descarga de formatos FNA y FC-065 – HuellaCarbonoPeru.

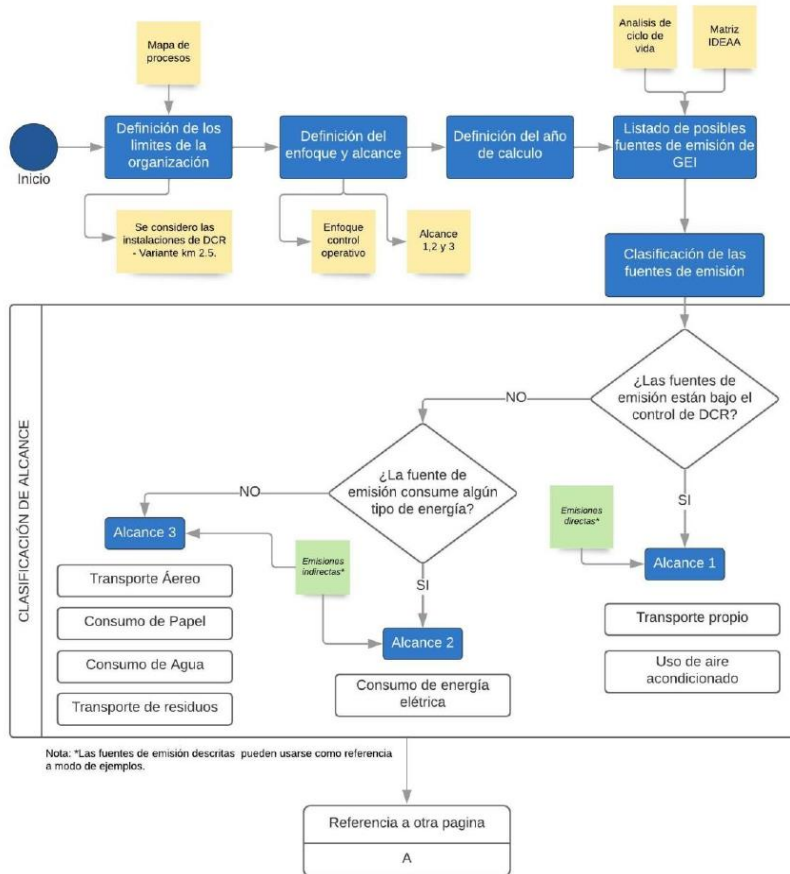


Anexo 2: Datos generales

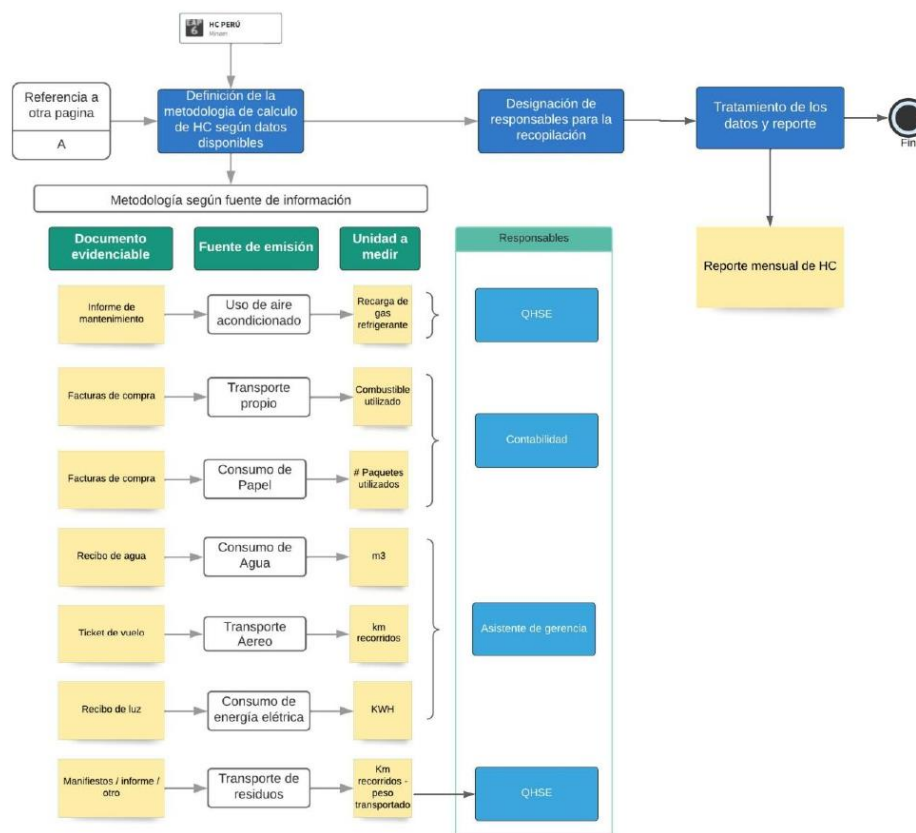
Dato	Unidades
Número de colaboradores	Personas
Superficie de la (s) sede	m ²

Anexo 3: Flujoograma del proceso de implementación de la HC en DCR

HC - FLUJOGRAMA DE PROCESO I



DCR-AMBpro003 Versión: 03 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOPILACIÓN, CALCULO Y REPORTE DE HUELLA DE CARBONO



Anexo 4: Categorías según división de Alcances en DCR

ALCANCES	CATEGORIAS	FUENTE DE EMISIÓN
ALC. 1	Categoría 1: emisiones y remociones directas de GEI	Fugas de gases refrigerantes
		Transporte propio
ALC. 2	Categoría 2: emisiones indirectas de GEI por energía importada	Consumo de energía eléctrica
ALC. 3	Categoría 3: emisiones indirectas de GEI por transporte	Transporte casa- trabajo
		Transporte aéreo
		Transporte de residuos producidos hasta su destino final
	Categoría 4: emisiones indirectas de GEI por productos utilizados por la organización	Consumo de papel
		Consumo de agua potable de la red publica
Categoría 5: emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de productos de la organización	No Aplica	
Categoría 6: emisiones indirectas de GEI por otras fuentes	Generación de NF3 por televisores plasma y/o semiconductores	

Anexo 5: Posibles fuentes de emisión

FUENTE DE EMISIÓN	
Uso de extintores de CO2	Generación de NF3 por televisores plasma y/o semiconductores
Transporte propio	Generación de electricidad
Uso de aire acondicionado	Fugas de PFCs
Uso de equipos con SF6	Pérdidas T&D
Consumo de energía eléctrica	Consumo de otra energía
Transporte casa- trabajo	Uso de fertilizante
Transporte aéreo	Cría de ganado
Transporte de residuos	Transporte de insumos
Consumo de papel	Generación de residuos
Consumo de agua potable de la red publica	Generación de efluentes

Anexo 6: Razones de Revisión y Recálculo del Inventario de GEI

RAZONES	DESCRIPCIÓN
1. Cambios estructurales en los límites del informe de la organización	Los cambios estructurales disparan el ajuste de las emisiones del año base, dado que simplemente transfieren emisiones de una empresa a otra, sin cambio alguno en la cantidad de GEI que realmente se emiten a la atmósfera. Por ejemplo, una adquisición o desinversión solo traslada emisiones existentes de GEI de un inventario a otro entre diferentes empresas. Cuando ocurren cambios estructurales significativos durante la mitad de algún año en particular, las emisiones del año base deben de ser recalculadas para el año completo, y no solo con respecto a lo que restaría del periodo de reporte después de ocurrido el cambio estructural.
2. Cambio en la metodología de cálculo o factores de emisión	Es posible que se reporte en un año determinado las mismas fuentes de emisión que en años anteriores, pero que su medición y reporte se realicen de manera diferente. Un ejemplo de esto sería el caso en que se utilice durante un año en particular los factores de emisión oficiales del sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN) para estimar sus emisiones de categoría 2 en el año 1 de reporte. Sin embargo, en años subsecuentes puede tener a su alcance factores de emisión más precisos referidos a cada una de las distintas plantas de generación, aplicables tanto en el presente como en años anteriores. Si las emisiones calculadas a partir de los nuevos factores difieren significativamente de las anteriores (umbral de significancia 10%), se recalcula toda la serie histórica de emisiones a partir del año base.
3. Detección de errores acumulativos	Que sobrepasen el umbral de significancia del recalcu que es establecido en 10% de las emisiones del año base, el cual se define de manera acumulativa desde que se establece el año base.
4. Cambios sin ajuste	Las emisiones del año base y los datos históricos no se recalculan por cambios orgánicos en la empresa: crecimiento o contracción. Los cambios orgánicos se refieren a incrementos o decrementos en los servicios, cambios en las rutas, o cierres y aperturas de nuevas instalaciones que son propiedad o están bajo control de DCR. La lógica de este criterio se basa en que tales cambios orgánicos representan cambios efectivos en la cantidad de GEI emitida a la atmósfera, los cuales requieren ser contabilizados en el perfil de emisiones de la empresa a lo largo del tiempo.

Anexo 04: Descripción de la Organización



Política del Sistema Integrado de Gestión

DCR Minería y Construcción S.A.C. empresa que brinda los servicios de transporte terrestre de materiales peligrosos y mercadería variada, servicios de acarreo y servicios de alquiler de maquinaria pesada para empresas industriales y/o mineras, **se compromete a:**

1. **Suprimir o eliminar los peligros y reducir los riesgos** de nuestras actividades a través de la implementación de medidas de control e implementación de acciones de mejora.
2. **Salvaguardar la seguridad y salud de los miembros de la organización y la de terceros** mediante la prevención de las lesiones, dolencias, enfermedades ocupacionales e incidentes relacionados con el trabajo.
3. **Otorgar condiciones de trabajo seguras y saludables** para la prevención de lesiones y/o deterioro de la salud relacionados con el trabajo conforme al propósito, tamaño, contexto de la organización y naturaleza específica de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo.
4. **Mirar y proteger el medio ambiente, previniendo la contaminación**, minimizando nuestros impactos, haciendo uso eficiente de los recursos y asegurando una disposición adecuada de los residuos que generamos.
5. **Cumplir con los requerimientos de nuestros clientes** para lograr su satisfacción.
6. **Dar garantía que los trabajadores y sus representantes sean consultados y participen** activamente en todos los elementos relacionados al sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.
7. **Cumplir con los requisitos legales** pertinentes en materia de calidad, ambiental, seguridad y salud en el trabajo, programas voluntarios, negociación colectiva y otros requisitos que suscriba la organización de acuerdo a sus actividades a desarrollar.
8. **Rebuscar la mejora continua** de la efectividad y desempeño del sistema de gestión de calidad, ambiental, seguridad y salud en el trabajo.

Esta política será mantenida y comunicada a todos nuestros colaboradores y otras partes interesadas si lo requieren.

Miembros de:



