



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

**Determinación de la huella de carbono en una empresa de construcción de redes de
gas natural**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor

Robinson Nemecio Rosales Bautista

Asesor

Mg. Lucero Katherine Castro Tena

Huacho – Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIAD

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL
INGENIERÍA AMBIENTAL

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Robinson Nemecio Rosales Bautista	77818671	28/11/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Mg. Lucero Katherine Castro Tena	70837735	0000-0002-6770-8615
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS Y	DNI	CÓDIGO ORCID
Dra. Maria Del Rosario Utia Pinedo	07922793	0000-0002-2396-3382
Mg. Tania Ivette Mendez Izquierdo	46925087	0000-0002-2473-4610
Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomassoncco	46741141	0000-0002-4204-7320

DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN UNA EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES DE GAS NATURAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	17%	3%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	2%
2	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA AGRARIA INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL
DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN UNA
EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES DE GAS NATURAL

Jurado evaluador:

Dra. María del Rosario Utia Pinedo

Presidente

Mg. Hellen Yahaira Hueras Pomasoncco

Secretario

Mg. Tania Ivette Méndez Izquierdo

Vocal

Mg. Lucero Katherine Castro Tena

Asesor

Huacho - Perú

2023

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios, quien es la razón por la cual pude terminar mi carrera, a mis padres, quienes siempre han estado ahí para mí y me han dado consejos para ser una mejor persona, y a mis hermanos y tíos por sus amables palabras y su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Gracias, Dios, por permitirme tener y disfrutar de mi familia. Estoy agradecido por el apoyo de mi familia en todas mis decisiones y esfuerzos. Estoy agradecido por la vida, que todos los días me recuerda lo hermosa y justa que puede ser. Y agradezco a mi familia, quienes me han brindado la oportunidad de desarrollar esta tesis de la mejor manera posible. Agradezco su fe en mí y doy gracias a Dios por permitirme vivir y experimentar cada día.

El camino hasta este punto no ha sido fácil, pero gracias a sus contribuciones, su amor y su gran amabilidad y apoyo, la dificultad para lograr este objetivo ha sido menos obvia. Estoy muy agradecido con ustedes y quiero expresarles cuánto los amo, familia.

INDICE

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	16
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Objetivos de la investigación	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4. Justificación de la investigación	18
1.5. Delimitación del estudio	19
CAPITULO II. MARCO TEORICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales	22
2.2. Bases teóricas	24
2.2.1. Efecto invernadero	24
2.2.2. Gases de efecto invernadero.....	24
2.2.3. Cambio climático	25
2.2.4. Marco legal e institucionalidad de GEI.....	27
2.2.5. Huella de carbono.....	27
2.2.6. Ventajas de la huella de carbono.....	28
2.2.7. Huella de carbono de una organización y producto	28
2.2.8. GHG Protocol.....	29
2.3. Definición de términos básicos	30
2.4. Hipótesis de investigación	31
2.4.1. Hipótesis general.....	31
2.4.2. Hipótesis específicas.....	31
2.5. Operacionalización de las variables.....	32
CAPITULO III. METODOLOGIA.....	33

3.1. Diseño metodológico	33
3.1.1. Ubicación	33
3.1.2. Materiales e insumos	34
3.1.3. Diseño experimental.....	35
3.1.4. Tratamientos.....	35
3.1.5. Características del área experimental.....	35
3.1.6. Variables a evaluar	35
3.1.7. Conducción del experimento.....	36
3.2. Población y muestra	36
3.2.1. Población.....	36
3.2.2. Muestra.....	36
3.3. Técnicas de recolección de datos	36
3.4. Metodología para realizar el cálculo de la Huella de Carbono de la Empresa. 37	37
3.4.1. Metodología para las emisiones directas alcance 1.....	37
3.4.2. Metodología para las emisiones indirectas alcance 2.....	38
3.4.3. Metodología para otras emisiones indirectas alcance 3.	39
3.5. Técnicas para el procesamiento de la información	40
3.6. Matriz de consistencia	41
CAPÍTULO IV – RESULTADOS	42
4.1. Determinación de la HC de las emisiones directas - Alcance 1.....	42
4.2. Determinación de la HC de las emisiones indirectas - Alcance 2.....	47
4.3. Determinación de la HC de las emisiones indirectas - Alcance 3.....	51
4.4. Comparación de emisiones según el alcance	54
CAPÍTULO V – DISCUSIÓN.....	55
CAPÍTULO VI – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
CAPITULO VII – REFERENCIAS	58

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32
TABLA 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA	41
TABLA 3. VALORES CALORÍFICOS NETO, DENSIDADES Y FE DE LOS COMBUSTIBLES.....	42
TABLA 4. CONSUMO DE GASOLINA Y DIÉSEL	43
TABLA 5. CONSUMO DE LUBRICANTES	45
TABLA 6. GENERACIÓN DE HUELLA DE CARBONO SEGÚN TIPO DE COMBUSTIBLE	46
TABLA 7. HC DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA SEDE ADMINISTRATIVA.....	48
TABLA 8. HC DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ALMACÉN	49
TABLA 9. HUELLA DE CARBONO POR CONSUMO DE PAPEL.....	51
TABLA 10. HUELLA DE CARBONO POR CONSUMO DE AGUA.....	53
TABLA 11. HUELLA DE CARBONO SEGÚN ALCANCE.....	54

INDICE DE FIGURA

FIGURA 1. EMERGENCIAS POR CAMBIOS CLIMÁTICOS POR REGIÓN (2003-2014)	26
FIGURA 2. ALCANCES DE LA HUELLA DE CARBONO	29
FIGURA 3. DIRECCIÓN DE LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE LA EMPRESA.....	34
FIGURA 4. HUELLA DE CARBONO RESPECTO AL CONSUMO DE GASOLINA	44
FIGURA 5. HUELLA DE CARBONO RESPECTO AL CONSUMO DE DIESEL Y GLP.....	44
FIGURA 6. HUELLA DE CARBONO MENSUAL EN TCO ₂ EQ DE LUBRICANTE.....	45
FIGURA 7. EMISIÓN DE CARBONO POR TIPO DE COMBUSTIBLE EN TCO ₂ EQ.	46
FIGURA 8. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE HUELLA DE CARBONO DE COMBUSTIBLE.....	47
FIGURA 9. HUELLA DE CARBONO MENSUAL SEDE ADMINISTRATIVA	48
FIGURA 10. HUELLA DE CARBONO MENSUAL ALMACÉN.....	50
FIGURA 11. EMISIONES TOTALES DE HC EN AMBAS SEDES.....	50
FIGURA 12. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE HC EN SEDE ADMINISTRATIVA Y ALMACÉN	50
FIGURA 13. EMISIONES MENSUALES POR CONSUMO DE PAPEL	52
FIGURA 14. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE HC POR CONSUMO DE AGUA	53
FIGURA 15. HUELLA DE CARBONO SEGÚN TIPO DE ALCANCE.....	54
FIGURA 16. VIBROAPISONADOR EN OBRA	65
FIGURA 17. CORTADORA DE PAVIMENTO	65
FIGURA 18. GENERADOR ELÉCTRICO.....	66
FIGURA 19. VIBRADOR DE CONCRETO	66
FIGURA 20. MINICARGADOR	67
FIGURA 21. TORRE DE ILUMINACIÓN	67

FIGURA 22.	UNIDADES VEHICULARES.....	68
FIGURA 23.	MÁQUINA RETROEXCAVADORA	68
FIGURA 24.	MAQUINA RODILLO	69
FIGURA 25.	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍAS DE CONEXIÓN	69
FIGURA 26.	CORTE DE PAVIMENTO	70
FIGURA 27.	DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS ELÉCTRICAS.....	70
FIGURA 28.	TENDIDO DE TUBERÍA DE POLIETILENO	71
FIGURA 29.	UNIÓN DE TUBERÍA POR TERMOFUSIÓN Y ELECTRO FUSIÓN	71
FIGURA 30.	EXCAVACIÓN DE ZANJA	72
FIGURA 31.	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA.....	72
FIGURA 32.	PRUEBA DE HERMETICIDAD	73
FIGURA 33.	GASIFICACIÓN DE REDES.....	73
FIGURA 34.	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO Y VEREDA.....	74
FIGURA 35.	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	74
FIGURA 36.	OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE LA ORGANIZACIÓN.....	75
FIGURA 37.	ALMACÉN SATÉLITE	75

INDICE DE ANEXO

ANEXO 1. CUESTIONARIO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO	60
ANEXO 2. CUESTIONARIO PARA EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES.....	61
ANEXO 3. CUESTIONARIO PARA EL ÁREA DE GESTIÓN AMBIENTAL.	62
ANEXO 4. CUESTIONARIO PARA EL ÁREA DE TRANSPORTE.....	63
ANEXO 5. FLUJOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES DE GAS NATURAL	64
ANEXO 6. ENTREVISTA AL RESPONSABLE DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	76
ANEXO 7. ENTREVISTA AL RESPONSABLE DEL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES	77
ANEXO 8. ENTREVISTA AL RESPONSABLE DEL ÁREA TRANSPORTE	78

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo calcular las emisiones de carbono de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C que se generan por el consumo de combustibles, energía eléctrica, agua y uso de papel en el desarrollo de las construcciones de redes para el transporte de gas natural durante el año 2021. El cálculo se realizó con los principios de Protocolo para Gases de efecto Invernadero (GHG Protocol) según los alcances contemplados en dicho protocolo para determinar las emisiones directas (Alcance 1), emisiones indirectas (Alcance 2), y otras emisiones indirectas (Alcance 3). Los cálculos se realizaron para cada alcance utilizando factores de emisión del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Para el alcance 1 se identificaron el consumo de gasolina, diésel, gas licuado de petróleo y lubricante, para el alcance 2 se identificaron el consumo de energía eléctrica y para el alcance 3 se identificó el consumo de papel y agua, de los cuales el resultado en porcentaje de emisiones de carbono para el alcance 1 corresponde 1804.24 TCO₂eq (96.58 %) para el alcance 2 corresponde 63.80 TCO₂eq (3.41%) para el alcance 3 corresponde 1.08 TCO₂eq (0.06%). Finalmente se concluye que el alcance 1 es donde se generó mayor emisión de carbono por el consumo de combustibles, entre ellos el que más emisiones genera es el diésel, siguiendo después la gasolina, gas licuado de petróleo y por último el lubricante. Para minimizar estas emisiones se recomendaron realizar mantenimiento preventivo, adquirir maquinarias y equipos de uso eficiente de combustibles y analizar la posibilidad de convertir los camiones y vehículos a utilizar combustibles más amigables con el medio ambiente como el gas natural o gas licuado de petróleo.

Palabras clave: carbono, huella de carbono, gas natural

ABSTRACT

The objective of this investigation was to calculate the carbon emissions of the company Comercializadora S&E Perú S.A.C that are generated by the consumption of fuels, electricity, water and the use of paper in the development of the construction of networks for the transportation of natural gas. The calculation was made with the principles of the Protocol for Greenhouse Gases (GHG Protocol) according to the scopes contemplated in said protocol to determine direct emissions (Scope 1), indirect emissions (Scope 2), and other indirect emissions (Scope 3). Calculations were made for each scope using emission factors from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). For scope 1 the consumption of gasoline, diesel, liquefied petroleum gas and lubricant were identified, for scope 2 the consumption of electrical energy was identified and as scope 3 the consumption of paper and water was identified, of which the result in percentage of carbon emissions for scope 1 corresponds to 1804.24 TCO₂eq (96.58%) for scope 2 corresponds to 63.80 TCO₂eq (3.41%) for scope 3 corresponds to 1.08 TCO₂eq (0.06%). Finally, it is concluded that scope 1 is where the greatest carbon emission is generated by the consumption of fuels, among them the one that generates the most emissions is diesel, followed later by gasoline, liquefied petroleum gas and finally the lubricant. To minimize these emissions, it was recommended to carry out preventive maintenance, acquire machinery, equipment for efficient use of fuels and analyze the possibility of converting trucks and vehicles to use more environmentally friendly fuels such as natural gas or liquefied petroleum gas.

Keywords: carbon, carbon footprint, natural gas

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad el calentamiento global viene impactando en gran medida a nuestro planeta tierra, esto a causa de las emisiones de gases de efecto invernadero como son el dióxido de carbono, el metano y entre otros que provocan el cambio climático. Estos son producto de la combustión de la gasolina, diésel, carbón. La emisión de estos gases de efecto invernadero tienen un impacto cada vez mayor por el día a día del mundo entero, como consecuencia está provocando una serie de cambios en los patrones meteorológicos de la tierra a largo plazo que varían según el lugar. (National Geographic, 2023).

El cambio climático nos afecta a todos. No es un fenómeno solo ambiental sino de profundas consecuencias económicas y sociales, estos pueden afectar a nuestra salud, a la capacidad de cultivar alimentos, falta de agua potable, cambios en las condiciones para la producción de alimentos y un aumento en los índices de mortalidad debido a las olas de calor, sequías, tormentas e inundaciones. Las consecuencias más graves las experimentarán las naciones más pobres, que están menos preparadas para hacer frente a cambios rápidos.

Conociendo toda la problemática en diciembre de 1997 se aprobó en Kyoto (Japón) un acuerdo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, denominado Protocolo de Kyoto (PK) mediante el cual se fortalece la respuesta internacional al cambio climático. Con el principal objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global asimismo el protocolo de Kyoto promueve el desarrollo sustentable de los países en desarrollo.

Asimismo, el Pacto Climático fue aprobado de manera similar por 196 Partes en la COP21 en París en diciembre de 2015 con el mismo objetivo y entró en vigencia el 4 de noviembre de 2016. Su objetivo es limitar el calentamiento global a menos de 2 grados centígrados. prefería 10,5 grados centígrados a los preindustriales. Los países aspiran a alcanzar su punto máximo de emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible para lograr un planeta con un clima neutral a mediados de siglo con el fin de cumplir con este objetivo de temperatura a largo plazo.

Como primer acuerdo legalmente vinculante para unir a todas las naciones en la lucha contra el cambio climático y la adaptación a sus efectos, el acuerdo de París es un punto de inflexión en el esfuerzo multilateral para abordar el problema.

