

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**“CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y SU RELACIÓN CON LA HUELLA DE
CARBONO EN LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN DURANTE EL
AÑO 2023”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
OSWALDO CÉSAR VALDIVIA ESCUADRA**

**ASESOR:
Ing. M.Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI**


CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
OSWALDO CÉSAR VALDIVIA ESCUADRA
DNI: N° 72910590
Escuela Profesional/Unidad UNC:
DE INGENIERÍA AMBIENTAL
2. Asesor:
Ing. M. Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
6. **CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y SU RELACIÓN CON LA HUELLA DE CARBONO EN LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN DURANTE EL AÑO 2023**
7. Fecha de evaluación: 14/01/2025
8. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
9. Porcentaje de Informe de Similitud: 6%
10. Código Documento:
11. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 12/01/2026

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 Ing. M. Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI DNI: 27041767



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica




ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Celendín, a los veinticuatro días del mes de julio del año dos mil veinticinco, se reunieron en el aula 101 de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Sede Celendín, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 119-2025-FCA-UNC, de fecha 07 de febrero del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y SU RELACIÓN CON LA HUELLA DE CARBONO EN LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN DURANTE EL AÑO 2023"**, realizada por el Bachiller **OSWALDO CÉSAR VALDIVIA ESCUADRA** para optar por el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las **CATORCE** horas con **CUARENTA** minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con calificativo de **QUINCE (15)** por tanto, la Bachiller queda expedido para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las **DIECISEIS** horas y **CERO** minutos del mismo día, el presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Ph.D. Manuel Roberto Roncal Rabanal
PRESIDENTE


Ing° M. Cs. Giovana Ernestina Chávez Horna
SECRETARIO


Ing. M. Cs. Adolfo Máximo López Aylas
VOCAL


Ing° M. Cs. Edgar Darwin Díaz Mori
ASESOR

**COPYRIGHT © 2025 by
OSWALDO CESAR VALDIVIA ESCUADRA
Todos los derechos reservados**

DEDICATORIA

A quienes creen que el verdadero poder no reside en las instituciones, sino en la belleza de un mundo que aún podemos preservar. Dedico este trabajo a los que, en silencio, luchan por un aire más puro, cielos más limpios y un futuro más luminoso. A quienes, con humildad y valentía, se atreven a confiar en que cada acción, por pequeña que parezca, tiene la fuerza de transformarlo todo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino académico, y por brindarme la sabiduría necesaria para culminar esta etapa.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y todo el sacrificio que han hecho a lo largo de mi vida, sus esfuerzos han sido fundamentales para alcanzar este logro.

A la Ing. Marianela Talitha Pereyra Chávez, quien me motivó a perseverar en este proyecto, su respaldo y aliento en los momentos más desafiantes me impulsaron a superar las dificultades y a confiar plenamente en mis habilidades.

A mi asesor, Ing. M.Cs. Darwin Díaz Mori, por su valiosa orientación y constante apoyo a lo largo de este proceso, su guía fue determinante para llevar esta investigación a buen término.

Finalmente, a la Municipalidad Provincial de Celendín por facilitarme los datos de consumo de combustible y toda la información necesaria para el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas.....	11
2.1.1. Cambio climático y calentamiento global	11
2.1.2. Efecto invernadero	14
2.1.3. Generación de GEI en la combustión de combustibles fósiles	14
2.3.1. Huella de carbono.....	18
2.3.2. Metodologías para el cálculo de la huella de carbono.....	19
2.3.3. Herramienta huella de carbono Perú	25
2.3.4. Combustibles fósiles.....	26
2.3. Definición de términos básicos.....	27
2.3.1. Eficiencia energética.....	27
2.3.2. Mitigación.....	27
2.3.3. Sumideros de carbono	27
2.3.4. Inventario de emisiones	27
2.3.5. Adaptación al cambio climático	28
2.3.6. Transporte institucional	28

CAPÍTULO III	29
MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Ubicación	29
3.1.1. Coordenadas geográficas	30
3.2. Materiales	30
3.2.1. Equipos	30
3.2.2. Software	30
3.2.3. Materiales de Oficina.....	30
3.2.4. Bases de Datos y Fuentes de Información	30
3.3. Metodología.....	30
3.3.1. Solicitud y validación de la información primaria	30
3.3.2. Digitalización y organización de los datos	31
3.3.3. Actividades institucionales que demandan el uso de combustibles	31
3.3.4. Metodología para el Cálculo de la huella de carbono	35
3.3.5. Tratamiento y análisis de datos	39
3.3.6. Presentación de la información	39
CAPÍTULO IV	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Consumo de combustible en la Municipalidad Provincial de Celendín.....	40
4.1.1. Cálculo del consumo total de combustible	40
4.2. Cálculo de la Huella de Carbono	50
4.2.1. Determinación de la huella de carbono en órganos y gerencias	55
4.2.2. Huella de carbono per cápita.....	64
4.3. Relación entre consumo de combustible y la huella de carbono	66

CAPÍTULO V.....	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
5.1. Conclusiones.....	70
5.2. Recomendaciones.....	71
CAPÍTULO VI	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
CAPÍTULO VII.....	83
ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Propiedades físico-químicas y energéticas de los combustibles</i>	37
Tabla 2 <i>Factores de emisión</i>	38
Tabla 3 <i>Potencial de calentamiento global</i>	38
Tabla 4 <i>Consumo total anual de combustible por órganos y gerencias</i>	41
Tabla 5 <i>Cálculo de huella de carbono del consumo de combustible en la Municipalidad Provincial de Celendín (2023)</i>	51
Tabla 6 <i>Huella de carbono de órganos y gerencias municipales</i>	56
Tabla 7 <i>Resumen del modelo de regresión lineal para el consumo de combustible y la huella de carbono</i>	66
Tabla 8 <i>Análisis de la varianza</i>	67
Tabla 9 <i>Estructura de la Municipalidad Provincial de Celendín por Órganos y Gerencias</i> ..	88
Tabla 10 <i>Flota Vehicular de la Municipalidad Provincial de Celendín</i>	90
Tabla 11 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C - enero 2023</i>	93
Tabla 12 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C – febrero 2023</i>	96
Tabla 13 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – Marzo2023</i>	99
Tabla 14 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – Abril 2023</i>	101
Tabla 15 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – mayo 2023</i>	104
Tabla 16 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – Junio 2023</i>	107
Tabla 17 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – julio 2023</i>	110
Tabla 18 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – agosto 2023</i>	113
Tabla 19 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – septiembre 2023</i>	116
Tabla 20 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – octubre2023</i>	119
Tabla 21 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – noviembre 2023</i>	122
Tabla 22 <i>Consumo de gasolina en la M.P.C. – noviembre 2023</i>	125
Tabla 23 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. - enero 2023</i>	128

Tabla 24 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – febrero 2023</i>	130
Tabla 25 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – marzo 2023</i>	133
Tabla 26 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – abril 2023</i>	136
Tabla 27 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – mayo 2023</i>	139
Tabla 28 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – junio 2023</i>	142
Tabla 29 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – julio 2023</i>	145
Tabla 30 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – agosto 2023</i>	148
Tabla 31 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – septiembre 2023</i>	151
Tabla 32 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – octubre 2023</i>	154
Tabla 33 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – noviembre 2023</i>	157
Tabla 34 <i>Consumo de diésel en la M.P.C. – diciembre 2023</i>	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa ubicación y área de estudio</i>	29
Figura 2 <i>Consumo anual de combustible en galones por órganos y gerencias</i>	44
Figura 3 <i>Consumo anual de diésel y gasohol por órganos y gerencias.....</i>	46
Figura 4 <i>Análisis comparativo del consumo de combustible entre la Municipalidad Provincial de Celendín y otras municipalidades.....</i>	48
Figura 5 <i>Análisis comparativo de la huella de carbono entre la Municipalidad Provincial de Celendín y otras municipalidades.....</i>	52
Figura 6 <i>Distribución porcentual de la huella de carbono por órganos y gerencias de la Municipalidad de Celendín</i>	63
Figura 7 <i>Análisis comparativo de la huella de carbono entre la Municipalidad Provincial de Celendín y otras municipalidades.....</i>	65
Figura 8 <i>Gráfico de dispersión con línea de tendencia entre el consumo de combustible y la huella de carbono</i>	68

RESUMEN

Se determinó la relación entre el consumo de combustible y la huella de carbono en la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023. Esta investigación sigue un enfoque cuantitativo, empleando un diseño no experimental, transversal y descriptivo, en el que se utilizó un análisis de regresión lineal simple para examinar la relación entre las variables. La población de estudio estuvo conformada por los registros de consumo de combustible generados por la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023, trabajando con la totalidad de los datos disponibles proporcionados por la entidad, los cuales fueron clasificados según el tipo de combustible utilizado (gasohol y diésel). Para la medición de las emisiones, se emplearon instrumentos específicos, como la guía técnica de Huella de Carbono Perú, que permitió calcular las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. Los resultados mostraron que el consumo total de combustible ascendió a 32,698.5 galones de diésel y 9,043.53 galones de gasohol, lo que generó una huella de carbono de 362.36 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e), con un valor per cápita de 8.21 kg CO₂e/hab/año. El análisis de regresión lineal simple confirmó una fuerte relación entre el consumo de combustible y la huella de carbono, con un coeficiente de determinación (R²) de 0.998, lo que indica que el 99,8% de la variabilidad de la huella de carbono se explica por el consumo de combustible. Además, la significancia del modelo se evaluó mediante un análisis de varianza (ANOVA), obteniendo un valor de $p < 0.05$, lo cual respalda la relación entre ambas variables.

Palabras clave: Huella de carbono, consumo de combustible, emisiones de GEI, análisis de regresión simple, sostenibilidad, impacto ambiental, gestión municipal.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the relationship between fuel consumption and the carbon footprint of the Provincial Municipality of Celendín during the year 2023. This study follows a quantitative approach, employing a non-experimental, cross-sectional, and descriptive design, in which a simple linear regression analysis was used to examine the relationship between the variables. The study population consisted of fuel consumption records generated by the Provincial Municipality of Celendín in 2023, working with all the data provided by the entity, which were classified according to the type of fuel used (gasohol and diesel). For the measurement of emissions, specific instruments were employed, such as the Huella de Carbono Perú technical guide, which made it possible to calculate CO₂, CH₄, and N₂O emissions. The results showed that total fuel consumption amounted to 32,698.5 gallons of diesel and 9,043.53 gallons of gasohol, generating a carbon footprint of 362.36 metric tons of CO₂ equivalent (tCO₂e), with a per capita value of 8.21 kg CO₂e/inhabitant/year. The simple linear regression analysis confirmed a strong relationship between fuel consumption and the carbon footprint, with a coefficient of determination (R^2) of 0.998, indicating that 99.8% of the carbon footprint is significantly related to fuel consumption. Furthermore, the significance of the model was evaluated through an analysis of variance (ANOVA), obtaining a p-value < 0.05, which supports the relationship between both variables.

Keywords: Carbon footprint, fuel consumption, GHG emissions, simple regression analysis, sustainability, environmental impact, municipal management.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cambio climático constituye uno de los desafíos más urgentes y complejos que enfrenta actualmente la humanidad. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), especialmente el dióxido de carbono (CO_2), se identifican como las principales responsables del calentamiento global y de la alteración de los patrones climáticos (IPCC, 2014). En este contexto, la huella de carbono se consolida como una herramienta esencial para evaluar y mitigar estos impactos ambientales, ya que permite cuantificar la cantidad total de GEI emitidos directa e indirectamente por una actividad, organización o producto (Lozano & Huisingh, 2011).

En el ámbito de la gestión pública, las municipalidades desempeñan un rol fundamental en la implementación de políticas y prácticas orientadas a la sostenibilidad ambiental. La Municipalidad Provincial de Celendín no es ajena a esta responsabilidad, y por ello surge la necesidad de cuantificar el impacto ambiental derivado del consumo de combustibles fósiles en sus actividades administrativas y operativas.

Esta investigación tiene como finalidad analizar cómo el consumo de combustible en dicha entidad contribuye a la generación de la huella de carbono. Para ello, se aplica una metodología de enfoque cuantitativo, que incluye la recolección de datos sobre el consumo de combustible, el cálculo de las emisiones generadas y el análisis de la relación entre ambas variables mediante regresión lineal simple. El estudio se desarrolla bajo los lineamientos del IPCC (2006) y siguiendo metodologías reconocidas como la norma ISO 14064-1 y el GHG Protocol, con el fin de garantizar la rigurosidad y la validez de los resultados.

El objetivo general de la investigación es determinar la relación entre el consumo de combustible y la huella de carbono en la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023. Para alcanzar este fin, se plantean como objetivos específicos: calcular el consumo de combustible utilizado en las distintas actividades que realiza la Municipalidad Provincial de Celendín, y calcular la huella de carbono generada por dicho consumo durante el año 2023.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Cantilla Ogalde (2012) en el estudio sobre la huella de carbono del área administrativa de la Dirección de Gestión Ambiental de la Municipalidad de La Pintana, tiene como objetivo adaptarse a los nuevos requerimientos de sostenibilidad ambiental. Para el cálculo de la huella de carbono, emplea una metodología que sigue las directrices del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) del año 2006 en distintas categorías, utilizando ecuaciones y factores de emisión proporcionados en ellas, así como el Protocolo de GEI y tablas del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido. Obteniendo los siguientes resultados la Huella de Carbono en el año base -2010- del Área Administrativa de la DIGA corresponde a 200,453 tCO₂-eq, correspondiente a 1,805 tCO₂ -eq por empleado. Las mayores emisiones 142,117 tCO₂ -eq se deben al traslado de personal en autobús, las emisiones ahorradas por traslados en bicicleta o caminando a la DIGA corresponden a 5,70 tCO₂ -eq. Este estudio demuestra que la realización de un inventario de emisiones de GEI es una oportunidad de mejorar las operaciones existentes dentro del control de tipo operacional o financiero de la DIGA en lo general. La optimización de operaciones, el registro de la información relativa a ellas y las mejoras a nivel de gestión medioambiental, ayudarán a la disminución de la Huella de Carbono. (p. 11)

Godoy Garay (2019) en su investigación generó una base de datos de las diversas fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de la Municipalidad de Chillán Viejo, con el propósito de realizar su medición de huella de carbono. En el marco de esta investigación, se recopilaron los datos necesarios para cuantificar y calcular las emisiones de huella de carbono obteniendo como resultado un total de 532,92 tCO₂-eq en la Municipalidad de Chillán Viejo, estas emisiones fueron analizadas considerando el uso de combustibles, el consumo eléctrico y el transporte de los funcionarios municipales. (p. 2)

Chavarro y Cabezas (2020) en su investigación se centró en calcular la Huella de Carbono en la Universidad de la Salle – sede norte para la formulación de propuestas de prevención y mitigación de gases de efecto invernadero. La metodología de cálculo seleccionada en este caso es la norma ISO 14064 por medio de la cual se establecen tres alcances en cuanto a emisiones existentes para la contabilización total de gases de efecto invernadero (GEI) en términos de CO₂ equivalente, además del cálculo de remoción de GEI por sumideros de carbono, por otro lado se contara con el apoyo de dos herramientas de cálculo, una de ellas, proporcionada por la Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá y el software Air.e Hdc, que permitio calcular la huella de carbono en la Universidad de la Salle, de forma particular en la Sede-Norte, De acuerdo a la implantación de la metodología ISO-14064, se cuantifica la Huella de Carbono para el año base 2018, obteniendo un valor de 11319.4 tCO₂ / año, distribuido en 3 alcances, en el caso del alcance 1 “emisiones y remociones directas” el valor es de 311.1 tCO₂ / año, para el alcance 2 “emisiones indirectas por energía eléctrica” el valor corresponde a 69.5 tCO₂/año y por último para el alcance 3 “Otras emisiones indirectas”, el valor es de 10938.77 tCO₂ /año. Concluyendo que 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. (p. 5)

Campos Martínez (2023) en su investigación orientada a cuantificar la huella de carbono institucional de la Municipalidad de San Carlos, Región de Ñuble, con el objetivo de elaborar un inventario base de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y proponer medidas de mitigación. Para el cálculo, se aplicó la metodología oficial del programa HuellaChile, sustentada en los lineamientos del Ministerio del Medio Ambiente de Chile y la norma ISO 14064-1. Dentro del alcance 1, correspondiente a emisiones directas, se estimó el consumo de combustible de la institución considerando tres fuentes: gas licuado de petróleo para calefacción, y gasolina y diésel para vehículos municipales. El consumo total reportado fue de 36,080.31 litros, que al ser convertido equivale a 9,531.41 galones, generando una huella de carbono de 85.99 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq). La fuente de mayor emisión fue la gasolina (39.89 tCO₂eq), seguida del diésel (38.74 tCO₂eq), y el gas licuado (7.36 tCO₂eq). La investigación concluye que estas emisiones representan el 35% del total institucional, siendo un punto crítico de intervención para la reducción de GEI mediante estrategias de optimización vehicular y planificación del uso de rutas (p. 25)

Pazmiño Vidal (2018) calculó la huella de carbono de la actividad avícola que se genera en la granja para un adecuado manejo ambiental. para la estimación de estas emisiones se utilizó el IPCC Inventory Software versión 2.54, se valoraron los hallazgos ambientales que generan emisiones, por medio de la matriz de criticidad la misma que permitió proponer medidas de mitigación mediante Estrategias de Manejo Ambiental. Las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero identificadas en la avícola fueron: la producción de alimentos, el transporte de productos, la generación de excretas y la ambientación de galpones. Una vez estimadas las fuentes de emisión, se determinó que la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) generada en el área de estudio es de 787397,542 kg CO₂, valor correspondiente a junio 2016-junio 2017. Es importante conocer y comprender la dinámica de los Gases de Efecto Invernadero, de manera que se

puedan implementar medidas orientadas a la disminución de emisiones atmosféricas, y a su vez fomentar el uso eficiente de los diferentes recursos que son responsables de la generación de GEI. El estudio realizado amplía el conocimiento sobre los Gases de Efecto Invernadero (GEI), proponiendo medidas efectivas para reducir las emisiones y optimizar el uso de los recursos. Estos hallazgos subrayan la importancia de una gestión responsable frente al cambio climático y sientan las bases para futuras investigaciones y acciones.