International Cyanide Management Institute



Angela Corrales Ramos

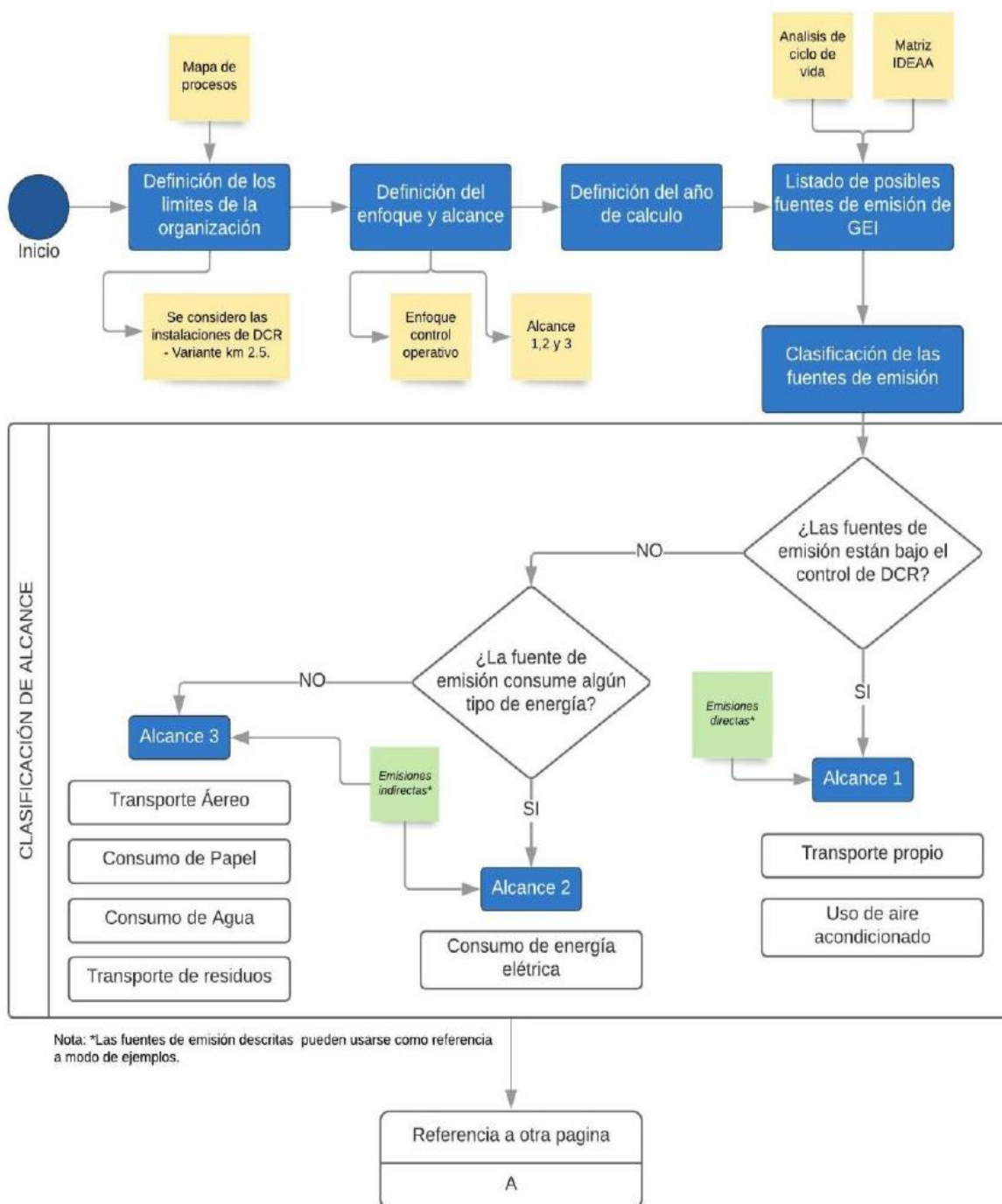
ANGELA CORRALES RAMOS
GERENTE GENERAL

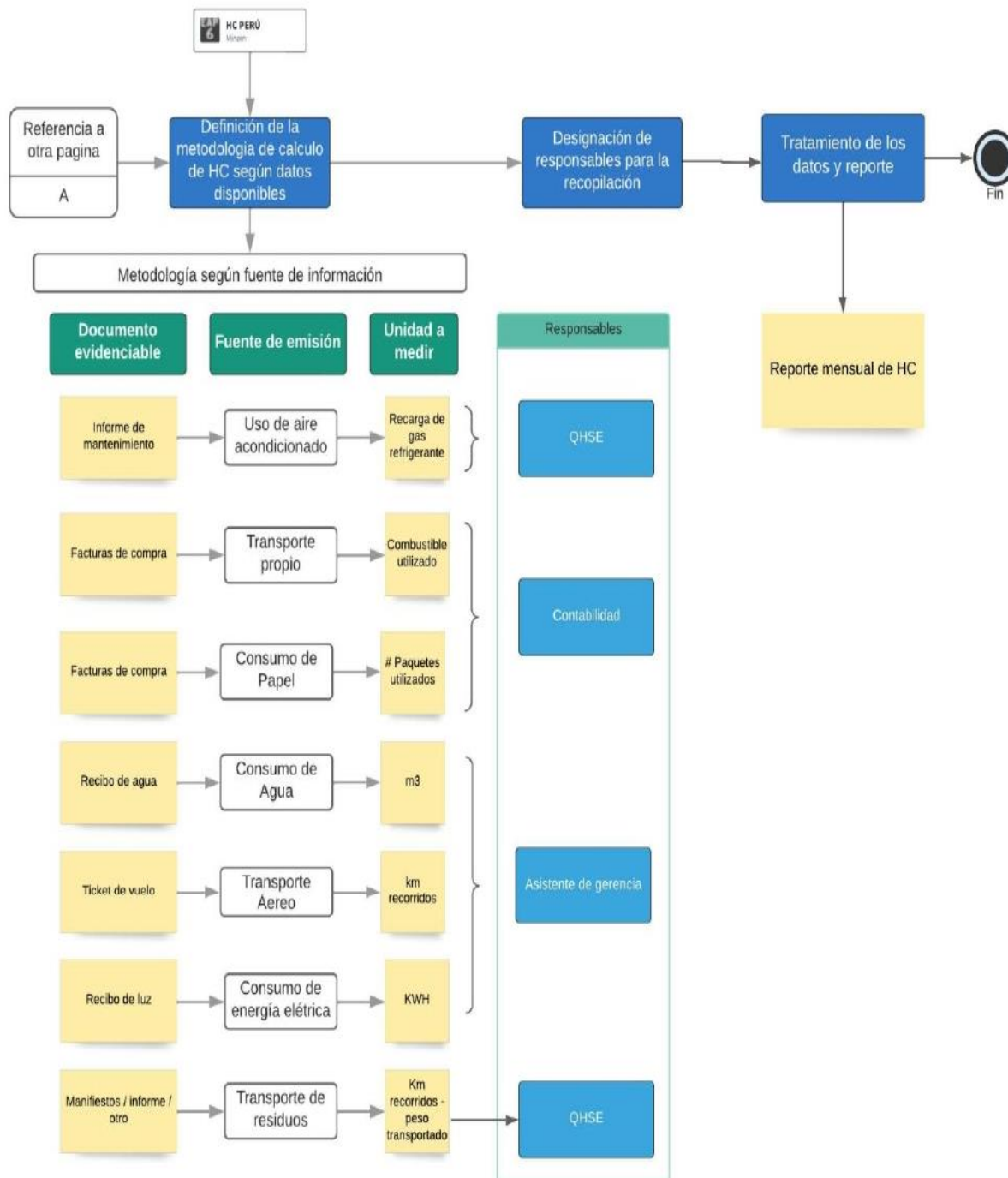
Rev: noviembre 2023
Prox. Rev: noviembre 2024

DCR-pi001
Aprob: diciembre 2023
Ver. 07

Anexo 05: Flujoograma del Proceso

HC - FLUJOGRAMA DE PROCESO I





Anexo 06: misiones identificadas provenientes de los aspectos ambientales

Aspecto Ambiental	Potencial Fuente	Aspecto Ambiental	Potencial Fuente
Atropello de fauna local	NO	Generación de efluentes	NO
Consumo de agua	SI	Generación de RAEE	SI
Consumo de combustible	SI	Generación de residuos sólidos	SI
Consumo de Energía Eléctrica	SI	Generación de residuos sólidos peligrosos	SI
Consumo de papel	SI	Potencial de derrame de productos químicos	NO
Emisión de gases por la combustión	SI	Potencial derrame de Mercadería en General	NO
Emisión de polvo	NO	Potencial derrame de MATPEL	NO
Emisión de ruido	NO	Remoción de cobertura vegetal	NO
Fuga de gases refrigerantes	SI		

Anexo 07: Emisiones identificadas provenientes del listado de fuentes del MINAM

N°	Potenciales fuentes de emisión	Nivel de actividad	Potencial Fuente
Emisiones directas (Categoría 1)			
1	Generación de electricidad en centrales	Consumo de combustible por tipo.	NO
2	Combustión de fuentes fijas	Consumo de combustible por tipo.	NO
3	Combustión de fuentes móviles	Consumo de combustible por tipo.	SI
4	Refinación de petróleo	Consumo de combustible por tipo.	NO
5	Venteo y quema de antorcha	Consumo de combustible por tipo.	NO
6	Fugas en procesos	Otros.	NO
7	Producción de Clinker	Consumo de combustible por tipo.	NO
8	Fugas de refrigerantes	Volumen de fuga de refrigerantes	SI
9	Fugas de SF6	Volumen de fugas de SF6	NO
10	Fugas de PFCs	Volumen de fugas de PFCs	NO
11	Fermentación entérica y manejo de estiércol	Cantidad de MO fermentada.	NO

12	Aplicación de fertilizantes	Cantidad y tipo de fertilizantes	NO
13	Encalado en suelos agrícolas	Consumo de encala.	NO
14	Suelos gestionados	Otros.	NO
15	Cultivo de arroz	Otros.	NO
16	Cambio en el uso de la tierra	Otros.	NO
17	Quema de residuos agrícolas	Otros.	NO
18	Uso de embalses o represas	Otros.	NO
19	Otras fuentes	Otros.	NO
Emisiones indirectas por energía importada (Categoría 2)			
20	Consumo de energía eléctrica	Consumo de electricidad	SI
21	Pérdidas por transmisión de electricidad	Pérdidas de electricidad	NO
22	Pérdidas por distribución de electricidad	Pérdidas de electricidad	NO
23	Consumo de calor, vapor, aire frío y/o comprimido	Consumo de combustibles fósiles, usados para generar vapor, frío o energía calórica	NO
24	Otras fuentes	Otros	NO
Otras emisiones indirectas (Categoría 3-6)			
25	Transporte de insumos	Distancia recorrida y peso de la carga	SI
26	Transporte de productos	Distancia recorrida y peso de la carga	SI
27	Transporte aéreo	Distancias recorridas	SI
28	Transporte terrestre	Distancias recorridas	SI
29	Transporte de colaboradores: Casa-Trabajo	Distancias recorridas por modo de transporte	SI
30	Transporte de residuos	Distancia recorrida y peso de la carga	SI
31	Consumo de agua	Consumo de agua de red	SI
32	Consumo de papel	Cantidad de papel consumido	SI
33	Uso de pantallas plasma / LCD	Cantidad de pantallas adquiridas	SI
34	Disposición final de residuos sólidos	Cantidad y tipo de residuos	SI
35	Bienes o servicios ofrecidos	Otros	NO
36	Otros	Otros	NO

Anexo 08: Significancia de GEI indirectos del 2020

FUENTE DE EMISIÓN	Magnitud / Volumen	Nivel de Influencia	Acceso a la información	Nivel de precisión	Significativa
Fugas de gases refrigerantes (aire acondicionado)					SI
Fugas de gases refrigerantes (unidades vehiculares)	-				NO
Combustión de fuentes móviles					SI
Consumo de energía eléctrica					SI
Transportes colaboradores (casa- trabajo)					SI
Transporte aéreo					SI
Transporte de terrestre	-				NO
Transporte de residuos					SI
Transporte de productos	-				NO
Transporte de Insumos	-				NO
Consumo de papel					SI
Consumo de agua					SI
No Aplica	-	-	-	-	-
Uso de pantallas plasma / LCD					NO
Disposición final de residuos sólidos	-				NO

Anexo 09: Significancia de GEI indirectos del 2021

FUENTE DE EMISIÓN	Magnitud / Volumen	Nivel de Influencia	Acceso a la información	Nivel de precisión	Significativa
Fugas de gases refrigerantes (aire acondicionado)					SI
Fugas de gases refrigerantes (unidades vehiculares)	-				NO
Combustión de fuentes móviles					SI
Consumo de energía eléctrica					SI
Transportes colaboradores (casa- trabajo)					SI
Transporte aéreo					SI
Transporte de terrestre	-				NO
Transporte de residuos					SI
Transporte de productos	-				NO
Transporte de Insumos	-				NO
Consumo de papel					SI
Consumo de agua					SI
No Aplica	-	-	-	-	-
Uso de pantallas plasma / LCD					SI
Disposición final de residuos sólidos	-				NO

Anexo 10: Significancia de GEI indirectos del 2022

FUENTE DE EMISIÓN	Magnitud / Volumen	Nivel de Influencia	Acceso a la información	Nivel de precisión	Significativa
Fugas de gases refrigerantes (aire acondicionado)					SI
Fugas de gases refrigerantes (unidades vehiculares)					SI
Combustión de fuentes móviles					SI
Consumo de energía eléctrica					SI
Transportes colaboradores (casa- trabajo)					SI
Transporte aéreo					SI
Transporte de terrestre	-				NO
Transporte de residuos					SI
Transporte de productos	-				NO
Transporte de Insumos	-				NO
Consumo de papel					SI
Consumo de agua					SI
No Aplica	-	-	-	-	-
Uso de pantallas plasma / LCD					SI
Disposición final de residuos sólidos	-				NO

Anexo 11: Clasificación de los GEI en base a la ISO 14064-1:2018 y GHG Protocol

Alcance	CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN
Alcance 1	Cat. 1	Fugas de gases refrigerantes (aire acondicionado)
		Fugas de gases refrigerantes (unidades vehiculares)
		Combustión de fuentes móviles
Alcance 2	Cat. 2	Consumo de energía eléctrica
Alcance 3	Cat. 3	Transportes colaboradores (casa-trabajo)
		Transporte aéreo
		Transporte de terrestre
		Transporte de residuos
		Transporte de productos
	Cat. 4	Transporte de Insumos
		Consumo de papel
	Cat. 5	Consumo de agua
		No Aplica
	Cat. 6	Uso de pantallas plasma / LCD
Disposición final de residuos sólidos		

Anexo 12: Información a recopilar por fuente de emisión

Fuente de emisión	Detalle	Información a recopilar	Fuentes primarias de información y registros requeridos
Transporte propio	Quema de combustible en unidades móviles.	Galones de combustible y tipo de combustible	Reporte de compra de combustible
Uso de aire acondicionado (oficinas)	Recarga de gases refrigerantes provenientes del uso de aires acondicionados	Kg de gas refrigerantes recargados y tipo de gas refrigerante	Informe de mantenimiento de aire acondicionado
Uso de aire acondicionado (vehículos)	Recarga de gases refrigerantes provenientes del uso de aires acondicionados	Kg de gas refrigerantes recargados y tipo de gas refrigerante	Correos del proveedor sobre la cantidad recargada de gas

Transporte casa-trabajo	Transporte terrestre de personal de la empresa (información se recopila con encuestas)	Promedio de viajes, días laborables y distancia promedio por viaje del personal.	Encuesta
Transporte aéreo	Vuelos aéreos nacionales	Kilómetros recorridos por origen-destino (tramo) y número de veces de viaje por tramo	Tickets de vuelo
Transporte de residuos sólidos transportados	Transporte de residuos sólidos transportados	Kilómetros recorridos por hacia la disposición final de residuos (tramo), número de veces de viaje por tramo y peso transportado	Certificados de disposición final de residuos
Consumo de agua	Consumo de agua potable de la red pública (en m3)	M3	Recibo de agua
Consumo de papel	Papel bond usado en las actividades	Paquetes de papel A4 y A3 comprados	Reporte resumen de paquetes de papel A4 y A3 comprado o consumido
Consumo de energía eléctrica	Consumo de electricidad del SEIN (en KWh)	KWh	Recibo de luz
Compra de pantalla LCD	Generación indirecta de NF3 por la compra de pantallas planas tipo TFT (LCD)	Dimensiones de la pantalla	Mediciones insitu, o ficha técnica de TV plasma.