En el Perú, para afrontar esta problemática se ha desarrollado la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (ENCC), es el principal instrumento de gestión integral del cambio climático que orienta y facilita la acción de cambio climático del Estado a nivel nacional, regional y local a largo plazo, cumpliendo con los compromisos internacionales asumidos por el país ante la conversación Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

- ¿Cuánto es la Huella de Carbono de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año del 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuánto es la generación de emisiones por el consumo de combustible en el desarrollo de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021?
- ¿Cuánto es la generación de emisiones por es el consumo de energía eléctrica en el desarrollo de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021?
- ¿Como se puede mitigar la emisión de gases de efecto invernadero generado por el desarrollo de las actividades de construcción de redes de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la huella de carbono de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Cuantificar las emisiones generadas por el consumo de combustible en la construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021.
- Cuantificar las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica en la construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021.
- Proponer acciones de mitigación para el control de gases de efecto invernadero, generado durante el desarrollo de las actividades de construcción de redes de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021.

1.4. Justificación de la investigación

El calentamiento global es el mayor desafío ambiental que se enfrenta la Tierra en la actualidad. Tanto es así, que, de no tomar medidas preventivas para enfrentar sus efectos negativos a largo plazo estaría en peligro la supervivencia de los seres bióticos y abióticos que habitan en ella.

Por ello en la presente investigación se ha determinado la huella de carbono que se genera en la construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú, aplicando la teoría y las organizaciones referidas al tema, tales como: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización Meteorológica Mundial (OMM), Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC siglas en inglés) y Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Determinar la emisión de gases de efecto invernadero nos permitió conocer el impacto que genera al medio ambiente la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante la construcción de redes para transporte de gas natural y su contribución al calentamiento global para si poder involucrar a este en la gestión climática tal como lo establece la Ley Marco sobre Cambio Climático Ley N° 30754 y su reglamento que fue aprobado mediando DS: N° 013-2019 MINAM.

1.5. Delimitación del estudio

- **Delimitación espacial:**

La investigación se ha desarrollado en las regiones de Lima Metropolitana y Callao puesto que la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C desarrolla sus actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural en los diferentes distritos que conforman ambas regiones. (Ver Figura 3: dirección de las oficinas administrativas de Comercializadora S&E Perú S.A.C)

- **Delimitación temporal:**

La recopilación informativa corresponde al periodo enero a diciembre del año 2021.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Para el desarrollo de la presente investigación se recurrió a verificar investigación nacionales e internaciones de las cuales se describen a continuación:

El objetivo principal de este estudio es estimar la Huella de carbono del Campus de la Universidad de La Salle con el fin de desarrollar métodos de prevención y mitigación para minimizar en gran medida los efectos y la cantidad de emisiones de GEI producidas en el campus, realizada con el mediante la norma ISO 14064, que establece tres alcances de emisión para la contabilización global de los gases de efecto invernadero (GEI) en términos de CO₂ equivalente, por medio de formulación de estrategias o alternativas que conlleven a mejorar y transformar gradualmente el ecosistema universitario por medio de la implementación de las mismas. De acuerdo a la implantación de la metodología ISO-14064 (1), SDA (2) y Air.e Hc (3), se cuantifica la Huella de Carbono para el año base 2018, obteniendo un valor de 11319.4 Ton CO₂/ año, 424 Ton CO₂/ año y 11352 Ton CO₂/ año respectivamente, siendo el alcance 3 “otras emisiones indirectas “el aspecto que genera mayor aporte a la producción de GEI, para las metodologías (1) y (3), mientras que para la metodología (2), el alcance 1 “emisiones directas” es el mayor productor de GEI, de tal manera que se proponen estrategias de reducción a partir de los resultados obtenidos. (Chavarro y Cabezas, 2020).

Las actividades de saneamiento en Colombia emiten un 4% del total de Gases de efecto invernadero, de las cuales un 1,3% está representado por la emisión de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Esta investigación tiene como objetivo estimar la huella de carbono de la planta de tratamiento de aguas residuales de un Parque Industrial ubicado en el municipio de Malambo, Atlántico. Para ello se tomó como referencia las directrices del Greenhouse Gas Protocol Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (edición revisada) del Worl Resource Institut - WRI y el World Busine Council for Sustainable Development WBCSD, en la que se estructuraron las siguientes etapas:

Fase A: Caracterización de procesos, Fase B: Calculo de Emisiones, Fase C: Calculo de Remoción y Fase D: Formulación de Estrategias de mejora. Se concluye que las emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero son de 6925 TonCO₂e/año para el 2019, la cual se ve reducida a 6490 TonCO₂e/año por las remociones cuyo valor es de 434 Ton/hectarea. En tal sentido, dado estos resultados, es posible inferir que alrededor del 94% de las emisiones emitidas pueden ser compensada por 1 hectárea de Roystonea Regia, finalmente estos resultados sugieren que es probable que dadas las extensiones en hectáreas del complejo industrial y partiendo de su diversidad biológica podría existir una emisión neutral. (Iglesias y Laguna, 2021).

La Huella de Carbono (HC) es un indicador ambiental que permite conocer la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto. en el presente trabajo se realizó una propuesta en conjunto con el Comité Ambiental Escolar (CAE) de la Unidad profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas (UPIIZ) y del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos 28 (CECyT 18) para la elaboración de la HC mediante metodologías aplicables de aval internacional como el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en ingles) y nacionales como la secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) que permitan estimar la HC en la comunidad de la UPIIZ y CECyT 18 genera a través del uso de combustible en el transporte público y privado para servicios, consumo eléctrico, consumo de gas LP y generación de Residuos Sólidos Urbanos.

Aplicándose encuestas a la comunidad UPIIZ-CECyT 18 enfocadas en la tendencia que se tienen al uso del transporte público o privado, apoyado de sistemas de información geográficas (SIG) para el procesamiento de datos, así como el uso de datos de consumo de gas Licuado de Petróleo (LP), la generación de residuos y consumo eléctrico para servicios de la Unidad. Resultando una HC del transporte público y privado de 8814.08 Tco₂eq. Para el consumo eléctrico se obtuvo un total de 59.74 TCO₂eq. Para el consumo de Gas LP se obtuvo un total de 17.46 Tco₂eq. Finalmente, para la HC estimada para la generación de residuos fue de 8.58 Tco₂eq posterior a ello se propone tomar medidas de mitigación y prevención para cada alcance. (Gómez, 2019)

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la escuela de postgrado se calculó la huella de carbono de la empresa JRC Ingeniera y Construcción S.A.C, de la Universidad Nacional del Centro del Perú. En la unidad minera El Brocal para los meses de agosto de 2017 y 2018. El Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) aplicó los lineamientos recomendados, resultando en una huella de carbono total de 814.71 tCO₂ eq por emisiones durante el período 2017-2018. período. Se encontró que las mayores fuentes de HC son el consumo de energía eléctrica, que corresponde a las fuentes de emisiones indirectas. Se recomienda implementar un programa de reforestación en las áreas donde opera el negocio para compensar parcialmente las emisiones producidas (Crispín, 2018).

Se realizó la determinación de límites operacionales de la Unidad Minera de Oro a Tajo Abierto, en seguida se definió los Alcances correspondientes; Alcance 1, Alcance 2 y Alcance 3. A continuación se realizó la determinación de la Huella de Carbono (HC) de cada uno de estos Alcances usando las siguientes metodologías; Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2006), el Protocolo de GEI (GHG Protocol), el factor de emisión elaborado a partir de los datos del COES-SINAC y otros factores tomados en cuenta para Alcance 3, además se realizó un análisis porcentual respecto a la HC generada por cada área de la Unidad Minera, así también se hizo el mismo análisis para cada Alcance y por último se realizó una propuesta de mejora respecto a los resultados obtenidos. De esta manera, se obtuvo que la HC total de la unidad minera para el año base 2017 fue de 26411,93 tCO₂eq, además se concluyó que las áreas que más contribuyeron al cálculo de la HC total del año base fueron; Operaciones Mina y Planta con 11214,83 tCO₂eq (42,46 por ciento), y 10908,46 tCO₂eq (41,30 por ciento) respectivamente, así también se pudo ver que el Alcance 1 y el Alcance 2 contribuyeron más a la HC total respecto al año base con 11934,05 tCO₂eq (45 por ciento), y 8186,16 tCO₂eq (31 por ciento) respectivamente, dejando al Alcance 3 en el tercer lugar con 6291,73 tCO₂eq (24 por ciento), por último de la propuesta de mejora, se estimó una reducción de 1138,36 tCO₂eq que es equivalente al 4,31 por ciento de la HC total de la Unidad Minera. (Benites, 2019)

En la escuela de postgrado de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga “de Ica, estimaron la Huella de Carbono del Parque automotor de Ica 2019 y propuesta para su mitigación donde obtuvieron como resultado que las principales fuentes de emisión automotor son los ómnibus (28.5%), camiones (21.1%), automóviles (17.76%), y los tráileres (14.2%); en menor proporción las camionetas rurales (8.12%), Pick up (5.06%), Station Wagon (4.91%) y los paneles (0.41%). La huella de carbono es de 540,833.13 TCO₂ Eq/año. Se proponen las siguientes acciones: Cambiar el modelo energético del transporte, incentivar el uso de mecanismos limpios, Sustituir los vehículos que consumen Diésel o Gasolina por vehículos a GNV o eléctricos, usar biocombustibles, ordenar el transporte, uso eficiente de energía, Compensar con bonos de carbono, etiquetado vehicular, y promover el traslado a pie, y en bicicleta. Conclusiones: La huella de carbono es de 540,833.13 TCO₂ Eq/año. (Guevara, 2019)

El propósito de la presente investigación consiste en la identificación de estrategias dirigidas a reducir las emisiones de GEI asociados a la Huella de la empresa Imaq Perú S.A.C. Para la recolección de la información se empleó la metodología Huella de Carbono Perú proporcionada por el Ministerio del Ambiente. De acuerdo, con los resultados obtenidos, la empresa Imaq Perú generó un total de 13 tCO₂eq. Del total de emisiones, las fuentes principales fueron: Transporte propio, con 8.35 tCO₂eq, Transporte casa trabajo con 1.97 tCO₂eq y Refrigerantes con 1.46 tCO₂eq. Asimismo, se han planteado estrategias de reducción de gases de efecto invernadero para cada fuente de emisión y se han evaluado su viabilidad e importancia, utilizando los criterios de viabilidad económica, innovación, protección del medio ambiente, tiempo de implementación y beneficio social, y se ha desarrollado un programa.

De acuerdo a la evaluación, las estrategias importantes son: Conversión del vehículo de gasohol a gas natural vehicular, mantenimiento preventivo de vehículos, cambio de refrigeradora y digitalización de documentos de la empresa, y las estrategias de importancia media son; teletrabajo, compartir automóviles, mejorar sistemas de ventilación, sustitución de luminarias, adquisición o cambio progresivo de equipos con eficiencia energética, sensibilización a los trabajadores, segregación de residuos sólidos, valorización de residuos aprovechables, disposición final de los residuos sólidos, reducción del uso de empaques o materiales de un solo uso, mantenimiento de las instalaciones sanitarias, instalación de sistemas de ahorradores de agua y reciclaje de papel. (León y López, 2022).

2.2.Bases teóricas

2.2.1. Efecto invernadero

Debido a un manto en expansión de gases de efecto invernadero que rodea el planeta, la vida en la tierra es habitable. Como resultado, el manto de nuestro planeta mantiene el calor del sol en un nivel ideal para que exista la vida. Este efecto es un comportamiento ambiental esencial para el desarrollo de vida en el planeta. Todo este fenómeno natural en la última década ha sido alterado por la acción del hombre con la emisión de, esencialmente, dióxido de carbono y metano, provenientes de los diferentes sectores económicos. Este fenómeno benéfico se ha visto afectado negativamente como resultado, cambiando el clima y provocando numerosos cambios en el equilibrio de los ecosistemas.

La emisión de radiación infrarroja a través de la atmósfera calienta la superficie del planeta, llamado efecto invernadero, proceso natural que se produce. La atmósfera proporciona un aislamiento natural del sol, que también absorbe suficiente energía solar para mantener la temperatura global promedio dentro de un rango que sustenta la vida. (Rodas, 2014).

2.2.2. Gases de efecto invernadero

La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera está aumentando de manera constante, y las actividades humanas, como el metano producido por la crianza de ganado o el uso de vehículos fósiles con combustibles, emiten niveles muy altos de gases tóxicos.

Los gases de efecto invernadero (GEI) son sustancias en la atmósfera que favorecen el crecimiento de la vida al tiempo que mantienen una temperatura constante en la Tierra. El problema surge cuando la concentración de estos gases aumenta, cambiando el clima y el equilibrio ecológico. Pueden existir diferentes tipos de GEI, y pueden provenir de una variedad de fuentes naturales y artificiales, así como de las acciones tanto del hombre como de la naturaleza. Entonces se pueden determinar los GEI primarios y sus fuentes. (Arias,2020, p.15).

La desaceleración industrial relacionada con la pandemia de COVID-19 no ha podido compensar las concentraciones precedentes de gases de efecto invernadero que atrapan el calor en la atmósfera, elevan las temperaturas y exacerban los fenómenos meteorológicos extremos como el derretimiento del hielo, el aumento del nivel del mar y la acidificación de los océanos, el dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero se han reducido significativamente por las medidas de confinamiento. Sin embargo, cualquier cambio en las concentraciones de CO₂, que son la suma de emisiones pasadas y presentes, no es mayor que el provocado por las fluctuaciones anuales en el ciclo del carbono y por la importante variabilidad natural que experimentan los sumideros de carbono como la vegetación. (Organización Meteorológica Mundial, OMM.2020).

2.2.3. Cambio climático

El cambio climático es el término utilizado para describir los cambios en la temperatura y los patrones climáticos durante un período de tiempo específico. El calentamiento global es el principal contribuyente al cambio climático, que tiene numerosos efectos perjudiciales en los sistemas biológicos, físicos y de otro tipo.

El cambio climático, que se manifiesta en parte como inundaciones y sequías graves que tienen un efecto perjudicial en la biodiversidad y la economía, es uno de los mayores problemas que enfrenta la población mundial actualmente. La industrialización y la gran dependencia de los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo han acelerado la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que es el principal impulsor del cambio climático. (Guamán, 2015).

Numerosas organizaciones de todo el mundo, incluido el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, han expresado su preocupación por el cambio climático global. que ven este cambio como un desafío y adoptan estrategias y metodologías para combatir la ansiedad que las comunidades y el medio ambiente en su conjunto han expresado a raíz del mismo. (Palomino, 2019).