Crispín Jurado (2018) calculó de la Huella de Carbono (HC) de las actividades de la empresa JRC Ingeniería y Construcción SAC, para los periodos de agosto del año 2017 a julio del año 2018. Se utilizó los lineamientos señalados por el Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), obteniéndose como efecto final una huella de carbono de 814.71 tCO₂ emitidas durante el periodo 2017-2018. Se identificaron como mayores contribuyentes a la HC el consumo de energía eléctrica, corresponden a las fuentes de emisiones indirectas. Se recomienda que se realice un programa de reforestación en espacios donde efectúe trabajos la empresa, con el fin de compensar parte de las emisiones formadas. (p. 7)

Muller Espinoza (2020) en el estudio sobre el cálculo de la huella hídrica, carbono y gestión de los residuos de la municipalidad provincial de Pachitea – Huánuco 202, para la presente investigación se empleó la metodología cuantitativa de corte correlacional y no experimental, su población incluye la administración de los residuos en el municipio de Pachitea, del departamento de Huánuco – 202 se obtuvo una huella hídrica total 37.049 m³, y la mayor huella hídrica en julio con 13.337 m³, desde junio – agosto en la municipalidad provincial de Pachitea, Huánuco 2021 emitieron 0.096637183 tCO₂, 0.000127154 toneladas de t CH₄, 0.002204622 toneladas de N₂O, por tanto, se obtuvo una HC de 0.098996896 de GEI. Concluyendo que de la Prueba coeficiente de relación de Spearman, ρ (rho) para determinar la huella hídrica y carbono incrementa por

la gestión de residuos de la Municipal Provincial de Pachitea, Huánuco 2021, se obtuvo un nivel de significancia (bilateral) de 0.017, el que es menor a 0.05, por consiguiente, existe significancia estadística entre la huella hídrica y carbono y la gestión de residuos. (p. 15)

Yachas Tena (2021) en su investigación determinó la huella de carbono en las acciones administrativas de los trabajadores de la Municipalidad Distrital de Santa Ana de Tusi para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, 2019, la metodología se basa en: las Directrices del IPCC del 2006 para inventarios de GEI (GL 2006), la ISO-14064, el Estándar corporativo de contabilidad y reporte (GHG Protocol o Protocolo GEI) y en el Quinto reporte del IPCC (AR5). Se identificó como alcance 1 el uso de combustible para transporte propio, alcance 2 el consumo de energía eléctrica y alcance 3 el consumo de papel. Los resultados indican que se ha emitido un total 90.725 t CO₂ durante el año 2019 por el uso de combustible para transporte propio; de los cuales, 45.756 t CO₂ es por consumo Diesel y 44.969 tCO₂ por el consumo de combustible tipo Gasohol súper plush de 90 octanos. En cuanto al alcance 2 se ha emitido un total de 22.931 tCO₂, de los cuales 12.720 t CO₂ es emitido por el Palacio Municipal siendo así la propiedad que más energía eléctrica consume. Referente al consumo de papel se ha emitido 2.706 t CO₂ siendo el alcance que menos gases ha emitido. (p. 6)

Ayala y Cordero (2021) calculó la Huella de Carbono de la Municipalidad Distrital de Tambo-Provincia La Mar-Región de Ayacucho – 2020, El procedimiento que se realizó para la estimación de la Huella de carbono en la MDT fue: primeramente, organización y visita a la institución de manera que se pudiera hacer el levantamiento de información con ayuda de los formatos de recolección de datos y las encuestas que permitieron realizar la descripción de emisiones para el año 2020, posteriormente, se trabajó en gabinete en la operacionalización de la información recolectada. se obtuvo un total 109.53 toneladas de CO₂ equivalente como resultado de la estimación de Huella de

carbono de la MDT, mientras que, por alcance, se tiene la siguiente información: el Alcance 1 con 57.51 por ciento, Alcance 2 con 32.04 por ciento y el Alcance 3 con 10.45 por ciento de participación en la huella de carbono total para el año 2020. Para la mitigación de la huella de carbono en La MDT se planteó la adecuación e implementación de más áreas verdes, realizar programas de forestación en lugares estratégicos cuyo manejo y mantenimiento este bajo responsabilidad de esta misma. (p. 10)

Municipalidad Distrital de Lince (2021) presentó su reporte de huella de carbono correspondiente al año 2020, utilizando la Calculadora Pública de Huella de Carbono Organizacional del Ministerio del Ambiente y siguiendo estándares internacionales como las Directrices del IPCC de 2006 (GL 2006), la norma ISO 14064-1, el Protocolo GEI (GHG Protocol) y el Quinto Reporte del IPCC (AR5). En dicho informe, se identificó como fuente de emisión directa (Alcance 1) el consumo de combustibles fósiles por parte del transporte propio, alcanzando un total de 290.01 toneladas de CO₂ equivalente (tCO_{2e}), lo cual representó el 89.3 % de la huella total institucional. Estas emisiones provinieron exclusivamente del parque automotor de la sede del Palacio Municipal. El documento no detalla el número exacto de vehículos ni el volumen de combustible consumido, pero destaca la importancia de esta fuente en la huella institucional. Se propusieron medidas de mitigación como la gestión eficiente del uso vehicular, promoviendo así la sostenibilidad dentro de la gestión pública. (p. 4)

Quispe Ore (2022) realizó el cálculo de la Huella de Carbono como Indicador Ambiental de la Municipalidad Provincial de Concepción - Junín. Para llevar a cabo el estudio, en primer lugar, se determinaron las fuentes fundamentales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estas fuentes se dividieron en tres categorías: alcance 1, que comprende las emisiones de GEI derivadas del uso de combustibles; alcance 2, que abarca las emisiones de GEI causadas por el consumo de energía eléctrica; y alcance 3,

que incluye las emisiones de GEI relacionadas con el uso de papel, agua, generación de residuos sólidos y manejo de aguas residuales. El resultado obtenido de la huella de carbono total durante el año 2019 de la Municipalidad de Concepción fue de 415,221 tCO₂ -eq, identificándose la mayor emisión de GEI por generación de aguas residuales (185,656 tCO₂ -eq) y consumo de combustible (154,874 tCO₂-e). para concluir se estimó la cantidad de árboles requeridos para contrarrestar las emisiones de gases de efecto invernadero, siendo este número 189. Además, se propusieron acciones destinadas a disminuir la huella de carbono de las fuentes identificadas. (p. 9)

Luján et al. (2022) se centró en el cálculo de la huella de carbono de la sede principal de la municipalidad de magdalena del mar, periodo 2019-2022. Para el cálculo, se usó como referencia la guía de implementación de gestión de ecoeficiencia en instituciones públicas, los factores de emisión de las directrices del Panel Internacional del Cambio Climático (IPCC), la ISO 14064-1 y el GHG Protocol. Se obtuvieron resultados como, una Huella de Carbono para el año 2019 (184.689 tCO₂) siendo el consumo de combustible 137.97t CO₂- eq para gasohol y 22.36 t CO₂- eq para diésel los valores más elevados, año 2020 (111.202 t CO₂) y año 2021 (38.025 t CO₂), evidenciándose una reducción en la huella de carbono en un 39.79% al 2020 y del 79.41% al 2021. Con una ecoeficiencia media fluctuante entre 0.41 y 0.72 durante los años 2020 y 2021, al comparar los resultados se establece una conexión negativa. Esto subraya la confirmación de que una gestión apropiada de la ecoeficiencia conlleva a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por las operaciones llevadas a cabo en la sede central de la Municipalidad de Magdalena del Mar. (p. 16)

La Municipalidad Metropolitana de Lima (2019) se enfocó en el cálculo de la Huella de Carbono de sus operaciones durante el año 2019. Utilizando metodologías estándar y herramientas proporcionadas por Huella Carbono Perú, se realizó un

levantamiento exhaustivo de datos sobre el consumo de recursos y la generación de residuos. El estudio concluyó que la huella de carbono total fue de 200.47 toneladas de CO₂ equivalente. Los resultados se distribuyeron de la siguiente manera: Alcance 1 con 55%, Alcance 2 con 30%, y Alcance 3 con 15%. El consumo de combustible ascendió a 173,621.09 galones, generando 3,699.77 toneladas de CO₂ equivalente. Como estrategias de mitigación, se propusieron iniciativas de reducción del consumo energético, optimización del transporte público y fortalecimiento de áreas verdes urbanas. (p. 18)

Vásquez Mejía (2021) cuantificó la Huella de Carbono derivado de los recursos materiales consumidos en la construcción de edificaciones educativas en la región Cajamarca. Según la metodología propuesta, la fase inicial, llamada etapa 0, implicó la definición del modelo constructivo (MC), la selección de la muestra y la cuantificación de los recursos materiales utilizados de manera representativa en la construcción. Se obtuvieron los siguientes resultados. para la I.E Amanchaloc una huella de carbono de 710.095 kg CO₂/m con una representación de emisiones del 21%, I.E El Mote se obtuvo una huella de carbono de 662.691 kgCO₂/m², con una representación de emisiones del 20%, I.E El Prado se obtuvo una huella de carbono de 652.961 kg CO₂ /m², con una representación de emisiones del 20%, n la I.E Gallito Ciego se cuantificó una huella de carbono de 644.008 kg CO₂ /m², con una representación de emisiones del 19% y en la I.E Santa Ana se cuantificó una huella de carbono de 661.802 kg CO₂/m², con una representación de emisiones del 20%; la huella de carbono promedio de toda la muestra de estudio arrojó un valor de 666.311 kg CO₂/m² de superficie. el modelo generado en el desarrollo de la investigación ha dado cumplimiento al objetivo principal que fue la cuantificación de los recursos materiales consumidos en la construcción de edificaciones educativas en la región Cajamarca. (p. 12)

Rojas Quiroz (2022) en su estudio calculó la Huella de Carbono en la empresa de transportes "empresas unidas" ruta Jaén-san Ignacio-Cajamarca, 2022, en el presente

estudio se utilizaron las directrices del IPCC (lineamientos que permiten alinear los esfuerzos para el cumplimiento de metas organizacionales con respecto a los Inventarios de Gases de efecto Invernadero), así mismo se trabajó con la metodología del GHG Protocol. Los resultados obtenidos se generaron 3.14 tCO₂ y para el (uso de neumáticos) se generó 2.40 tCO₂ mientras que para el alcance indirecto (consumo de energía eléctrica), 0.84 tCO₂. Además, una generación de residuos sólidos per cápita de 0.028 kg. donde el mayor aporte de este total de emisiones es causado por el consumo de combustible en 103 vehículos de transporte de pasajeros; seguido por el consumo de lubricantes, el uso de neumáticos, el consumo de energía eléctrica y una insignificante generación de residuos sólidos, respectivamente. (p. 7)

2.2. Bases teóricas

2.1.1. *Cambio climático y calentamiento global*

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC, 1992):

El cambio climático se refiere a un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables (p. 3).

En la actualidad, el cambio climático se ha convertido en un desafío ambiental crucial, ya que impacta de manera equitativa a todas las regiones y naciones del mundo, no se limita por fronteras geográficas, tratados internacionales, regímenes políticos o sistemas económicos; sin embargo, está intrínsecamente relacionado con los desechos y las repercusiones de las acciones y actividades humanas, sin importar la raza, religión o cultura de las personas involucradas (Núñez & Núñez, 2012).

El cambio climático, atribuido principalmente a actividades humanas, es definido como un fenómeno que altera la composición de la atmósfera global mediante

el incremento de gases de efecto invernadero, generando efectos adversos en los ecosistemas y actividades económicas (IPCC, 2014, citado en Guinand, 2022).

La Ley Marco sobre Cambio Climático, promulgada en el Perú, establece un marco normativo para gestionar de manera integral el cambio climático mediante la articulación entre diferentes niveles de gobierno, el sector privado y la sociedad civil. Este instrumento promueve la implementación de medidas de mitigación y adaptación climática, estableciendo metas concretas como la reducción del 30% de las emisiones de GEI para 2030 en un escenario de negocios habituales (Guinand, 2022).

2.1.1.1. Gestión Integral del Cambio Climático.

La Ley Marco sobre Cambio Climático establece que la gestión integral del cambio climático comprende un enfoque participativo, transparente e inclusivo, diseñado para reducir la vulnerabilidad del país frente a los efectos del cambio climático. Este proceso incluye la planificación, ejecución, monitoreo y evaluación de políticas, estrategias y proyectos, priorizando la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el incremento de sumideros, con un enfoque de interculturalidad, género e intergeneracional (Ley N.º 30754, Art. 15).

La Ley marco sobre Cambio Climático tiene como objetivo coordinar, articular y diseñar políticas públicas para la gestión integral del cambio climático, incorporando medidas de mitigación y adaptación en la planificación nacional. Estas acciones buscan reducir los riesgos asociados a eventos climáticos extremos, fomentar el desarrollo bajo en carbono y cumplir con los compromisos internacionales del Perú, en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Ley N.º 30754, Art. 1).

2.1.1.2. Rol Climático de la Amazonía.

La Amazonía actúa como un regulador climático esencial debido a su capacidad para capturar y almacenar carbono. Este bioma contiene el 97.5% de las reservas de carbono superficial del Perú en forma de bosques vivos, principalmente en Loreto, Ucayali y Madre de Dios. La destrucción o degradación de estos ecosistemas convierte a la Amazonía de un sumidero de carbono a una fuente neta de emisiones, exacerbando el cambio climático (Ráez Luna, 2019).

Los estudios indican que la pérdida continua de bosques amazónicos acerca al bioma a un "punto de no retorno", donde su capacidad como sumidero de carbono y regulador hidrológico se perdería de manera significativa. Este proceso se ve acelerado por factores como la deforestación, las sequías severas y los incendios forestales, con consecuencias irreversibles para la biodiversidad, la productividad y los recursos hídricos (Ráez Luna, 2019).

2.1.1.3. Participación Ciudadana frente al Cambio Climático en el Perú.

En Lima, Perú, un 80% de las personas ha recibido información sobre el cambio climático en algún momento de sus vidas, y el 95.9% cree que este fenómeno es real. Sin embargo, alrededor del 60% de los encuestados desconocen las iniciativas y acciones peruanas vinculadas a las medidas de mitigación y adaptación. Este desconocimiento afecta la participación activa en los procesos necesarios para enfrentar el cambio climático, lo que resalta la necesidad de estrategias efectivas de comunicación y programas de sensibilización por parte del gobierno (Arana-Ruedas et al., 2023).

La participación pública es fundamental en la implementación de las políticas de adaptación y mitigación del cambio climático. Aunque el Perú ha

avanzado en la creación de leyes y medidas para combatir el cambio climático, el estudio encontró que más del 60% de los ciudadanos no se consideran actores involucrados en estas medidas. Esto subraya la importancia de integrar mejor a la ciudadanía en las decisiones climáticas mediante estrategias de comunicación que fomenten la confianza y el compromiso colectivo (Arana-Ruedas et al., 2023).

2.1.2. *Efecto invernadero*

El efecto invernadero es un fenómeno natural que ocurre en la tropósfera, la capa baja de la atmósfera que se extiende aproximadamente de 10 a 15 kilómetros de espesor. En esta capa atmosférica se encuentran presentes ciertos gases conocidos como gases de efecto invernadero. Cuando la radiación solar alcanza la Tierra, parte de ella es absorbida y convertida en calor. Los gases de efecto invernadero tienen la capacidad de absorber parte de este calor y retenerlo cerca de la superficie terrestre, generando un aumento de la temperatura global (Badii Zabeh, 2008).

2.1.3. *Generación de GEI en la combustión de combustibles fósiles*

La combustión de combustibles fósiles, como gasolinas, diésel, carbón y gas natural, libera principalmente dióxido de carbono (CO_2), debido a la oxidación del carbono presente en el combustible. Esta es la fuente antropogénica más importante de GEI en términos de volumen y contribución al cambio climático (IPCC, 2006).

Además, este proceso también emite en menores proporciones metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O). Estas emisiones surgen en condiciones de combustión incompleta, falta de oxígeno o en sistemas con alta temperatura y mecanismos específicos. Aunque su volumen es mucho menor que el del CO_2 , ambos tienen un potencial de calentamiento global (GWP) significativamente mayor, lo que los convierte en importantes contribuyentes al efecto invernadero (IPCC, 2006).

De hecho, el metano (CH_4) es el segundo GEI más significativo después del CO_2 , mientras que el óxido nitroso (N_2O) ocupa el tercer lugar, tanto por su presencia en la atmósfera como por su duración en ella. Aun siendo menos abundantes, su efecto calorífico es notable (ICOS, 2024).

Los principales gases de efecto invernadero son:

2.1.3.1. Dióxido de Carbono (CO_2). Es un gas muy común y relevante en el sistema atmosférico y el segundo gas más relevante en el calentamiento global después del vapor de agua. Su presencia proviene de fuentes naturales y actividades humanas, siendo la quema de combustibles fósiles, la deforestación y algunos procesos industriales las principales fuentes antropogénicas. El CO_2 desempeña un papel importante en el ciclo natural del carbono y es crucial abordar estas emisiones para mitigar los efectos negativos del calentamiento global (Benavides y León, 2007).

Gas atmosférico compuesto por un átomo de carbono y dos de oxígeno, incoloro, inodoro y levemente ácido, es esencial para la fotosíntesis y forma parte de la dinámica del ciclo del carbono (Arroyo, 2020).

Las principales fuentes antropogénicas incluyen el transporte (34 %), generación eléctrica (~33 %), industria (~15 %) y cambios en el uso del suelo, los océanos y la biosfera terrestre absorben parte de estas emisiones, pero no lo suficiente para contrarrestarlas por completo, el dióxido de carbono persiste durante décadas o siglos en la atmósfera, lo que explica su efecto acumulativo. Además, se ha confirmado su rol central en las variaciones climáticas a lo largo de

millones de años y en la actualidad se registra un nuevo récord de emisiones y concentración (420 ppm en 2023, +51 % respecto a 1750), lo que intensifica el calentamiento global (El País, 2024).

Para limitar el calentamiento a 1,5 °C y alcanzar la neutralidad de carbono en 2050, es fundamental reducir emisiones, proteger sumideros naturales y explorar tecnologías de captura y almacenamiento de CO₂ (El País, 2022; IPCC, 2006)

2.1.3.2. El Metano (CH₄). El metano es un gas de efecto invernadero fuerte y su carga atmosférica ha duplicado desde la era preindustrial. Contribuye aproximadamente al 20% del forzamiento radiactivo directo debido a emisiones antropogénicas. Las principales fuentes de metano son la descomposición de materia orgánica en sistemas biológicos, actividades agrícolas, disposición de residuos y tratamiento de aguas residuales, la combustión de combustibles contribuye mínimamente a las emisiones globales de metano (Benavides y León, 2007).

Es un gas incoloro e inodoro, componente mayoritario del gas natural y biogás; su emisión a la atmósfera genera un efecto invernadero más poderoso que el del CO₂, aunque permanece menos tiempo, por lo que se considera un forzador climático de corto plazo de alta prioridad para intervenciones rápidas. Se estima que el 60 % de las emisiones de CH₄ son resultado de actividades humanas como agricultura, combustibles fósiles y residuos, mientras que el 40 % restante proviene de fuentes naturales, como los humedales (Mariño & Chanci, 2019).

En términos de efecto climático, el metano tiene un GWP de 25 – 34 veces el del CO₂ en 100 años, y puede llegar a ser 80 – 90 veces más potente en horizontes de 20 años, lo que lo hace particularmente crítico para estrategias de mitigación temprana, desde la era industrial, el metano ha contribuido con aproximadamente 0,5 °C al calentamiento global, lo que corresponde a cerca de dos tercios del calor acumulado atribuido al CO₂ en el mismo periodo (Mariño & Chanci, 2019).

2.1.3.3. Óxido Nitroso (N₂O). El óxido nitroso, contribuyente al efecto invernadero, proviene de fuentes naturales y antropogénicas. Representa aproximadamente el 6% del forzamiento del efecto invernadero y se emite a través de los océanos, la quema de combustibles fósiles, la biomasa y la agricultura; la agricultura es la fuente más importante de óxido nitroso, seguida de las emisiones de combustibles fósiles. La contribución de la combustión de combustibles a las emisiones de óxido nitroso es mínima (Benavides y León, 2007).

Es un gas incoloro de olor dulce, reconocido como uno de los más potentes gases de efecto invernadero, además de ser el principal agente responsable de la destrucción de la capa de ozono estratosférico (Piñeiro, Della Chiesa & Yahdjian, 2019).

Possui un Potencial de Calentamiento Global (100 años) de entre 298 y 310 veces el del CO₂, y una permanencia atmosférica de aproximadamente 110–120 años, lo que lo convierte en un gas de

efecto de larga duración y alto impacto climático (Hidalgo García, 2023; EPA, 2025).

Aunque se encuentra en bajos niveles atmosféricos, su contribución global como gas invernadero ronda el 5–6 % del total antropogénico, ubicándolo como el tercer más relevante después del CO₂ y el CH₄ (EPA, 2025; Piñeiro et al., 2019).

Su origen es dual: naturales, mediante procesos microbianos del ciclo del nitrógeno; y antropogénicos, especialmente en la agricultura (fertilizantes nitrogenados, manejo de estiércol), la quema de biomasa, tratamiento de aguas residuales, combustión de combustibles fósiles y producción industrial de ácido nítrico y adípico (EPA, 2025; Hidalgo García, 2023).

Existen medidas de mitigación efectivas: en la industria química, la reducción casi total de emisiones es asequible y viable desde el punto de vista económico (Davidson & Winiwarter, 2023). En el sector agrícola, mejoras en la eficiencia del uso de nitrógeno y tecnologías agronómicas ofrecen alternativas, aunque son más complejas de implementar (ClimaTERRA, 2021).

2.3.1. *Huella de carbono*

La huella de carbono se considera, comúnmente, como la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios de los seres humanos, variando su alcance, desde una mirada simplista que contempla sólo las emisiones directas de CO₂, a otras más complejas, asociadas al ciclo de vida completo de las emisiones de gases de efecto

invernadero, incluyendo la elaboración de materias primas y el destino final del producto y sus respectivos embalajes. La medición se efectúa en kilogramos o toneladas. (Schneider y Samaniego, 2009, p. 5)

Wiedmann y Minx (2007), plantean que la huella de carbono es la cantidad total de emisiones de CO₂, así como otros gases de efecto invernadero, generadas directa e indirectamente por una amplia gama de actividades humanas y económicas, esta medida abarca desde la producción y consumo de energía hasta la gestión de residuos, y se extiende a lo largo de las fases del ciclo de vida de un producto, brindando una visión integral de su impacto ambiental.

2.3.2. Metodologías para el cálculo de la huella de carbono

A continuación, te presento algunas metodologías ampliamente reconocidas para calcular la huella de carbono.