Anexo 13: Métodos de envío y responsables de la información

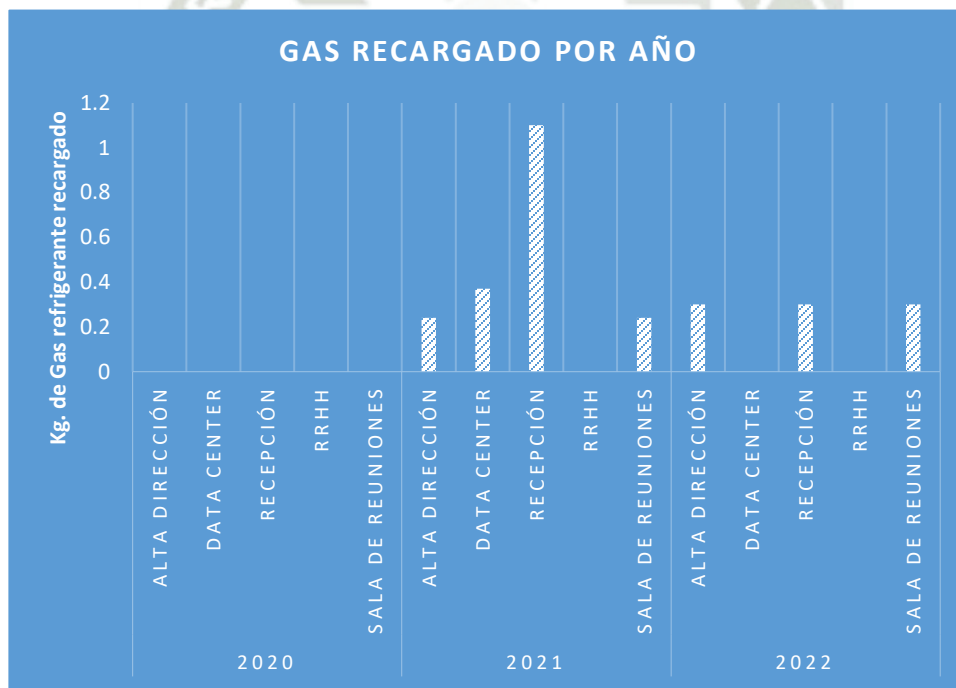
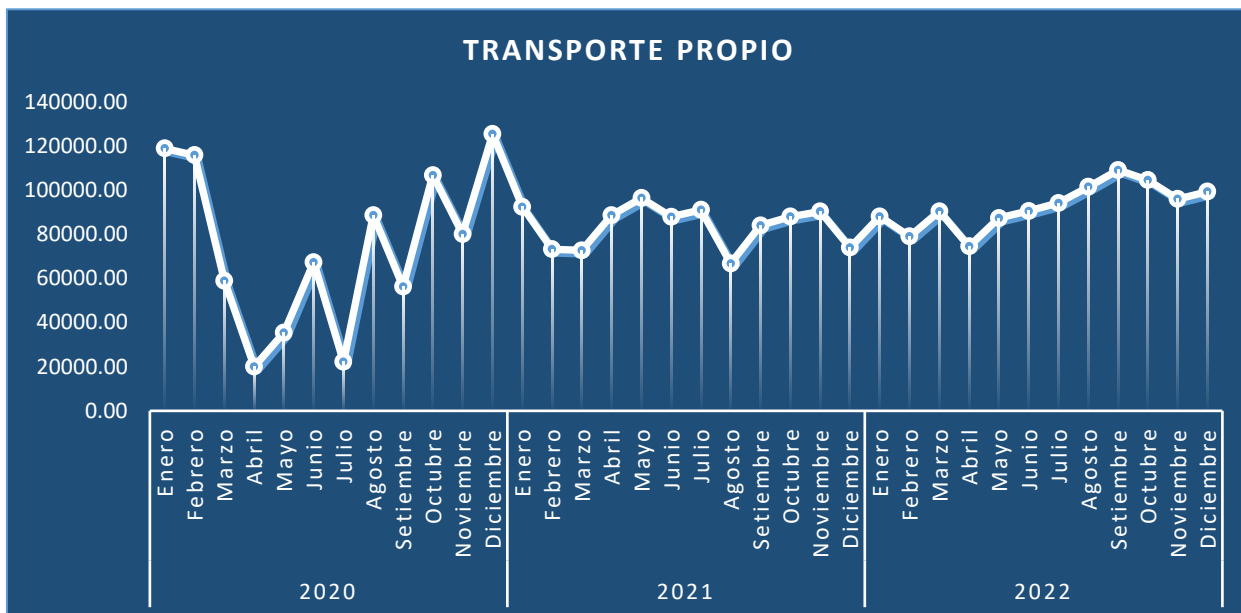
Información solicitada	Periodicidad de entrega de datos	Tipo de envío	Responsable de la información
Reporte de compra de combustible	Anual	Vía correo: archivo digital	Jefe de Contabilidad
Informe de mantenimiento de aire acondicionado	Anual	Vía correo: archivo digital	Personal de QHSE
Correos del proveedor sobre la cantidad recargada de gas	Mensual	Vía correo	Personal de QHSE
Encuesta	Anual	Vía WhatsApp	Personal de QHSE
Tickets de vuelo	Mensual	Vía correo: archivo digital	Asistente de gerencia

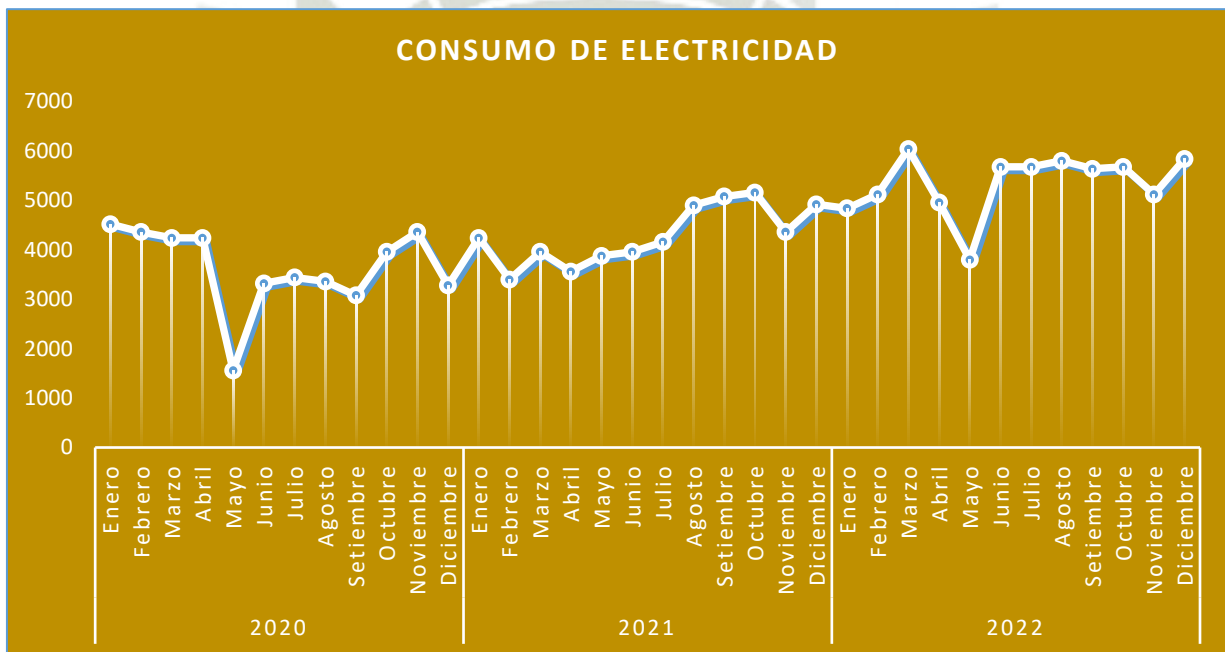
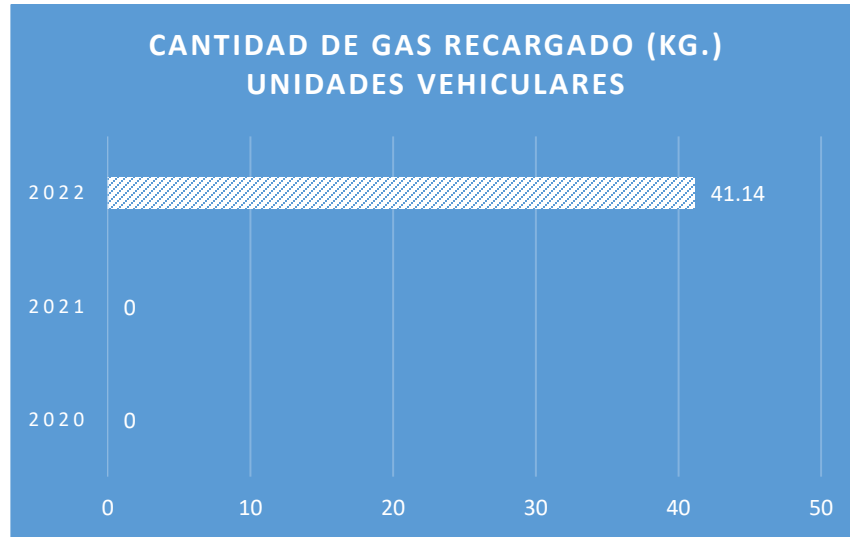
Certificados de disposición final de residuos	Mensual	Vía correo: archivo digital	Personal de QHSE
Recibo de agua	Mensual	Vía correo: archivo digital	Asistente de gerencia
Reporte resumen de paquetes de papel A4 y A3 comprado o consumido	Anual	Vía correo: archivo digital	Jefe de Contabilidad
Recibo de luz	Mensual	Vía correo: archivo digital	Asistente de gerencia
Mediciones insitu, o ficha técnica de TV plasma.	Anual	Vía correo: archivo digital	Personal de activos fijos

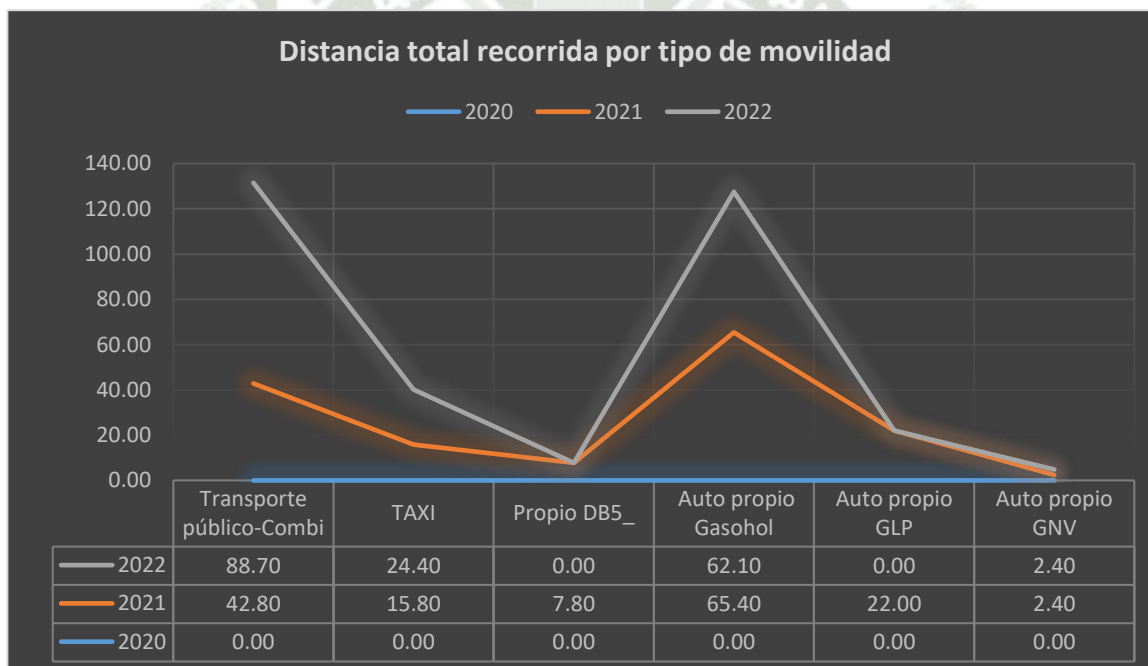
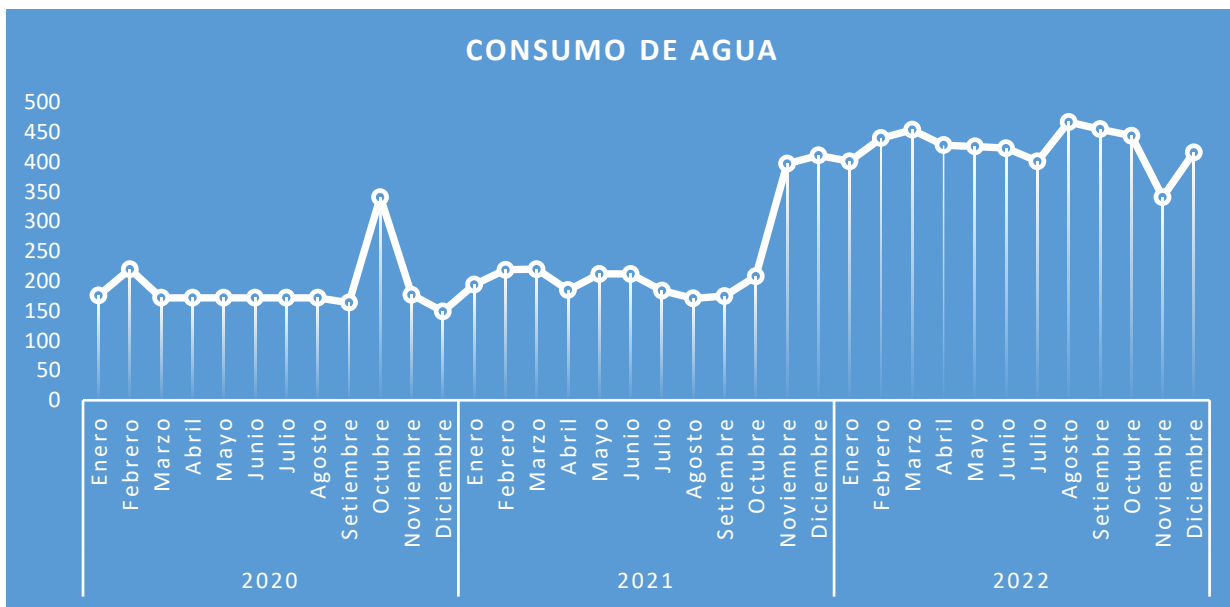
Anexo 14: Criterios de estandarización para recopilación de información