Debido a que posee más del 70% de la biodiversidad del mundo, Perú es considerado como una de las 17 naciones megadiversos. La biodiversidad de la nación está representada por una amplia gama de ecosistemas, especies de plantas y animales y diversidad genética, todo lo cual respalda la sostenibilidad y el desarrollo global. La OMS afirma que una disminución de la biodiversidad puede tener un impacto significativo en los servicios de salud porque, indirectamente, la salud depende de los productos y servicios de los ecosistemas (como agua dulce, alimentos y fuentes de energía). Asimismo, la nación es vulnerable a amenazas de origen hidrometeorológico. La Tercera Comunicación Nacional del Perú establece que al 2014, el 64 por ciento de todas las emergencias nacionales estuvieron relacionadas con eventos climáticos, incluyendo sequías, lluvias, inundaciones y heladas, entre otros. (Libélula, 2014).

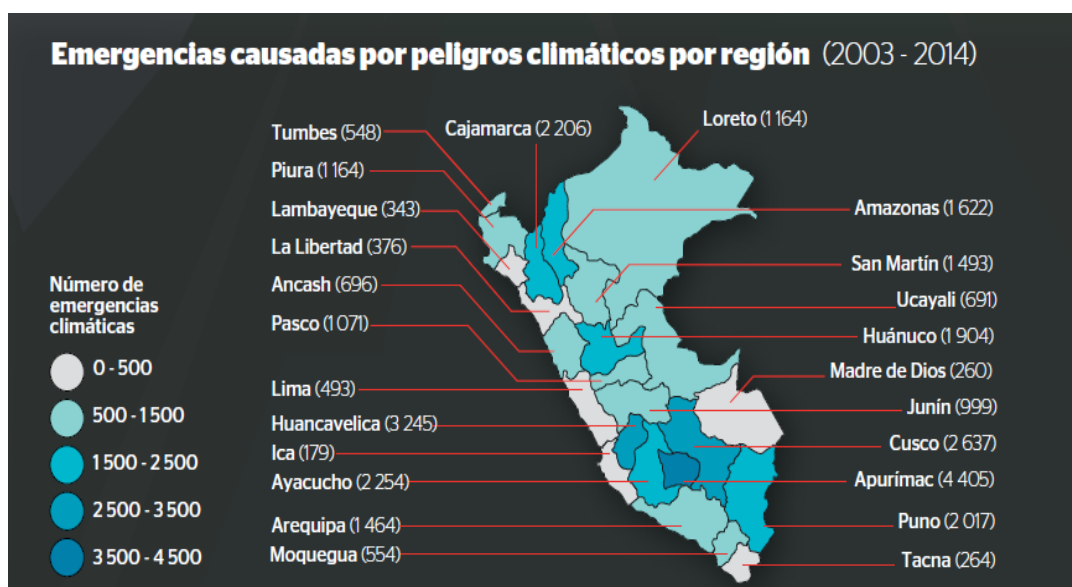


Figura 1. Emergencias por cambios climáticos por región (2003-2014)

Fuente: MINAM, 2016 Tercera Comunicación Nacional del Perú

2.2.4. Marco legal e institucionalidad de GEI

Desde que Perú ratificó la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1993, la nación ha ido construyendo el marco institucional y legal necesario para enfrentar el cambio climático. Como resultado, en 1993 se estableció la Comisión Nacional de Cambio Climático, inicialmente bajo la dirección del Ministerio de Relaciones Exteriores, luego del Consejo Nacional Ambiental (CONAM), y desde 2008, del Ministerio del Medio Ambiente. La citada delegación fue transformada en 2009 por el MINAM, reforzando sus logros y proponiendo el cambio, denominada “Comisión Nacional sobre el Cambio Climático”. (Palomino, 2019)

Con el objetivo de preservar el ambiente el estado peruano a través del Ministerio del Ambiente (MINAM) se ha establecido políticas públicas con la implementación de leyes, planes, políticas para establecer directrices con el único objetivo de cuidar y preservar el medio ambiente para una economía sostenible. Entre ellas tenemos:

- La ley general del ambiente
- Política nacional del ambiente
- Plan nacional de acción ambiental PLANAA
- Plan bicentenario: el Perú hacia el 2021
- Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental
- Ley marco sobre cambio climático

2.2.5. Huella de carbono

Una métrica ambiental denominada “Huella de Carbono” permite cuantificar objetivamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se producen tanto directa como indirectamente en el transcurso de diversas operaciones realizadas por organismos públicos o privados, en la producción de bienes o prestación de servicios, o durante la planificación de un proyecto o evento. Para alcanzar las metas acordadas en materia de calentamiento global y cambio climático, así como la satisfacción del cliente, la rentabilidad y el valor de la marca, a nivel institucional se obtiene información básica para que la gerencia mitigue y/o compense las emisiones e identifique oportunidades de mejora. (Saavedra, 2020)

Debido a las actividades que emiten GEI durante la producción, el transporte, el almacenamiento, el uso y la eliminación final de un producto, la dependencia de la naturaleza ha llevado recientemente a la preocupación por el calentamiento global que está creciendo exponencialmente. En respuesta a este problema, las naciones miembros de la ONU decidieron usar una herramienta llamada huella de carbono como un medio para reducir las emisiones liberadas a la atmósfera. (Arias,2020)

2.2.6. Ventajas de la huella de carbono

Las principales ventajas de poder calcular la huella de carbono de una organización o producto son las siguientes:

- Contribuir con la lucha contra el cambio climático, mejorar la responsabilidad social corporativa, la imagen pública y reputación de la organización.
- Ayuda a conocer la situación actual de la organización y poder reducir costes energéticos: lo que no se conoce, no se puede reducir. Se puede conseguir a un ahorro económico a través de una mayor eficiencia. Muchos negocios han encontrado formas simples de disminuir el uso de energía y ahorrar dinero.
- Aumentar oportunidades de negocios, ventas, contratos, licitaciones y ventas en países o sectores que valoren este aspecto. Porque la tendencia indica que los clientes no compran por el precio sino por el compromiso de la organización con su entorno ambiental. Por lo que podemos aumentar su cartera de clientes y fidelizar los ya existentes.

2.2.7. Huella de carbono de una organización y producto

El inventario corporativo de gases de efecto invernadero (GEI), también conocido como huella de carbono organizacional, mide las emisiones de GEI resultantes de todas las actividades de una organización. La metodología expuesta por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) este documento es la que se utiliza con más frecuencia para determinar la huella de carbono empresarial. "Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte"¹. (Ihobe, 2022). La Huella de Carbono de Producto es una ecoetiqueta identificativa de la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un producto, evento o servicio. (Intedya, 2020).

2.2.8. GHG Protocol

Uno de los primeros esfuerzos dirigidos a la contabilidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) fue el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol), que es un estándar internacional y el más utilizado para calcular la huella de carbono de una organización.

El GHG Protocol fue desarrollado por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y World Resources Institute (WRI) en una alianza multipartidaria de empresas, gobiernos y organizaciones no gubernamentales (ONGs) de todo el mundo, con el objetivo de abordar el cambio climático.

Alcance 1: Emisiones directas de GEI

Por ejemplo, las emisiones de la quema de calderas, hornos, vehículos, etc., son emisiones directas que pertenecen o están bajo el control de la organización.

Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociados a la electricidad

El alcance 2 incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización.

Alcance 3: Otras emisiones indirectas

El alcance 3 es una categoría de informe que es opcional y permite la inclusión de las emisiones indirectas restantes. Las emisiones de Alcance 3 son el resultado de las operaciones de la empresa, pero provienen de fuentes que la empresa no posee ni controla. Usar productos o servicios proporcionados por otros, como viajar con fines comerciales por medios externos, transportar bienes, combustible y materias primas por medios externos (como en operaciones logísticas).

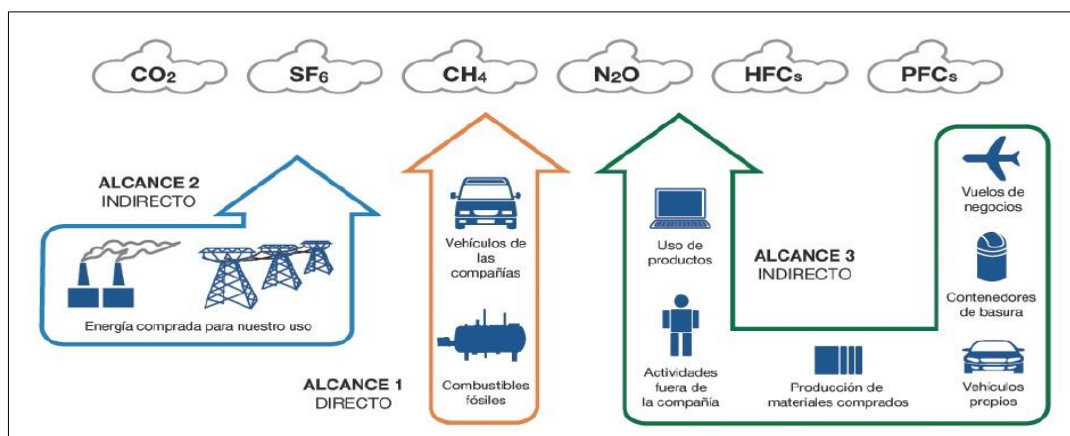


Figura 2. Alcances de la Huella de Carbono

Fuente: Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG)

En la figura 2 se puede entender mejor la estructura del GHG Protocol según sus alcances, donde se menciona el alcance 1 son las emisiones directas de las organizaciones, emisiones que son a causa de sus procesos de producción propios, siguiente es el alcance 2 y 3 que hacen referencias al consumo de energía eléctrica consumo de agua potable, vehículos propios de contratistas o viajes de negocios de los colaboradores. Emisiones que son generados por terceros.

2.3. Definición de términos básicos

- **Atmosfera:** La atmósfera de la Tierra, que está hecha de gas. Aparte de algunos gases traza como el argón y el helio, así como algunos gases de efecto invernadero radiactivamente activos como el dióxido de carbono y el ozono, la atmósfera se compone principalmente de nitrógeno y oxígeno. El vapor de agua, otro gas de efecto invernadero, también está presente en la atmósfera. Según Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013)
- **Capa de ozono:** La capa de ozono, que se encuentra en la estratosfera, es donde las concentraciones de ozono son máximas. Esta capa se encuentra entre 12 y 40 kilómetros por encima de la superficie terrestre. (IPCC,2013)
- **Gases de efecto invernadero (GEI):** El efecto invernadero es el resultado de un componente gaseoso de la atmósfera natural o antropogénica que tiene la capacidad de absorber y emitir luz en longitudes de onda específicas del espectro de radiación terrestre que emiten la superficie terrestre, la atmósfera y las nubes. (IPCC, 2013).
- **Metano (CH₄):** Uno de los seis objetivos de reducción de gases de efecto invernadero establecidos en el protocolo de Kioto. Es el principal componente del gas natural y está vinculado a todos los hidrocarburos utilizados en ganadería, agricultura y combustibles. (IPCC,2013)
- **Clima:** Es el conjunto de condiciones ambientales de un lugar determinado, las variables que intervienen son la humedad, la temperatura, los vientos entre otros, todos ellos influyen en la existencia de los seres bióticos en el ecosistema.
- **Dióxido de carbono (CO₂):** Es gas de origen natural, así como el subproducto de la quema de biomasa, alteración del uso del suelo y otros procesos industriales que utilicen combustibles fósiles derivados de depósitos de carbono fósil, como el petróleo, el gas o el carbón. Es el principal gas de efecto invernadero que resulta de la actividad humana y tiene un impacto en el balance radiactivo del planeta.

También es el gas que se utiliza para medir la concentración de otros gases de efecto invernadero. (IPCC, 2013).

- **Emisiones:** Es la emisión de gases contaminantes producto de la combustión (carbón y derivados del petróleo).
- **CO₂eq:** La medida kilogramos de dióxido de carbono equivalente, es una forma de representar la emisión total de gases de efecto invernadero (GEI) llevándolos a esta única medida a través de una conversión que considera la masa de los gases y su capacidad de atrapar calor. Los gases principales de efecto invernadero son los siguientes: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).
- **Eficiencia energética:** Es la optimización del consumo energético para alcanzar niveles determinados de confort y servicio.
- **Huella de Carbono:** Es un indicador ambiental que pretende reflejar la totalidad de emisión de gases de efecto invernadero emitido por efecto directo o indirecto de una empresa, producto u individuo

2.4.Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general.

- Con la determinación de la Huella de Carbono en las actividades de construcción de redes de gas natural, se podrá conocer y tomar acciones de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- La generación de emisiones por el consumo de combustible durante las actividades de construcción de redes de gas natural es significativa.
- La generación de emisiones por el consumo de energía eléctrica en las actividades de construcción de redes de gas natural es moderada.
- Para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero durante el desarrollo de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural es necesario establecer una propuesta.

2.5.Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores
Variable Independiente: Calculo de la Huella de Carbono en una empresa de construcción de redes de gas natural	Determinación de gases de efecto invernadero, mediante la realización de un inventario de las emisiones de estos gases	Fuentes de Emisiones	Determinar las fuentes de emisiones de los gases de efecto invernadero de las diferentes actividades que realiza la empresa, calculando mediante la metodología GHG Protocol	Listado de fuentes de emisiones directas de gases de efecto invernadero
		Cantidad de emisiones	Determinación de las cantidades de emisiones de los gases de efecto invernadero de las diferentes actividades que realiza la empresa, calculando mediante la metodología GHG Protocol	listado de fuentes de emisiones indirectas de gases de efecto invernadero cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero de fuentes directas cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero de fuentes indirectas

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C que está ubicada en el distrito de Chorrillos, provincia de Lima y Región Lima. La empresa es una de las contratistas principales de Calidda, empresa que tiene la concesión de construir redes de gas natural en Lima y Callao, por tal motivo comercializadora S& E Perú desarrolla sus actividades en los diferentes distritos que conforman la región Lima y la Provincia Constitucional de Callao.

Los trabajos de construcción de redes externas de gas natural se realizan en las calles, avenidas, jirones de la ciudad e inicia primeramente con la detección y/o localización de interferencias (eléctricas, agua, desagüe, teléfono, etc.) esta actividad se realiza utilizando un aparato llamado RD7100 su función principal es detectar interferencias eléctricas identificando cables de bajas, media y alta tensión. Las interferencias de agua, desagüe, se detecta mediante la realización de calicatas. Terminando dicha actividad se empieza a realizar el trazado de la zanja para posterior a ello realizar el corte y demolición del pavimento y veredas. Terminado la demolición se empieza a realiza la excavación de zanja de manera manual o mecánica, la elección dependerá del tipo de terreno y la accesibilidad del mismo.