Greenhouse gas protocol corporate standard (GHG Protocol). Es un marco de referencia ampliamente utilizado a nivel internacional para medir y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las organizaciones, el GHG Protocol se basa en tres alcances principales. El alcance 1 abarca las emisiones directas de GEI provenientes de fuentes de propiedad o control de la organización, como las emisiones generadas por la combustión de combustibles en instalaciones propias, el alcance 2 incluye las emisiones indirectas relacionadas con la generación de electricidad que la organización consume, el alcance 3 cubre las emisiones indirectas derivadas de actividades externas a la organización, como la cadena de suministro, los viajes de negocios y los residuos (WBCSD Y WRI, 2004).

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) desarrolló las "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", que proporcionan

directrices detalladas para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI).

Estas directrices establecen un enfoque estandarizado y armonizado para medir y calcular las emisiones de GEI en diversos sectores y actividades, como la energía, la agricultura, la silvicultura y el transporte. Son ampliamente utilizadas por los países para desarrollar inventarios nacionales de emisiones de GEI, lo que permite una comparabilidad y coherencia global en la estimación de las emisiones y la evaluación del impacto del cambio climático. Además, estas directrices se actualizan y mejoran periódicamente para reflejar los avances científicos y técnicos más recientes (IPCC, 2006).

El Bilan Carbone. Es una metodología desarrollada por la Agencia del Medio Ambiente y la Gestión de la Energía de Francia (ADEME) para calcular la huella de carbono de organizaciones, territorios y productos, esta herramienta permite cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) directas e indirectas, abarcando diversas categorías como el consumo de energía, el transporte y los residuos. Al identificar las principales fuentes de emisiones de GEI, el Bilan Carbone facilita la toma de decisiones estratégicas para reducir las emisiones y promover prácticas más sostenibles en Francia (ADEME, 2011).

Norma ISO 14064 - 1: 2006. La norma ISO 14064 - 1 surge como respuesta al creciente interés por abordar los impactos del cambio climático y encontrar soluciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, esta norma se enfoca en limitar las emisiones de gases de efecto invernadero en las organizaciones, proporcionando herramientas para cuantificar, monitorear, informar y verificar dichas emisiones, en este sentido, la norma ISO 14064 busca establecer un marco que permita a las empresas gestionar de manera efectiva sus emisiones de gases de efecto invernadero, proporciona directrices y requisitos claros para la identificación de

fuentes de emisiones, recopilación de datos, cálculo preciso de las emisiones y seguimiento de los cambios a lo largo del tiempo (International Organization for Standardization [ISO], 2018).

- La norma ISO 14064-1 proporciona un enfoque estructurado y estandarizado para el cálculo de la huella de carbono en una organización. Para realizar el cálculo, se deben seguir los siguientes pasos:
- Identificación de las fuentes de emisiones: Se deben identificar todas las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en la municipalidad. Estas fuentes pueden incluir el consumo de energía en edificios municipales, el transporte de vehículos municipales, la gestión de residuos y otros procesos municipales relevantes.
- Recopilación de datos: Es necesario recopilar los datos necesarios para calcular las emisiones de cada fuente identificada. Esto puede incluir el consumo de combustibles fósiles, el consumo de electricidad, el uso de productos químicos y otros factores que contribuyan a las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Cálculo de emisiones: La norma ISO 14064-1 proporciona fórmulas y métodos para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero de cada fuente identificada. Estas fórmulas consideran diferentes parámetros, como los factores de emisión específicos para el tipo de combustible utilizado, los coeficientes de emisión y los factores de conversión de unidades.
- Seguimiento y verificación: La norma ISO 14064-1 establece requisitos para el seguimiento y la verificación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto implica la implementación de procedimientos para recopilar datos de manera continua y precisa, así como la verificación independiente de los resultados del cálculo de la huella de carbono

2.3.3. *Obtención y cálculo de los factores de emisión*

Los factores de emisión (FE) son coeficientes técnicos que relacionan la cantidad de un contaminante emitido con la magnitud de una actividad que lo genera, como el consumo de combustible, la producción industrial o el transporte. Se utilizan porque permiten estimar las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes de manera indirecta, a partir de datos de actividad más fáciles de obtener. En ese sentido, constituyen una herramienta clave para la elaboración de inventarios y para la gestión ambiental, ya que reemplazan en muchos casos a mediciones directas que resultan más complejas y costosas (Jorquera, 2010).

Una de las formas más precisas de obtener factores de emisión es mediante mediciones directas en las fuentes emisoras. Estas pueden realizarse a través de sistemas de monitoreo continuo de emisiones (CEMS), que registran las concentraciones de contaminantes en la chimenea en tiempo real, o mediante campañas de muestreo puntual, que permiten estimar tasas de emisión en condiciones específicas de operación. Estos valores, cuando son correctamente medidos y validados, reflejan de manera exacta el desempeño de una instalación y constituyen la referencia más confiable para establecer factores de emisión propios (Jorquera, 2010).

Otra vía para estimar FE corresponde a los promedios sectoriales obtenidos en campañas de muestreo en varias instalaciones de una misma categoría. Este procedimiento, si bien no refleja el comportamiento exacto de cada fuente individual, permite construir valores representativos del sector, útiles para políticas públicas, inventarios nacionales o regionales, y estudios comparativos. De acuerdo con la literatura, este enfoque es una alternativa válida cuando no se dispone de datos específicos de cada instalación y busca equilibrar costo y representatividad (Parada & Tapia, 2013).

Un método muy utilizado en el caso de la combustión de combustibles fósiles es el balance de masa. En este procedimiento se calcula la cantidad de contaminante emitido a partir de la composición elemental del combustible, especialmente su contenido de carbono, hidrógeno o azufre. La lógica se basa en la estequiometría de la reacción de combustión: el carbono contenido en el combustible se oxida a CO_2 , el azufre a SO_2 y el nitrógeno a óxidos de nitrógeno. En este caso, el factor de emisión se deriva directamente de los análisis químicos de laboratorio del combustible, siendo un método económico y confiable para contaminantes cuya formación depende directamente de la composición del insumo (Fernández & Quevedo, 2008).

En sectores como el transporte, los FE se obtienen mediante modelos de simulación que integran grandes volúmenes de datos experimentales. Modelos como COPERT (Europa) o MOBILE (Estados Unidos) han sido desarrollados para estimar las emisiones vehiculares bajo diferentes condiciones de operación, tecnologías de motor, normas de emisiones y ciclos de conducción. Estos factores, al estar basados en miles de ensayos de laboratorio y pruebas en carretera, permiten establecer estimaciones robustas que luego son adaptadas por distintos países en sus inventarios nacionales (Jorquera, 2010).

Finalmente, cuando no existen datos nacionales o específicos, se recurre a los factores de emisión por defecto publicados en manuales y guías internacionales. Entre ellos, los más utilizados son los presentados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en sus *Directrices de 2006 para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*. Estas directrices incluyen tablas de factores de emisión para diversos combustibles y procesos, expresados en unidades estandarizadas (como kg de CO_2 por terajulio de energía), calculados a partir de valores caloríficos netos y supuestos de oxidación completa. Dichos factores constituyen una referencia global y

garantizan la comparabilidad entre países, aunque con la limitación de no reflejar necesariamente las condiciones tecnológicas locales (IPCC, 2006).

De esta manera, existe una jerarquía de calidad en los factores de emisión: en primer lugar los medidos directamente en la fuente, luego los obtenidos a nivel sectorial, seguidos de los calculados por balance de masa, y por último los factores por defecto internacionales. Esta jerarquía se justifica en que cada método tiene un nivel distinto de representatividad y de incertidumbre, siendo siempre recomendable optar por el valor más específico y confiable disponible para cada caso de estudio (Parada & Tapia, 2013).

En Perú, el desarrollo y uso de factores de emisión específicos se encuentra formalmente respaldado por el RAGEI, cuya versión de 2019 (RAGEI 2019) incluye la estimación de emisiones del sector energía (combustión y fugitivas) conforme a las Directrices del IPCC 2006 (Ministerio de Energía y Minas, 2019).

Más aún, este reporte derivó un factor de emisión de CO₂ para el queroseno de motor a reacción de 72 752 kg CO₂/TJ, apenas un 1.8 % superior al valor por defecto del IPCC, lo que refleja la voluntad de Perú de construir FE propios basados en datos locales (Ministerio de Energía y Minas, 2019).

Adicionalmente, la herramienta Huella de Carbono Perú (HC-Perú), formalizada con su guía funcional publicada en noviembre de 2020, utiliza factores de emisión extraídos de estándares reconocidos internacionalmente como las directrices IPCC 2006, el Protocolo GHG y DEFRA 2018. Estos factores están integrados en la plataforma digital, lo que permite que los cálculos de emisiones se realicen automáticamente a partir de los datos de actividad ingresados por el usuario, sin necesidad de manipular los FE manualmente (Ministerio del Ambiente, 2020).

Además, el diseño de la HC-Perú considera que los factores de emisión ya incluyen sus márgenes de incertidumbre derivados de las metodologías fuente, por lo que no se exige al usuario informar incertidumbres adicionales en sus reportes (Ministerio del Ambiente, 2020).

2.3.4. *Herramienta huella de carbono Perú*

La huella de carbono Perú es una plataforma oficial respaldada por el gobierno peruano que permite evaluar el manejo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en organizaciones tanto del sector público como privado. Su propósito principal es contribuir al cuidado del medio ambiente. A través de esta plataforma, las organizaciones pueden acceder a información relacionada con la gestión de emisiones y trabajar en la reducción de las mismas. Esta herramienta digital gratuita fue creada por el Ministerio del Ambiente cuenta con un motor de cálculo y de reporte, de conformidad con la Norma Técnica Peruana NTP ISO 14064-1:2020 o su equivalente actualizado, con el respaldo técnico del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2020).

La huella de carbono Perú, en cumplimiento del Acuerdo de París, reconoce los esfuerzos del sector privado y las instituciones públicas en la reducción de emisiones de GEI. Hasta el momento, más de 500 organizaciones se han inscrito, 242 han reportado su huella de carbono y 42 han verificado los resultados. Además, 16 organizaciones han logrado reducir su huella de carbono y 7 la han neutralizado (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2021).

La plataforma electrónica Huella de Carbono Perú, creada por el Ministerio del Ambiente, posibilita la validación oficial de entidades gubernamentales y privadas que han adoptado acciones para disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El propósito de esta herramienta es colaborar con el objetivo de reducir en un 30% las emisiones de GEI en Perú para el año 2030. En la actualidad,

aproximadamente 100 organizaciones se han inscrito en Huella de Carbono Perú y 26 han presentado informes sobre sus emisiones (AENOR, 2020).

2.3.5. *Combustibles fósiles*

Los combustibles fósiles son hidrocarburos formados a partir de restos orgánicos que se han descompuesto y transformado bajo condiciones de alta presión y temperatura durante millones de años. Los más comunes son el carbón, el petróleo y el gas natural. Estos combustibles son la principal fuente de energía a nivel mundial, pero su combustión libera una gran cantidad de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO_2), que contribuyen significativamente al cambio climático. Según García y Martínez (2021), "la dependencia de los combustibles fósiles para satisfacer las necesidades energéticas sigue siendo un desafío importante en la lucha contra el cambio climático, debido a las altas emisiones de CO_2 asociadas con su uso" (p. 45).

Gasohol. El gasohol es una mezcla de gasolina y etanol, generalmente en una proporción de 90% gasolina y 10% etanol. Esta combinación busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad del aire. El etanol, un alcohol producido a partir de plantas como el maíz o la caña de azúcar, es un combustible renovable que puede disminuir las emisiones de CO_2 cuando se quema, en comparación con la gasolina pura. De acuerdo con Pérez et al. (2019), "el uso de gasohol puede reducir las emisiones de monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO_2), aunque su impacto en la reducción total de gases de efecto invernadero depende de la fuente y el método de producción del etanol" (p. 63).

Diésel. El diésel es un tipo de combustible fósil derivado del petróleo crudo y es ampliamente utilizado en vehículos de transporte pesado, maquinaria agrícola e industrial debido a su alta densidad energética y eficiencia. Sin embargo, su combustión produce una cantidad considerable de contaminantes, incluyendo dióxido

de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas finas, además de CO₂. Estos contaminantes tienen efectos adversos tanto en la salud humana como en el medio ambiente. Según el informe de la Agencia Internacional de Energía (2018), "la combustión de diésel es responsable de una parte significativa de las emisiones de NO_x y partículas finas en áreas urbanas, contribuyendo a problemas de calidad del aire y salud pública" (p. 89).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.6. Eficiencia energética

La eficiencia energética se refiere a la medida en la que se utiliza la energía de manera óptima para realizar una determinada tarea o proceso. Según Mentor Poveda (2007)

La eficiencia energética trata de reducir las pérdidas que se producen en toda transformación o proceso, incorporando mejores hábitos de uso y mejores tecnologías. Incluso es ir más allá de solo mantener los servicios que se obtienen de la energía y se demuestra, con múltiples ejemplos, que es posible reducir a la mitad el consumo duplicando los beneficios. (p. 5)

2.3.7. Mitigación

Según MINAM (2018), "La mitigación del cambio climático es un conjunto de intervenciones humanas que buscan reducir los Gases de Efecto Invernadero (GEI) o mejorar sus sumideros" (p. 37).

2.3.8. Sumideros de carbono

"Se entiende como todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena" (Camps y Pinto, 2004, p. 5).

2.3.9. Inventario de emisiones

Según el Ministerio del Ambiente del Perú (2020), "los inventarios de emisiones son fundamentales para la planificación de políticas de mitigación del

cambio climático, ya que proporcionan datos precisos y actualizados sobre las emisiones generadas por sectores clave como la industria, el transporte y la energía" (p. 57).

2.3.10. Adaptación al cambio climático

La adaptación al cambio climático consiste en el ajuste de sistemas humanos o naturales para reducir los efectos negativos o aprovechar oportunidades frente a los impactos del cambio climático. Según el IPCC (2014), incluye acciones como infraestructura resistente, cambios en la agricultura y planificación urbana sostenible (p. 120).

2.3.11. Transporte institucional

Según MINAM (2020), "Corresponde al conjunto de vehículos y maquinaria propiedad de una institución pública, destinados al cumplimiento de funciones administrativas, operativas y de servicios" (p. 45). En las municipalidades, este transporte incluye camionetas, motocicletas, camiones y maquinaria pesada, cuyo consumo de combustible representa una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Celendín con la información proporcionada por la Municipalidad Provincial de Celendín, ubicada en el Jr. José Gálvez 612-614, en la provincia de Celendín, departamento Cajamarca.

Figura 1

Mapa ubicación y área de estudio



3.1.1. *Coordenadas geográficas*

Altitud: 2627 m.s.n.m

Este: 815550.79

Norte: 9240177.01

3.2. Materiales

3.2.1. *Equipos*

- Laptop Acer nitro 5
- Impresora canon 4100

3.2.2. *Software*

- Software de Análisis de Datos: Excel, SPSS

3.2.3. *Materiales de Oficina*

- Papelería: Cuadernos, hojas, lapiceros.
- Equipos de Oficina: Mobiliario, archivadores.

3.2.4. *Bases de Datos y Fuentes de Información*

- Bases de datos institucionales: acceso a boletas facturas y registros de consumo de combustible de la Municipalidad Provincial de Celendín.
- Manuales y Normas: guía técnica de huella de carbono Perú.

3.3. Metodología

3.3.1. *Solicitud y validación de la información primaria*

El proceso de recolección de datos se inició con la elaboración y presentación de una solicitud formal dirigida a la Oficina de Administración y Finanzas de la Municipalidad Provincial de Celendín, con el fin de obtener los registros oficiales de consumo de combustible correspondientes al periodo enero–diciembre de 2023. En atención a la solicitud, se entregó la información en formato físico mediante hojas impresas y selladas por la Oficina de Almacén, lo cual garantizó la validez y procedencia institucional de los datos.

Los registros proporcionados detallaban el consumo de combustible expresado en galones, desagregado por mes, tipo de combustible (gasohol y diésel) y por cada unidad orgánica, oficina o área administrativa. Esta estructura detallada permitió posteriormente organizar y analizar los datos de manera precisa conforme a los objetivos planteados.

3.3.2. *Digitalización y organización de los datos*

La información recibida en formato físico fue digitalizada mediante su transcripción a una hoja de cálculo, con el objetivo de facilitar el análisis posterior. Para ello, se diseñó una base de datos en la que se registró el consumo mensual de combustible, expresado en galones, diferenciando entre diésel y gasohol.

3.3.3. *Actividades institucionales que demandan el uso de combustibles*

Las diferentes unidades orgánicas de la Municipalidad Provincial de Celendín desarrollan funciones que requieren el uso de vehículos institucionales y maquinaria operativa, lo que implica un consumo significativo de combustibles fósiles, como diésel y gasohol. A continuación, se describen las actividades específicas por cada unidad:

El Órgano de Alta Dirección está conformado por la Alcaldía, el Concejo Municipal y la Gerencia Municipal. Estas instancias desarrollan funciones de supervisión institucional, coordinación de políticas públicas, representación oficial y fiscalización de servicios municipales. Para el cumplimiento de estas actividades, es frecuente el desplazamiento hacia centros poblados, inspecciones a obras públicas, reuniones descentralizadas y eventos interinstitucionales, lo que exige el uso de vehículos institucionales asignados a despacho. Este órgano cuenta con dos motocicletas marca Ronco y una camioneta marca Toyota, cuyas operaciones contribuyen al consumo de combustible por movilidad operativa.

Los Órganos Consultivos están integrados por el Consejo de Coordinación Local Provincial, el Comité Provincial de Seguridad Ciudadana (COPROSEC), la Comisión Ambiental Municipal, el Comité Distrital de Seguridad Alimentaria y Nutricional y el Comité de Vaso de Leche. Estas instancias tienen a su cargo la coordinación, concertación y seguimiento de políticas públicas en materia de desarrollo local, seguridad ciudadana, medio ambiente, salud y nutrición. Entre sus funciones se encuentran la evaluación de necesidades en campo, la articulación con organizaciones sociales y la participación en actividades comunitarias, lo que requiere presencia activa en distintas zonas del ámbito provincial para el cumplimiento de sus responsabilidades.

El Órgano de Control Institucional está encargado de ejercer el control gubernamental posterior en la municipalidad, mediante auditorías, acciones de control y servicios relacionados, conforme a los lineamientos establecidos por la Contraloría General de la República. Entre sus funciones se encuentra la supervisión del cumplimiento normativo, la verificación del uso adecuado de los recursos públicos y la evaluación de la eficiencia de los procesos administrativos y operativos. Estas labores implican visitas a obras, inspecciones en campo y revisión directa de servicios municipales, lo que requiere presencia activa en las distintas áreas de intervención de la municipalidad para el desarrollo efectivo de sus actividades de control.

La Administración Interna está conformada por los órganos de asesoramiento y apoyo, como la Oficina de Planeamiento y Presupuesto, la Oficina de Asesoría Jurídica, la Oficina General de Administración, Logística, Tesorería, Contabilidad, Personal y otras unidades técnicas. Estas oficinas desarrollan funciones vinculadas a la planificación institucional, gestión administrativa, atención al ciudadano, ejecución presupuestal y soporte operativo a todas las gerencias. En el desarrollo de estas labores, se efectúan actividades que requieren desplazamientos dentro y fuera de la

sede institucional, tales como entrega de documentos, supervisión de procesos y traslado de bienes. Para estas tareas, esta unidad dispone de una motocicleta marca Shineray que funciona con gasohol, la cual es utilizada como medio de apoyo logístico en el cumplimiento de sus funciones.

La Gerencia de Desarrollo Social y Servicios Municipales desarrolla actividades orientadas a la implementación de programas sociales, la gestión de servicios comunitarios, la seguridad ciudadana, la promoción de participación vecinal y la atención a poblaciones vulnerables en el ámbito provincial. Estas funciones demandan intervenciones en campo, visitas domiciliarias, operativos de serenazgo, rondas urbanas y rurales, así como coordinaciones interinstitucionales descentralizadas. Para cumplir con estas tareas, esta gerencia cuenta con un total de nueve vehículos, entre los cuales se incluyen cinco motocicletas de las marcas Honda, Fénix y Ronco, y cuatro camionetas de las marcas Toyota y Nissan. Estas unidades son utilizadas por el personal operativo, especialmente de la Subgerencia de Seguridad Ciudadana, y funcionan con combustible tipo gasohol y diésel, según la unidad. Su uso es esencial para garantizar la cobertura efectiva de los servicios sociales y de vigilancia en las diversas comunidades del distrito.