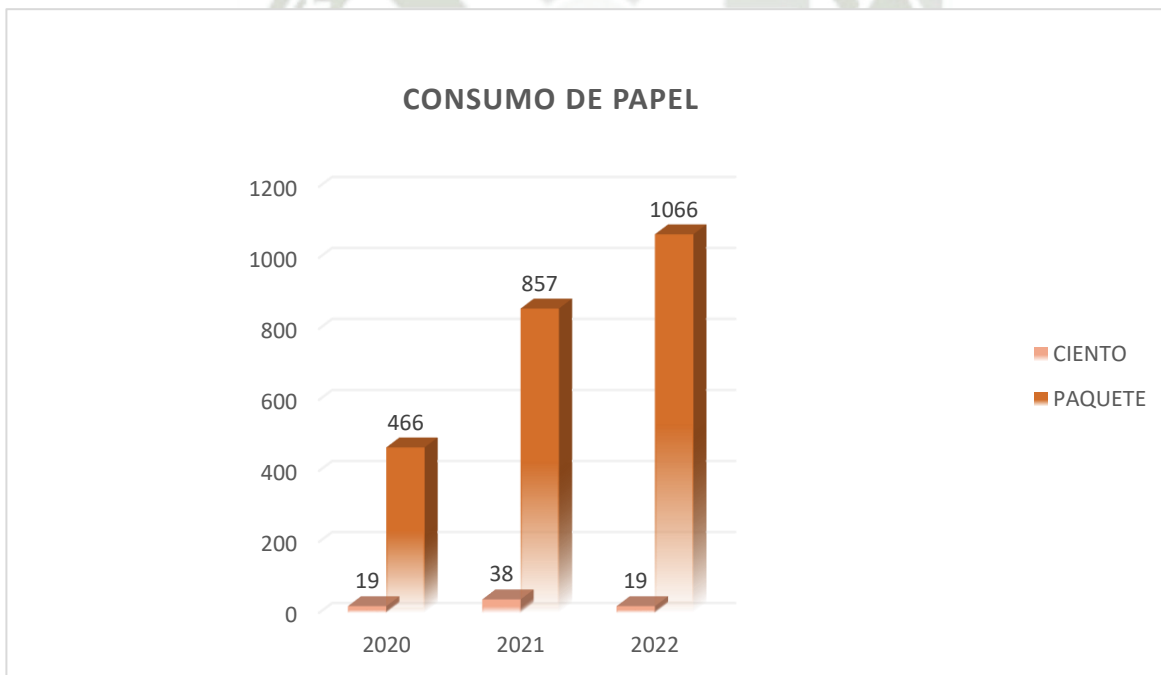
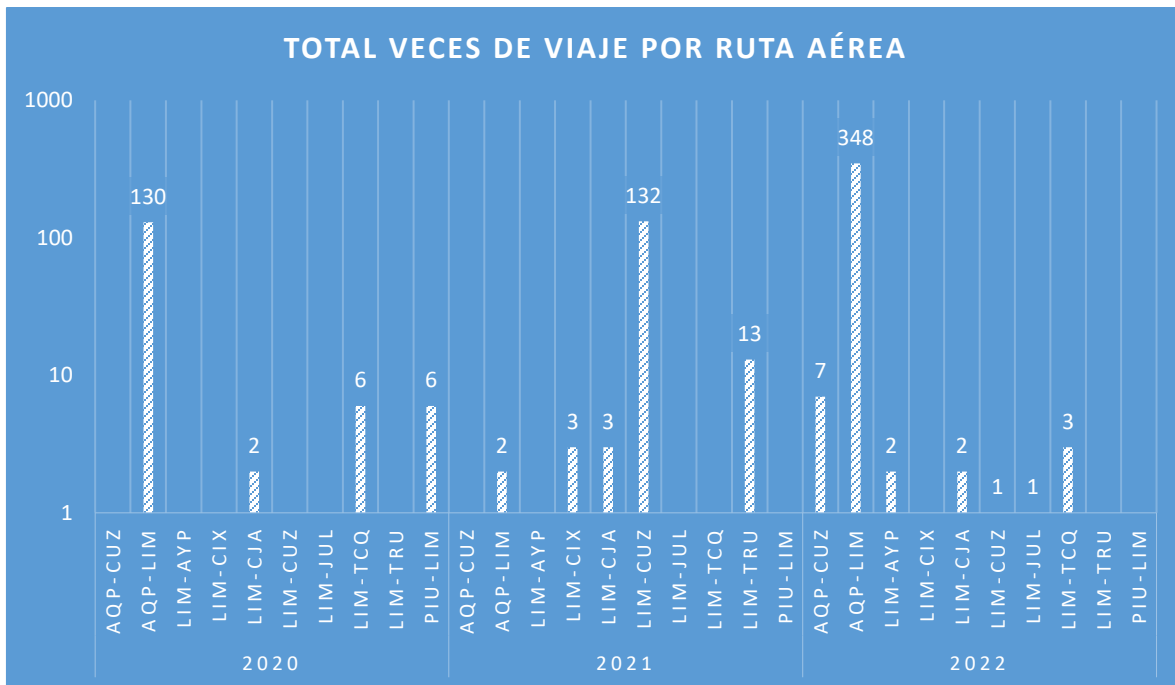
	Criterio	Descripción
1	<i>Unidades de medida estándar</i>	Las unidades de medida estándar para cada fuente de emisión deben ser coherentes con las metodologías de cálculo utilizadas.
2	<i>Fuentes primarias de información y registros requeridos</i>	Las fuentes primarias de información y registros requeridos para la recopilación de datos deben ser identificados y documentados.
3	<i>Responsables de recopilación y verificación</i>	Los responsables de la recopilación y verificación de datos deben ser identificados y capacitados.
4	<i>Periodicidad y plazos para entrega de datos</i>	La periodicidad y plazos para la entrega de datos deben ser definidos y comunicados a los responsables de la recopilación.
5	<i>Formatos y sistemas de almacenamiento de la información</i>	Los formatos y sistemas de almacenamiento de la información deben ser definidos y estandarizados.
6	<i>Tratamiento de datos brutos</i>	El tratamiento de datos brutos debe realizarse de acuerdo con las metodologías de cálculo utilizadas.

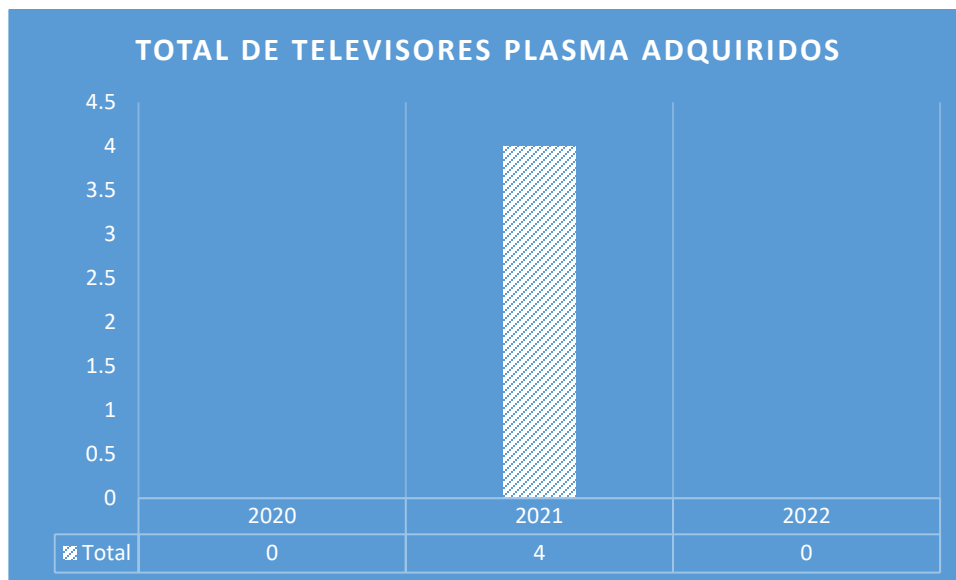
Anexo 15: Datos de actividad por fuente de emisión











Anexo 16: Factores que influyen en el consumo de combustible

N°	Factores	Interno/ Externo	% de ahorro	¿Se controla?	Descripción
1	Ralentí	Interno	4%	NO	El ralentí prolongado aumenta el consumo de combustible, ya que el motor sigue funcionando sin avanzar, lo que reduce la eficiencia.
2	Giros bruscos	Interno	10- 15%	NO	Las curvas cerradas y bruscas requieren más energía para la aceleración lateral, aumentando el consumo de combustible.
3	Aceleraciones bruscas	Interno		NO	Una aceleración rápida conlleva un mayor uso de combustible, ya que se necesita más energía para alcanzar velocidades más altas.
4	Velocidades máximas	Interno		Parcial	Mantener velocidades extremas puede aumentar el consumo de combustible debido a la resistencia del aire y la eficiencia del motor.
5	Velocidad constante	Interno		NO	Mantener una velocidad constante y moderada ayuda a optimizar el consumo de combustible.
6	RPM	Interno		Parcial	RPM altos desperdician energía por fricción y pueden dañar el motor.
7	Instancias de frenadas bruscas	Interno		NO	Frenar bruscamente disipa la energía generada durante la aceleración, aumentando el consumo de combustible.
8	Calentar vehículo	Interno		Parcial	El calentamiento prolongado del motor consume combustible, pero los motores modernos no requieren mucho tiempo de calentamiento.
9	Sistemas de retroalimentación (GPS)	Interno	4%	Parcial	Sistemas modernos de retroalimentación pueden mejorar la eficiencia ajustando automáticamente ciertos parámetros. Además, la retroalimentación permite al conductor optimizar la operación del vehículo.
10	Planificación de viaje	Interno	5%	SI	Planificar la ruta para minimizar alturas y distancias ahorra combustible.
11	Inspecciones de neumáticos	Interno	-	SI	Neumáticos bien inflados reducen la resistencia y mejoran la eficiencia del combustible.
12	Mantenimiento preventivo/correctivo	Interno	3%	SI	El mantenimiento asegura el funcionamiento eficiente del motor y sistemas.
13	Condiciones climatológicas	Externo	1%	Parcial	A medida que desciende la temperatura del aire ambiente, el aire se vuelve más denso, lo que aumenta la resistencia aerodinámica. Por cada caída de temperatura de 10 grados Fahrenheit, la resistencia aerodinámica aumenta en un 2%. Cada aumento del 2% en la resistencia aerodinámica da como resultado una disminución de aproximadamente el 1% en la economía de combustible.
14	Tipo de carretera y pendiente	Externo	-	NO	Las pendientes aumentan la resistencia y el consumo de combustible.
15	Tráfico	Externo	3%	NO	El tráfico provoca frenadas, arranques y RPM ineficientes.
16	Carga del vehículo	Externo	-	NO	Cargar solo lo necesario reduce la carga y mejora la eficiencia del combustible. La carga mal asegurada aumenta el consumo de combustible.
17	Aerodinámica del vehículo	Ambos	12%	Parcial	La resistencia aerodinámica aumenta exponencialmente con la velocidad.
18	Tecnologías para la reducción de emisiones de gases nocivos	Interno	-	SI	Tecnologías como catalizadores mejoran la combustión y reducen emisiones.
19	Presión de neumáticos	Interno	2%	Parcial	La baja presión aumenta la resistencia al rodamiento.

20	Lubricantes	Interno	3-5%	Parcial	Los lubricantes reducen la fricción entre piezas móviles.
21	Alineación y balanceo	Interno	5%	SI	La alineación y balanceo correctos reducen la resistencia al rodamiento.
22	Rodadura baja	Interno	5%	SI	La resistencia a la rodadura dependerá de la temperatura, el desgaste de la banda, la velocidad del vehículo, presión de inflado y alineación de ruedas. Estos factores afectan a la rodadura y consumo de combustible.
23	Inspección previa al viaje	Interno	-	SI	Una inspección antes del viaje asegura que el vehículo esté en condiciones adecuadas para maximizar la eficiencia del combustible.

Nota: Elaboración basada en (Secretaría de Energía, 2019; Pineda & Xie, 2014; Arboleda, 2010; Narayan Babu Dhital et al., 2021; Stillwater et al., 2017; Pesántez & Boada, 2023; McClusky, 2014; Kobayashi et al., 2007; Olivier Orfila et al., 2015; Thijssen et al., 2014).



Anexo 17: PROPUESTA DE PLAN DE REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO





PROPUESTA DEL PLAN DE REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	4
3. DIAGNÓSTICO DE GEIS SIGNIFICATIVAS.....	4
4. OBJETIVOS Y METAS	6
5. ALCANCE DEL PLAN	6
6. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE GEI	7



1. INTRODUCCIÓN

La globalización, la industrialización y el rápido crecimiento económico han llevado a que, durante décadas, se descuidaran las cuestiones ambientales, que deberían haber sido consideradas de manera simultánea. Como consecuencia, el cambio climático ha surgido, afectando a todos de diversas formas.

Para enfrentar esta problemática, se han desarrollado iniciativas tanto a nivel global como en Perú. Organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas, el World Resources Institute (WRI), el World Wildlife Fund (WWF), el Carbon Disclosure Project y el World Business Council for Sustainable Development han lanzado programas enfocados en mitigar, reducir y adaptarse a los impactos del cambio climático.

En Perú, se han implementado iniciativas y normativas para abordar estos desafíos. En 2018, se aprobó la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático, con el objetivo de establecer principios, enfoques y disposiciones generales para mejorar la gestión de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Además, en 2020 se creó la Comisión de Alto Nivel de Cambio Climático, la cual propone y recomienda acciones para neutralizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y adaptarse al cambio climático para el año 2050, en el marco de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático.

Una herramienta clave para la gestión de los GEI es la huella de carbono. En 2020, el MINAM desarrolló una plataforma virtual para calcular este indicador ambiental. Esta plataforma, de uso voluntario y gratuito, permite a las empresas del sector público y privado reportar, verificar, reducir y neutralizar sus emisiones de GEI. En este contexto, surge la iniciativa de desarrollar un Plan de Reducción de Gases de Efecto Invernadero.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

D.C.R. MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C. (en adelante DCR) con RUC 20412524218, es una empresa que brinda los servicios de acarreo, alquiler de maquinaria amarilla, transporte terrestre de materiales peligrosos y/o mercancía en general para empresas mineras e industriales a nivel nacional.