Una vez que la zanja llega a la profundidad requerida se procede a realizar el tendido de tubería dentro de la zanja luego a realizar la unión de tuberías de polietileno por método de termofusión o electro fusión, posterior a ello se realiza el tapado con materiales de préstamo (arena, afirmado), cintas de advertencia, cables de detección, una vez colocado todo ello dentro de la zanja se procede a realizar la compactación con el vibro apisonador agregando ciertas proporciones de agua. Terminado el proceso de instalación de tubería de polietileno se procede a realizar la prueba de hermeticidad, con el objetivo identificar posibles aberturas, orificios en la tubería, pasado con éxito la prueba de hermeticidad se procede a realizar la gasificación, este proceso consiste en habilitar de gas natural a las tuberías instaladas. Terminado los procesos mencionados se procede a realizar la reposición de pavimento con asfalto y/o concreto según corresponda.



Figura 3. Dirección de las oficinas administrativas de la empresa.

Fuente: Google Maps (2013)

En la figura 3 se puede apreciar la dirección de las oficinas administrativas de la empresa, se encuentra al sur de Lima, exactamente en el distrito de Chorrillos entre la Av. Los Horizontes con la Av. Alameda San Marcos.

3.1.2. Materiales e insumos

- Materiales de escritorio
- Computadora
- Laptop
- Celular
- Impresora
- Tinta de impresora
- Libreta de notas
- Calculador

3.1.3. Diseño experimental

Es una investigación del tipo no experimental, no se ha manipulado las variables de estudio, nivel descriptivo, teniendo en cuenta que se ha trabajado a través de la utilización de la data del consumo y generación de combustibles, energía eléctrica y consumo de agua y papel y se calculará la emisión de huella de carbono con un estándar internacional denominada Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocolo).

3.1.4. Tratamientos

Debido a que la investigación es de tipo no experimental, no se emplearon tratamientos.

3.1.5. Características del área experimental

La empresa Comercializadora S&E Perú desarrolla actividades de construcción de redes de gas natural en los diferentes distritos de la provincia de Lima y la provincia constitucional del Callao, para ello emplea maquinarias, vehículos, camiones, montacargas y otros, que consumen diferentes combustibles como gasolina y diésel. Por ello la información fue proporcionada por las diferentes áreas que llevan el control diario de entradas y salidas de los diferentes combustibles.

El registro de consumo de combustibles fue proporcionado por el área de mantenimiento y transporte, mientras tanto los registros de consumo de energía eléctrica fueron proporcionados por el área de contabilidad quien realiza los pagos de manera mensual. Toda la información es correspondiente al año 2021

3.1.6. Variables a evaluar

- Determinar la Huella de Carbono en la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C.

3.1.7. Conducción del experimento

Para la presente investigación se realizó una búsqueda, análisis y comparación del estándar o protocolo a utilizar para la determinación de la huella de carbono de la organización, se eligió el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol). Para ello la información utilizada fueron los siguientes, consumo de combustibles de las diferentes unidades vehiculares, maquinarias y consumo de energía eléctrica todo ellos correspondientes al año 2021, se coordinó con las áreas involucradas en la solicitud de la información mediante entrevistas y solicitud formal mediante correo electrónico.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población para el presente estudio es la empresa Comercializadora S&E Perú y todas sus áreas involucradas en el consumo de combustibles, energía eléctrica generación de residuos sólidos.

3.2.2. Muestra

La muestra estudiada está conformada por el 100% de nuestra población, es decir se evaluó todo el consumo de combustible generado por las maquinarias, generadores eléctricos y otros equipos y uso de energía eléctrica del 1 de enero del 2021 al 31 de diciembre del 2021.

3.3. Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos de la empresa Comercializadora S&E Perú se realizó a través de entrevistas, encuestas y solicitud de información a las distintas áreas de la organización. Así como, la información de consumo de combustibles, energía eléctrica, agua y papel.

Las encuestas y entrevistas se realizaron a las jefaturas de las diferentes áreas, como por ejemplo al área de mantenimiento respecto al consumo de combustibles de las maquinarias, minicargador, rodillo, vibro apisonador generadores eléctricos, compresoras entre otros al área de transporte el consumo de combustibles de las unidades vehiculares como autos, camionetas y camiones al área de con talidad el consumo de agua y energías eléctrica y al área de servicios generales el consumo de papeles.

3.4. Metodología para realizar el cálculo de la Huella de Carbono de la Empresa.

3.4.1. Metodología para las emisiones directas alcance 1.

Para calcular la HC producto de la construcción de redes de gas natural donde se utilizan diferentes maquinarias, equipos, vehículos, generadores eléctricos que consumen combustibles fósiles se usó los criterios de la Guía para el Inventario Nacional de GEI elaborada por el Panel Intergubernamental para el cambio Climático (IPCC), 2006, Volumen – Energía.

En consecuencia, para determinar la HC se realizó el cálculo de las emisiones generadas por consumo de combustible (gasolina, diésel, lubricante, glp), asimismo de los vehículos (camiones, minivan, autos, camioneta), equipos de línea amarilla (minicargador, volquete, montacarga, compresoras, rodillo) equipos menores de (vibro apisonador, cortadora, generador eléctrico, plancha compactadora, vibrados de concreto y torre de iluminación)

Para poder realizar los parámetros de conversión, se recolectaron información de consumo de combustibles y lubricantes correspondientes de enero a diciembre del 2022. Estos provenientes de las áreas de mantenimiento, transportes, gestión ambiental y gestión administrativa. Los datos que fueron consolidados fueron convertidos a litros usando la conversión universal de litros a galones, luego se convirtieron a kilogramos (Kg), el cual con los valores predeterminados de poder calorífico y factores de emisión se obtiene la emisión directa de Gases de Efecto Invernadero en toneladas de CO2 equivalente.

$$ED = \frac{CC \times PCN}{10^3} \times (FE_{CO2} + FE_{CH4} \times PCG_{CH4} + FE_{N2O} \times PCG_{N2O})$$

Donde:

- ED: “Emisiones directas de GEI, en tCO₂ equivalente”
- CC: “Cantidad de combustible consumido kg”
- PCN: “Poder Calorífico Neto del combustible utilizado, en GJ/Kg”
- FE_{CO₂}, FE_{CH₄}, FE_{N₂O}: Factor de emisión de CO₂, CH₄, N₂O del combustible utilizado, en: KgCO₂/GJ, KgN₂O/GJ, respectivamente
- PCG_{CH₄}, PCG_{N₂O}: Potencial de calentamiento Global del CH₄ y N₂O, respectivamente

3.4.2. Metodología para las emisiones indirectas alcance 2.

Para determinar las emisiones producto del consumo de energía eléctrica, se recopilaron los datos de consumo total de energía del periodo enero a diciembre del 2022, los cuales fueron extraídos de los recibos de luz. Se recopiló la información solicitando al área de contabilidad quienes se encargan de realizar los pagos al proveedor respectivo.

Los datos de consumo de energía eléctrica se encontraban en unidades de Kilowatts horas (kWh) se multiplico por 1000 y se convirtió a MWh, luego inmediatamente se multiplico por el factor de emisión de 0.5470 Tco₂eq/MWh (Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero) para poder calcular las emisiones de gases de efecto invernadero proveniente de las emisiones indirectas de energía eléctrica expresadas en Tco₂ equivalente.

Lo expresando anteriormente se puede presentas en la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones (tCO}_2\text{eq)} = \text{Consumo de Energía (MWh)} \times 0.5470 \text{ tCO}_2\text{/MWh}$$

Donde:

- **Emisiones (tCo₂EQ):** emisiones resultantes del consumo de energía en la organización
- **Consumo de Energía (MWh):** El consumo de energía reportado de toda la organización
- **0.5470 Tco₂/MWh:** Factor de Emisión de CO₂ calculando a partir del PHG Protocol

3.4.3. Metodología para otras emisiones indirectas alcance 3.

- **Determinación del consumo de agua de la empresa.**

En la empresa el consumo de agua potable es de origen potable y no potable que se utilizan en los diferentes procesos de los trabajos administrativos y operativos.

- Consumo de agua potable en la sede las oficinas administrativas
- Consumo de agua potable para el personal operativo en obra
- Consumo de agua no potable para el regado en obra

Los datos fueron proporcionados por el área de contabilidad ya que le área realiza el pago de los recibos de luz a la entidad pertinente, los datos están en metros cúbicos (m³). Para poder calcular la emisión de GEI se aplicó la siguiente formula.

$$OEI_w = DA \times FE$$

Donde:

OEI_w: Otras emisiones indirectas de GEI por consumo de agua, en tCO₂eq

DA: Datos de actividad, en m³

FE: Factor de emisión por consumo de agua (0.0005 tCO₂eq /m³)

- **Cuantificación de emisiones de co2 por consumo de papel.**

Par determinar las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero por la utilización de papel se solicitó los datos al área de asuntos administrativos sobre la compra de los paquetes de hojas bond, en este reporte se puede observas las comprar realizadas durante todos los meses de los periodos de enero a diciembre del año 2021. De esta manera, teniendo estos datos se siguió el siguiente el procedimiento para poder calcular la huella de carbono.

Para calcular se utilizó la siguiente formula

$$\text{Gramaje} \left(\frac{gr}{m^2} \right) \times \text{Área } m^2 = \text{Peso por hoja } (gr)$$

Calculado el peso por cada hoja multiplicar por la cantidad de hojas y convertirlos en unidades de kilogramos.

Peso por hojas (*gr*) x 10^{-3} x Cantidad de hojas = Peso Total (*kg*)

Obteniendo el peso total se multiplico por el factor de emisión de (0.00184 de tCO₂eq /Kg).

$$\text{Peso Total (Kg) x FE = GEI en tCO}_2\text{eq}$$

Donde:

GEI en tCO₂eq: Emisiones en tCO₂eq

Peso total: Peso total del papel en Kg

FE: Factor de emisión del papel en tCO₂eq/Kg

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información

Las técnicas que se utilizó en la presente investigación son los siguientes:

Observación: Se cuantificó la cantidad de unidades vehiculares, tipos de maquinarias, el tipo de combustible que utilizan, asimismo del consumo de energía eléctrica.

Recolección de datos: Se cuantifico el consumo de combustibles, energía eléctrica consumo de agua potable y no potable.

Procesamiento de datos:

- a) Se contabilizó la cantidad tipos de vehículos con que cuenta la empresa, tipo y consumo de combustible en galones (gal) y metros cúbicos (m³) para luego ser multiplicado por el Factor de Emisión (FE).
- b) Se contabilizó el consumo energético (kWh) para luego ser multiplicado por el factor de emisión.
- c) Para el papel se contabilizó el peso total en kilogramos (Kg) para luego ser multiplicado por el Factor de Emisión (FE).

3.6. Matriz de consistencia

Tabla 2. *Matriz de consistencia*

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable
General	General	General	Independiente
¿Cuánto es la Huella de Carbono de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año del 2021?	Determinar la huella de carbono de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021.	Con la determinación de la Huella de Carbono en las actividades de construcción de redes de gas natural, se podrá conocer y tomar acciones de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.	Construcción de redes de gas natural
Específico	Específico	Específico	Dependiente
¿Cuánto es la generación de emisiones por el consumo de combustible para el desarrollo de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021?	Cuantificar las emisiones generadas por el consumo de combustible en la construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021.	La generación de emisiones por el consumo de combustible durante las actividades de construcción de redes de gas natural es significativa.	
¿Cuánto es la generación de emisiones por el consumo de energía eléctrica para el desarrollo de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021?	Cuantificar las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica en la construcción de redes para el transporte de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021.	La generación de emisiones por el consumo de energía eléctrica en las actividades de construcción de redes de gas natural es moderada.	Huella de Carbono de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C
¿Como se puede mitigar la emisión de gases de efecto invernadero generado por el desarrollo de las actividades de construcción de redes de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021?	Proponer acciones de mitigación para el control de gases de efecto invernadero, generado durante el desarrollo de las actividades de construcción de redes de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C durante el año 2021.	Para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero durante el desarrollo de las actividades de construcción de redes para el transporte de gas natural es necesario establecer una propuesta	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV – RESULTADOS

4.1. Determinación de la HC de las emisiones directas - Alcance 1.

Se obtuvo los datos de consumo de combustible del periodo enero a diciembre del 2021, además se definieron los valores predeterminados para los tipos de combustible para poder calcular las emisiones de CO2 equivalentes, dichos valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. *Valores caloríficos neto, densidades y FE de los combustibles*

Tipo de combustible	Valor calorífico Neto (KJ/Kg)	Densidad (Kg/L)	FE KgCO2/ GJ	FE KgCH4/ GJ	FE KgNO2/ GJ	PCG CO2	PCG CH4	PCG N2O
Gasolina	47697.60	0.72	69.30	0.0330	0.0030	1.00	21.00	310.00
Lubricantes	40200.00	0.85	73.30	0.0030	0.0006	1.00	21.00	310.00
Diesel B5	45500.00	0.87	74.10	0.0040	0.0040	1.00	21.00	310.00
GLP	47300.00	0.54	63.10	0.0620	0.0002	1.00	21.00	310.00

En la tabla 3 se tiene los cuatro combustibles utilizados por la empresa en el proceso constructivo y se tiene los datos de valor calorífico, densidad, factores de emisión y el Potencial de Calentamiento Global para que con ello poder calcular la emisión de CO2 a la atmosfera y así poder conocer la Huella de Carbono de la organización.

Teniendo los datos predeterminados y la información del consumo de los combustibles de la gasolina, diésel, gas licuado de petróleo y lubricantes aplicamos la fórmula de emisión directa se obtiene los resultados en toneladas de CO2 equivalente, por cada tipo de combustible utilizado y en forma global, asimismo se ha calcula el porcentaje de participación de cada combustible en la huella de carbono referente al alcance 1.