La Gerencia de Infraestructura tiene a su cargo la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de proyectos de inversión pública, así como el mantenimiento de la infraestructura vial, urbana y rural en el ámbito de la municipalidad. Entre sus principales actividades se encuentran el seguimiento técnico de obras, inspección de proyectos, atención de emergencias estructurales, y transporte de materiales y equipos a zonas de intervención. Para el desarrollo de estas funciones, la gerencia dispone de un total de nueve vehículos, conformados por una motocicleta marca Honda, una camioneta marca Toyota y siete unidades de maquinaria pesada, entre las que se incluyen equipos de las marcas Komatsu, Caterpillar, Ford, Guria y

Dinapac. Estas unidades operan principalmente con diésel y son esenciales para ejecutar trabajos de campo, intervenciones en caminos rurales, y el traslado de personal técnico y materiales de construcción.

La Gerencia de Desarrollo Ambiental tiene como función principal la gestión integral del medio ambiente, que incluye la limpieza pública, el manejo de residuos sólidos, el mantenimiento de áreas verdes, el control ambiental y la promoción de una cultura ecológica en la población. Para la ejecución de estas actividades, se realizan recorridos diarios en zonas urbanas y rurales, recolección y transporte de residuos, mantenimiento de parques y supervisión ambiental en campo. Esta gerencia cuenta con un total de nueve vehículos, distribuidos en dos camionetas marca Toyota, tres motocicletas de las marcas Wanxin y Cross, tres motocargueras de las marcas Raudo y GDM, y un camión marca Freightliner. Estas unidades utilizan principalmente diésel y gasohol, y son esenciales para garantizar la operatividad de los servicios ambientales municipales y el cumplimiento de los programas de gestión ambiental.

La Gerencia de Desarrollo Urbano es responsable del planeamiento territorial, el control del crecimiento urbano, la gestión de licencias de edificación y la supervisión de habilitaciones urbanas, así como del catastro y la verificación del cumplimiento de normas técnicas en obras privadas. Estas funciones implican inspecciones técnicas continuas en distintos puntos del ámbito distrital, verificación de proyectos en ejecución y visitas a zonas urbanas y periféricas. Para la realización de estas tareas, esta gerencia dispone de tres vehículos: una camioneta marca Toyota, una motocicleta marca Ronco y un volquete marca Hino. Estas unidades, que utilizan principalmente gasohol y diésel, permiten al personal técnico movilizarse de forma eficiente para realizar labores de fiscalización y control urbano.

Los Órganos Descentralizados de la Municipalidad Provincial de Celendín están conformados por la Unidad de Gestión Municipal (UGM), el Instituto Vial

Provincial (IVP) y el Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Celendín (SEMACE). Estas unidades ejecutan funciones clave vinculadas a la prestación de servicios básicos y mantenimiento de infraestructura pública en zonas urbanas y rurales. Sus actividades incluyen el mejoramiento y conservación de vías vecinales, la atención a emergencias viales e hidráulicas, la distribución de agua potable mediante camiones cisterna, así como la operación técnica de sistemas de saneamiento. Para el cumplimiento de estas funciones, los órganos descentralizados disponen de tres vehículos operativos: una camioneta marca Toyota, una motocicleta marca Wanxin y un camión marca Isuzu de 12 toneladas. Estas unidades, que funcionan principalmente con diésel, son utilizadas en labores de transporte de personal técnico, distribución de agua, supervisión de redes y mantenimiento de infraestructura, siendo fundamentales para asegurar la cobertura de los servicios municipales en comunidades de difícil acceso.

3.3.4. Metodología para el Cálculo de la huella de carbono

Para el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), el procesamiento de la información se realizó conforme a los lineamientos establecidos en la Guía metodológica para la medición de la huella de carbono organizacional del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2020), complementada por las Directrices del IPCC (2006) y la norma ISO 14064-1, que proporcionan el marco internacional para la cuantificación y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Para el cálculo del consumo de combustible** se realizó estimando su valor en términos de energía. Para ello, se aplicó la siguiente fórmula:

$\text{Consumo de Energía (TJ)} = \sum (\text{Consumo de Combustible} \times \text{Valor Calórico Neto})$

Donde:

Consumo de Combustible es la cantidad de combustible consumido, medida en galones.

Valor Calórico Neto es el contenido energético por unidad de combustible (ver tabla 1).

- **Para el cálculo de Emisiones de CO₂**, se empleó la siguiente formula:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (t)} = \text{Consumo de Energía (Tj)} \times \text{Factor de Emisión de CO}_2$$

Donde:

Consumo de Energía (Tj) es el consumo de energía calculado en el paso anterior.

Factor de Emisión de CO₂ es el valor que indica cuántas toneladas de CO₂ se emiten por cada TJ de energía consumida (ver tabla 2).

- **Las emisiones de CH₄ se calculó aplicando la siguiente fórmula:**

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ (t)} = \text{Consumo de Energía (Tj)} \times \text{Factor de Emisión de CH}_4$$

Donde:

Consumo de Energía (TJ): es el consumo de energía calculado en el paso 2.

Factor de Emisión de CH₄: es el valor que indica cuántas toneladas de CH₄ se emiten por cada TJ de energía consumida (ver tabla 2).

- **Cálculo de Emisiones de N₂O: Las emisiones de óxido nitroso (N₂O) se calcularon usando la siguiente fórmula:**

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O (t)} = \text{Consumo de Energía (TJ)} \times \text{Factor de Emisión de N}_2\text{O}$$

Donde:

Consumo de Energía (TJ) es el consumo de energía calculado en el paso 2.

Factor de Emisión de N₂O: es el valor que indica cuántas toneladas de N₂O se emiten por cada TJ de energía consumida (ver tabla 3).

- **Cálculo del Total de Emisiones de GEI:** finalmente para el cálculo total se sumaron todas las emisiones de los diferentes GEI, ajustadas por su potencial de calentamiento global (GWP), obteniendo así el total de emisiones de GEI en términos de CO₂ equivalente:

$$\text{Emisiones de GEI (t CO}_2\text{e)} = \text{Emisiones de CO}_2 + (\text{Emisiones de CH}_4 \times \text{GWPCCH}_4) + (\text{Emisiones de N}_2\text{O} \times \text{GWPN}_2\text{O})$$

Donde:

- GWPCCH₄ y GWPN₂O son los valores de potencial de calentamiento global para CH₄ y N₂O, respectivamente (ver tabla 3).

Tabla 1

Propiedades físico-químicas y energéticas de los combustibles

Combustibles	Densidad	Valor calórico	Equivalente en m ³ pet. Crudo	Conversión Tj/galón
Petróleo crudo	0.865	8 X10 ⁶ kcal/m ³	1.000	
Gas natural seco	0.62	8.46 X 10 ³ kcal/m ³	1058 X 10 ⁻³	
L.P	0.55	6.6 X 10 ⁶ kcal/m ³	0.825	
Gasolina	0.72	8.15 X 10 ⁶ kcal/m ³	1.020	0.000129163
Querosene y turbosina	0.79	8.84 X 10 ⁶ kcal/m ³	1.100	
Diesel	0.84	9.24 X 10 ⁶ kcal/m ³	1.150	0.000146373
Combustóleo	0.97	10 ⁷ kcal/m ³	1.250	
carbón		5 X10 ⁶ kcal/m ³	0.625	

Nota. Datos adaptados de RAGEI 2016 por el Ministerio de Energía y Minas (2016).

Tabla 2*Factores de emisión*

FACTORES DE EMISIÓN			
Tipo de combustible	CO₂ [kg/Tj]	CH₄ [kg/Tj]	N₂O [kg/Tj]
Gasohol	69300	33.00	3.20
Diesel B5	74100	3.9	3.90

Nota. Datos adaptados de RAGEI 2016 por el Ministerio de Energía y Minas (2016).

Tabla 3*Potencial de calentamiento global*

Nombre	Fórmula	PCA-100 años
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano - fósil	CH ₄	30
Metano - biomasa	CH ₄	28
Óxido nitroso	N ₂ O	265
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23,500
Trifluoruro de nitrógeno	NF ₃	16,100

Nota. Datos adaptados de Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change por el IPCC (2014).

La fórmula para calcular las emisiones de CO₂ a partir del consumo de combustible se basa en principios de la química y la física, y es ampliamente utilizada en el campo de la evaluación de emisiones y huella de carbono. Sin embargo, es importante señalar que la fórmula se basa en la comprensión de cómo ocurre la combustión de combustibles fósiles y cómo esto conduce a la liberación de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera.

Los registros por el consumo de combustible utilizados en la presente investigación pertenecen a la Municipalidad Provincial de Celendín. Esta información está debidamente

respaldada por la entidad, garantizando su autenticidad y precisión. Los datos fueron proporcionados por la oficina de Administración y Finanzas.

3.3.5. *Tratamiento y análisis de datos*

Se recopiló información sobre el consumo de combustible y se calculó la huella de carbono generada, para evaluar la relación entre ambas variables se llevó a cabo un análisis de regresión lineal simple, lo que permitió entender cómo los cambios en el consumo de combustible impactaron en la generación de la huella de carbono.

3.3.6. *Presentación de la información*

- Gráfico de barras: emisiones de CO₂ por mes.
- Gráfico de dispersión: relación entre consumo de combustible y emisiones de CO₂.
- Gráfico de barras horizontales: emisiones de CO₂ por área.
- Gráfico de líneas: tendencia de la huella de carbono

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de combustible en la Municipalidad Provincial de Celendín

4.1.1. *Cálculo del consumo total de combustible*

El consumo total de combustible utilizado por la Municipalidad Provincial de Celendín se determinó con base en los datos registrados a lo largo del año 2023. A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre el consumo de combustible.

Tabla 4*Consumo total anual de combustible por órganos y gerencias*

ESTRUCTURA ÓRGANOS/GERENCIAS	GERENCIAS	DIÉSEL (gal)	GASOHOL (gal)
Órganos de alta dirección	Alcaldía	718.5	354
Órganos consultivos	Comité de administración de vaso de leche	116	0
Órgano de control institucional	Órgano de control institucional	304.5	0
Órgano de defensa jurídica	Procuraduría pública	62	0
Administración interna: órganos de asesoramiento	Oficina general de planeamiento y presupuesto	222	3
	Oficina general de asesoría jurídica		
Administración interna: órganos de apoyo	Oficina de comunicaciones y relaciones institucionales	1032	378.5
	Notificaciones - secretaria general		
	Oficina general de administración		
Órganos de línea	Gerencia de desarrollo económico	76	305
	Gerencia de desarrollo social y servicios municipales	3297.5	1207.5
	Gerencia de infraestructura	13330	867
	Gerencia de desarrollo ambiental	8033	2904.2
	Gerencia de administración tributaria	0	214
	Gerencia de desarrollo urbano	32	15
Órganos descentralizados	Órganos descentralizados	5475	2795.33

Nota. Datos de consumo de combustible por órganos y gerencias Municipalidad Provincial de Celendín (2023).

La Tabla 4, presenta el consumo total anual de combustible por órganos y gerencias de la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023, los resultados muestran una clara disparidad en el consumo de diésel y gasohol entre las diferentes áreas operativas de la municipalidad.

La Gerencia de Infraestructura destaca como el mayor consumidor de diésel, con un total de 13,330 galones. Este elevado consumo está directamente relacionado con las actividades de construcción y mantenimiento de infraestructuras, las cuales requieren el uso intensivo de maquinaria pesada y vehículos especializados. Este patrón es consistente con las expectativas para una gerencia enfocada en operaciones de gran escala, donde el diésel es el combustible preferido por su eficiencia en maquinaria de trabajo pesado.

Por otro lado, la Gerencia de Desarrollo Social y Servicios Municipales reporta un consumo de 3,297.5 galones de diésel, lo que refleja las necesidades energéticas para la provisión de servicios a la comunidad, como la gestión de residuos y mantenimiento de servicios públicos. De manera similar, la Gerencia de Desarrollo Ambiental presenta un consumo significativo de diésel (8,033 galones), atribuible a las actividades de supervisión y transporte relacionadas con la gestión ambiental.

En cuanto al gasohol, el mayor consumo proviene de la Gerencia de Desarrollo Ambiental con 2,904.2 galones, lo que sugiere que esta área utiliza vehículos más pequeños y eficientes para realizar labores de supervisión y monitoreo ambiental. El Área de Comunicaciones y Relaciones Institucionales, con un consumo de 378.5 galones de gasohol, también refleja el uso de este tipo de combustible para actividades que requieren una menor demanda energética, como el transporte en vehículos ligeros.

Es importante notar que los Órganos de Alta Dirección, como la Alcaldía, registran un consumo moderado de diésel (718.5 galones) y gasohol (354 galones).

Esto refleja una menor necesidad de movilidad y una probable optimización en el uso de los recursos energéticos en comparación con las gerencias operativas. En contraste, el Órgano de Control Institucional y la Procuraduría Pública muestran consumos significativamente más bajos, lo que se alinea con sus funciones predominantemente administrativas.

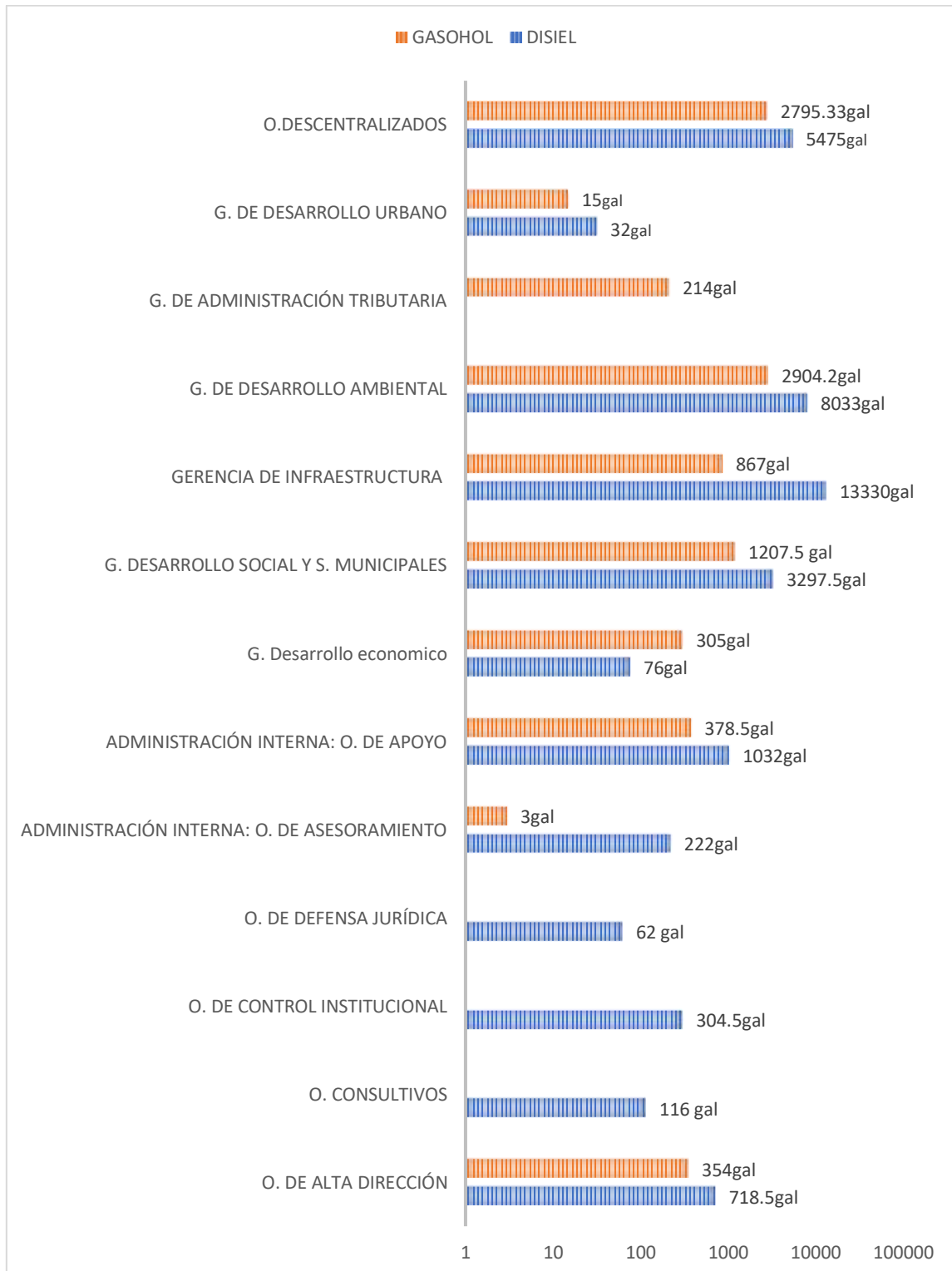
Los órganos descentralizados reportan un consumo combinado de 5,475 galones de diésel y 2,795.33 galones de gasohol, lo que indica la importancia de estas áreas en la operación diaria de la municipalidad, especialmente en las zonas rurales o de difícil acceso.

Estos resultados reflejan que las áreas de mayor actividad operativa, como infraestructura y desarrollo ambiental, tienen un consumo de combustible considerablemente mayor en comparación con los órganos de dirección y asesoría. Este patrón es coherente con las funciones específicas de cada área y la naturaleza de las actividades realizadas, donde se privilegia el uso de diésel para maquinaria pesada y gasohol para vehículos ligeros.

En la Figura 2, se muestra el consumo total anual de gasolina y diésel desglosado por órganos y gerencias en la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023.

Figura 2

Consumo anual de combustible en galones por órganos y gerencias en la Municipalidad Provincial de Celendín



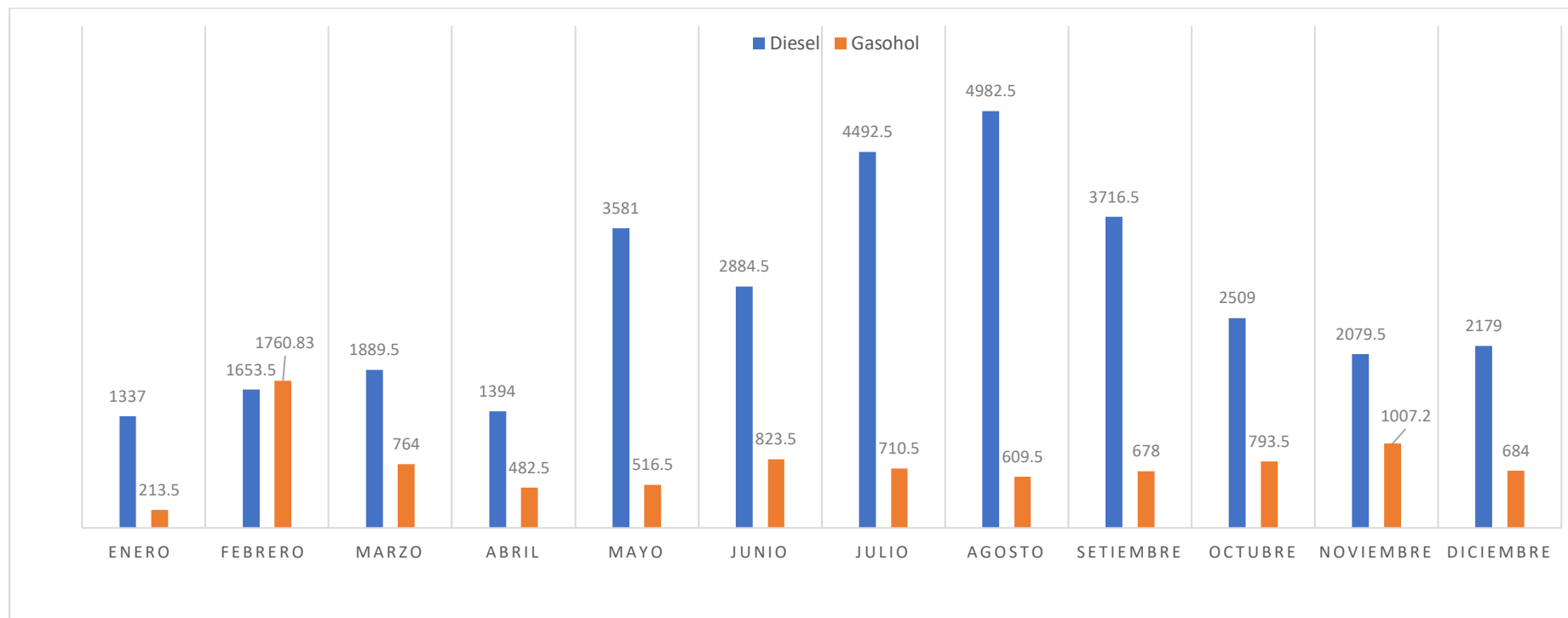
La figura 2, permite visualizar claramente las diferencias en el consumo de diésel y gasohol entre los distintos órganos y gerencias de la Municipalidad Provincial de Celendín. Se observa que las gerencias relacionadas con infraestructura y servicios municipales, como la Gerencia de Infraestructura y la Gerencia de Desarrollo Social y Servicios Municipales, son las principales consumidoras de diésel, lo cual es consistente con la naturaleza de sus actividades operativas, que requieren maquinaria pesada y vehículos para la prestación de servicios. Por otro lado, la Gerencia de Desarrollo Ambiental y los Órganos Descentralizados destacan por su alto consumo de gasohol, reflejando su uso de vehículos más ligeros para la supervisión y administración de actividades ambientales.