Nuestra organización está actuamente certificada en las Normas ISO 14001:2015, ISO 9001:2015 e ISO 45001:2018 de las cuales la ISO 14001:2015 se relaciona con la gestión ambiental. Como parte de la mejora continua de nuestros procesos, así como nuestros compromisos de:

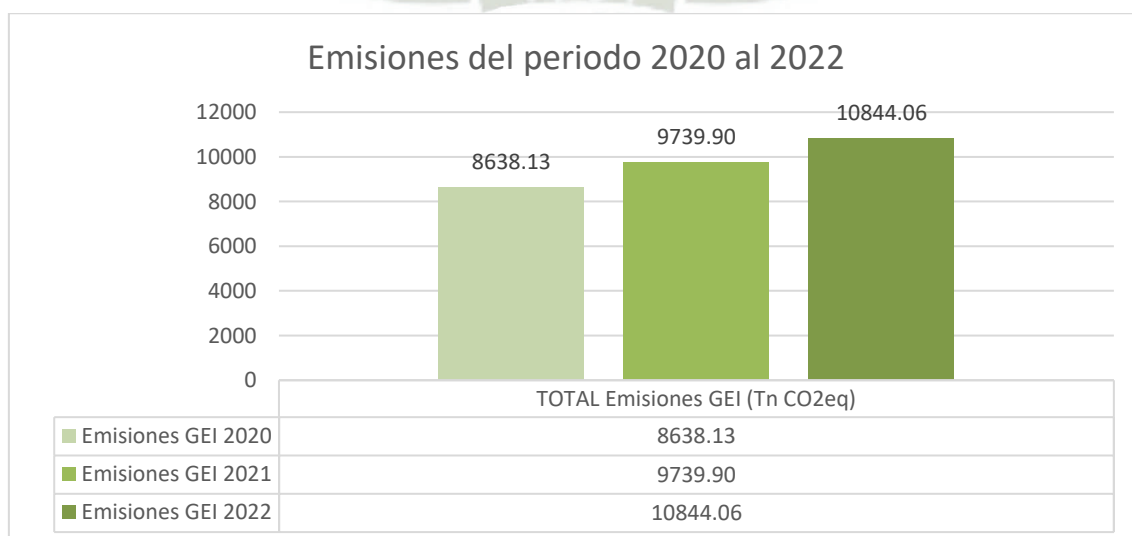
- Proteger el medio ambiente
- Prevenir la contaminación
- Minimizar los impactos de nuestras actividades
- Hacer uso eficiente de los recursos
- Asegurar una disposición adecuada de los residuos generados

Es que se realiza el inventariado y cálculo de la huella de carbono de las actividades comprendidas dentro de los límites y enfoques descritos más adelante.

El área encargada de elaborar este informe es el área de QHSE. El informe se ha desarrollado de acuerdo con los requisitos establecidos en la NTP-ISO 14064-1:2020 “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”, que es equivalente a la norma ISO 14064-1:2018.

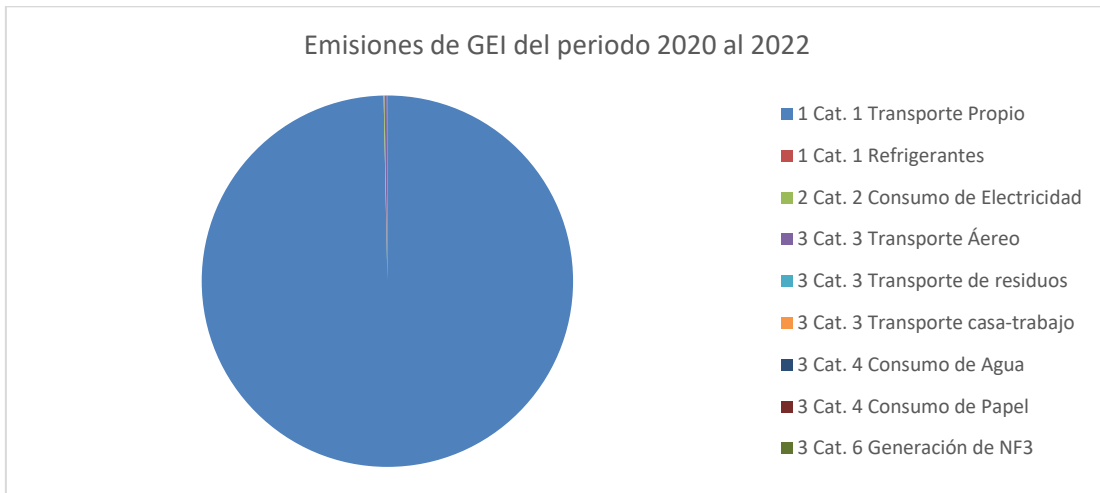
3. DIAGNÓSTICO DE GEIs SIGNIFICATIVAS

La huella de carbono de DCR en el 2022 fue de 10,844.06 toneladas de CO₂eq, un incremento del 20.34% con respecto al año base. Ver la gráfica 1:

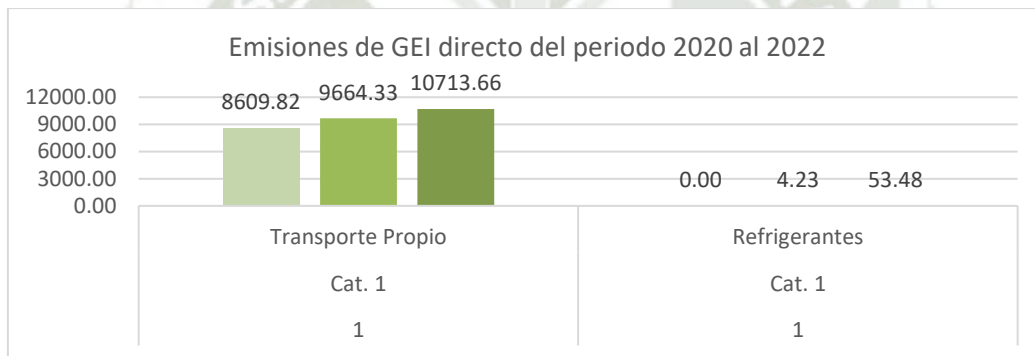


Gráfica 1: Emisiones del periodo 2020 al 2022

La categoría 1 de Transporte Propio es la fuente principal de emisiones, representando el 99.67% de las emisiones totales en 2020 (Ver grafica 2) y teniendo un aumento del 19.64% con respecto al año base 2021 como se muestra en la gráfica 3.

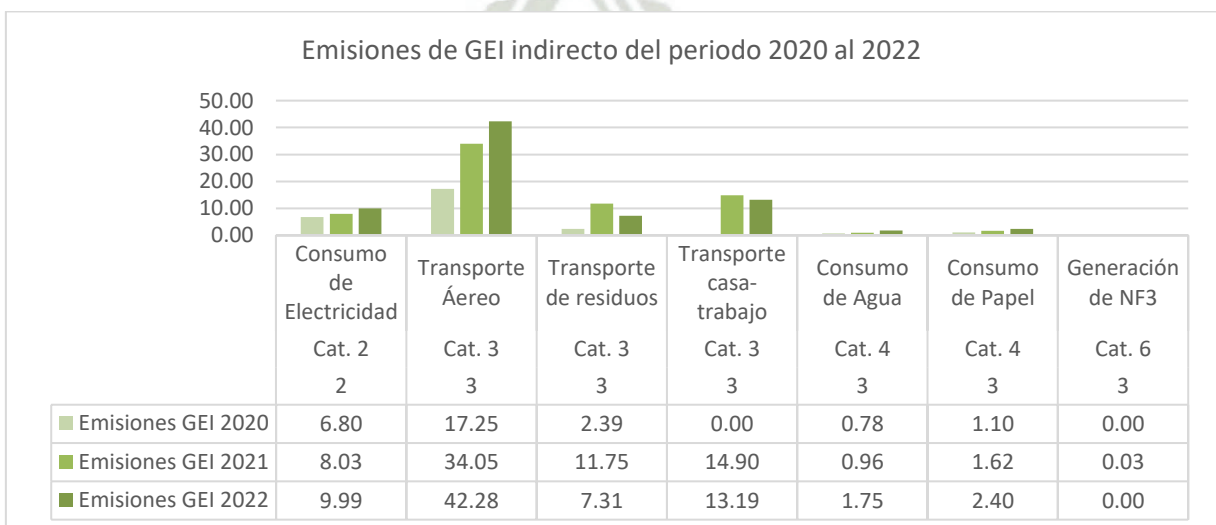


Gráfica 2: Emisiones clasificadas en Categorías



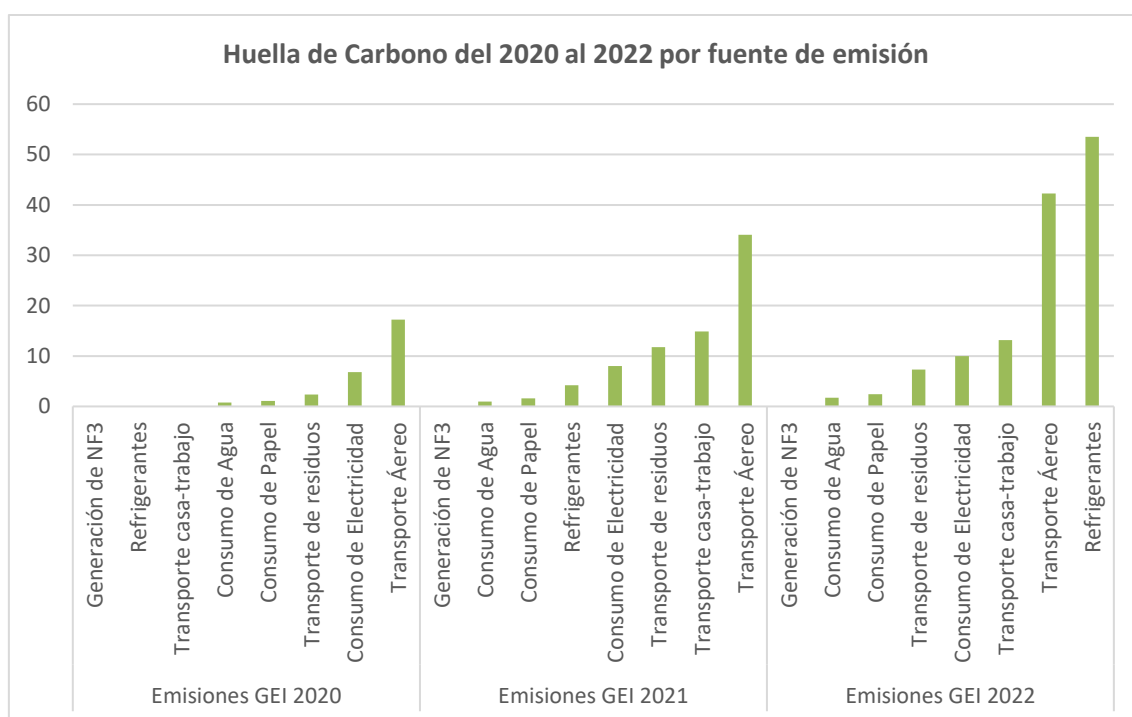
Gráfica 3: Evolución de emisiones directas

La evolución de las fuentes de emisiones indirectas, muestra que el transporte aéreo fue el mayor contribuyente en el periodo de estudio, tal como se muestra en la Gráfica:



Gráfica 4: Evolución de emisiones indirectas

Las fuentes de emisión clasificadas según su aportación de CO₂eq, omitiendo la principal fuente de transporte propio, se muestran en la gráfica:



Gráfica 5: Emisiones según su aporte de Tn CO₂eq

4. OBJETIVOS Y METAS

Objetivo: Reducir las emisiones de CO₂eq de la organización

Metas:

- Reducir en un 10% el consumo de combustible en 1 año.
- Reducir en un 10% el consumo de agua en 1 año.
- Reducir en 10% el consumo de energía eléctrica en 1 año.
- Reducir en un 100% las fugas de gases refrigerantes en 1 año.

5. ALCANCE DEL PLAN

Para el cálculo de la huella de carbono se ha opto por un enfoque de control operacional. En este sentido, el presente Plan de reducción de GEI basa su información en la instalación descrita en la tabla 1. En esta instalación se realizan todos los procesos y procedimientos complementarios o de apoyo concernientes al servicio de transporte que brinda DCR. La ubicación de la sede se muestra a continuación:

Tabla 1: Ubicación de la instalación

DIRECCIÓN
Variante de Uchumayo Km 2.5 S/N – Cerro Colorado – Arequipa – Perú. Sede principal.

6. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE GEI

6.1 Transporte propio - Consumo de combustible

Para este apartado se identificaron los principales factores externos e internos que afectan el consumo de combustible durante la actividad de transporte. Los factores identificados y su porcentaje de afectación se presentan en la tabla 2. Basándonos en estos factores se identifican aquellas medidas que no solo son técnicamente viables, sino que también presentan un alto potencial de escalabilidad. A continuación, la tabla 2 donde se identifican los factores en base a la medida a aplicar:

Tabla 2: Medidas a aplicar para la reducción de emisiones por transporte propio

N°	Factores	Factor	% de ahorro	Medida a aplicar
1	Ralentí	Interno	10%	Eco conducción con la plataforma de SmartDriver de Canadá.
	Giros bruscos	Interno		
	Aceleraciones bruscas	Interno		
	Velocidades máximas	Interno		
	Velocidad constante	Interno		
	RPM	Interno		
	Instancias de frenadas bruscas	Interno		
	Calentar vehículo	Interno		
2	Sistemas de retroalimentación (GPS)	Interno	4%	Se comprará el paquete de VOLVO CONECT sobre seguridad donde incluye tablero de puntuación que sirve como retroalimentación sobre los patrones de conducción de los operadores.
3	Planificación de viaje	Interno	5%	Incrementar hojas de ruta de viaje alternativas.
4	Condiciones climatológicas	Externo	5%	Implementación de copiloto - Asistente virtual.
	Tipo de carretera y pendiente	Externo		
	Tráfico	Externo		
5	Presión de neumáticos	Interno	4%	Instalación de sensores TPMS: el IoT de los neumáticos, para el control de presión y temperatura de neumáticos. Reduce un 4%.
6	Alineación y balanceo	Interno	5%	Instalación Equipo de alineamiento para vehículos pesados de 6 sensores.