Tabla 4. *Consumo de gasolina y diésel*

Equipos	Combustible	Gal/año	Litro/año	Kg/año	tCO2eq	Participación (%)
Vibro apisonador	Gasolina 90	6383.80	24162.67	17433.37	59.05	3.31%
Cortadora de concreto	Gasolina 90	9516.57	36020.22	25988.59	87.97	4.93%
Generado eléctrico	Gasolina 90	11887.31	44993.48	32462.79	109.88	6.16%
Plancha compactadora	Gasolina 90	535.21	2025.78	1461.60	4.95	0.28%
Vibrador de concreto	Gasolina 90	34.00	128.69	92.85	0.31	0.02%
Compresora de mulsión	Gasolina 90	857.00	3243.75	2340.36	7.92	0.44%
Mescladora de concreto	Gasolina 90	39.00	147.62	106.50	0.36	0.02%
Montacarga	Gasolina 90	234.00	885.69	639.03	2.16	0.12%
Minivan	Gasolina 90	3436.48	13007.08	9384.61	31.77	1.78%
Auto tipo sedan	Gasolina 90	11124.94	42107.88	30380.84	102.83	5.76%
Minicargador	Diesel B5	45659.21	172820.11	150353.50	515.72	28.89%
Retroexcavadora	Diesel B5	1734.63	6565.59	5712.06	19.58	1.10%
Rodillo	Diesel B5	2300.72	8708.24	7576.17	25.98	1.46%
Compresora Sullair	Diesel B5	919.00	3478.42	3026.22	10.38	0.58%
Torre de iluminación	Diesel B5	607.00	2297.50	1998.82	6.85	0.38%
Montacarga	Diesel B5	402.20	1522.34	1324.44	4.54	0.25%
Volquete	Diesel B5	2280.25	8630.75	7508.75	25.74	1.44%
Reposición asfalto	Diesel B5	4622.85	17497.47	15222.80	52.19	2.92%
Camión	Diesel B5	45031.79	170445.31	148287.42	508.41	28.48%
Camioneta	Diesel B5	8776.16	33217.76	28899.45	99.08	5.55%
Minivan	GLP	65928.12	65928.12	35733.04	109.37	6.13%
Total				525933.20	1785.06	100.000%

En la tabla 4 se ha descrito todos los equipos, maquinas, vehículos que cuenta la organización y el tipo de combustible que utilizan, asimismo los datos que consumo por año se obtuvieron en galones que para fines de cálculo se convirtieron a toneladas y posterior en porcentaje, para ver la participación en el acumulado.

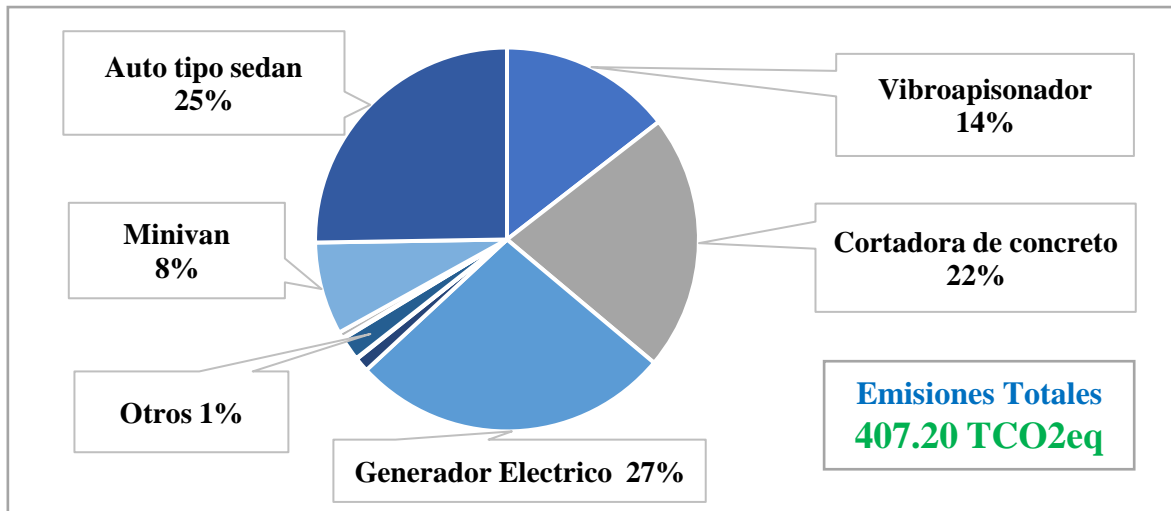


Figura 4. Huella de Carbono respecto al consumo de Gasolina

En la figura 4 se puede observar la cantidad de emisión de Toneladas de CO₂ de los equipos que utilizan gasolina, podemos ver que los equipos que generan más emisiones es el generador eléctrico y la cortadora de concreto.

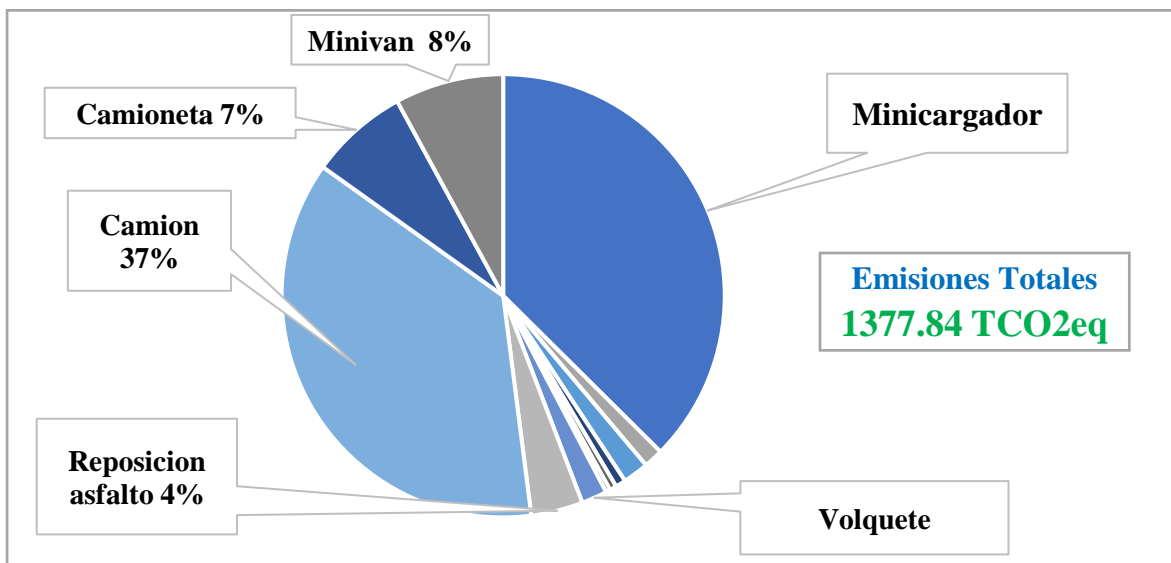


Figura 5. Huella de Carbono respecto al consumo de Diesel y GLP

En la figura 5 se puede ver gráficamente las cantidades de emisiones de CO₂ en porcentaje de los respectivos equipos por el consumo de combustible diésel y GLP. Como se observa el minicargador represento el 37% de emisiones del total.

Tabla 5. Consumo de lubricantes

Mes	Combustible	Gal/año	Litro / año	Kg /año	tCO2eq	Participación (%)
Enero	Lubricante	181.95	688.68	587.44	1.74	8.93%
Febrero	Lubricante	144.50	546.93	466.53	1.38	7.09%
Marzo	Lubricante	152.75	578.16	493.17	1.46	7.49%
Abril	Lubricante	119.60	452.69	386.14	1.14	5.87%
Mayo	Lubricante	191.75	725.77	619.09	1.83	9.41%
Junio	Lubricante	219.25	829.86	707.87	2.09	10.76%
Julio	Lubricante	149.65	566.43	483.16	1.43	7.34%
Agosto	Lubricante	187.23	708.67	604.49	1.79	9.19%
Septiembre	Lubricante	169.00	639.67	545.63	1.61	8.29%
Octubre	Lubricante	168.00	635.88	542.41	1.60	8.24%
Noviembre	Lubricante	172.30	652.16	556.29	1.65	8.46%
Diciembre	Lubricante	182.06	689.10	587.80	1.74	8.93%
Total					19.46	100.000%

En la tabla 5 se muestra el consumo de lubricante por mes durante el año 2021, estos datos fueron obtenidos en unidades de volumen, luego se realizó la conversión a unidades de masa en toneladas para posterior a ello sacar porcentaje respecto al acumulado.

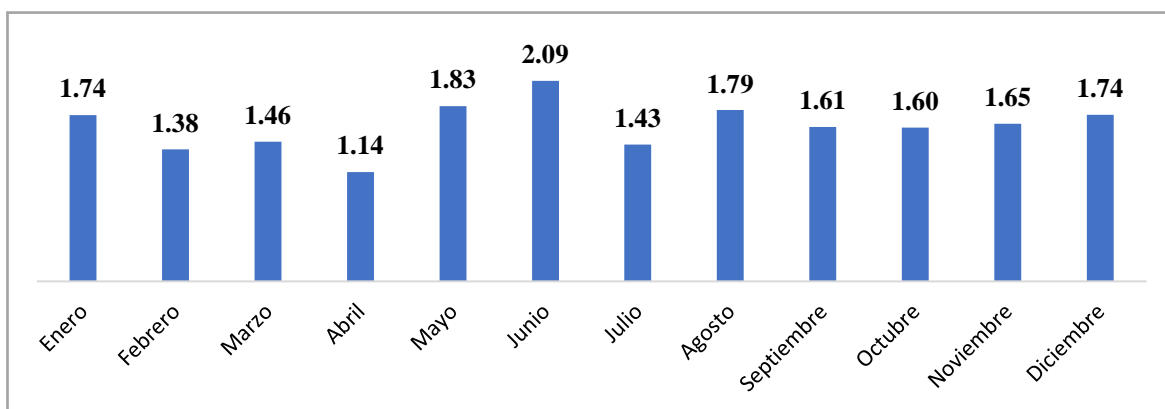


Figura 6. Huella de Carbono mensual en TCO2eq de lubricante.

En la figura 6 podemos observar las emisiones mensuales de CO2 en unidades de toneladas, se puede identificar que los meses donde se obtuvo la mayor cantidad de emisiones corresponde al mes de junio y mayo.

Tabla 6. *Generación de huella de carbono según tipo de combustible*

Combustible	Gal/año	Litro/año	Kg/año	tCO2eq	Participación (%)
Gasolina 90	44048.31	166722.84	120290.53	407.21	22.57%
Diesel B5	112333.81	425183.48	369909.63	1268.48	70.29%
Lubricante	2038.04	7713.98	6580.03	19.46	1.08%
GLP	65928.12	65928.12	35733.04	109.37	6.06%
Total				1804.52	100.000%

En la tabla 6 se tiene los resultados de cantidad de emisiones por tipo de combustible expresados en toneladas, expresados en porcentaje se puede ver que el combustible que más emite CO2 es el Diesel B5 siguiéndole después la gasolina.

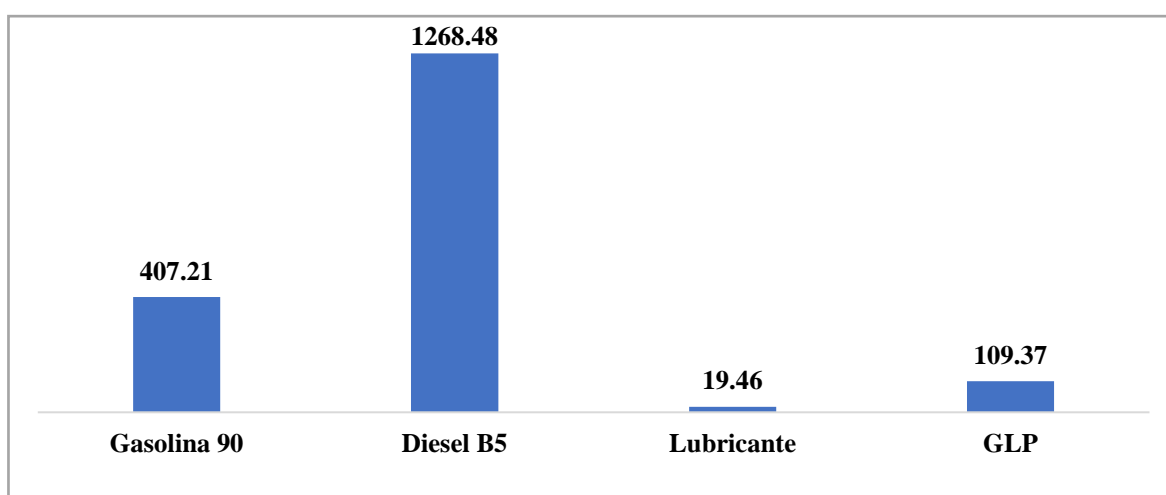


Figura 7. Emisión de carbono por tipo de combustible en TCO2eq.

En la figura 7 se observa gráficamente las cantidades de emisiones de CO2 según el tipo de combustible, siendo los más relevantes la emisión por el uso de Diesel B5 y Gasolina 90.

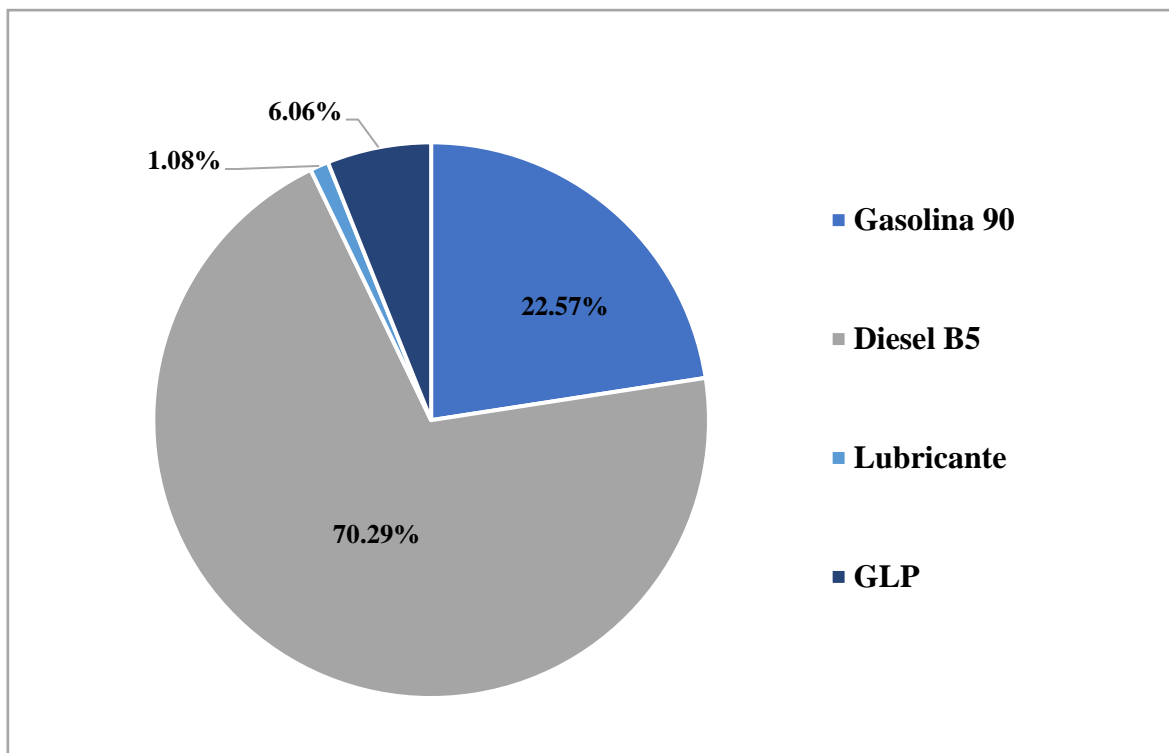


Figura 8. Participación porcentual de Huella de Carbono de combustible

En la figura 8 se puede observar la participación porcentual de las emisiones de carbono por tipo de combustible, siendo el Diesel B5 en representar la más alta emisión con el 70.29 %, siguiéndole la Gasolina 90 con 22.57 %.