Estas diferencias en los patrones de consumo de combustible entre las distintas áreas de la municipalidad resaltan la importancia de adaptar las políticas de gestión de energía a las necesidades específicas de cada gerencia. En particular, las áreas que dependen de maquinaria pesada podrían beneficiarse de estrategias de eficiencia energética y el uso de combustibles alternativos, mientras que las gerencias con menor consumo de diésel podrían enfocarse en reducir su uso de gasohol mediante la implementación de tecnologías más sostenibles.

La figura 3, se presenta el consumo mensual de combustible (diésel y gasohol) en la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023, los datos reflejan una marcada variación en el uso de ambos combustibles a lo largo del año, destacando meses de mayor consumo de diésel en comparación con el gasohol.

Figura 3

Consumo anual de diésel (gal) y gasohol (gal) por órganos y gerencias



Nota: La figura muestra el consumo anual de diésel y gasohol por órganos y gerencias de la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023, basado en los registros oficiales de la oficina de Administración y Finanzas.

En la Figura 3, se observa una variación significativa en el uso de diésel y gasohol a lo largo del año. Destacan particularmente los meses de mayo, julio y agosto. En el mes de mayo el consumo de diésel alcanzó los 3,333.1 galones, mientras que el gasohol fue de 510.5 galones; este incremento puede estar relacionado con los intensos trabajos de mantenimiento y mejoramiento de calles que se llevaron a cabo durante este mes.

En el mes de julio se registró el mayor consumo de diésel del año con un total de 4,492.5 galones, acompañado de un consumo de 710.5 galones de gasohol; este incremento se atribuye a la fiesta patronal de Celendín que genera una mayor necesidad de transporte y actividades relacionadas con eventos públicos y culturales. Además, se reportaron problemas en el abastecimiento de agua potable, que probablemente requirieron el uso de vehículos y maquinaria para solucionar los desperfectos en la línea de conducción.

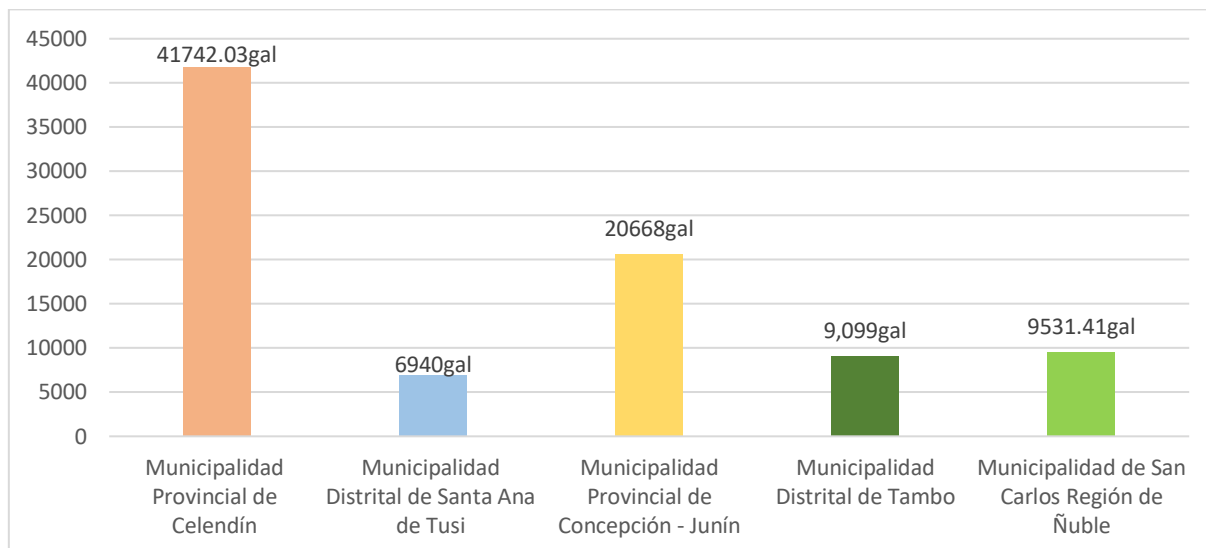
En agosto, el consumo de diésel se mantuvo elevado, alcanzando los 4,095.2 galones, mientras que el consumo de gasohol fue de 609.5 galones. Esto se atribuye a actividades destinadas a abordar problemas de infraestructura y servicios municipales.

Otros meses que registraron un consumo notable incluyen junio y diciembre. En junio, el consumo de diésel fue de 2,884.5 galones y el de gasohol de 823.5 galones, con una notable actividad en la limpieza y mejora de calles. En diciembre, el consumo de diésel fue de 2,179 galones y el de gasohol de 684 galones, reflejando actividades intensivas en tareas finales del año, incluyendo emergencias debido a derrumbes y esfuerzos adicionales para mantener los servicios básicos operativos.

La Figura 4, presenta el consumo total de combustible de distintas municipalidades, destacando las variaciones significativas en los niveles de consumo de combustible.

Figura 4

Análisis comparativo del consumo de combustible entre la Municipalidad Provincial de Celendín y otras municipalidades



El análisis comparativo del consumo total de combustible como se muestra en la Figura 4, revela diferencias significativas, la Municipalidad Provincial de Celendín tiene un consumo total de 41,742.03 galones, lo cual es considerablemente mayor en comparación con otras municipalidades analizadas.

En comparación con la Municipalidad Distrital de Santa Ana de Tusi, que en 2019 consumió 6,940 galones (Yachas Tena, 2021), Celendín registra un consumo cinco veces mayor. Esta diferencia responde, en parte, a que Celendín atiende una provincia de 2,643.4 km² y 44,147 habitantes, mientras que Santa Ana de Tusi cubre solo 292.43 km² y tiene una población aproximada de 7,227 personas. Además, Celendín cuenta con una flota mayor, con 37 unidades móviles. Sin embargo, el tamaño no lo explica todo. También influyen factores como la dispersión de los centros poblados, la mayor cantidad de servicios prestados y posibles debilidades en la organización de rutas y uso de los vehículos.

Algo similar ocurre con la Municipalidad Distrital de Tambo, en Ayacucho, que en 2022 reportó un consumo de 9,099 galones (Ayala Guillén & Cordero Roque, 2021). Esta entidad cubre 473.96 km² y atiende a 12,648 habitantes. Aunque no se detalla cuántos vehículos usa, la diferencia con Celendín sugiere que esta última podría estar utilizando más combustible del necesario si no cuenta con mecanismos de control adecuados para su flota.

El caso de la Municipalidad Provincial de Concepción, en Junín, es también revelador., en el 2019, esta municipalidad consumió 20668 galones, menos de la mitad de lo que consumió Celendín, a pesar de tener una superficie de 607.17 km² y una flota de 15 unidades móviles. Si bien Celendín tiene más del doble de vehículos, esto no debería significar automáticamente un consumo proporcionalmente mayor. Esto podría indicar que no se está evaluando con precisión el rendimiento de los vehículos ni se están priorizando criterios de eficiencia operativa.

A nivel internacional, la Municipalidad de San Carlos, en Chile, también consumió 19,668 galones en 2022 (Campos Martínez, 2023), pese a administrar un territorio de 1,255.7 km², comparable al de muchas provincias peruanas. Lo interesante de este caso no es solo el volumen, sino el enfoque de gestión. San Carlos ha implementado prácticas internas como registros diarios de consumo, controles diferenciados por cada unidad administrativa y renovación paulatina de su flota. Estos mecanismos aún no se aplican en Celendín, lo que sugiere un potencial importante de mejora que no depende necesariamente de recursos adicionales, sino de una mejor organización institucional.

Por otro lado, todas las municipalidades comparadas muestran una dependencia completa de combustibles convencionales como el diésel B5 y el gasohol de 90 octanos.

Ninguna ha iniciado aún una transición hacia energías más limpias, como el gas natural vehicular o los vehículos eléctricos. Esto revela un problema más amplio a nivel de gobiernos locales, donde las políticas de sostenibilidad aún no se traducen en acciones concretas.

El elevado consumo de combustible en Celendín no se explica únicamente por su tamaño, población o número de vehículos, sino también por limitaciones en su modelo de gestión. La falta de herramientas de control, seguimiento y evaluación impide un uso eficiente del recurso. En contraste, experiencias como la de San Carlos evidencian que es posible mejorar con prácticas sencillas y bien organizadas. Por tanto, se requiere una revisión profunda del enfoque actual en Celendín, orientada a optimizar el consumo, reducir su huella de carbono y fortalecer la sostenibilidad institucional.

4.2. Cálculo de la Huella de Carbono

Para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo de combustible en la Municipalidad Provincial de Celendín, se realizó el cálculo de la huella de carbono total, desglosada por gerencias y órganos. Este cálculo se basa en la metodología del IPCC (2006) y la guía de cálculo de huella de carbono del MINAM (2020), utilizando factores de emisión específicos para cada tipo de combustible consumido durante el año 2023, asegurando una estimación precisa de las emisiones de dióxido de carbono equivalentes en toneladas (t CO₂-eq).

La tabla 5, se puede observar el cálculo detallado de la huella de carbono para los diferentes tipos de combustibles consumidos por la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023, mostrando el consumo total de cada combustible, su densidad, valor calórico y las emisiones asociadas de CO₂, CH₄ y N₂O, expresadas en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂-eq).

Tabla 5

Cálculo de huella de carbono del consumo de combustible en la Municipalidad Provincial de Celendín (2023)

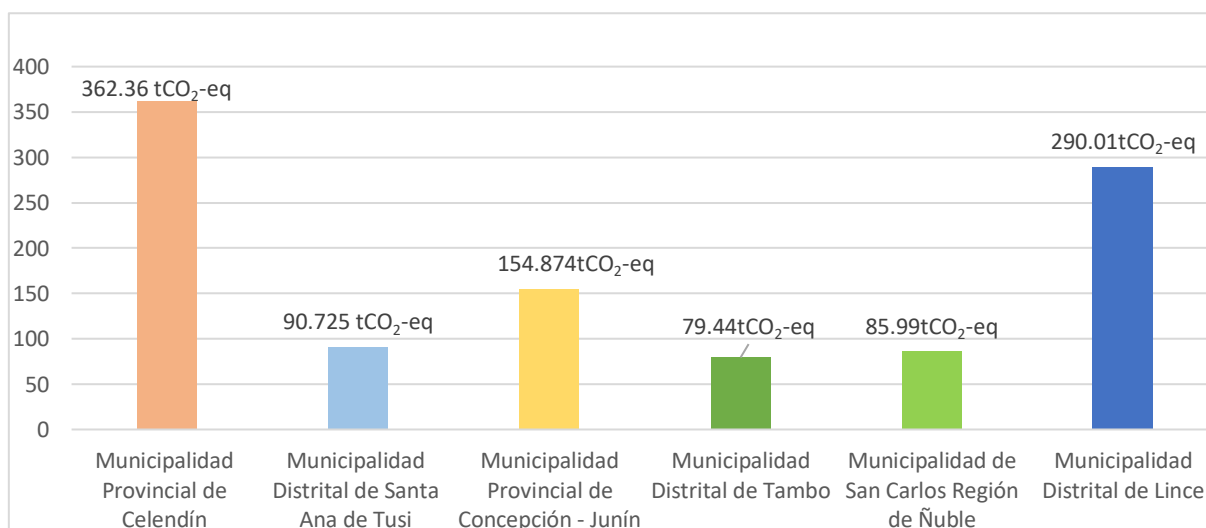
Combustible	Total	Combustible consumido	Valor calórico según combustible (TJ/Unidad)	Consumo (Tj)	factor de emisión CO ₂ [kg/TJ]	Emisiones de CO ₂ [t CO ₂]	Factor de emisión de CH ₄ [Kg CH ₄ /TJ]	Emisiones de CH ₄ [tCH ₄]	GWPI CH ₄	Factor de emisión de N ₂ O [Kg N ₂ O / TJ]	Emisiones de N ₂ O [t N ₂ O]	GWPI N ₂ O	Total emisiones de GEI [tCO ₂ e]
Gasohol	9043.53	6511.3416	0.00012916	0.84102442	69300	58.282	33	0.027	30	3.2	0.00269	265	59.8287
Diésel	32698.5	27466.74	0.00014637	4.0203754	74100	297.909	3.9	0.0156		3.9	0.0156		302.535
TOTAL													362.3

Como se muestra en la tabla 5, el consumo de diésel es el principal responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con un total de 302.54 tCO₂-eq, mientras que el gasohol contribuye con 59.83 tCO₂-eq. Esta diferencia se explica tanto por el mayor factor de emisión de CO₂ del diésel (74,100 kg/TJ frente a 69,300 kg/TJ para el gasohol), como por el mayor volumen de combustible consumido (27,466.74 unidades de diésel frente a 6,511.34 de gasohol).

El total de emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O derivadas del uso de ambos combustibles asciende a 362.36 tCO₂-eq durante el año 2023, representando la huella de carbono total asociada al consumo de combustibles fósiles en la Municipalidad Provincial de Celendín. Estos resultados evidencian el impacto ambiental significativamente mayor del diésel en comparación con el gasohol, sugiriendo que cualquier estrategia de mitigación de emisiones debería priorizar la reducción del uso de diésel.

Figura 5

Análisis comparativo de la huella de carbono entre la Municipalidad Provincial de Celendín y otras municipalidades



La Figura 5 muestra la comparación de la huella de carbono estimada para la Municipalidad Provincial de Celendín con la reportada por otras cinco municipalidades. A continuación, se describen las diferencias metodológicas y contextuales que explican las variaciones observadas

Para el cálculo de la huella de carbono en la Municipalidad Provincial de Celendín, se utilizaron factores de emisión de 33 kg CH₄/TJ para gasolina y 3.9 kg CH₄/TJ para diésel, según el *Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero* del Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2016). La elección de estos valores, especialmente el correspondiente a gasolina “sin control”, responde a las condiciones reales del parque automotor municipal, el cual carece en su mayoría de catalizadores u otros sistemas de abatimiento de emisiones. Esta decisión metodológica asegura una estimación más precisa y transparente, alineada con la realidad operativa de la entidad y adecuada para servir como línea base en la formulación de estrategias futuras de mitigación, a partir de esta metodología, la huella de carbono total estimada para Celendín en el año 2023 fue de 362.364 tCO_{2e}, valor significativamente mayor al reportado por diversas municipalidades del país y del extranjero.

El estudio de Yachas Tena (2021) reporta una huella de 90.725 tCO_{2e} para la Municipalidad Distrital de Santa Ana de Tusi, resultado del consumo de 6,940 galones de combustible. Además de la diferencia en volumen, dicho estudio empleó factores de emisión de 3.8 kg CH₄/TJ para gasolina y 5.7 kg CH₄/TJ para diésel, de acuerdo con el *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero* (INEGEI, 2012), y se enfocó únicamente en actividades administrativas. Estas condiciones metodológicas y funcionales explican el valor sustancialmente inferior al de Celendín, donde se consideran todas las actividades operativas y una cobertura territorial más amplia.

De manera similar, Ayala y Cordero (2021) reportaron una huella de 79.44 tCO₂e en la Municipalidad Distrital de Tambo, producto del consumo de 9,099 galones de combustible. Su estimación utilizó factores de emisión del IPCC (2006): 0.033 kg CH₄/GJ para gasohol y 0.004 kg CH₄/GJ para diésel, menos exigentes que los usados en este estudio. Además, el contexto de Tambo —con menor población, menor área geográfica y un perfil institucional menos demandante— contribuye a su menor huella.

El análisis de Quispe Ore (2022) en la Municipalidad Provincial de Concepción (Junín) arrojó una huella de 154.874 tCO₂e con un consumo de 19,668 galones. La diferencia frente a Celendín se debe principalmente al menor número de vehículos registrados (15 en Concepción frente a 37 en Celendín). Además, utilizó factores similares a los de Ayala y Cordero: 0.033 kg CH₄/GJ para gasolina y 0.003 kg CH₄/GJ para diésel, también del IPCC (2006), lo que podría reflejar una subestimación relativa de sus emisiones.

La Municipalidad Distrital de Lince registró una huella de 290.01 tCO₂e. No obstante, su informe no proporciona datos sobre consumo total de combustible, número de vehículos ni desagregación de fuentes, lo que impide una comparación robusta. Además, gestiona una jurisdicción urbana compacta de 3.03 km², lo que limita el uso intensivo de transporte propio. En ese contexto, el resultado podría estar subestimado, a diferencia de Celendín, cuya metodología detallada y uso de factores de emisión conservadores aseguran una mayor fidelidad en la estimación de gases de efecto invernadero (GEI).

A nivel internacional, la Municipalidad de San Carlos (Región de Ñuble, Chile) reportó una huella de 85.99 tCO₂e, pese a consumir un volumen de combustible similar al de Concepción. Este resultado se relaciona con la centralización operativa de San Carlos, su parque vehicular reducido y la implementación de mecanismos de control digital de consumo. En contraste, Celendín enfrenta una geografía accidentada y presta servicios en

zonas rurales dispersas, lo que incrementa su requerimiento de movilización institucional y, por ende, sus emisiones.

4.2.1. Determinación de la huella de carbono en órganos y gerencias

Para calcular la huella de carbono de los diferentes órganos y gerencias de la Municipalidad de Celendín, se ha realizado un análisis detallado del consumo total de combustibles y las emisiones resultantes de gases de efecto invernadero (GEI) en términos de CO₂ equivalente (tCO₂-eq). Este cálculo permitió identificar las áreas con mayores contribuciones a la huella de carbono y comprender mejor cómo las actividades operativas de cada órgano y gerencia aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero e impactan en el medio ambiente

Tabla 6

Huella de carbono de órganos y gerencias municipales

GERENCIAS	COMBUSTIBLE	TOTAL, CONSUMO (GAL)	EMISIONES DE CO ₂ [T CO ₂]	EMISIONES DE CH ₄ [T CH ₄]	EMISIONES DE N ₂ O [T N ₂ O]	TOTAL, EMISIONES DE GEI [TCO ₂ E]	HC POR ORGANOS	PORCENTAJES
O. DE ALTA DIRECCIÓN	Gasohol	354	2.281429835	0.001086395	0.000105347	2.341938753	8.989692738	2%
	Diésel	718.5	6.546116906	0.000344532	0.000344532	6.647753984		
O. CONSULTIVOS	Gasohol	0	0	0	0	0	1.073262995	0%
	Diésel	116	1.056853947	5.56239E-05	5.56239E-05	1.073262995		
O. DE CONTROL INSTITUCIONAL	Gasohol	0	0	0	0	0	2.817315363	1%
	Diésel	304.5	2.774241612	0.000146013	0.000146013	2.817315363		
O. DE DEFENSA JURÍDICA	Gasohol	0	0	0	0	0	0.573640566	0%
	Diésel	62	0.564870213	2.973E-05	2.973E-05	0.573640566		
ADMINISTRACIÓN INTERNA: O. DE ASESORAMIENTO	Gasohol	3	0.019334151	9.20674E-06	8.92775E-07	0.019846939	2.073850257	1%
	Diésel	222	2.022599796	0.000106453	0.000106453	2.054003319		
ADMINISTRACIÓN INTERNA: O. DE APOYO	Gasohol	378.5	2.439325403	0.001161584	0.000112638	2.504022085	12.05236184	3%
	Diésel	1032	9.402355806	0.000494861	0.000494861	9.548339752		
G. DESARROLLO ECONÓMICO	Gasohol	305	1.9656387	0.000936018	9.07654E-05	2.01777209	2.720944397	1%
	Diésel	76	0.692421552	3.64432E-05	3.64432E-05	0.703172307		
G. DESARROLLO SOCIAL Y S. MUNICIPALES	Gasohol	1207.5	7.781995835	0.003705712	0.000359342	7.988392781	38.49774388	11%
	Diésel	3297.5	30.04289561	0.001581205	0.001581205	30.5093511		
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA	Gasohol	867	5.587569681	0.002660747	0.000258012	5.735765252	129.068487	36%
	Diésel	13330	121.4470958	0.006391952	0.006391952	123.3327218		
G. DE DESARROLLO AMBIENTAL	Gasohol	2904.2	18.71674725	0.008912737	0.000864265	19.21315968	93.53662211	26%
	Diésel	8033	73.18713585	0.003851955	0.003851955	74.32346243		
G. DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA	Gasohol	214	1.379169448	0.000656747	6.36846E-05	1.415748286	1.415748286	0%
	Diésel	0	0	0	0	0		
G. DE DESARROLLO URBANO	Gasohol	15	0.096670756	4.60337E-05	4.46387E-06	0.099234693	0.395307243	0%
	Diésel	32	0.291545916	1.53445E-05	1.53445E-05	0.29607255		
ÓRGANOS. DESCENTRALIZADOS	Gasohol	2795.33	18.01511091	0.008578624	0.000831867	18.49291428	69.14907721	19%
	Diésel	5475	49.88168415	0.002625352	0.002625352	50.65616293		
TOTAL						362.3640539	362.3640539	100%

La Tabla 6, presenta los valores de huella de carbono generada por los distintos órganos y gerencias de la Municipalidad Provincial de Celendín, detallada según el tipo de combustible utilizado y las emisiones asociadas de CO₂, CH₄ y N₂O. Durante el año 2023, los órganos de alta dirección de la Municipalidad Provincial de Celendín, incluyendo alcaldía, registraron un consumo total de 354 galones de gasohol y 718.5 galones de diésel; Este consumo resultó en una medición de huella de carbono de 8.09 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂-eq), representando el 2% del total de emisiones municipales. La oficina de alcaldía utiliza vehículos principalmente para desplazamientos frecuentes y para la supervisión y coordinación de proyectos municipales.