6.1.1 Eco conducción

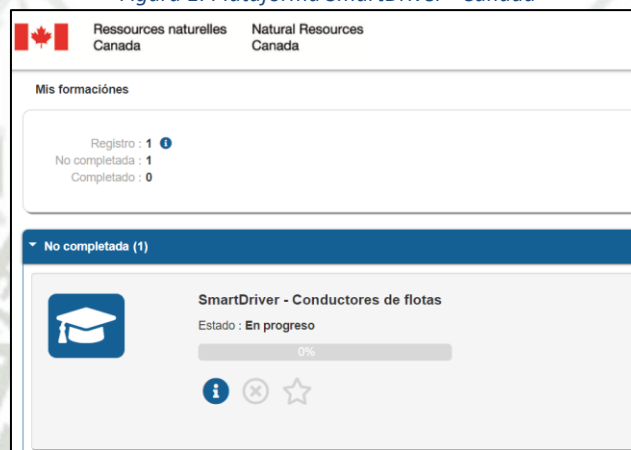
La capacitación en eco conducción es una medida ampliamente comprobada, siendo una de las medidas más efectivas y económicas para reducir las emisiones de GEI. Esto

debido a que influye en los patrones de conducción y haciendo más eficiente el uso del consumo de combustible.

La capacitación de eco conducción se lograría a través de un programa de capacitaciones periódico en la cual se utilizarían las siguientes herramientas:

- **SmartDriver training del Gobierno de Canadá:** Plataforma gratuita, ofrece una serie de cursos gratuitos en línea, que incluyen recursos para instructores presenciales y en carretera, para ayudar a los conductores profesionales de vehículos comerciales medianos y pesados a reducir el consumo de combustible, los costos operativos y las emisiones nocivas de los vehículos.

Figura 1: Plataforma SmartDriver - Canadá

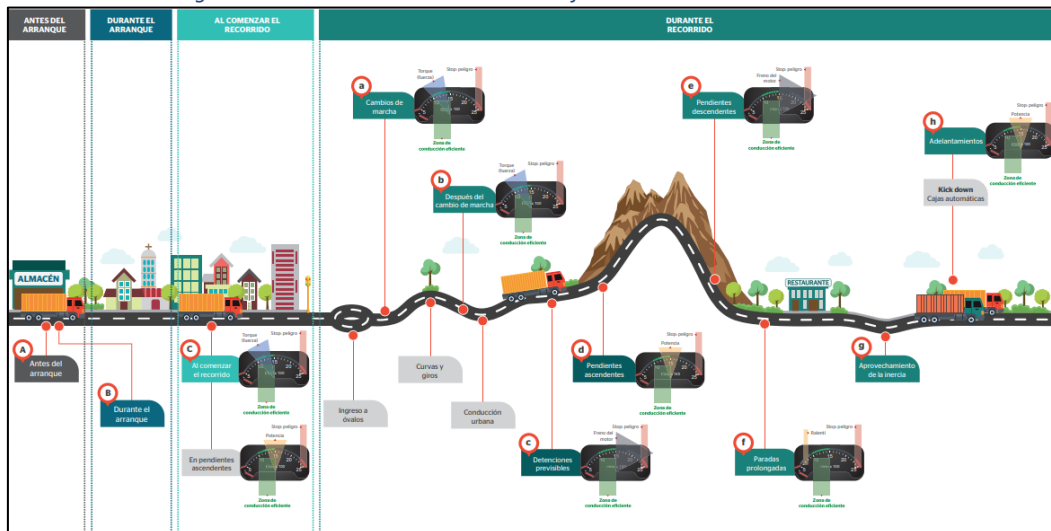


- **Curso de conducción eficiente del MTC:** Este manual presenta y explica los conceptos fundamentales de conducción eficiente, los principales sistemas y componentes de los vehículos que afectan el consumo de combustible de manera responsable, así como las técnicas de conducción que impactan el medio ambiente. Además, aborda de manera práctica el principio de que una conducción eficiente también es rentable, mostrando los beneficios económicos y ambientales que tanto el transportista como el generador de carga pueden obtener mediante esta forma de manejo.

Figura 2: Curso de conducción eficiente MTC



Figura 3: Simulación de conducción en diferentes situaciones en carretera



El curso de conducción eficiente (eco conducción) contará con exámenes antes y después para medir la eficacia de la capacitación.

Test del conductor eficiente

Responda **verdadero (V)** o **falso (F)** según corresponda para cada una de las siguientes afirmaciones.

- Al encender el vehículo, el conductor debe esperar a que el sistema de lubricación y el neumático tengan la suficiente presión para recién empezar la marcha. (V) (F)
- Al dejar en neutro el vehículo mientras está en movimiento, el conductor no corre ningún riesgo. (V) (F)
- El constante uso del freno de servicio no influye en el desgaste de los neumáticos. (V) (F)
- Cuando se baja una cuesta empinada, es mejor usar el freno de pie. (V) (F)
- Las inspecciones periódicas de neumáticos, el ahorro de combustible y un adecuado mantenimiento impactan sobre la rentabilidad. (V) (F)
- Cuando un conductor inicia la marcha en pendientes ascendentes con un vehículo cargado, debe usar un cambio corto que le permita romper la inercia y partir. (V) (F)
- La única forma de reducir las emisiones es usar nuevas tecnologías de equipos (camiones o autobuses). (V) (F)
- Elaborar una hoja de ruta solo es recomendable para los conductores que hacen viajes largos. (V) (F)
- Basta que exista una de las siguientes condiciones para no poder iniciar un viaje: falla en los frenos, fallas en la dirección, neumáticos en mal estado y luces inoperativas. (V) (F)
- Cuando se va a detener el vehículo por un tiempo prolongado y no se necesite dejarlo encendido, el conductor debe mantenerlo en ralentí un tiempo prudencial para que la temperatura del motor se normalice y el turbocompresor tenga tiempo de bajar sus RPM debidamente lubricado. (V) (F)

Busca las respuestas en la página 117 y, según tu puntaje, lee las siguientes recomendaciones:

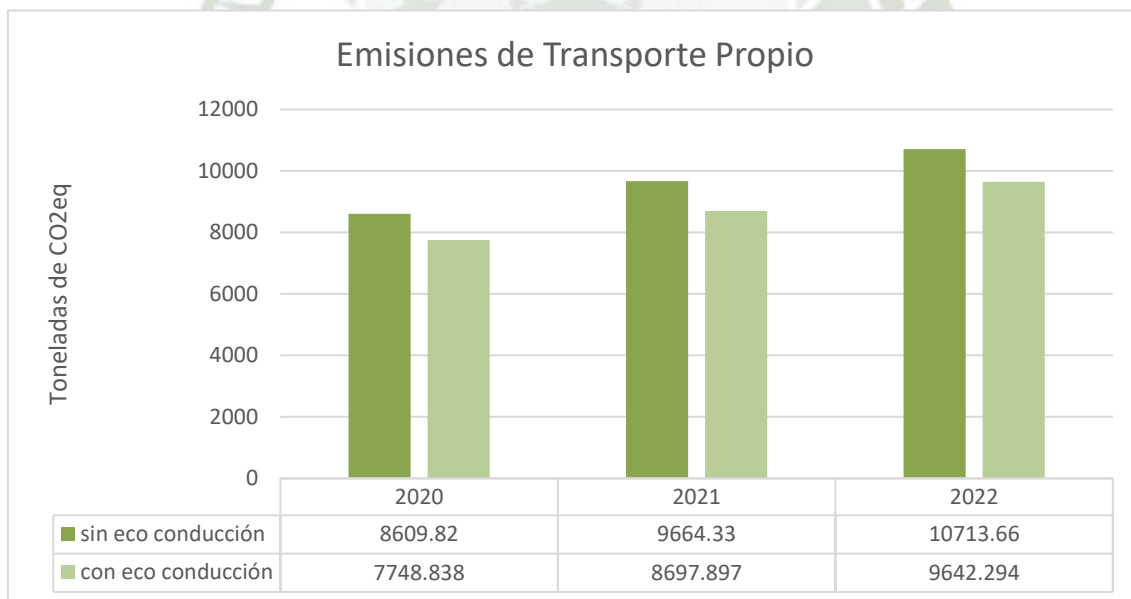
- 0-5 puntos:** Revisa cuidadosamente este manual para que conozcas la importancia de aplicar técnicas de conducción eficiente, y cómo ponerlas en práctica en el día a día.
- 6-7 puntos:** Vas en camino a convertirte en un conductor eficiente. Revisa este manual para que comprendas el impacto de la conducción eficiente sobre el conductor, el medioambiente y la rentabilidad.
- 8-10 puntos:** Estás muy cerca de convertirte en un conductor eficiente. Este manual te ayudará a comprender los factores que influyen en el éxito de las técnicas de conducción eficiente.

Además, la capacitación se realizará de manera semestral dentro del Programa de capacitación de la empresa.

A continuación, se logra ver el Programación de capacitación propuesta.

DCR		PROGRAMA ANUAL DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO - SIG						Codigo:	DCR-SIGpp001													
Año:		2025 <th>Fecha Programada</th> <td>P</td> <th>Fecha Ejecutada</th> <td>G</td> <th>Revisión:</th> <td>03</td>	Fecha Programada	P	Fecha Ejecutada	G	Revisión:	03														
Responsable:		Jefe QHSE							Fecha:	13/12/2024												
Frete	Temas de Capacitación	Personal Objetivo	Tipo de Capacitación	Justificación	Institución	Duración (horas)	Responsable	Costo	Estado	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
TRANSPORTE	Eco conducción	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado	P												
TRANSPORTE	Segregación y manejo de residuos sólidos, plan de manejo de residuos.	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado		P											
TRANSPORTE	Identificación de aspectos e impactos ambientales	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado			P										
TRANSPORTE	Aspectos ambientales significativos	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado				P									
TRANSPORTE	SR (rechaza, reduce, reusa, recupera y recicla)	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado					P								
TRANSPORTE	Eco conducción	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado							P						
TRANSPORTE	Huella de carbono	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado								P					
TRANSPORTE	Controles ambientales en caso de derrames.	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado									P				
TRANSPORTE	Prevención de la contaminación, protección ambiental.	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado										P			
TRANSPORTE	Calentamiento global, efecto invernadero y cambio climático.	Supervisores Operadores	Interna	Detección de necesidades de capacitación	DCR	2	Jefe QHSE	-	Programado Ejecutado											P		
Total de Capacitaciones Programadas										10	1	1	1	1	1	0	1	2	1	1	0	0
Total de Capacitaciones Ejecutadas										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

En la Gráfica 6 se observan claramente los resultados comparativos entre dos escenarios: uno donde no se aplica la eco conducción y otro donde sí se implementa. Se puede notar una tendencia consistente en la que los valores de consumo de combustible son más altos en el caso sin eco conducción, representado por la primera columna, en comparación con el caso de eco conducción, representado por la segunda columna.



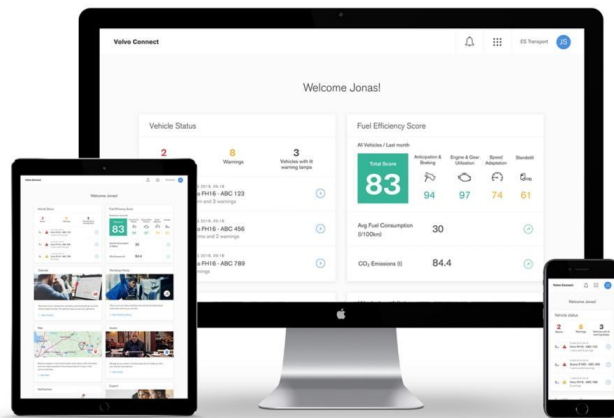
Gráfica 6: Escenarios de la aplicación de Eco conducción

6.1.2 Sistema de retroalimentación (GPS)

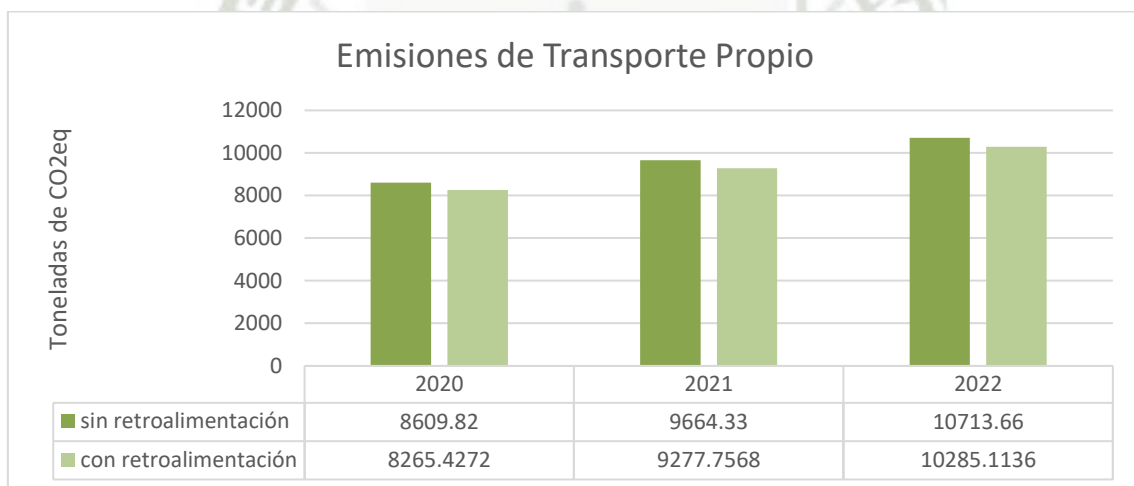
La retroalimentación de patrones de conducción mejora la eficiencia de combustible y reduce las emisiones al aumentar la conciencia del conductor sobre cómo sus acciones afectan el consumo de combustible y las emisiones. Al recibir recomendaciones específicas para optimizar la operación del vehículo, como mantener una velocidad constante, reducir el tiempo de ralentí, evitar arranques bruscos, entre otros, los conductores pueden maximizar la eficiencia del motor y minimizar el consumo de

combustible. Por lo tanto, la compra del paquete de la plataforma VOLVOCONNECT sobre los patrones de conducción podría influir positivamente en el consumo de combustible.

Figura 4: Plataforma de VOLVOCONNECT



En la gráfica 7 se puede visualizar el impacto de implementar una retroalimentación del comportamiento de los conductores.