4.2. Determinación de la HC de las emisiones indirectas - Alcance 2.

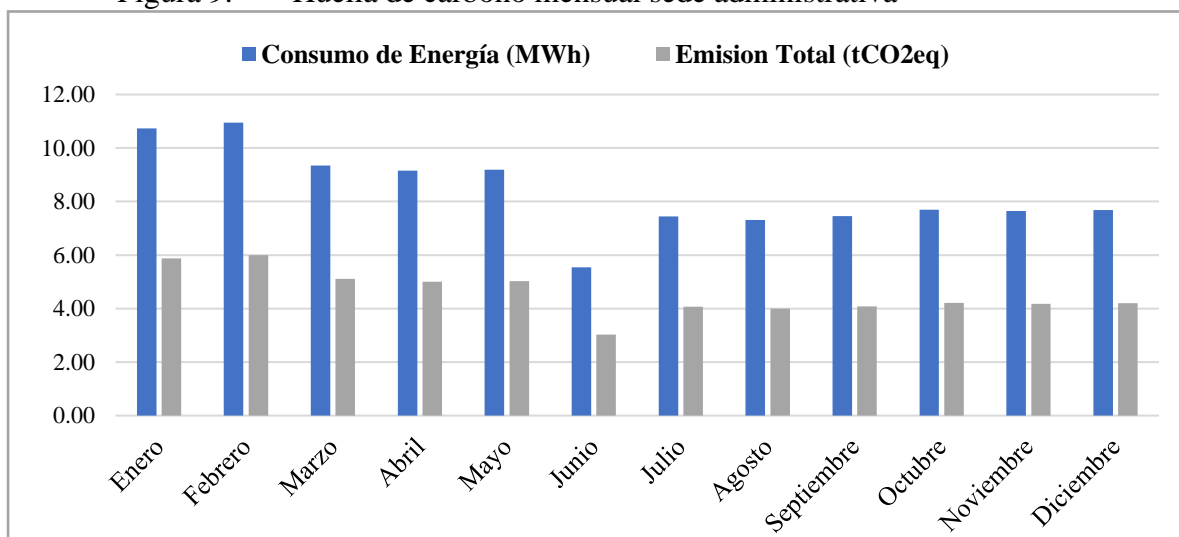
La huella de carbono referente al alcance 2 de la organización corresponde a la energía eléctrica, se realizó el cálculo con los datos obtenidos siendo la huella de 63.8 TCO₂eq. La empresa tiene dos locales una de ellas es la oficina administrativa que se encuentra en el distrito de chorrillos y un almacén general ubicado en el distrito de san juan de Lurigancho, se recopiló información de consumo de energía eléctrica en KWh de cada uno de los locales que luego fueron convertido para fines de cálculo a MWh y multiplicarlos por sus factores de emisión.

En la tabla 7 se muestran los datos de consumo de la energía eléctrica en las inhalaciones administrativas durante los meses del año 2021, los datos se obtuvieron en unidades de KWh, se realizó una conversión a MWh para realizar el cálculo de las emisiones.

Tabla 7. *HC del consumo de energía eléctrica en la sede administrativa*

Mes	Consumo			Emisión Total (tCO2eq)	Participación (%)
	Consumo de Energía (KWh)	de Energía (MWh)	FE (tCO2/MWh)		
Enero	10729.00	10.73	0.55	5.87	11%
Febrero	10948.00	10.95	0.55	5.99	11%
Marzo	9347.00	9.35	0.55	5.11	9%
Abril	9152.00	9.15	0.55	5.01	9%
Mayo	9192.00	9.19	0.55	5.03	9%
Junio	5545.00	5.55	0.55	3.03	6%
Julio	7439.00	7.44	0.55	4.07	7%
Agosto	7310.00	7.31	0.55	4.00	7%
Septiembre	7453.00	7.45	0.55	4.08	7%
Octubre	7696.00	7.70	0.55	4.21	8%
Noviembre	7640.00	7.64	0.55	4.18	8%
Diciembre	7682.00	7.68	0.55	4.20	8%
Total	100133.00	100.14		54.77	100%

Figura 9. *Huella de carbono mensual sede administrativa*



En la figura 9 se puede ver gráficamente las emisiones mensuales de carbono a la atmosfera, donde los meses de enero y febrero fueron los meses que emitieron la mayor cantidad de carbono a la atmosfera.

Tabla 8. *HC del consumo de energía eléctrica en el almacén*

Mes	Consumo de Energía (KWh)	Consumo de Energía (MWh)	FE (tCO2/MWh)	Emisión Total (tCO2eq)	Participación
Enero	1199.00	1.20	0.55	0.66	8%
Febrero	1269.00	1.27	0.55	0.69	8%
Marzo	1352.00	1.35	0.55	0.74	9%
Abril	1230.00	1.23	0.55	0.67	8%
Mayo	1185.00	1.19	0.55	0.65	8%
Junio	1380.00	1.38	0.55	0.75	9%
Julio	1448.00	1.45	0.55	0.79	10%
Agosto	1206.00	1.26	0.55	0.69	8%
Septiembre	1296.00	1.30	0.55	0.71	9%
Octubre	1266.00	1.27	0.55	0.69	8%
Noviembre	1186.00	1.19	0.55	0.65	8%
Diciembre	1120.00	1.12	0.55	0.61	7%
Total	15137.00	15.19		8.31	100%

En la tabla 8 se muestran los datos de consumo de la energía eléctrica en el almacén durante los meses del año 2021, los datos se obtuvieron en unidades de KWh, se realizó una conversión a MWh para realizar el cálculo de las emisiones, asimismo se tiene la columna del factor de emisión (FE) para posteriormente ser multiplicado y tener u total emisiones de carbono 8.31 TCO2 eq.

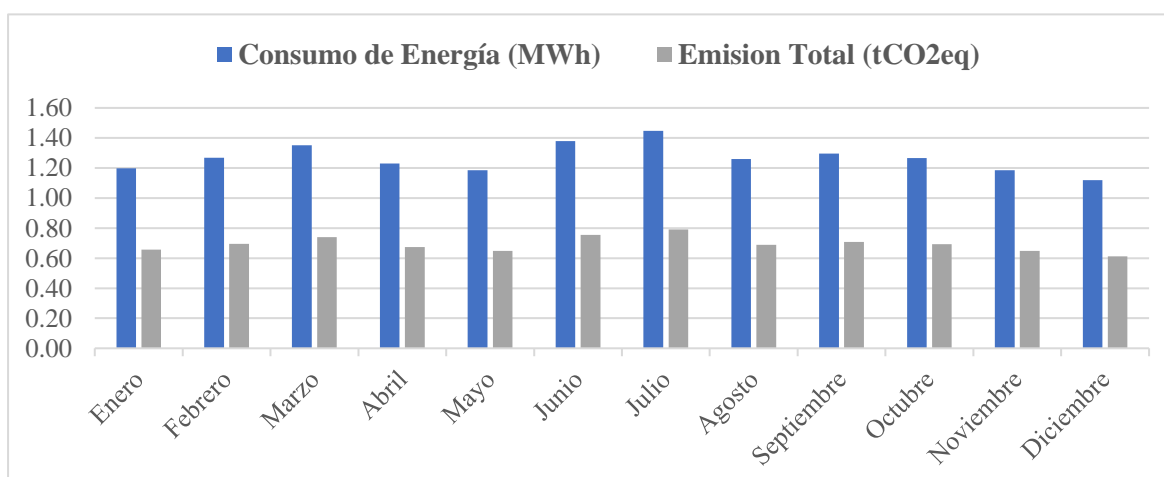


Figura 10. Huella de carbono mensual almacén.

En la figura 10 se puede ver gráficamente las emisiones mensuales de carbono, generadas por el consumo de energía eléctrica en el almacén. Los meses de mayor emisión son los meses de junio y julio.

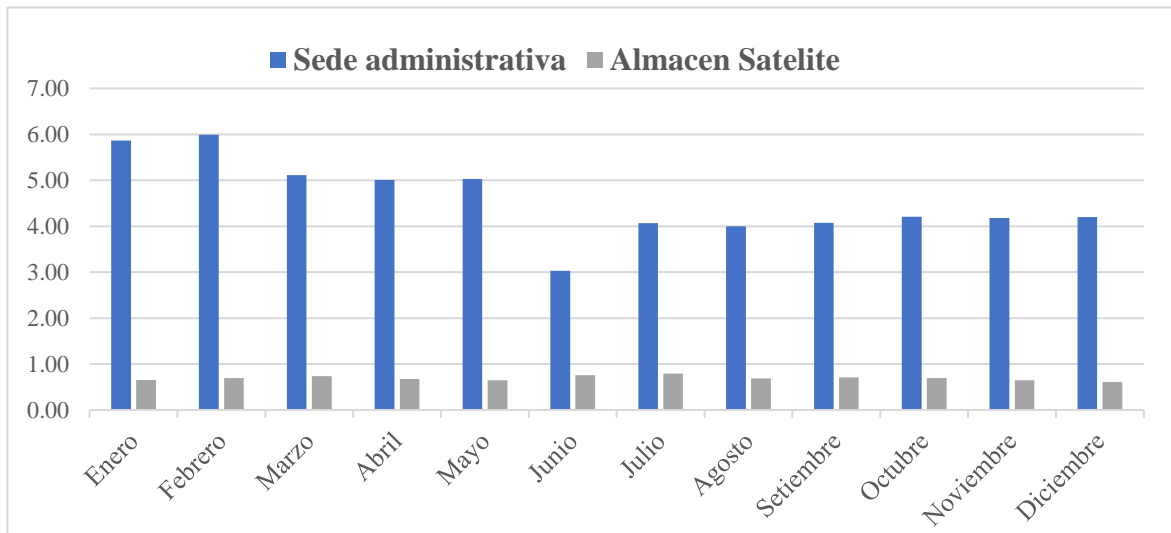


Figura 11. Emisiones totales de HC en ambas sedes

En la figura 11 se puede observar la comparación de emisiones de carbono de la sede administrativa con la sede de almacén, pudiendo observarse que en las sedes administrativas se genera la mayor cantidad de emisiones, ya que en estos se tienen muchos equipos que funcionan a energía eléctrica, (computadoras, impresoras, cpu, celulares, focos, aire acondicionado).

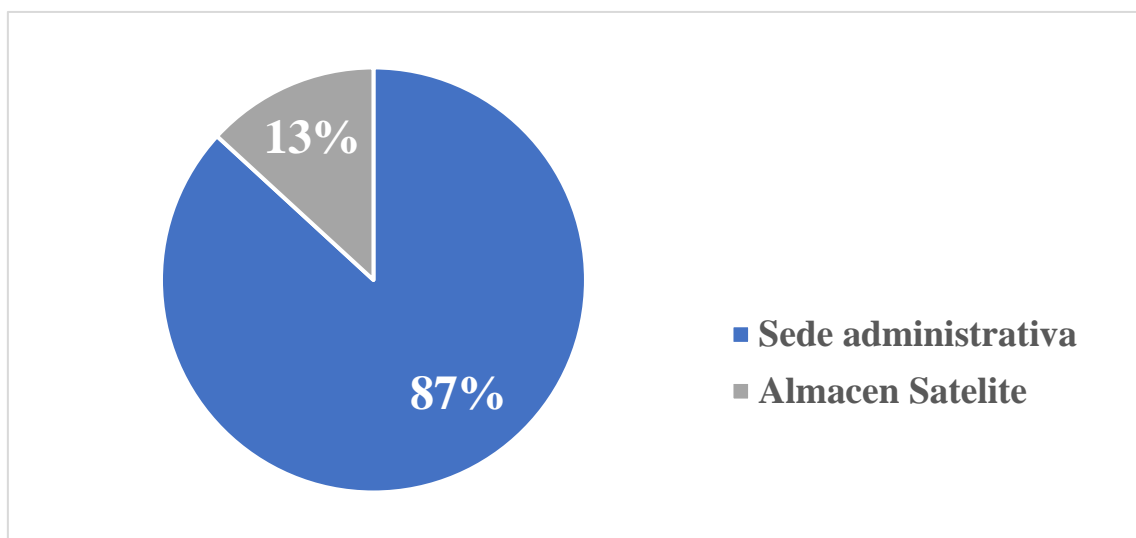


Figura 12. Participación porcentual de HC en sede administrativa y almacén

En la figura 12 se puede observar en porcentaje que representa las emisiones por sedes, siendo la sede administrativa representando el 87% del total de las emisiones por el consumo de energía eléctrica.

4.3. Determinación de la HC de las emisiones indirectas - Alcance 3

Para las emisiones indirectas se calcularon del consumo de papel y agua.

- **Cuantificación de la Huella de Carbono generada por consumo de papel**

Tabla 9. *Huella de carbono por consumo de papel*

Mes	Cantidad de hojas bond A4	Gramaje (gr/m ²)	Área (m ²)	Peso de papel (Kg)	FE (Tco2/Kg)	Emisión total (tCO ₂ eq)
Enero	202100	75.00	0.062	939.77	0.00184	1.73
Febrero	88000	75.00	0.062	409.20	0.00184	0.75
Marzo	130005	75.00	0.062	604.52	0.00184	1.11
Abril	29217	75.00	0.062	135.86	0.00184	0.25
Mayo	72250	75.00	0.062	335.96	0.00184	0.62
Junio	184850	75.00	0.062	859.55	0.00184	1.58
Julio	167500	75.00	0.062	778.88	0.00184	1.43
Agosto	71150	75.00	0.062	330.85	0.00184	0.61
Setiembre	170700	75.00	0.062	793.76	0.00184	1.46
Octubre	181500	75.00	0.062	843.98	0.00184	1.55
Noviembre	145000	75.00	0.062	674.25	0.00184	1.24
Diciembre	35500	75.00	0.062	165.08	0.00184	0.30
Total				6871.64		12.64

En la tabla 9 se muestra la data de consumo de papel de todos los meses del año 2021, el peso se calcula los gr por m2 para posterior a ello ser multiplicado por el factor de emisión (FE) del papel, para posteriormente ser multiplicado y hallar el total de carbono emitido siendo un total de 12.64 TCO2 eq.