Los órganos consultivos, representados por el comité de administración de vaso de leche, muestran un consumo total de 116 galones de diésel, sin uso de gasohol. Esto dio como resultado la medición de una huella de carbono de 1.0733 t CO₂-e, equivalente al 0% del total del total generado por la MPC. Las bajas emisiones se deben a la naturaleza administrativa de sus actividades, que requieren menos transporte y operaciones intensivas, reflejando un impacto ambiental mínimo.

En el año 2023, el órgano de control institucional (OCI) de la Municipalidad Provincial de Celendín registró un consumo total de 304.5 galones de diésel; este consumo generó una huella de carbono de 2.82 toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂-eq), lo que representa el 1% del total de emisiones municipales. El OCI utiliza vehículos principalmente para actividades de auditoría y supervisión de las diferentes áreas y proyectos municipales, garantizando el cumplimiento de las normativas y la correcta utilización de los recursos públicos. El bajo consumo de combustible se debe a la naturaleza específica de sus funciones, que requieren desplazamientos planificados y esporádicos, en lugar de un uso continuo de los vehículos.

Los órganos de defensa jurídica de la Municipalidad Provincial de Celendín incluyen la procuraduría pública, en términos de consumo de combustible, este órgano utiliza 62 galones de diésel, resultando en 0.56 t CO₂-e de emisiones de CO₂ y pequeñas cantidades de CH₄ y N₂O. Esto se traduce en un total de 0.57 t CO₂-eq, que representa menos del 1% del total de la huella de carbono de la municipalidad. El bajo consumo y las emisiones reflejan la naturaleza predominantemente administrativa y no operativa de sus funciones.

La gerencia de administración interna: órganos de asesoramiento presenta un consumo total de 225 galones de combustible, de los cuales 3 galones son de gasohol y 222 galones de diésel, generando 2.042 t CO₂-eq, que representa el 1% de la huella de carbono total. Las emisiones de CH₄ y N₂O son de 0.0000106 t y 0.000011 t respectivamente.

Los órganos de apoyo de administración interna contribuyen con el 3% de la huella de carbono total, con un consumo de 1,032 galones de diésel y 378.5 galones de gasohol, las emisiones resultantes son de 9.402 t CO₂-eq para el diésel y 2.439 t CO₂-eq para el gasohol, sumando un total de 12.065 t CO₂-eq. En este órgano la oficina de almacén central es la oficina con mayor consumo de combustible, debido a su rol en la gestión y distribución de inventarios, que requiere un uso intensivo de vehículos para el transporte; este alto consumo de combustible refleja la naturaleza operativa del almacén, que maneja la logística y distribución de materiales, contribuyendo significativamente a las emisiones totales de huella de carbono. La oficina de administración y finanzas también muestra un consumo notable de diésel, asociado a las tareas de supervisión y gestión de recursos, implicando frecuentes desplazamientos y uso de vehículos. Estas actividades operativas son esenciales para el funcionamiento administrativo del municipio y explican el elevado consumo de combustible. Las emisiones de CO₂ son particularmente altas debido al uso predominante de consumo de diésel, que tiene un factor de emisión de 74,100 kg/TJ, mayor que el del gasohol.

La gerencia de desarrollo económico presenta una huella de carbono del 1% del total de la municipalidad, con emisiones totales de 2.72 tCO₂-eq. En esta gerencia la oficina de servicios comerciales es una de las principales consumidoras de combustible con un total de 28 galones de diésel y 210 galones de gasohol, siendo la actividad principal de esta oficina el uso de vehículos ligeros para inspecciones y supervisión de servicios comerciales en la ciudad, actividades que requieren movilidad constante. La administración del mercado consumió 48 galones de diésel, destinados a actividades de logística y transporte interno necesarias para el adecuado funcionamiento de los mercados municipales, lo que justifica dicho consumo. La gerencia de desarrollo económico consumió 95 galones de gasohol, lo que contribuyó a la generación de emisiones, dado que sus actividades incluyeron la promoción económica y el desarrollo de políticas para fomentar el crecimiento local, requiriendo desplazamientos y reuniones frecuentes para coordinar y ejecutar planes y programas. Además, la gerencia organizó eventos y ferias comerciales, promovió inversiones y colaboró con entidades públicas y privadas, todas estas actividades implicando un uso considerable de combustible para transporte y logística.

La gerencia de desarrollo social y servicios municipales presenta una huella de carbono del 11% del total de la huella de carbono producida por la municipalidad, con emisiones totales de 38.50 tCO₂-eq. Dentro de esta gerencia, la subgerencia de seguridad ciudadana y rondas es la principal consumidora de combustible, con 2519.5 galones de diésel y 461 galones de gasohol. Este consumo se traduce en emisiones de 30.51 tCO₂-eq, distribuidas en 30.04 tCO₂-eq de CO₂, 0.00158 tCO₂-eq de CH₄ y 0.00158 tCO₂-eq de N₂O. Las actividades principales de esta subgerencia incluyen patrullajes y rondas de seguridad, que requieren el uso constante de vehículos motorizados para garantizar la vigilancia y protección de los ciudadanos. Estos vehículos son esenciales para responder rápidamente a

emergencias, realizar rondas preventivas y mantener una presencia visible en la comunidad, lo que explica su elevado consumo de combustible y la consecuente huella de carbono.

La gerencia de infraestructura presenta una huella de carbono del 36% del total de huella de carbono producido por la municipalidad, con emisiones totales de 129.07 tCO₂-eq, dentro de esta gerencia, el área de Mantenimiento es la principal consumidora de combustible, con 9567.5 galones de diésel y 464 galones de gasohol, este consumo elevado está directamente relacionado con las actividades esenciales de mantenimiento de infraestructura vial y urbana. La operación de maquinaria pesada, como excavadoras, pavimentadoras y camiones de carga, es crucial para la pavimentación, reparación de carreteras y mantenimiento general de la infraestructura. Estos equipos son indispensables para mantener la funcionalidad y seguridad de las vías y otros elementos de infraestructura, lo que explica el alto consumo de combustible y la consecuente generación de huella de carbono y gases de efecto invernadero.

La subgerencia de ejecución de inversiones también tiene un consumo significativo de combustible, con 1185 galones de diésel y 215 galones de gasohol, esta subgerencia se dedica a la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura, tales como la construcción de instalaciones deportivas y otras obras civiles. Estos proyectos requieren el transporte de grandes cantidades de materiales de construcción y el uso de maquinaria pesada para la excavación, nivelación y edificación, la logística involucrada en estos proyectos incluye el transporte de trabajadores y materiales, lo que aumenta el uso de combustibles fósiles y la correspondiente generación de huella de carbono. El área de infraestructura, con un consumo de 1883 galones de diésel y 61 galones de gasohol, representa una contribución significativa al consumo total de combustible de la gerencia, lo que a su vez impacta de manera notable en la huella de carbono.

La gerencia de desarrollo ambiental presenta una huella de carbono del 26% del total de la huella de carbono producida por la municipalidad, con emisiones totales de 93.54 t CO₂ -

eq; dentro de esta gerencia las principales áreas con mayor consumo de combustible son la subgerencia de limpieza pública y la gerencia de desarrollo ambiental. la subgerencia de limpieza pública, con un consumo de 4916 galones de diésel y 1613.5 galones de gasohol, se dedica a la recolección y gestión de residuos sólidos en toda la municipalidad, el uso constante de camiones recolectores y vehículos de transporte es esencial para mantener la limpieza y salubridad de la ciudad, lo que contribuye significativamente a la generación de huella de carbono y gases de efecto invernadero debido al alto consumo de combustibles fósiles.

La gerencia de desarrollo ambiental como área también registra un consumo considerable de combustible, con 1513.5 galones de diésel y 91 galones de gasohol, esta área se encarga del mantenimiento y conservación de parques, jardines y áreas verdes dentro de la municipalidad, las actividades realizadas por dicha área incluyen el uso de maquinaria y vehículos para tareas como cortar el césped, podar árboles y plantar flores, lo que resulta en un significativo consumo de combustibles y generación de huella de carbono.

El área técnica municipal (ATM) de la gerencia de desarrollo ambiental es responsable de la gestión y supervisión de los servicios de saneamiento en coordinación con las JASS de los distintos caseríos de Celendín., esta área consume 118 galones de diésel y 545.7 galones de gasohol, las actividades del ATM incluyen la planificación y supervisión de proyectos de agua potable, la capacitación a las JASS y la implementación de sistemas de saneamiento. Estas tareas requieren desplazamientos frecuentes y el uso de vehículos, incrementando así la huella de carbono de la gerencia debido al consumo significativo de combustibles. La gerencia de administración tributaria presenta una huella de carbono insignificante, con emisiones totales de 1.42 tCO₂ -eq, representando el 0% del total de la huella de carbono producida por la municipalidad, la subgerencia de fiscalización tributaria consumió un total de 154 galones de gasohol en actividades de inspección y verificación para asegurar el

cumplimiento de las obligaciones tributarias. La oficina central consumió un total de 38 galones de gasohol este consumo bajo de combustible se debe a que esta oficina se enfoca en la gestión y coordinación de actividades tributarias, como la planificación de estrategias fiscales y la recaudación de impuestos, lo mismo sucede con la subgerencia de ejecución coactiva y la subgerencia de recaudación que solo consumieron solo 11 galones de gasohol.

La gerencia de desarrollo urbano tiene una huella de carbono de emisiones de 0.40 t CO₂-eq un valor que representa el 0% del total de huella de carbono producida por la municipalidad, en esta gerencia la subgerencia de transporte y CV consumió un total 8 galones de diésel y 2 de gasohol, lo que generó un impacto mínimo en la huella de carbono, la subgerencia de acondicionamiento territorial, por otro lado, consumió un total de 24 galones de diésel y 13 de gasohol, a pesar de sus responsabilidades, el consumo de combustible de ambas subgerencias es relativamente bajo, resultando en una generación mínima de gases de efecto invernadero.

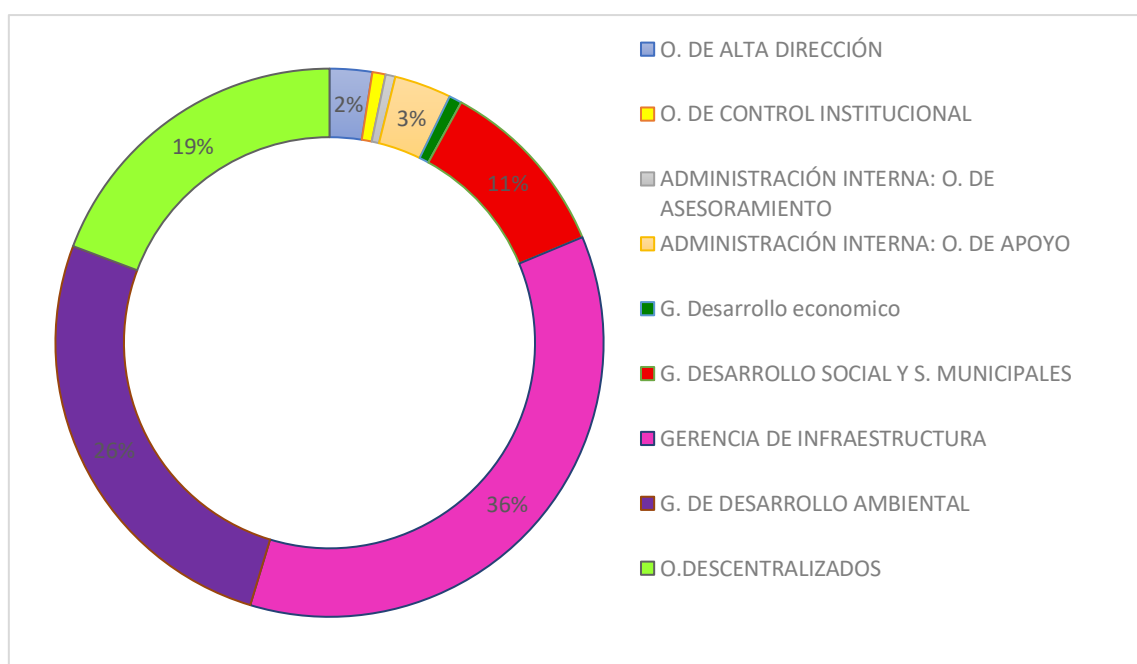
Los órganos descentralizados presentan una huella de carbono del 19% del total de la huella de carbono producida por la municipalidad, con emisiones totales de 69.15 tCO₂ -eq, dentro de este órgano, SEMACEL es la principal consumidora de combustible, con 4539 galones de diésel y 2615.33 galones de gasohol, SEMACEL enfrentó problemas como desperfectos en la línea de conducción y en planta de agua potable la quesera, esto a causa de derrumbes, fallos en la infraestructura y la quema de forrajes, estos incidentes requirieron un uso intensivo de maquinaria pesada y vehículos adicionales para reparar y mantener el suministro de agua potable, resultando en un consumo de 4539 galones de diésel y 2615.33 galones de gasohol. La operación de estos equipos fue esencial para asegurar la continuidad del servicio de agua, pero también contribuyó significativamente a la huella de carbono de la Municipalidad Provincial de Celendín, las actividades diarias de SEMACEL también demandan un uso constante de recursos energéticos, la gestión y distribución de agua potable,

la supervisión de infraestructuras hidráulicas y la coordinación con las comunidades para asegurar un suministro continuo son operaciones que implican el uso regular de vehículos y equipos motorizados, estos desplazamientos y el funcionamiento de la maquinaria necesaria para estas tareas diarias generan emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero (huella de carbono).

En la figura 6, se muestra la distribución porcentual de la huella de carbono generada por los diferentes órganos y gerencias de la Municipalidad Provincial de Celendín, destacando las áreas con mayor y menor impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Figura 6

Distribución porcentual de la huella de carbono por órganos y gerencias de la Municipalidad de Celendín



La Figura 6, revela que la gerencia de infraestructura se destaca como el mayor contribuyente, representando el 36% de la huella de carbono total, debido al alto consumo de combustible para actividades de construcción, mantenimiento y supervisión de obras; la gerencia de desarrollo ambiental también muestra una contribución significativa, con el 26%

de las emisiones totales, reflejando el uso intensivo de maquinaria y vehículos para la gestión de parques, jardines y limpieza pública.

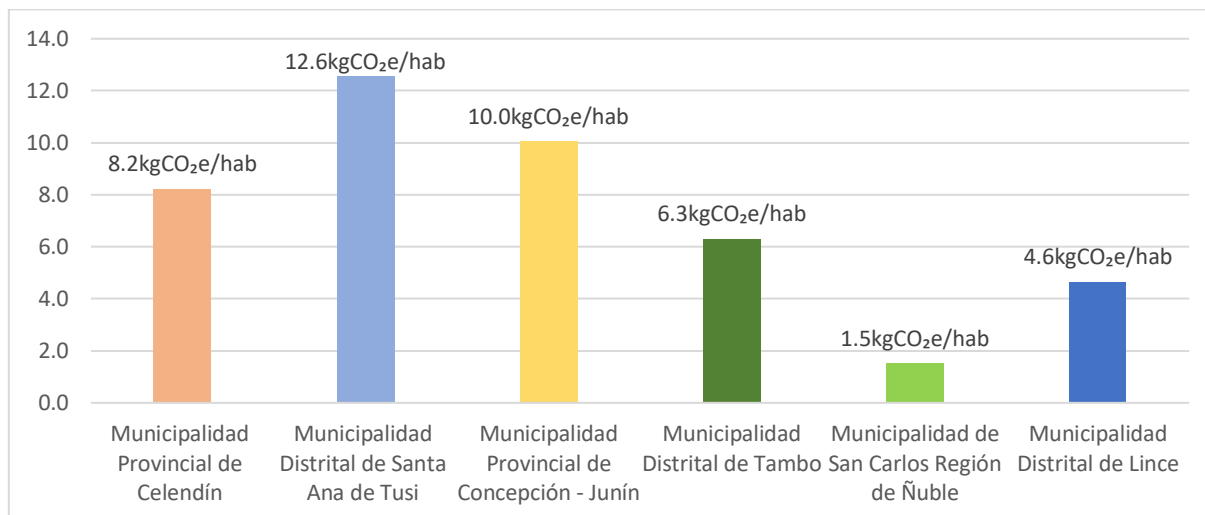
Los órganos descentralizados, contribuyen con el 19% de la huella de carbono, la gerencia de desarrollo social y servicios municipales aporta un 11% de las emisiones debido a diversas actividades que requieren el uso de vehículos y equipos; la administración interna: órgano de apoyo contribuye con un 3%, principalmente por el consumo de combustible en tareas administrativas y de apoyo logístico. Los órgano de alta dirección, órgano de control institucional, administración interna: órgano de asesoramiento y la gerencia de desarrollo económico tienen una contribución menor, entre el 1% y el 2%, lo que refleja actividades menos intensivas en el uso de combustible; algunos órganos muestran valores del 0%, lo que indica que esas áreas no tienen un consumo significativo de combustible o que no se reportaron emisiones de GEI, esto se debe a la naturaleza de sus actividades, que no requieren el uso intensivo de vehículos o maquinaria pesada.

4.2.2. *Huella de carbono per cápita*

La cuantificación de la huella de carbono per cápita constituye un indicador clave para analizar la eficiencia ambiental institucional en relación con la población atendida. En ese sentido, se comparó el valor registrado por la Municipalidad Provincial de Celendín con los datos disponibles de otras cinco entidades municipales que aplicaron metodologías compatibles.

Figura 7

Análisis comparativo de la huella de carbono entre la Municipalidad Provincial de Celendín y otras municipalidades



La Figura 7 compara la huella de carbono per cápita entre la Municipalidad Provincial de Celendín y las demás municipalidades analizadas. A diferencia de la comparación absoluta (Figura 5), donde Celendín ocupa el primer lugar en emisiones totales, el análisis per cápita la ubica en un rango intermedio, con 8.2 kgCO₂e/hab·año, valor que refleja una carga ambiental operativa relevante y que la ubica en un nivel intermedio respecto a otras municipalidades comparadas. Esta cifra resulta particularmente significativa si se considera que la entidad brinda cobertura a una población de 44,147 habitantes distribuidos en una geografía predominantemente rural, este valor puede entenderse mejor cuando se compara con otras municipalidades rurales de menor tamaño. Por ejemplo, Santa Ana de Tusi registra una huella per cápita de 12.55 kg CO₂e/hab, significativamente superior, pese a tener emisiones totales menores. Esto se debe principalmente a su baja densidad poblacional (7,227 habitantes), la dispersión de sus centros poblados y su infraestructura vial no asfaltada, lo que obliga a un uso intensivo de vehículos en trayectos prolongados y en condiciones exigentes. Celendín, al contar con mayor población y conectividad vial relativamente mejorada, logra distribuir su consumo energético entre más habitantes, amortiguando el valor per cápita.