Gráfica 7: Efecto sobre las emisiones debido a la retroalimentación

6.1.3 Incremento de hojas de ruta de viaje


La optimización de rutas y la creación de hojas de rutas de viaje alternas mejoran la eficiencia logística al permitir una planificación de ruta de viaje más precisa y adaptable a las condiciones del camino y del tráfico. Para ello, es fundamental considerar diversos aspectos, como el tipo de carretera, la pendiente, el nivel de congestión vehicular, el número de curvas, la presencia de paralizaciones o huelgas, la distancia total del recorrido, la disponibilidad de estaciones de servicio, la seguridad vial, la infraestructura disponible, las regulaciones de tráfico y las restricciones de circulación. Estos factores influyen en la selección de la ruta óptima y en la elaboración de planes alternativos para garantizar una distribución eficiente y oportuna de los recursos y bienes. Para ello se

realizará un levantamiento de información por las camionetas que plotean el convoy, en las cuales se identificarán los siguientes factores:

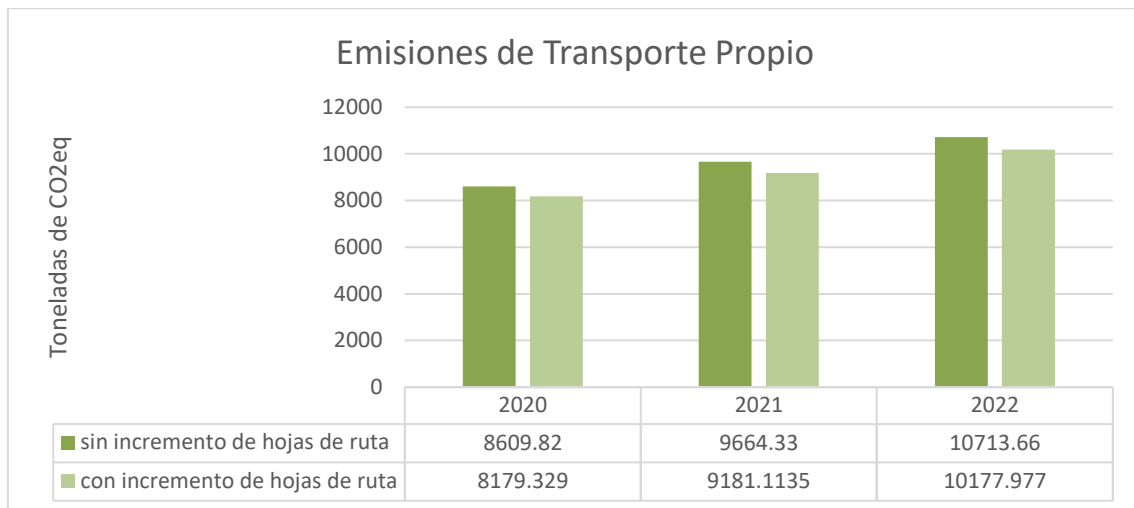
- Trafico
- Tipo de carretera
- Límites de velocidad
- Pendiente
- Presencia de curvas
- Paralizaciones comunes
- Presencia de estaciones de servicio
- Peajes

Esta información se complementará con la experiencia de conductores y su conocimiento de la ruta de viaje, además de velocidad establecidas por clientes y equipo de monitoreo.

El formato que se utilizará para incrementar las hojas de ruta de viaje es el siguiente:

 DCR <small>diagnóstico y conectividad</small>		HOJA DE RUTA				Código:	DCR-Fmatpe008		
						Versión:	9		
						Emisión:	10/07/2023		
EMPRESA DE TRANSPORTES									
INICIO				DESTINO					
TOTAL KM DE RECORRIDO				TIEMPO DE RECORRIDO					
PRODUCTOS A TRANSPORTAR									
DESCRIPCIÓN DE RUTA									
<i>Ruta: Inicio - Lugar 2 - Lugar 3 - - Final</i>									
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS									
ÁREAS AUTORIZADAS PARA PARADAS EN RUTA									
PLANO DE LA RUTA									
RUTA	Coordenadas (Latitud - Longitud)	DÍA	HORA INICIO (teórica)	HORA FIN (teórica)	VEL. MAX (KPH)	DISTANCIA TRAMO (Km.)	DISTANCIA ACUMULADA (Km.)	TIEMPO TRAMO (h:mm)	TIEMPO ACUMULADO (h:mm)

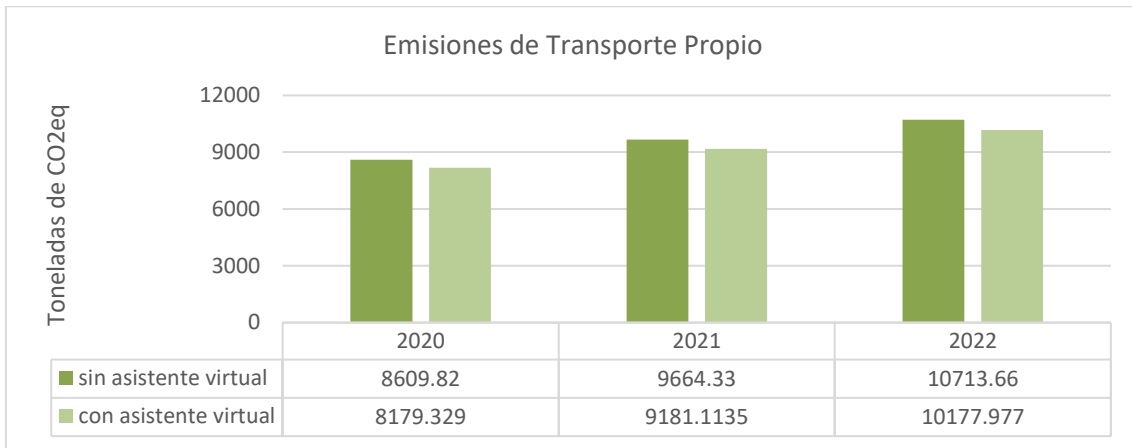
La influencia sobre el combustible es de un 5% más eficiente. En la gráfica 8 se puede visualizar el impacto de una optimización y creación de hojas de ruta de viaje alternativas:



Gráfica 8: Incrementos de hojas de ruta de viaje y su efecto

6.1.4 Implementación de copiloto virtual

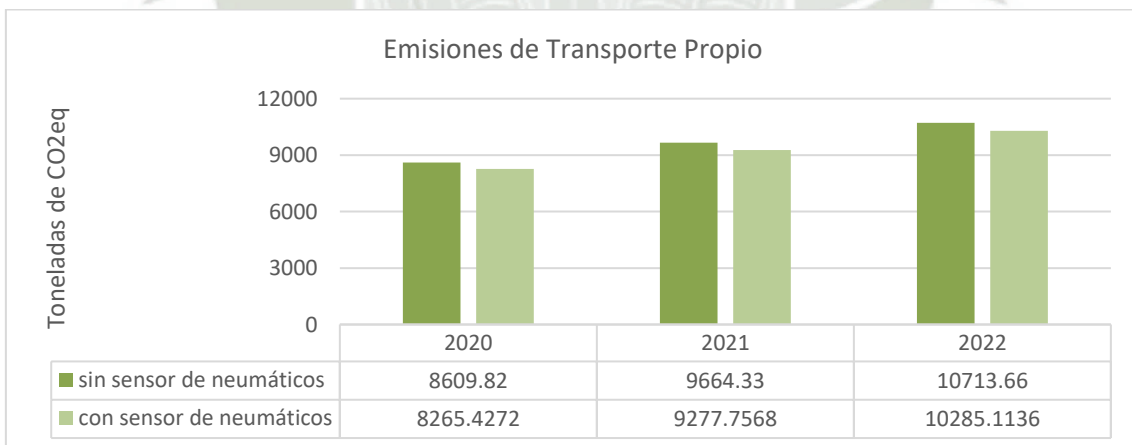
La implementación de tablets como asistentes virtuales a tiempo real puede mejorar significativamente el consumo de combustible de los vehículos. Esto se debe a que estos dispositivos proporcionan información en tiempo real al conductor sobre las condiciones de la carretera, como el tipo de pendiente, las condiciones climatológicas, el tráfico y los comportamientos de anticipación frente a diversas situaciones. Las mejoras recientes en las tecnologías de la comunicación han llevado a innovaciones en el consumo de energía de los vehículos de carretera, como aplicaciones de conducción ecológica para teléfonos inteligentes. Sin embargo, la mayoría de estas aplicaciones no consideran eventos próximos como curvas, cuestas o cruces para aconsejar al conductor sobre las mejores acciones a emprender para reducir el consumo energético. En contraste, las tablets pueden proporcionar asesoramiento específico basado en la situación actual del vehículo, evaluando el comportamiento de conducción en tiempo real y analizando acciones pasadas. Los estudios sugieren que mejorar el comportamiento de anticipación puede ahorrar hasta un 9,5 % en el consumo de combustible, lo que demuestra el potencial de las tablets como herramientas eficaces para reducir el consumo de combustible y mejorar la eficiencia en la conducción. La simulación de aplicación de esta medida se ve reflejada en la gráfica 9.



Gráfica 9: Escenarios de la aplicación de asistente virtual

6.1.5 Instalación de sensores TPMS

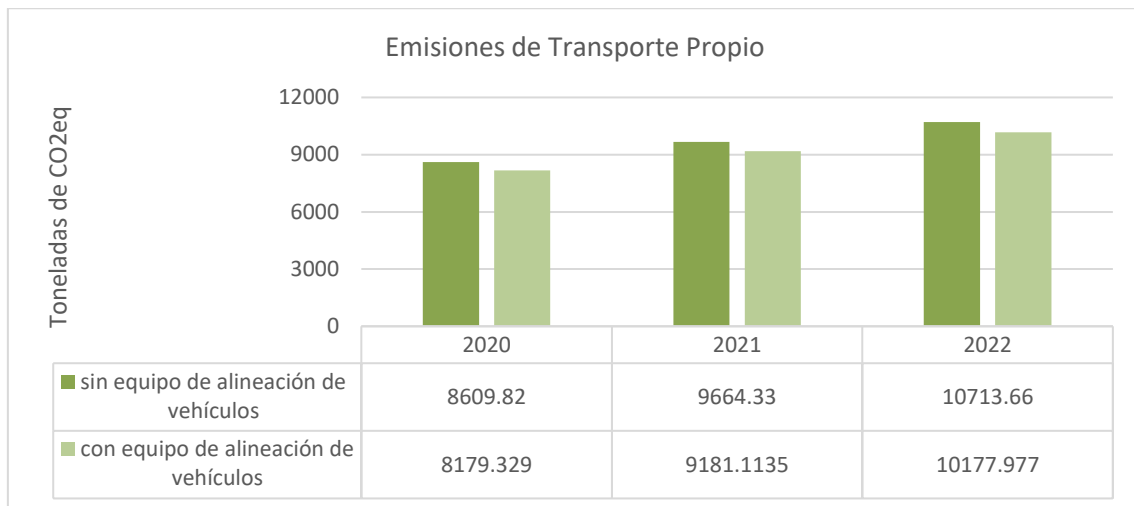
Los sensores TPMS son clave para una gestión de flotas eficiente, permitiendo el monitoreo constante de la presión y temperatura de los neumáticos, lo que mejora la seguridad y reduce el consumo de combustible. Su integración con plataformas de gestión como OnTracking optimiza la operatividad y el mantenimiento preventivo. La incorporación de sensores TPMS en nuestra flota de 280 vehículos se traduciría en una mejora del 4% en la eficiencia del consumo de combustible. Esta optimización no solo refleja un ahorro significativo en costos operativos, sino que también contribuye a una gestión más sostenible y ecológica de los recursos. En la grafica 10 se puede visualizar su impacto en la eficiencia del consumo de combustible.



Gráfica 10: Escenarios de la implementación de Instalación de sensores TPMS

6.1.6 Instalación Equipo de alineamiento para vehículos pesados de 6 sensores

La instalación de equipos de alineamiento para vehículos pesados es una medida que puede mejorar significativamente el consumo de combustible. Una alineación correcta de las ruedas asegura que estas rueden con menos resistencia al movimiento, lo que reduce la cantidad de energía necesaria para mantener el vehículo en movimiento. En la grafica 11 se puede visualizar su impacto en el consumo de combustible.



Gráfica 11: Escenarios de la aplicación de alineación de vehículos

En la tabla 3, en base a la recopilación de datos y los requisitos de la ISO 14064-1, se presentan el resume de las medidas para la fuente de emisión de transporte propio aplicadas al año 2022.

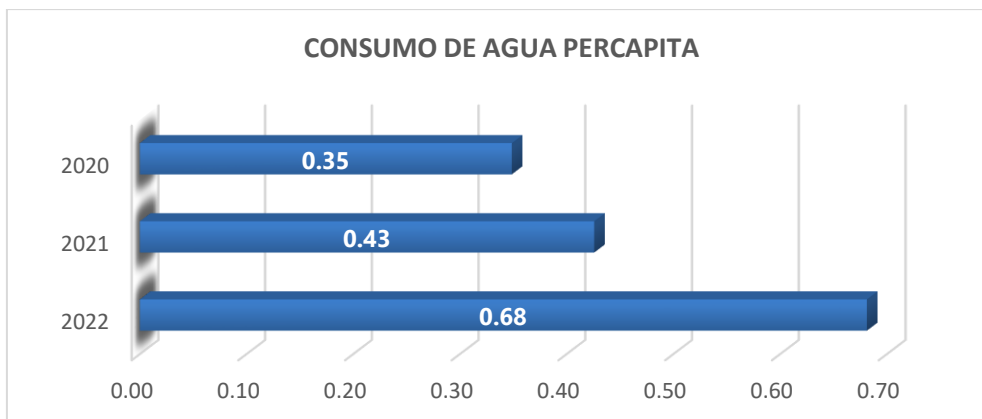
Tabla 3: Emisiones evitadas por la aplicación de las medidas

Medida	Columna A		Columna B		Columna C: A-B	
	Emisiones de GEI sin la acción de mitigación		Emisiones de GEI con la acción de mitigación		Reducción de emisiones de GEI	
	Valor	Ud.*	Valor	Ud.*	Valor	Ud.*
1	10713.66	tCO2	9642.294	tCO2	1071.366	tCO2
2	10713.66	tCO2	10285.1136	tCO2	428.5464	tCO2
3	10713.66	tCO2	10177.977	tCO2	535.683	tCO2
4	10713.66	tCO2	10177.977	tCO2	535.683	tCO2
5	10713.66	tCO2	10285.1136	tCO2	428.5464	tCO2
6	10713.66	tCO2	10177.977	tCO2	535.683	tCO2
Total	64,281.96	tCO2	60,746.4522	tCO2	3,535.5078	tCO2

La implementación de medidas conjuntas en la Tabla 3 puede reducir el consumo de combustible en un 33%. Esto significa que se evitaría consumir una cantidad considerablemente menor de combustible en comparación con la situación inicial. La reducción del consumo de combustible conlleva una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero, como el CO₂eq. Basándonos en el consumo inicial de combustible y la proporción de reducción calculada, podemos determinar que se evitaría emitir un total de 3,535.5078 toneladas de CO₂eq. Esto demuestra el impacto significativo que la implementación de medidas conjuntas puede tener en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y, por ende, en la mitigación del cambio climático.