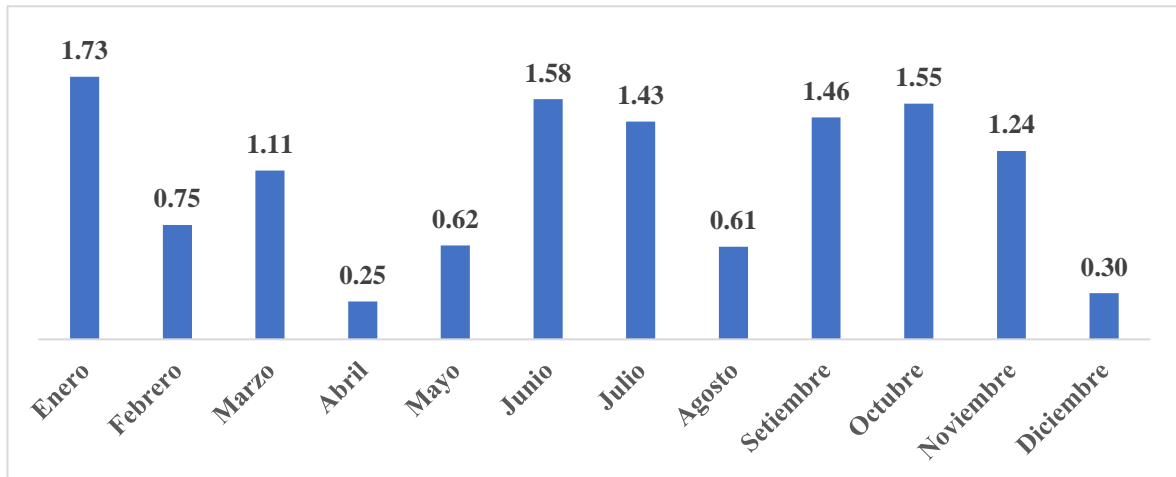


Figura 13. Emisiones mensuales por consumo de papel

En la figura 13 se muestra gráficamente a las emisiones por el consumo de papel en los diferentes procesos operacionales de la empresa. Siendo los meses de enero y junio de mayor emisión.

- **Cuantificación de emisiones de GEI por consumo de agua**

El cálculo se realizó con el consumo de ambos locales ubicados en Chorrillos y San Juan de Lurigancho, consumo de agua potable y agua no potable que son utilizados en campo para el regado previo en terrenos de tipo natural.

Tabla 10. *Huella de Carbono por consumo de agua*

Mes	Agua Potable Oficinas (m3)	Agua Potable obra (m3)	Agua no potable obra (m3)	Volumen total en (m3)	FE tCO2eq/m3	Emisión total en tCO2eq
Enero	55.00	16.30	150.00	221.30	0.0005	0.11
Febrero	58.00	15.00	162.00	235.00	0.0005	0.12
Marzo	48.00	13.20	172.00	233.20	0.0005	0.12
Abril	58.00	12.00	182.00	252.00	0.0005	0.13
Mayo	18.00	14.00	178.00	210.00	0.0005	0.11
Junio	17.80	12.00	185.00	214.80	0.0005	0.11
Julio	15.60	7.00	180.00	202.60	0.0005	0.10
Agosto	14.30	9.00	200.00	223.30	0.0005	0.11
Setiembre	13.40	10.00	210.00	233.40	0.0005	0.12
Octubre	65.00	10.00	212.00	287.00	0.0005	0.14
Noviembre	81.00	12.00	215.00	308.00	0.0005	0.15
Diciembre	58.00	9.00	185.00	252.00	0.0005	0.13
Total	502.10	139.50	2231.00	2872.60		1.44

En la tabla 10 se muestra el consumo de agua potable y no potable en unidades de m3 durante los meses del año 2021, asimismo el Factor de Emisión (FE) correspondiente al agua, para luego ser multiplicado y calculado las emisiones totales de carbono llegando a un total de 1.44 TCO2 eq.

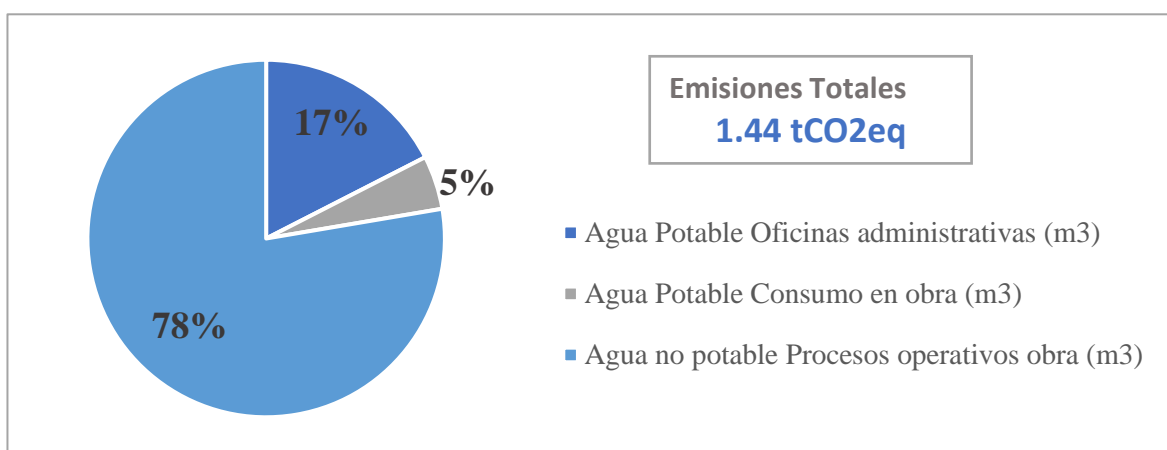


Figura 14. Participación porcentual de HC por consumo de agua

En la figura 14 se puede ver gráficamente los porcentajes de emisión de carbono por tipo de agua, en este caso la mayor emisión de carbono proviene de la utilización del agua no potable para los procesos operativos.

4.4. Comparación de emisiones según el alcance

Tabla 11. *Huella de Carbono según alcance*

Alcance	Fuentes	tco2eq	Total	%
Alcance 1	Consumo de gasolina	407.20	1804.24	21.64%
	Consumo de Diesel	1268.47		67.40%
	Consumo de GLP	109.37		5.81%
	Consumo de Lubricante	19.20		1.02%
Alcance 2	Consumo de energía eléctrica	63.80	63.8	3.39%
Alcance 3	Consumo de papel	12.64	14.08	0.67%
	Consumo de agua	1.44		0.08%
Total			1882.12	100.00%

En la tabla 11 se puede ver las emisiones de carbono por el tipo de alcance según GHG Protocol, siendo el alcance 1 de mayor emisión de gases a la atmosfera con un total de 1804.24 TCO2 eq en segundo lugar el alcance 2 con 63.8 TCO2 eq y el alcance 3 con 14.08 TCO2 eq.

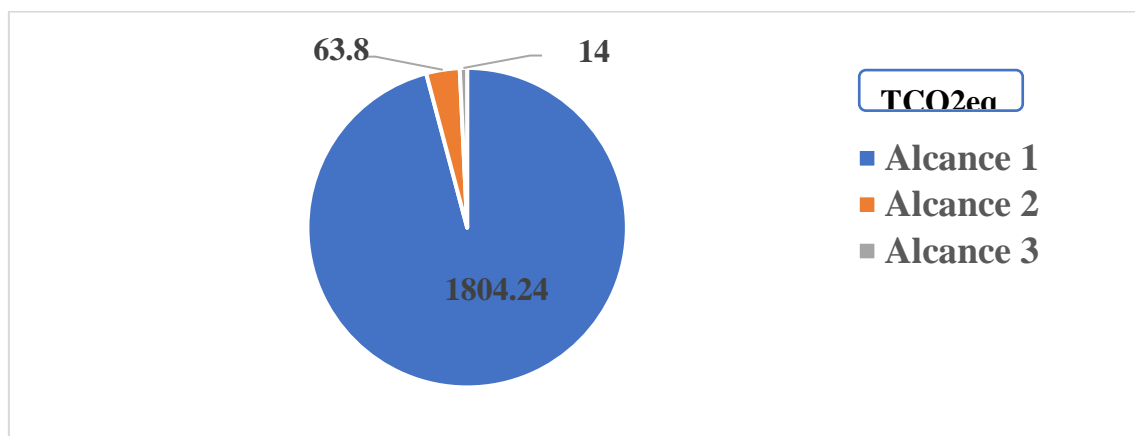


Figura 15. *Huella de Carbono según tipo de alcance*

En la figura 3 se puede ver gráficamente en porcentaje la participación en emisiones según tipo de alcance, siendo el alcance 1 con mayor emisión de gases a la atmosfera.

Acciones de mitigación para el control de gases de efecto invernadero:

Los resultados muestran que el diésel y la gasolina son los que emiten mayor cantidad de emisiones, por ello se recomienda analizar la viabilidad de convertir los motores de combustión a un combustible más amigable con el medio ambiente como el gas natural, para el consumo de energía eléctrica se recomienda cambiar a la luminarias por focos led y ahorradores para los equipos de cómputo y otros se recomienda realizar charlas de concientización para realizar una utilización responsable de los equipos, de igual manera para todos los colaboradores.

CAPÍTULO V – DISCUSIÓN

Los aspectos e impactos ambientales causados por la utilización de combustibles fósiles para la utilización de maquinarias, equipos y otros en el desarrollo de la construcción de redes de gas natural impulsaron a realizar la presente investigación, obteniendo como resultado la cantidad de 1882.12 TCO₂eq de las cuales el alcance 1 genero el 96 %, el alcance 2 genero el 3% y el alcance 3 genero el 1 % de las emisiones el presente estudio se asemeje con el de Benites (2019) quien menciona es su estudio sobre la huella de carbono en una unidad minera fueron de 26411.93 TCO₂eq de las cuales el alcance 1 represento el 45%, el alcance 2 represento el 31% y el alcance 3 represento el 24% de las emisiones totales. Como se puede apreciar existe la misma relación que el alcance 1 sigue siendo el mayor emisor seguido por el alcance 2 y por último el alcance 3, en su estudio los datos obtenidos son más alta a diferencia de nuestro estudio, puesto que siendo el rubro minero implica la utilización de grandes equipos como por ejemplo, perforados, volquetes, cargador frontal, excavadoras, luminaria, retroexcavadora, tractor y motoniveladora, equipos de fundición y rodillos por ellos conlleva a utilizar grandes cantidades de combustibles. A diferencia con el estudio realizado por Crispín (2018) de igual manera en el calcula de la huella de carbono en una organización contratista en el rubro minero, tuvo como resultado un total de 814.71 TCO₂eq de las cuales el alcance 1 represento el 16.3% el alcance 2 represento el 51.37% el alcance 3 represento el 32.32%, en este estudio el alcance con mayor emisiones fue representado por el alcance 2 esto debido a que en el rubro minero se utilizan gran equipos que funcionan a energía eléctrica, seguido por el alcance 3 que son por el consumo de agua, papel y el transporte de casa al trabajo y viceversa. Por otro lado, nuestro estudio también se asemeja al de Iglesias & Laguna (2019) que también realizado el cálculo de la huella de carbono de una organización que realiza el tratamiento de aguas residuales el total de emisiones emitidos fue de 6925.53 TCO₂eq, de las cuales el alcance 1 represento el 99.9% y el alcance 2 represento el 0.1% del total de emisiones, para este estudio el autor no realizo el cálculo del alcance 3 puesto que no contaba con fuentes de emisiones indirectas en la organización.

CAPÍTULO VI – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

✓ Conclusiones

- El cálculo de la Huella de Carbono en los procesos de constructivos de redes de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C fue realizado de las fuentes de emisiones directas e indirectas de los gases de efecto invernadero (GEI). Netamente de las emisiones directas tenemos el consumo de combustibles fósiles de gasolina, diésel, glp, lubricante y dentro de las emisiones indirectas se ha calculado con el consumo de energía eléctrica, consumo de papel y agua.
- La determinación de gases de efecto invernadero (GEI) generadas en el proceso constructivo de gas natural de la empresa Comercializadora S&E Perú S.A.C en el periodo de enero a diciembre del 2021 fueron de 1882.12 TCO₂eq.
- Según los determinados en el GHG Protocol se identificaron las fuentes directas (alcance 1) y fuentes indirectas (alcance 2 y 3) de las cuales el total de las emisiones del alcance 1 es de 1804.24 tCO₂eq (95.86%) el alcance 2 es de 63.80 tCO₂eq (3.38%) el alcance 3 es de 14.08 tCO₂eq (0.75%).
- La mayor aportación de emisiones de gases de efecto invernadero corresponde al alcance 1 con un total de 1804.24 tCO₂eq producto del consumo de combustibles fósiles como la gasolina, diésel, glp.
- Los camiones y minicargadores son las dos unidades que emiten mayor cantidad de gases de efecto invernadero.
- La Huella de Carbono es un indicador clave para fomentar a las organizaciones un enfoque de desarrollo sostenible para así poder aprovechar los recursos naturales sin afectar para las generaciones venideras.

✓ **Recomendaciones**

- El cálculo de la Huella de Carbono estimada para el año 2021 por la presente tesis debe servir como línea base para que la organización puede comenzar a diseñar e implementar políticas objetivos procedimientos, capacitaciones y sensibilizaciones orientados a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el impacto ambiental.
- Puesto que los camiones y minicargadores son las dos fuentes que emiten mayor cantidad de emisiones se recomienda para los camiones la viabilidad de convertir a un combustible más amigables con el medio ambiente como son por ejemplo el gas natural vehicular (GNV) o gas licuado de petróleo (GLP). Y para los minicargadores se recomienda realizar mantenimiento periódico y un seguimiento constante en el consumo de sus combustibles.
- Continuar calculando la Huella de Carbono en los siguientes años con la intención de verificar la tendencia de este indicador.
- Plantear programas, campañas, capacitaciones y sensibilización en el ahorro de energía eléctrica agua, papel y monitorearlas con el objetivo de realizar un consumo responsable de este recurso.