Una tendencia similar se observa en la Municipalidad Provincial de Concepción (10.04 kg CO₂e/hab), que, pese a tener menor huella total, presenta un indicador per cápita más alto debido a su menor base poblacional (15,428 habitantes) y a su fuerte dependencia del transporte institucional para atender comunidades rurales. En estos casos, la ausencia de políticas de eficiencia energética y de planificación logística eficiente agrava el impacto per cápita. En contraste, Tambo (6.28 kg CO₂e/hab) presenta un valor inferior al de Celendín. Sin embargo, este resultado parece explicarse más por limitaciones presupuestales que restringen la operatividad vehicular, que por una gestión ambiental deliberada o por prácticas institucionales sostenibles.

Los resultados también se contrastan con el caso de Lince, un distrito urbano con alto grado de tercerización de servicios, elevada densidad poblacional y políticas activas de movilidad sostenible. Su huella per cápita (4.63 kg CO₂e/hab) refleja cómo la infraestructura urbana, la digitalización y la concentración de servicios permiten reducir el consumo de combustibles y, por tanto, el impacto ambiental institucional. Aun con un consumo absoluto importante, el indicador per cápita disminuye al dividirse entre una gran cantidad de habitantes.

Por otro lado, el caso de San Carlos, en Chile (1.51 kg CO₂e/hab), muestra una diferencia aún más marcada. Sin embargo, su bajo valor per cápita se explica más por decisiones metodológicas que por desempeño ambiental: se excluyeron fuentes como alumbrado público, residuos, educación y salud, y solo se contabilizó el CO₂, no así otros gases de efecto invernadero. Esto evidencia que los resultados deben ser interpretados en función del alcance metodológico adoptado, y no únicamente del valor numérico.

4.3. Relación entre consumo de combustible y la huella de carbono

Dado que la huella de carbono en este estudio se calcula a partir del consumo de combustible mediante factores de emisión fijos (IPCC, 2006; MINAM, 2020), la relación

entre ambas variables es estrictamente proporcional. El análisis de regresión lineal simple que se presenta a continuación tiene un carácter ilustrativo, destinado únicamente a mostrar dicha proporcionalidad física, y no se interpreta como prueba inferencial de causalidad.

Tabla 7

Resumen del modelo de regresión lineal para el consumo de combustible y la huella de carbono

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,999 ^a	,998	,998	1,85221

Nota. El modelo de regresión muestra una relación significativa entre el consumo de combustible y la huella de carbono en la Municipalidad Provincial de Celendín.

La Tabla 7 resume los resultados del modelo, con un coeficiente de correlación $R = 0.999$ y un coeficiente de determinación $R^2 = 0.998$, lo que refleja la proporcionalidad directa entre el consumo de combustible y la huella de carbono, consistente con el método de cálculo empleado. El error estándar de la estimación (1.85221) indica que las predicciones del modelo se ajustan estrechamente a los valores calculados, y la significancia estadística ($p < 0.001$) confirma la solidez del ajuste..

Tabla 8

Análisis de la varianza

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	21783,412	1	21783,412	6349,579	,000
Residuo	37,738	11	3,431		
Total	21821,149	12			

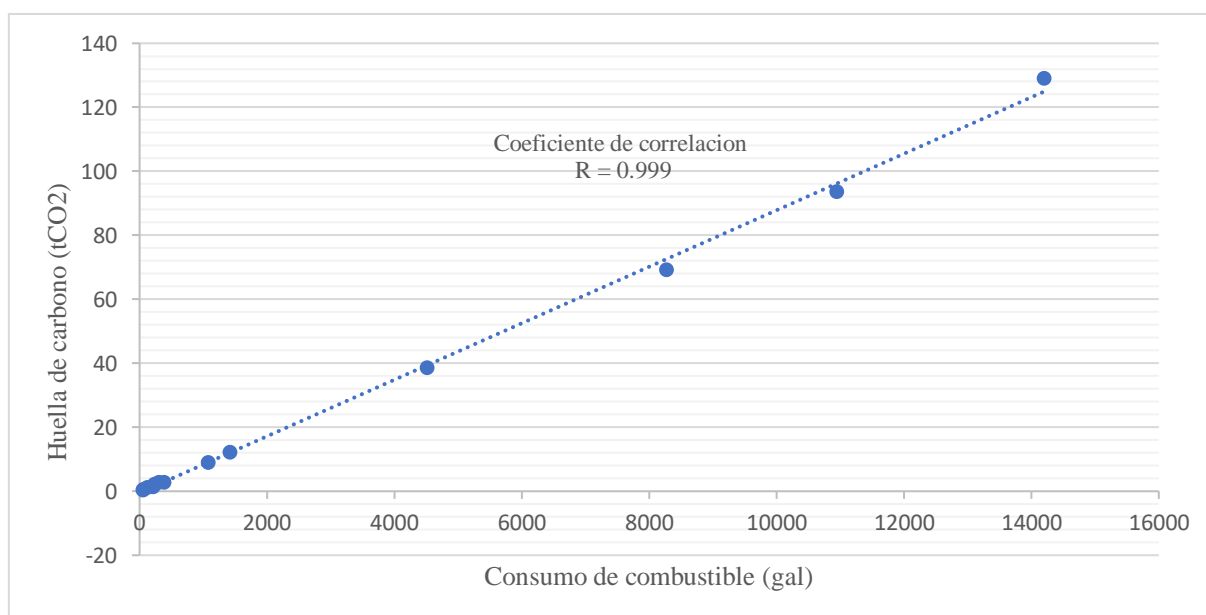
La Tabla 8 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) asociado al modelo de regresión lineal simple. La suma de cuadrados de la regresión (21 783.412) explica prácticamente toda la variabilidad observada en la huella de carbono, mientras que la suma de cuadrados del residuo (37.738) representa una fracción mínima. La media cuadrática para la regresión (21 783.412) es muy superior a la del residuo (3.431), lo que refleja el ajuste casi perfecto del modelo.

El estadístico F alcanza un valor de 6 349.579 con una significancia $p < 0.001$, coherente con la proporcionalidad directa entre consumo de combustible y huella de carbono derivada del método de cálculo. Estos resultados son consistentes con lo esperado en un modelo basado en factores de emisión fijos.

La Figura 8 presenta el gráfico de dispersión con su línea de tendencia, donde cada punto representa un par de valores de consumo de combustible y huella de carbono correspondientes a un periodo específico.

Figura 8

Gráfico de dispersión con línea de tendencia entre el consumo de combustible y la huella de carbono



La tendencia lineal observada en la figura 8 refleja la proporcionalidad directa derivada del método de cálculo: a mayor consumo de combustible, mayor huella de carbono. La ecuación y el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.9983$) son coherentes con la relación establecida mediante factores de emisión fijos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó que existe una relación directa y significativa entre el consumo de combustible y la huella de carbono en la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023. El análisis de regresión lineal simple evidenció un coeficiente de determinación (R^2) de 0.998, lo que confirma que, a mayor consumo de combustible, mayor es la emisión de CO₂ equivalente.

El consumo total de combustibles fósiles ascendió a 41,742.03 galones, de los cuales 9,043.53 correspondieron a gasohol y 32,698.5 a diésel. La Gerencia de Infraestructura fue la dependencia con mayor consumo (14,197 galones en total), destacando el uso de diésel, mientras que la Gerencia de Desarrollo Ambiental registró el mayor uso de gasohol (2,904.2 galones). Estos resultados evidencian una fuerte dependencia institucional de combustibles fósiles, principalmente diésel.

La huella de carbono total alcanzó 362.36 t CO₂-eq, lo que confirma la hipótesis planteada, según la cual se esperaba que la huella de carbono generada por el consumo de combustible en la Municipalidad Provincial de Celendín durante el año 2023 superara las 200 t CO₂-eq. La Gerencia de Infraestructura contribuyó con el 36 % de las emisiones, la Gerencia de Desarrollo Ambiental con el 26 % y los órganos descentralizados donde destaca el servicio municipal de agua potable y alcantarillado de Celendín (SEMACE) con el 19 %. Estos valores reflejan los sectores prioritarios donde se deben aplicar

medidas de mitigación y eficiencia energética para reducir el impacto ambiental institucional.

5.2. Recomendaciones

Realizar investigaciones que aborden la huella de carbono de manera integral, incluyendo el consumo de energía eléctrica, la gestión de residuos, el uso de materiales y recursos, las emisiones generadas por el transporte, el consumo de agua y la gestión de áreas verdes.

Promover la inclusión de estudios sobre huella de carbono en los programas académicos de la universidad, esto permitirá a los estudiantes entender la importancia de gestionar de manera eficiente el consumo de combustibles fósiles y su impacto ambiental.

Se recomienda que la Municipalidad Provincial de Celendín evalúe y actualice el inventario de sus unidades móviles, incorporando información relevante como el año de fabricación, kilometraje y estado de uso. Estas acciones contribuirán a mejorar la precisión en futuros estudios relacionados con la huella de carbono generada por el transporte.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Marín, S. E. (2021). *Estimación del Carbono almacenado en el Huarango (acacia macracantha), en el Distrito de Celendín*. [tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional, Cajamarca, Perú.
- <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4392/TESIS%20FINAL%20ESTIMACI%20DEL%20CARBONO%20ALMACENADO%20EN%20EL%20HUARANGO%20%28Acacia%20macracantha%29%2c%20EN%20EL%20DISTRITO%20DE%20CELEND%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllow>
- Ademe. (2010). Bilan Carbone®, *Entreprises et Collectivités. Guide méthodologique, version 6.1, objectifs et principes de comptabilisation*. <https://www.climfoot-project.eu/en/bilan-carbone%C2%AE-clim%E2%80%99foot-tool>
- AENOR. (2020). Impulso a la Huella de Carbono en Perú. *AENOR Revista*.
<https://revista.aenor.com/361/impulso-a-la-huella-de-carbono-en-Peru.html>
- Agencia de Protección Ambiental (EPA). (12 de mayo de 2025). Emisiones de óxido nitroso. EPA Español.
- Arroyo, M. (2020). Dióxido de carbono, sus dos caras. Dialnet.
- Ayala Junco, J. N., & Cordero Cuadros, Z. (2021). *Estimación de la Huella de Carbono de la Municipalidad Distrital de Tambo-Provincia La Mar-Región de Ayacucho - 2020*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional, Ayacucho, Perú.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61149/Ayala_JJN-Cordero_CZ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Badii Zabeh, M.H. (2008). *El efecto invernadero y el Calentamiento global*. Monterrey.

https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/573579/DocsTec_6771.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Benavides, H.O., & León, G.E. (2007). *Información Técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático*. Colombia.

<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>

Campos Martínez, B. F. (2023). *Medición de la huella de carbono de la Ilustre Municipalidad de San Carlos* [Tesis para optar al título de Ingeniera Ambiental, Universidad de Concepción]. Repositorio UdeC.

<https://repositorio.udec.cl/server/api/core/bitstreams/fb261f59-8ab2-43e3-8740-c4e1e6492014/content>

Camps, M., & Pinto. M. (2004). *Los Sumideros de Carbono en el marco del Protocolo de Kioto*. EDAFOLOGIA, Vol. 11 (1), pp.27-36, 2004

<https://www.secs.com.es/data/Revista%20edafo/11-1/articulo%202.pdf>

Cantilla, C. I. (2012). *Estimación de la Huella de Carbono del área administrativa de la dirección de gestión ambiental de la Municipalidad de la Pintana*. Santiago, Chile.

[Tesis de grado, Universidad de Chile]. Repositorio institucional, Santiago, Chile.

Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147796/Cantillana-%20Estimaci%C3%B3n%20de%20huella%20de%20carbono%20%282012%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chavarro Molina, M. A., & Cabezas Parraga, J. D. (2020). *Cálculo de la huella de carbono en la universidad de la salle – sede norte para la formulación de propuestas de*

prevención y mitigación de gases de efecto invernadero. [Tesis de grado, Universidad de La Salle]. Repositorio Institucional, Bogotá, Colombia.

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2881&context=ing_ambiental_sanitaria

ClimaTERRA. (10 de noviembre de 2021). Por qué las emisiones de óxido nitroso deben tenerse en cuenta en la mitigación del cambio climático. ClimaTERRA.

<https://www.climaterra.org/post/por-qu%C3%A9-las-emisiones-de-%C3%B3xido-nitroso-deben-tenerse-en-cuenta-en-la-mitigaci%C3%B3n-del-cambio-clim%C3%A1tico>

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (mayo 09 de 1992).

<https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>

Crispín Jurado, A. (2018). *Determinación de la Huella de Carbono de la Empresa JRC*

Ingeniería y Construcción SAC en la unidad minera el Brocal. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional del Centro del Perú Escuela de Posgrado]. Repositorio Institucional, Huancayo, Perú.

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6211/T010_45727071_M%20-%20Abel%20Crispin%20Jurado.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Davidson, E., & Winiwarter, W. (7 de julio de 2023). Tecnologías asequibles y disponibles pueden frenar el aumento de las emisiones de óxido nitroso. Química.es.

<https://www.quimica.es/noticias/1181002/tecnologias-asequibles-y-disponibles-pueden-frenar-el-aumento-de-las-emisiones-de-oxido-nitroso.html>

El País. (10 de noviembre de 2022). El nuevo aumento del CO₂ aleja más al mundo de la meta de un calentamiento de solo 1,5 grados.

El País. (19 de septiembre de 2024). Un estudio sitúa al CO₂ como el principal responsable de las variaciones climáticas de los últimos 485 millones de años.

El País. (28 de octubre de 2024). La Organización Meteorológica Mundial advierte del peligro de quedar atrapados en el "círculo vicioso" del calentamiento.

Espíndola, C., & Valderrama, J. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información Tecnológica*, 23(1), 163-176. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>

FAO. (2017). *El papel de los bosques en la mitigación del cambio climático*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/forest-carbon>

Garraín, D., de la Rúa, C., & Lechón, Y. (2016). *Consequential effects of increased biofuel demand in Spain: Global crop area and CO2 emissions from indirect land use change*. *Biomass and Bioenergy*, 85, 187-197. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.02.005>

Gobierno del Perú. (2018). *Ley Marco sobre Cambio Climático*, Ley N.º 30754. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/presidencia/normas-legales/355750-30754>

Godoy Garay, d. (2019). *Medición de la Huella de Carbono de la Municipalidad de Chillán viejo, Región de Ñuble*. Repositorio Institucional, Chillan, Chile. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Concepción]. Repositorio institucional, Santiago, Chile. <http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/8377/1/Medici%c3%b3n%20de%20la%20huella%20de%20carbono%20de%20la%20Municipalidad%20de%20Chill%c3%a1n%20Viejo%2c%20regi%c3%b3n%20de%20%20c3%91uble.pdf>

Guinand, L. E. (2022). Marco Institucional de Cambio Climático en el Perú: avances y oportunidades. Profonanpe. Recuperado de Profonanpe.

Harangozo, G., & Szigeti, C. (2017). *Corporate carbon footprint analysis in practice – With a special focus on validity and reliability issues*. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1177-1183. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.195>

- Hernández, Y. (2020). Cambio climático: causas y consecuencias. *Renovat: Revista De Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales, Tecnología E Innovación*, 4(1), 38–53. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/rnt/article/view/3517>
- Hidalgo García, A. (2023). Emisión del gas invernadero óxido nitroso por la simbiosis *Rhizobium etli*–*Phaseolus vulgaris* (Tesis doctoral). Universidad de Granada. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/83102>
- ICOS – Integrated Carbon Observation System. (s. f.). About greenhouse gases. Recuperado de sitio web de ICOS [IPCC NGGIPICOS](https://www.icos.es/)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). Perú: Proyecciones de población por departamento, provincia y distrito, 2018 - 2020 [Boletín de análisis demográfico]. INEI. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1860/libro.pdf INEI+15INEI+15INEI+15
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2024). Perú: Población total proyectada al 30 de junio de cada año, según departamento, provincia y distrito, 2018-2025 [Informe en línea]. INEI. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/6894980-peru-poblacion-total-proyectada-al-30-de-junio-de-cada-ano-segun-departamento-provincia-y-distrito-2018-2025> Gobierno del Perú+1
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s. f.). Estimaciones y proyecciones de población – Indicadores demográficos, por departamento, provincia y distrito [Página web]. INEI. Recuperado de <https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/population/> libguides.ulima.edu.pe+13INEI+13INEI+13lifetable.de+3INEI+3Gobierno del Perú+3INEI+9INEI+9INEI+9

IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (Capítulos sobre combustión y generación de GEI).

IPCC. (2006). Captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CAC) [Resumen técnico]. SRCCS.

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*.

Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9781107415416

IPCC. (2014). *Mitigation of Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

Isaksen, E. T., & Narbel, P. A. (2017). A carbon footprint proportional to expenditure: A case for Norway? *Ecological Economics*, 131, 152-165.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.08.018>

ISO 14064-1:2018. (12 de 2018). *ISO 14064-1:2018(es)*. Obtenido de Online Browsing

Platform: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es:term:3.1.5>

Jerí Gálvez. M. A., & Velásquez Lozano, J. E. (2016). *Cálculo de la Huella de Carbono en una Empresa de Fabricación e instalación de pisos de madera*. Lima, Perú.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2859/T01-J4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lozano, R., & Huisingh, D. (2011). Inter-linking issues and dimensions in sustainability reporting. *Journal of Cleaner Production*, 19(2), 99-107. DOI: 10.1016/j.jclepro.2010.01.004
- Lujan et al. (2022). *“La ecoeficiencia y su incidencia en la huella de carbono de la sede principal de la Kunicipalidad de magdalena del mar, periodo 2019-2022”*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao]. Lima, Perú.
<http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7572/TEsis%20-%20PAIRAZAM%20N%20-%20LUJ%20-%20ROMAN%20d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mariño, J. E., & Chanci, R. D. (2019). Gases de efecto invernadero: Propuesta de cálculo del factor de emisiones de gas metano procedente de la extracción del carbón colombiano (1.ª ed.). Tunja, Colombia: Editorial UPTC. <https://doi.org/10.19053/9789586603560>
- MINAM. (2018). *Adaptación y mitigación al cambio climático*.
<https://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/127/2018/08/3.-Adaptaci%C3%B3n-y-Mitigaci%C3%B3n-al-cambio-clim%C3%A1tico.pdf>
- MINAM. (2020). *Guía para el Funcionamiento de la Herramienta Huella de Carbono Perú*.
<https://acortar.link/3KDVRx>
- Ministerio de Energía y Minas. (2019). *Políticas de eficiencia energética*.
<https://www.gob.pe/energia-eficiencia>
- Ministerio de Energía y Minas. (2019). Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del Sector Energía – RAGEI 2019. Lima: MINEM. Recuperado de https://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2023/05/Informe-RAGEI_2019_Energia_CE_EF_VF.pdf
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2020). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*. <https://www.gob.pe/inventario-emisiones>

Ministerio del Ambiente. (2018). *Gestión de residuos sólidos en el Perú*.

<https://www.gob.pe/ambiente/residuos>

Ministerio del Ambiente. (2020). Guía para el funcionamiento de la herramienta Huella de

Carbono Perú. Lima: MINAM. Recuperado de

https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/anexo_rm._237-2020-minam.pdf

Muller Espinoza, G. K. (2020). *Estimación de la Huella Hídrica, Carbono y Gestión de los residuos de la municipalidad provincial de Pachitea – Huánuco 2021*. [Tesis de grado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional, Huánuco, Perú.

<http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3382/M%C3%BCller%20Espinoza%2C%20Gisel%20Katherine.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Municipalidad Distrital de Lince. (2020). *Reporte de la huella de carbono del Palacio*

Municipal del año 2020, calculado con la plataforma Huella Carbono Perú.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2234436/REPORTE%20DE%20LA%20HUELLA%20DE%20CARBONO%20DEL%20PALACIO%20MUNICIPAL%20DE%20L%20A%C3%91O%202020%2C%20CALCULADO%20CON%20LA%20PLATAFORMA%20HUELLA%20CARBONO%20PER%C3%9A.pdf>

Municipalidad Metropolitana de Lima. (2019). *Reporte de la Huella de Carbono de la*

Municipalidad Metropolitana de Lima del año 2019.