6.2 Consumo de agua

Dada la cantidad de 80 personas que se tienen en las instalaciones y el consumo alto per cápita en el periodo de estudio (ver la grafica 12) la cual asciende 680 litros por persona en el 2022.



Gráfica 12: Evolución per cápita del consumo de agua

Es por esto que se plantea medidas que mejoren la eficiencia del consumo de este recurso, las cuales se mencionan a continuación:

6.2.1 Instalación de grifos ahorradores

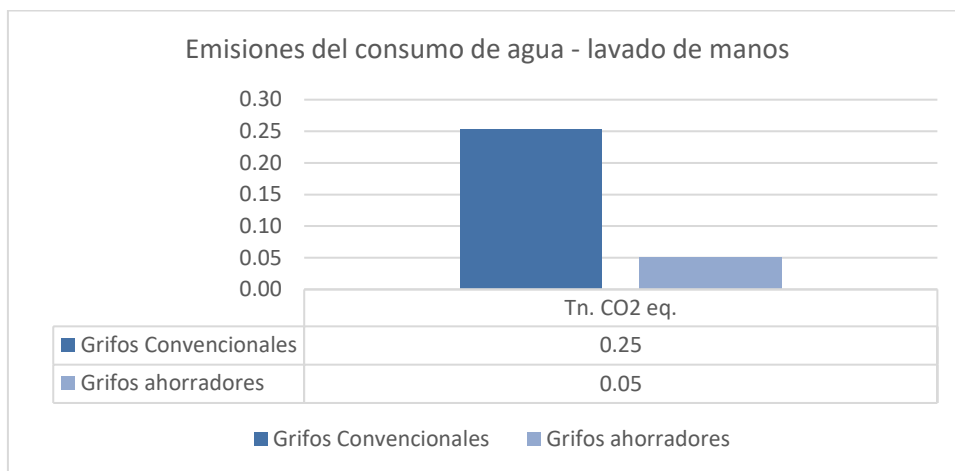
La implementación de caños ahorradores puede mejorar significativamente la eficiencia del consumo de agua y reducir las emisiones de CO2 por varias razones. En primer lugar, los caños ahorradores están diseñados para limitar el flujo de agua, lo que reduce la cantidad de agua utilizada en cada lavado de manos. Esto conlleva a un menor consumo total de agua en comparación con los caños convencionales, lo que resulta en un uso más eficiente de este recurso vital. En la tabla 4 se puede visualizar los tipos de griferías que se usan y el grifo ahorrador propuesto:

Tabla 4: Tipos de griferías

Llave Temporizador Bronce Pesado Sevilla (GT-1)	Griferías actuales (GC-1 - 2do piso)	Griferías actuales (GC-2 - 3er piso)	Griferías actuales (GC- 6 al 11 -
			
Grifo Enterprise ahorrador			
			

En este caso se propone el grifo ahorrador Enterprise el cual tiene un ahorro del 80% según su ficha técnica. Con respecto a su impacto en las emisiones, este reduciría en

un 12% con respecto al 2022. En la grafica 13 se logra visualizar su impacto en consumo de agua para lavado de manos.



Gráfica 13: Escenario de instalación de grifos ahorradores

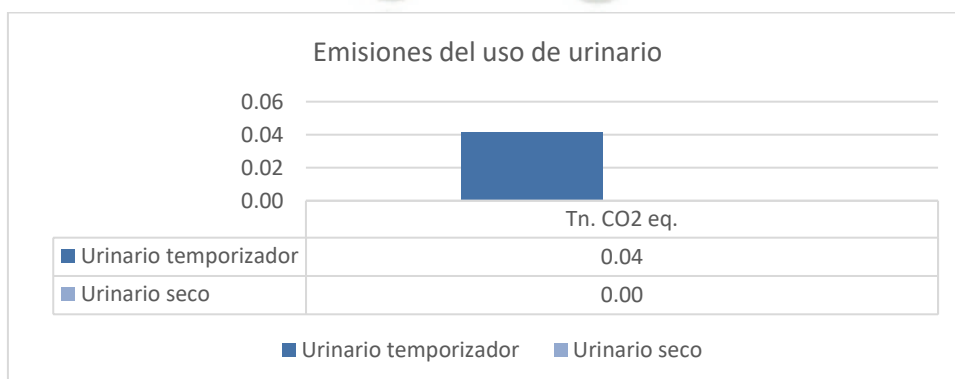
6.2.2 Instalación de urinario seco

La implementación de urinarios secos puede ofrecer varios beneficios ambientales y económicos. En primer lugar, los urinarios secos eliminan la necesidad de agua para el enjuague, lo que resulta en un ahorro significativo de agua potable. En cuanto a las emisiones, este genera una reducción del 100%. En la tabla 5 se puede visualizar el urinario que actualmente se usa y el urinario seco.

Tabla 5: Tipos de urinarios



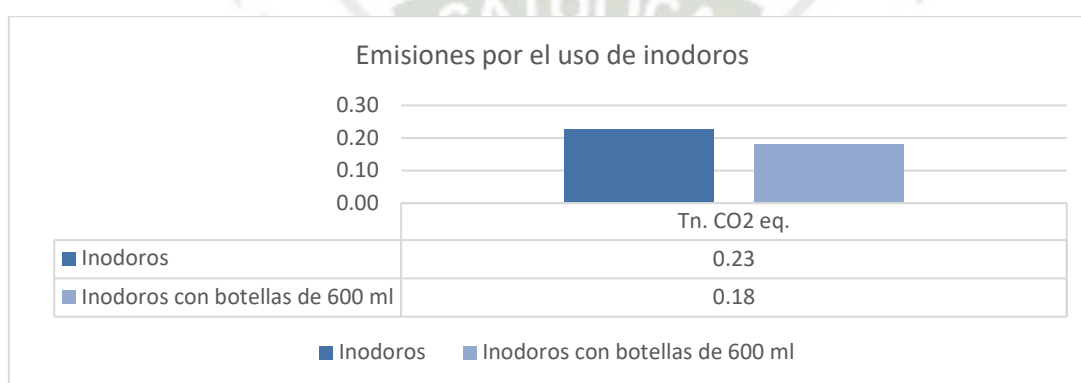
En la gráfica 14 se visualizar su impacto. La reducción con respecto a las emisiones del 2022 es del 2%.



Gráfica 14: Escenario de instalación de urinario seco

6.2.3 Instalación de botellas 02 botellas de agua de 600 ml en inodoros

Instalar botellas de agua de 600 ml en los inodoros es una medida efectiva para reducir el consumo de agua y, por ende, la huella de carbono asociada. Al disminuir la cantidad de agua requerida para el funcionamiento de los inodoros, se logra un ahorro considerable en el uso de agua potable, contribuyendo así a la conservación de este valioso recurso natural. Además, al utilizar botellas de agua de 600 ml, se implementa una solución práctica y de bajo costo que puede ser fácilmente replicada en diversos entornos. En cuanto a la reducción de emisiones, esta se ha disminuido en un 3% con respecto a las emisiones del 2022. En la grafica 15 se puede visualizar la disminución de esta medida.

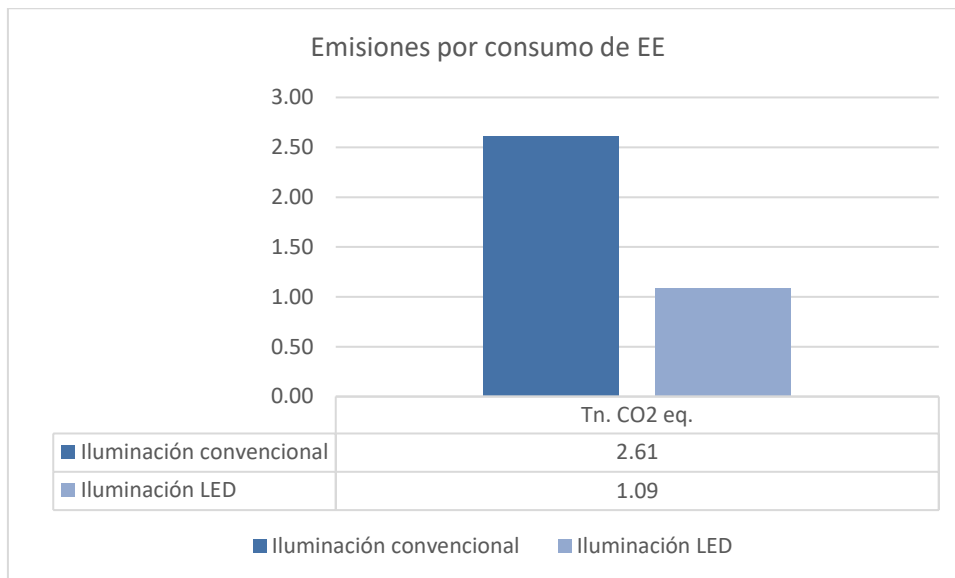


Gráfica 15: Escenario de instalación de urinario seco

6.3 Consumo de electricidad

6.3.1 Migración de luminarias convencionales a luminarias LED

La migración de luminarias convencionales a luminarias LED presenta varios beneficios significativos. En primer lugar, las luminarias fluorescentes convencionales contienen mercurio, un metal tóxico que representa un riesgo ambiental y para la salud humana en caso de ruptura o descarte inadecuado. Por otro lado, las luminarias LED no contienen mercurio, lo que las hace más seguras y respetuosas con el medio ambiente. Además, las luminarias LED son conocidas por su mayor eficiencia energética en comparación con las luminarias convencionales, lo que significa que consumen menos electricidad para producir la misma cantidad de luz. Esta mayor eficiencia se traduce en una reducción significativa del consumo de kWh, que en este caso se estima en un 42%. Además, al consumir menos energía, las luminarias LED generan menos emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático. En este sentido, la migración a luminarias LED ha resultado en una reducción del 15% en las emisiones de CO₂eq en comparación con el año 2022, lo que demuestra su impacto positivo tanto en la eficiencia energética como en la reducción de la huella de carbono. En la grafica 16 podemos ver el impacto de la instalación de luminarias LED.



Gráfica 16: Escenario de migración a luminarias LED

6.4 Fuga de gases refrigerantes

El aumento de la frecuencia de los mantenimientos preventivos y correctivos anuales en los sistemas de aire acondicionado estacionarios es una medida clave para evitar la fuga de gases refrigerantes y, por ende, reducir las emisiones en un 100%. Estos gases, como el R22, son potentes gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global cuando se liberan a la atmósfera. Al aumentar la frecuencia de los mantenimientos, se reduce el riesgo de que se produzcan fugas no detectadas y se asegura que cualquier fuga potencial sea identificada y reparada rápidamente. Esto garantiza que los sistemas de aire acondicionado funcionen de manera óptima y que los gases refrigerantes se mantengan confinados en el sistema, sin escapar al medio ambiente. Como resultado, se evita la liberación de estos gases y se logra una reducción del 100% en las emisiones asociadas con su escape. Además de contribuir a la mitigación del cambio climático, el aumento de la frecuencia de mantenimientos también puede mejorar la eficiencia energética de los sistemas de aire acondicionado, reducir los costos de operación y prolongar la vida útil de los equipos. En resumen, esta medida es fundamental para garantizar una gestión responsable de los sistemas de aire acondicionado y para minimizar su impacto ambiental al prevenir la fuga de gases refrigerantes y las emisiones asociadas.

7. RESUMEN DE LAS ESTRATEGIAS

La tabla 6 presenta el resumen de las estrategias para reducir las emisiones de GEI en nuestras instalaciones. Destacando entre ellas, la eco conducción, que implica prácticas de conducción eficientes y conscientes, reduciendo el consumo de combustible y, por ende, las GEI. Además, se han adoptado otras estrategias como la retroalimentación de

patrones de conducción a través de sistemas GPS, el incremento de hojas de ruta de viaje para optimizar los recorridos, la implementación de un copiloto virtual para brindar información en tiempo real sobre las condiciones de la carretera y el tráfico, la instalación de sensores TPMS para monitorear la presión, así como la instalación de equipos de alineamiento para vehículos pesados. Cada una de estas medidas contribuye de manera significativa a la reducción de las emisiones de CO₂eq, colaborando en un esfuerzo conjunto que nos permite evitar la emisión de un total de 3538.44 toneladas de CO₂eq, lo que representa un avance significativo hacia la sostenibilidad ambiental.

Tabla 6: Resumen de estrategias y emisiones evitadas

CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN	Estrategia propuesta	Emisiones evitadas (Tn Co2eq)	% de reducción x fuente	% Total	Total de Emisiones evitadas (Tn CO2 eq.)
Cat. 1	Combustión de fuentes móviles	Eco conducción	1071.37	10%	33%	3535.51
		Sistema de retroalimentación (GPS)	428.55	4%		
		Incremento de hojas de ruta de viaje	535.68	5%		
		Implementación de copiloto virtual	535.68	5%		
		Instalación de sensores TPMS	428.55	4%		
	Instalación Equipo de alineamiento	535.68	5%			
	Fuga de gases refrigerantes	Mantenimientos preventivos y correctivos más frecuentes	1.12	100%	100%	1.12
Cat. 2	Consumo de energía eléctrica	Migración de luminarias convencionales a LED	1.52	15%	15%	1.47
Cat. 4	Consumo de agua	Instalación de grifos ahorradores	0.20	12%	17%	0.29
	Consumo de agua	Instalación de urinarios secos	0.04	2%		
	Consumo de agua	Instalación de 02 botellas de agua 600 ml en inodoros	0.05	3%		