CAPITULO VII – REFERENCIAS

- Arias Lorenzo, D.M. (2020). *Determinación de la huella de carbono en las actividades administrativas correspondiente a la Municipalidad Distrital de Carhuamayo – Provincia de Junín, para controlar la emisión de gases de efecto invernadero – 2018* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1806>
- Benites, J. (2019). *Determinación de la huella de carbono de una unidad minera de oro a tajo abierto. (Tesis Pregrado)*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4041>
- Chavarro, M, & Cabezas, J. (2020). *Cálculo de huella de carbono en la universidad de La Salle se Norte para la formulación de propuestas de prevención y mitigación de gases de efecto invernadero. (Tesis de pregrado)*. Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1883/
- Crispín Jurado, A. (2018). *Determinación de la Huella de Carbono de la empresa JRC Ingeniería Construcción SAC en la Unidad Minera el Brocal*. (Tesis de Maestría). Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6211>
- Gómez, E. (2019). *Determinación de la Huella de Carbono generada por la comunidad de la UPIIZ y CECyT 18 del instituto Politécnico Nacional. (Tesis Pregrado)*. Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/29105>
- Guevara Garibay, H.G. (2019). *Huella de Carbono del parque automotor de Ica 2019, propuesta para su mitigación. (Tesis doctoral)*. Recuperado de <https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/3341>
- Iglesias, H, & Laguna, J. (2021). *Cálculo de huella de carbono de una planta de agua residual de un parque industrial ubicado en malambo, atlántico. (Tesis pregrado)*. Universidad de la Costa CUC. Recuperado de <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/8395>
- Ihobe. (2022). *Huella de Carbono en organizaciones. Herramienta de cálculo*. Recuperado de <https://www.ihobe.eus/publicaciones/huella-carbono-en-organizaciones-herramienta-calculo>

- Intedya. (2020). ISO 14067:2018 Huella de Carbono de Producto. Recuperado de <https://sanjose.intedya.com/formacion/producto-consultoria.php?id=191>
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2013). *Cambio Climático 2013. Bases Físicas. Contribución del Grupo de trabajo / al Quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático*. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- León, E, & López, K. (2022). Cálculo de la huella de carbono y formulación de estrategias para la reducción de GEI en la empresa IMAQ Perú. (Tesis Pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola. Recuperado de <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/a663493b-449e-4cf1-8399-f0bbdbfe437e>
- Libélula (2014). ¿Cómo el cambio climático esta ya afectando al Perú? Recuperado de https://libelula.com.pe/como-el-cambio-climatico-esta-ya-afectando-al-peru/#_ftn1
- National Geographic. (2023). ¿Que el calentamiento global? Recuperado de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>
- Organización Meteorológica Mundial (2020). *Las concentraciones de dióxido de carbono siguen en niveles récord a pesar de las medidas de confinamiento debidas a la COVID-19*. Recuperado de <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/las-concentraciones-de-di%C3%B3xido-de-carbono-siguen-en-niveles-r%C3%A9cord-pesar>
- Palomino Ochante, C.J. (2019). “Cálculo de la huella de carbono de la facultad de ingeniería ambiental de la universidad nacional de ingeniería. Lima - Perú”. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/19963>
- Protocolo de gases efecto invernadero. (2015). *Estándar corporativo de contabilidad y reporte*. Recuperado de https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf
- Saavedra Farfán. (2020) E. Huella de Carbono– Emisiones de GEI por uso del sistema de iluminación de la facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú. *TECNIA*, Recuperado de <http://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/article/view/827>

Vásquez López K.A. (2016). *Determinación de la Huella de Carbono de una finca agropecuaria en la provincia de Guayas*. (Tesis de maestría). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/26579>

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario para el área de Mantenimiento

ENTREVISTA N° 01

Área: Mantenimiento

Responsable:

Cargo:

Lugar:

Fecha:

Preguntas:

1. ¿Qué tipos de combustible se utiliza en empresa?
2. ¿De qué manera se abastece estos combustibles a la empresa?
3. ¿Cómo es el proceso de recarga del combustible a las diferentes unidades?
4. Una vez recargado la maquinaria, el vehículo, equipo u otro ¿Cómo llevan el control a tiempo real y exacto del combustible abastecido?
5. ¿Con que información de sustento cuentan para demostrar la exactitud de la data reportada de combustible?

Anexo 2. Cuestionario para el área de Servicios Generales

ENTREVISTA N° 02

Área: Servicios Generales

Responsable:

Cargo:

Lugar:

Fecha:

Preguntas:

1. ¿Cómo se abastece de energía eléctrica a la empresa?
2. ¿Cómo se cuantifica la energía eléctrica utilizada?
3. ¿En cuál de los procesos es donde se demanda más energía eléctrica?
4. ¿Cuentan con objetivos y metas de eficiencia energética?
5. ¿Con que información de sustento cuentan para demostrar la exactitud de la data reportada de energía eléctrica?

Anexo 3. Cuestionario para el área de Gestión Ambiental.

ENTREVISTA N° 03

Área: Gestión Ambiental

Responsable:

Cargo:

Lugar:

Fecha:

Preguntas:

1. ¿Cómo se realiza la Gestión de los Residuos Sólidos en la empresa?
2. ¿Cómo les fue en este nuevo escenario de la pandemia por la COVID-19, en la gestión de residuos?
3. ¿Cuentan con infraestructura de disposición final?
4. Y con referencia a los residuos reciclables. ¿Cómo es su tratamiento?
5. ¿Con que documentos de sustentos cuentan para que avalen la gestión de sus residuos?

Anexo 4. Cuestionario para el área de Transporte

ENTREVISTA N° 04

Área: Transporte

Responsable:

Cargo:

Lugar:

Fecha:

Preguntas:

1. ¿Con que tipos de unidades vehiculares cuentan?
2. ¿Qué tipos de combustibles consumen las unidades vehiculares?
3. ¿Qué tipos de servicios o mercancías transportan los vehículos?
4. ¿Qué tipos de vehículos consumen más combustible?
5. ¿Con que información de sustento cuentan para demostrar la cantidad consumida de combustible?

Anexo 5. Flujograma de construcción de redes de gas natural

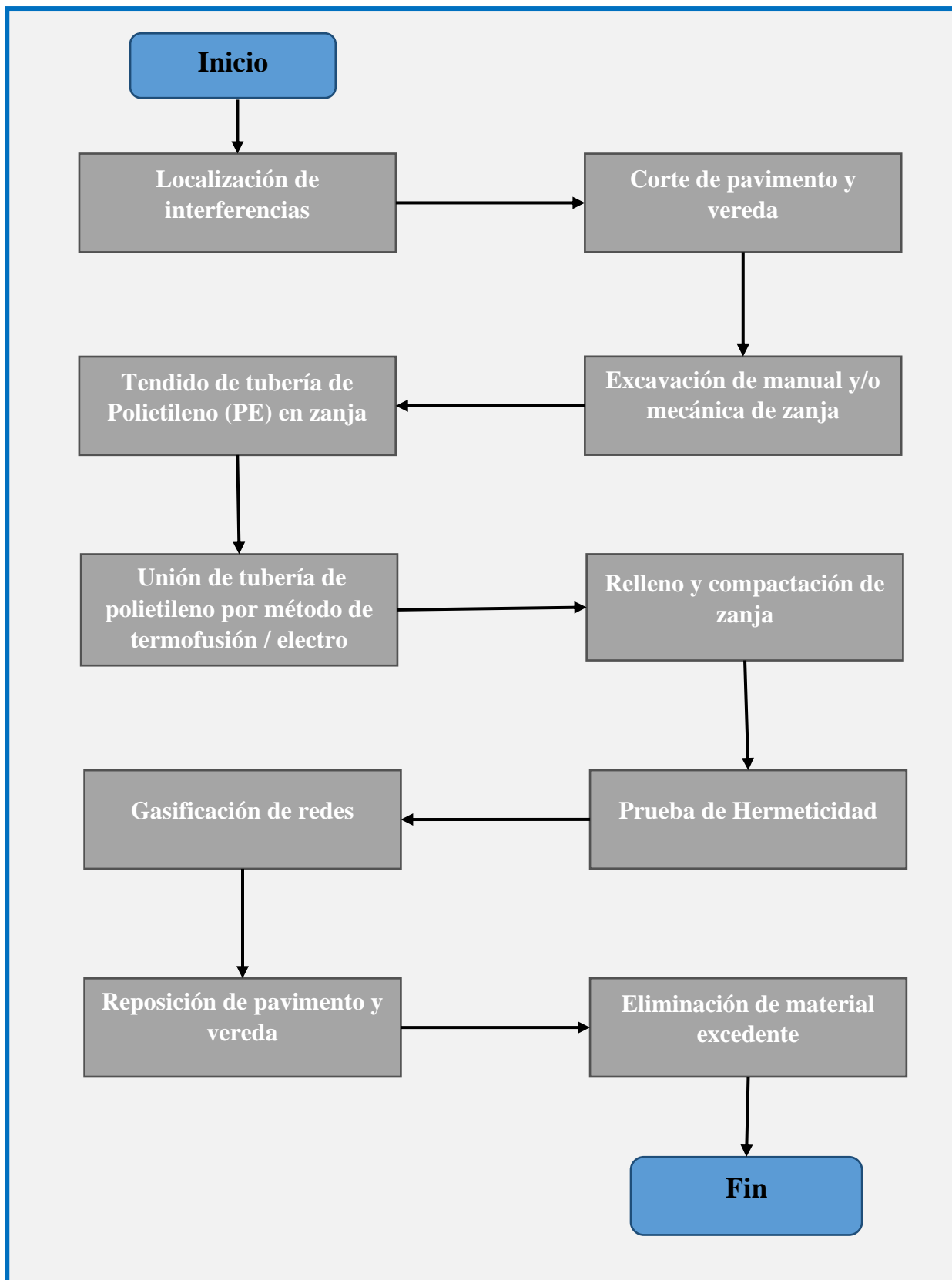




Figura 16. Vibroapisonador en obra



Figura 17. Cortadora de pavimento



Figura 18. Generador eléctrico



Figura 19. Vibrador de concreto



Figura 20. Minicargador



Figura 21. Torre de iluminación



Figura 22. Unidades vehiculares

Figura 23. Máquina Retroexcavadora





Figura 24. Máquina Rodillo



Figura 25. Excavación para tuberías de conexión



Figura 26. Corte de pavimento



Figura 27. Detección de interferencias eléctricas.



Figura 28. Tendido de tubería de Polietileno



Figura 29. Unión de tubería por termofusión y electro fusión



Figura 30. Excavación de zanja



Figura 31. Relleno y compactación de zanja



Figura 32. Prueba de Hermeticidad



Figura 33. Gasificación de redes



Figura 34. Reposición de pavimento y vereda



Figura 35. Eliminación de material excedente



Figura 36. Oficinas administrativas de la organización



Figura 37. Almacén satélite

Anexo 6. Entrevista al responsable del área de Mantenimiento

ENTREVISTA N° 01

CUESTIONARIO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Responsable: Hernan Paez

Cargo: Coordinador de Mantenimiento

Lugar: Chonillos - San Juan de los Rios

Fecha: 15.11.22

Preguntas:

1. ¿Qué tipos de combustible se utiliza en empresa?
Se utilizan diesel, gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural vehicular, lubricante.
2. ¿De qué manera se abastece estos combustibles a la empresa?
Se les suministra combustible en la base (SSC) a cada unidad y también en los grifos puntuales.
3. ¿Cómo es el proceso de recarga del combustible a las diferentes unidades?
Cada conductor es responsable de reportar al coordinador sobre el consumo de combustible de su unidad.
4. Una vez recargado la maquinaria, el vehículo, equipo u otro ¿Cómo llevan el control a tiempo real y exacto del combustible abastecido?
Diante del conductor reporta el consumo de combustible de su unidad.
5. ¿Con que información de sustento cuentan para demostrar la exactitud de la data reportada de combustible?
Se lleva un control en una base de datos en excel sobre el consumo, diario, semanal, mensual de cada unidad.

Anexo 7. Entrevista al responsable del área de Servicios Generales

ENTREVISTA N° 02

CUESTIONARIO PARA EL ÁREA DE SERVICIOS GENERALES

Responsable: Victoria Torres
Cargo: Coordinadora de Servicios Generales
Lugar: Chanillo y San Juan de Miraflores
Fecha: 15.11.22

Preguntas:

1. ¿Cómo se abastece de energía eléctrica a la empresa?

Contamos con los servicios de luz del sur para el servicio de energía eléctrica en toda la empresa.

2. ¿Cómo se cuantifica la energía eléctrica utilizada?

La empresa cuenta con un medidor, donde mensualmente según los recibos de luz y se detalla el consumo de energía consumido durante el período mensual en kWh.

3. ¿En cuál de los procesos es donde se demanda más energía eléctrica?

En los procesos administrativos, en el uso de computadoras, celulares, impresoras.

4. ¿Cuentan con objetivos y metas de eficiencia energética?

Si, desde el área ambiental de la empresa se realiza capacitaciones, charlas, seminarios en el ahorro y correcto uso de los equipos electrónicos (computadora, laptop, pc, celular).

5. ¿Con que información de sustento cuentan para demostrar la exactitud de la data reportada de energía eléctrica?

Los recibos de luz que vienen mes a mes, allí se detallan los kw (kilowattios) consumidos.

Anexo 8. Entrevista al responsable del área Transporte

ENTREVISTA N° 04

CUESTIONARIO PARA EL ÁREA DE TRANSPORTE

Responsable: Adanai Cevallos

Cargo: Coordinadora de Transporte

Lugar: Chomillo

Fecha: 15.11.22

Preguntas:

1. ¿Con que tipos de unidades vehiculares cuentan?

Se tiene, minivan, auto tipo seden, camion, camioneta volquete.

2. ¿Qué tipos de combustibles consumen las unidades vehiculares?

Utilizim combustible como, gasolina, diesel, lubricante gas licuado de petroleo, gas natural vehicular.

3. ¿Qué tipos de servicios o mercancías transportan los vehiculos?

Se transportan, herramienta, equipos, materiales, personal escombros, arena, afumado.

4. ¿Qué tipos de vehiculos consumen más combustible?

En primer lugar el Diesel, segundo gasolina.

5. ¿Con que información de sustento cuentan para demostrar la cantidad consumida de combustible?

Se cuenta con una base de datos excel sobre el consumo de combustible, puesto que se lleva un control por cada unidad.