<https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/d775c5f0e5878fc1.pdf>

Municipalidad Provincial de Celendín. (2023). Ordenanza Municipal N° 40-2023-CMPC.

https://www.transparencia.gob.pe/enlaces/pte_transparencia_enlaces.aspx?id_entidad=11883&id_tema=5&ver=

Municipalidad Provincial de Celendín. (2023). Ordenanza Municipal N° 40-2023-CMPC.

https://www.transparencia.gob.pe/enlaces/pte_transparencia_enlaces.aspx?id_entidad=11883&id_tema=5&ver=

NASA. (2025). Signos vitales – Dióxido de carbono.

Núñez Monroy, J., & Núñez Palacio, R.A. (2012). *Huella de Carbono más allá de un instrumento de medición*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4225724>

ONU. (1987). *Nuestro futuro común*. Informe Brundtland. Naciones Unidas.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>

ONU. CEPAL. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

<https://hdl.handle.net/11362/5763>

Organización de las naciones unidas. (2015). *¿Qué es el cambio climático?*.

<https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>

Pazmiño Vidal, R. M. (2018). *Estimación de la Huella de Carbono en la Granja Avícola*

“Siria” del sitio Mococho de la ciudad de Calceta. [Tesis de grado, Escuela Superior

Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Institucional,

Caleceta, Ecuador. <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/801/1/tma172.pdf>

Piñeiro, G., Della Chiesa, T., & Yahdjian, M. L. (2019). Regulación de las emisiones de N₂O.

En El lugar de la naturaleza en la toma de decisiones: Servicios ecosistémicos y

ordenamiento territorial rural. Ciccus. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/120907>

Poveda, M. (2017). *Eficiencia Energética: Recurso no Aprovechado*.

<https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0054.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (25 de agosto 2021). *Huella de carbono:*

Perú es reconocida como buena práctica en gestión pública.

<https://www.undp.org/es/Perú/news/huella-de-carbono-per%C3%BA-es-reconocida-como-buena-pr%C3%A1ctica-en-gesti%C3%B3n-p%C3%BAblica>

PRTR España. (2007). CO₂ (Dióxido de carbono): características. PRTR España.

Quispe, S. (2022). *Huella de carbono como Indicador Ambiental de la Municipalidad*

Provincial de Concepción – Junín. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Huancayo, Perú.

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8478/T010_46765890_T_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ráez Luna, E. F. (2019). La Amazonía peruana y el cambio climático (2da ed.). Movimiento

Ciudadano frente al Cambio Climático (MOCICC). Recuperado de

<https://www.mocicc.org>.

Rojas Quiroz, W. (2022). *Determinación de la Huella de Carbono en la Empresa de*

Transportes "Empresas Unidas" ruta Jaén-San Ignacio-Cajamarca, 2021. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional, Jaén, Perú.

http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/445/1/Rojas_QW.pdf

Scheneider, H., y Samaniego, J. L. (2009). *La Huella de Carbono en la Producción y*

Consumo de Bienes y Servicios. Documento de proyecto n° 298. Santiago de Chile.

<https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-nacional-autonoma-de-mexico/energia-e-impacto-ambiental/la-huella-de-carbono-en-la-produccion-distribucion-y-consumo-de-bienes-y-servicios/13381735>

Schneider, H., & Samaniego, J. (2009). *La huella del carbono en la producción, distribución*

y consumo de bienes y servicios.

https://www.ingenieros.es/files/proyectos/Huella_carbono_prod_dist_consumo.pdf

Vásquez Mejía, W. J. (2021). *Cuantificación de la Huella de Carbono derivado de los*

recursos materiales consumidos en la construcción de edificaciones educativas en la

Región Cajamarca. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional, Cajamarca, Perú.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29077/Vasquez%20Mejia%2c%20Wilter%20Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A Definition of carbon footpring. In: C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends: Chapter 1, pp. 1-11, Nova Science Publisher, Hauppauge NY, USA.

World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development. (2004). *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/summary_0.pdf

Yachas Tena, E. D. (2021). *Determinación de la huella de carbono en las acciones administrativas de los trabajadores de la Municipalidad Distrital de Santa Ana de Tusi para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, 2019*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Facultad de Ingeniería]. Repositorio Institucional, Cerro de Pasco, Perú.

http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2386/1/T026_71245071_T.pdf

□ Agencia de Protección Ambiental (EPA). (12 de mayo de 2025). Emisiones de dióxido de carbono.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Celendín, 19 de junio del 2023

Señor: alcalde de la Municipalidad Provincial de Celendín

Ing. Julio Cesar Chávez Rodrigo

Asunto: Solicito autorización para obtener información.

Mediante la presente, solicito respetuosamente su autorización para acceder a la información necesaria de la Municipalidad Provincial de Celendín, con el propósito de llevar a cabo mi investigación que tiene como objetivo Calcular la huella de carbono generada por las actividades desarrolladas en la municipalidad Provincial de Celendín, a fin de evaluar su impacto ambiental y proponer medidas de mitigación efectivas.

Por lo tanto, solicito su autorización para obtener y utilizar la siguiente información:

- Consumo de gasolina anual por área/oficina durante el periodo enero diciembre 2023 - número de vehículos propiedad de la MPC
- Consumo de electricidad durante el periodo enero- diciembre 2023
- Consumo de agua potable durante el periodo enero- diciembre 2023
- Consumo de papel durante el periodo enero- diciembre 2023
- Cantidad de residuos sólidos producidos en las oficinas de la MPC
- Número de trabajadores por área /oficina (organigrama)

Asimismo, para complementar mi estudio, tengo previsto realizar una encuesta a los trabajadores de la municipalidad con el fin de recopilar datos sobre su medio de transporte habitual hacia y desde el lugar de trabajo. Esto me permitirá evaluar el impacto de la movilidad en las emisiones de carbono generadas por la municipalidad.

Le aseguro que todos los datos recopilados serán tratados con la máxima confidencialidad y utilizados exclusivamente con fines académicos. Cumpliré con todas las leyes y regulaciones aplicables en materia de protección de datos.

Agradezco de antemano su amable colaboración y disposición para ayudar en mi investigación. Quedo a su disposición para cualquier consulta o aclaración adicional que pueda surgir. Se adjunta documento de autorización




 Bach. Oswaldo Cesar Valdivia Escudra

AUTORIZACIÓN PARA ACCEDER A DATOS E INFORMACIÓN

Yo, Econ. Jorge Olivera González, en calidad de *administrador en la oficina de administración y finanzas en la Municipalidad Provincial de Celendín*, por medio de la presente autorizo a Bach. Oswaldo Cesar Valdivia Escudra, estudiante de la Universidad Nacional de Cajamarca, acceder a los datos e información requeridos con el propósito de llevar a cabo su investigación que tiene como objetivo: *Calcular la huella de carbono generada por las actividades desarrolladas en la municipalidad Provincial de Celendín.*

La información a la que se otorga acceso es la siguiente:


- Consumo de gasolina anual por área/oficina durante el periodo enero-diciembre 2023 – número de vehículos propiedad de la MPC
- Consumo de electricidad durante el periodo enero- diciembre 2023
- Consumo de agua durante el periodo enero- diciembre 2023
- Consumo de papel durante el periodo enero- diciembre 2023

El solicitante se compromete a tratar los datos obtenidos con estricta *confidencialidad* y utilizarlos exclusivamente para fines académicos relacionados con su investigación. Además, se deberán cumplir todas las leyes y regulaciones aplicables en materia de protección de datos.

Esta autorización es válida únicamente para la investigación mencionada

Sin otro particular, otorgo la presente autorización

Atentamente.



Econ. Jorge Olivera González
Administrador oficina de administración y finanzas en la
Municipalidad Provincial de Celendín

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN****OFICINA GENERAL DE ADMINISTRACION**

"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Celendín, 22 de abril de 2024

OFICIO N° 0069-2024-MPC/OGA

CÓD: 6720

SEÑOR(A) : Bach. OSWALDO CESAR VALDIVIA ESCUADRA
TESISTA

ASUNTO : HACE LLEGAR INFORMACION SOLICITADA

REFERENCIA : INFORME N° 0026-2024-MPC-R.G.V.P. A/C
MEMORANDUM N° 1146-2024-MPC/GM
Solicitud de información: consumo de combustible y flota vehicular de la
municipalidad provincial de Celendín para investigación académica.

De mi especial consideración:

Me dirijo a usted, para saludarle cordialmente y al mismo tiempo hacerle llegar la información solicitada con respecto al consumo de combustible y flota vehicular de la municipalidad provincial de Celendín del año 2023.

Es propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,


Ing. Roger W. Arteaga Murga
OFICINA GENERAL DE ADMINISTRACION



Municipalidad Provincial de Celendín

Contactos@municelelndin.gob.pe

Jr. José Gálvez 612 - Celendín - Cajamarca

**MUNICIPALIDAD PRO**
Por un CELENDÍN m



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN

ALMACÉN CENTRAL

'Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho'



INFORME N° 0026 -2024-MPC- R.G.V.P. A/C

A : Mg. ROGER WILFREDO ARTEAGA MURGA
Jefe de la Oficina General de Administración y finanzas

De : RUSBEL GEINER VELASQUEZ PINEDO
Responsable de Almacén

Asunto : Se hace llegar Información

Referencia : MEMORANDUM N°1146-2024-MPC/GM

Fecha : Celendín, 18 de abril del 2024

Tengo el honor de dirigirme a Ud. Para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo, tomando referencia el MEMORANDUM N°1146-2024-MPC/GM., se hace llegar información solicitada referente al consumo de combustible y flota vehicular de la Municipalidad provincial de Celendín del año 2023.

Que, sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresar muestras de mi consideración y estima.

Atentamente;





Municipalidad
Provincial de
CELENDÍN

PERÚ

MPC

Gerencia
Municipal



"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA
INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE
JUNÍN Y AYACUCHO".

MEMORÁNDUM N° 1146-2024-MPC/GM.

N° DE EXPEDIENTE

6720

DE: Ing. Billy Absalón Rodríguez Chávez.
Gerente Municipal.

A: Mg. Roger Wilfredo Arteaga Murga.
Jefe de la Oficina General de Administración y Finanzas.

ASUNTO: Autorización de información.

REF: Informe N° 632-2024-MPC-OGA.

FECHA: Celendín, 16 de abril de 2024.

Por medio de la presente me dirijo a usted, con atención al documento de referencia, se autoriza brindar información referente al consumo de combustible y flota vehicular de la Municipalidad Provincial de Celendín, del año 2023, teniendo en consideración la solicitud presentada por el Bach. Oswaldo Cesar Valdivia Escuadra-Tesista.

Atentamente.

GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN
PROVEIDO N° 1625
PARA: Almacén
MOTIVO: Trámite
Fecha: 13/04/24

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CELENDÍN
ING. BILLY ABSALÓN RODRÍGUEZ CHÁVEZ
GERENTE MUNICIPAL

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN
OFIC. DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS
RECIBIDO
16 ABR. 2024
Doc. N° 6720
FOLIOS 03

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CELENDÍN
ALMACÉN
RECIBIDO
16 ABR. 2024
REG. N° 6720
FOLIOS 03



Municipalidad Provincial de Celendín
Contactos@municelendin.gob.pe
Jr. José Gálvez 612 - Celendín - Cajamarca



Tabla 9*Estructura de la Municipalidad Provincial de Celendín por Órganos y Gerencias*

ESTRUCTURA ORGANICA/GERENCIAS		AREAS / OFICINAS
ÓRGANOS DE ALTA DIRECCIÓN	ALCALDÍA	Alcaldía
ÓRGANOS CONSULTIVOS	COMITÉ DE ADMINISTRACIÓN DE VASO DE LECHE	Programa vaso de leche
ÓRGANO DE CONTROL INSTITUCIONAL	ÓRGANO DE CONTROL INSTITUCIONAL	O.C.I
ÓRGANO DE DEFENSA JURÍDICA	PROCURADURÍA PÚBLICA	Procuraduría
ADMINISTRACIÓN INTERNA: ÓRGANOS DE ASESORAMIENTO	OFICINA GENERAL DE PLANEAMIENTO Y PRESUPUESTO	Planificación y presupuesto
		O.P.M.E.I
	OFICINA GENERAL DE ASESORÍA JURÍDICA	Asesoría legal
ADMINISTRACIÓN INTERNA: ÓRGANOS DE APOYO	OFICINA DE COMUNICACIONES Y RELACIONES INSTITUCIONALES	Imagen institucional
	NOTIFICACIONES - SECRETARÍA GENERAL	Notificaciones - secretaria general
	OFICINA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN	Recursos humanos
		Almacén central
		Administración y finanzas
		Contabilidad
		Control patrimonial (patrimonio)
		Logística
ÓRGANOS DE LÍNEA	GERENCIA DE DESARROLLO ECONÓMICO	Servicios comerciales
		Gerencia de desarrollo económico
		Promoción económica
		Administración del mercado
	GERENCIA DE DESARROLLO SOCIAL Y SERVICIOS MUNICIPALES	DEMUNA
		Gerencia desarrollo social
		centro de terapia f y r
		Seguridad ciudadana y rondas
		Registro civil
		Sub Gerencia Programas sociales
		CIAM
		OMAPED
		Sub Gerencia Proyección social
		P.C.A

		Bomberos
		ULE
	GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA	Mantenimiento
		Maquinaria y equipo
		defensa civil
		Sub Gerencia Supervisión y liquidación de obras
		Infraestructura
		E.S.L.O. (liquidación de obras)
		Sub Gerencia de ejecución de inversiones
		Oficina de estudios
	GERENCIA DE DESARROLLO AMBIENTAL	A.T.M
		GEDEMA - parques y jardines
		Valoración de residuos solidos
		Gerencia de desarrollo ambiental
		Limpieza publica
		Sub Gerencia Recursos naturales y Ga
		Control ambiental
	GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA	GICA
		Sub Gerencia Ejecución coactiva
		Gerencia de administración tributaria
		Sub Gerencia Fiscalización tributaria
	GERENCIA DE DESARROLLO URBANO	Sub Gerencia Recaudación
		Sub Gerencia Transporte
		Acondicionamiento territorial
ÓRGANOS DESCENTRALIZADOS	ÓRGANOS DESCENTRALIZADOS	SEMACEL
		Gerencia Municipal
		Servicios Públicos

Nota. Datos obtenidos del organigrama de la Municipalidad Provincial de Celendín (2023).

Tabla 10*Flota Vehicular de la Municipalidad Provincial de Celendín*

OFICINA RESPONSABLE	VEHICULOS						
	CLASE	MARCA	NUMERO DE ASIENTOS	CATEGORIA	AÑO FAB.	COLOR	ESTADO
GERENCIA DESARROLLO SOCIAL Y POBLACION	CAMIONETA N1-CMTA PICKUP	TOYOTA	5	N1	2008	BLANCO	OPERATIVO
	MOTOCICLETA	FENIX	2	L3	2017	BLANCO	OPERATIVO
GERENCIA SEMACEL	CAMIONETA CMTA PICKUP	TOYOTA	5	N1	2000	GRIS METALICO	OPERATIVO
	MOTOCICLETA	WANXIN	2	L3	2017	BLANCO	OPERATIVO
	N2-CAMION 12TON	ISUZU	3	N2-CAMION 12TON	1994	AZUL	OPERATIVO
SEGURIDAD CIUDADANA	CAMIONETA N1-CMTA PU/DC	NISSAN	5	N1	2011	VERDE PERLADO MECANICO	OPERATIVO
	MOTOCICLETA	HONDA	2	L3	2012	NEGRO	OPERATIVO
	MOTOCICLETA	HONDA	2	L3	2012	NEGRO	OPERATIVO
	CAMIONETA	TOYOTA	5	N1	27/09/2021	BLANCO	OPERATIVO
	CAMIONETA	TOYOTA	5	N1	2016	BLANCO	OPERATIVO
GEDEMA	CAMIONETA N1-CMT PICKUP	TOYOTA	5	N1	1997	BLANCO	OPERATIVO
	MERCEDES BENZ	N2-CAMION 12TON	2	2013	BLANCO	GEDEMA	

	N3 CAMION	FREIGHTLINER	2	N3-CAMION 12 TON	2008	BLANCO	OPERATIVO
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA	CAMIONETA CMTA PICKUP	TOYOTA	5	N1	2000	GRIS METALICO	OPERATIVO
INSTITUTO VIAL PROVINCIAL	CAMIONETA	TOYOTA	5	N1	2012	BLANCO	OPERATIVO
	VOLQUETE	HINO	3		2013	BLANCO/NEGRO	OPERATIVO
CENTRAL NOTIFICACIONES	MOTOCICLETA	RONCO	2	L3	2014	ROJO	OPERATIVO
AREA TECNICA DE SANEAMIENTO	MOTOCICLETA	WANXIN	2	L3	2015	ROJO/NEGRO	OPERATIVO
DEFENSA CIVIL	MOTOCICLETA	HONDA	2	L3	2012	ROJO	OPERATIVO
PCA	MOTOCICLETA	HONDA	2	L3	2012	ROJO	
MAQUINARIA Y EQUIPO MPC	MOTONIVELADORA	KOMATSU	1	MAQUINARIA PESADA	2000	AMARILLO	OPERATIVO
	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	1	MAQUINARIA PESADA	2001	AMARILLO	OPERATIVO
	TRACTOR ORUGA	CATERPILLAR	1	MAQUINARIA PESADA	2001	AMARILLO	OPERATIVO
	VOLQUETE	FORD	3		2013	BLANCO	OPERATIVO
	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	1	MAQUINARIA PESADA	2007	AMARILLO	OPERATIVO

	RETRO EXCAVADORA	GURIA	1	MAQUINARIA PESADA		VERDE	OPERATIVO
	RODILLO VIBRATORIO	DINAPAC	1	MAQUINARIA PESADA	2000	AMARILLO	OPERATIVO
IMAGEN INSTITUCIONAL	MOTOCICLETA	RONCO	2	L3	2017	ROJO	OPERATIVO
SUB GERENCIA LIMPIEZA PÚBLICA	MOTOCARGUERA	RAUDO	2	L5 FURGONETA	2015	NEGRO	OPERATIVO
	MOTOCARGUERA	RAUDO	2	L5 FURGONETA	2015	NEGRO	OPERATIVO
	MOTOCARGUERA	RAUDO	2	L5 FURGONETA	2015	NEGRO	OPERATIVO
	MOTOCARGUERA	GDM	1	L5 FURGONETA	2020	AZUL	OPERATIVO
	MOTOCICLETA	CROSS	2	L3	2007	AZUL	OPERATIVO
SUBGERENCIA DE INVERSION	MOTOCICLETA	RONCO	2	L3	2017	ROJO	OPERATIVO
SUBGERENCIA DE DESARROLLO VIAL	MOTOCICLETA	RONCO	2	L3	2017	ROJO	OPERATIVO
CONTROL PATRIMONIAL	MOTOCICLETA	SHINERAY	2	L3	2013	NEGRO	OPERATIVO
AGRO RURAL DE CAJAMARCA	CAMION 12 TON.	SCANIA	3	L3	1991	AZUL/PLATA	OPERATIVO

Nota. Datos obtenidos de la flota vehicular de la Municipalidad Provincial de Celendín (2023).

Tabla 11

Consumo de gasolina en la M.P.C - enero 2023

[illegible]

Tabla 12

Consumo de gasolina en la M.P.C – febrero 2023

[illegible]

Tabla 15

Consumo de gasolina en la M.P.C. – mayo 2023

[illegible]

Tabla 17

Consumo de gasolina en la M.P.C. – julio 2023

[illegible]

Tabla 18

Consumo de gasolina en la M.P.C. – agosto 2023

AGOSTO - GASOLINA																																
Nombre de área	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	CONSUMO
Acondicionamiento Territorial																																
Logística																																
Patrimonio																																
Centro De Terapia F Y R																																
CIAM Adulto Mayor							2							1							1		1									5
Defensa Civil									4						2									7								13
DEMUNA																																
Alcaldía								10							15														15			40
G. Desarrollo Social									5		5	5																				15
Gerencia De Administración Tributaria																																
Servicios Públicos																																
G. De Desarrollo Económico																																
GEDEMA - Parques Y Jardines	4	1		3				4	3					5	3	1	2				5			5				5	1	2	2	46
Limpieza Publica		12		11			10		10		11	1		10				11		1	10		11					10		13		128.5
Infraestructura																																
Mantenimiento									12														2									14
Notificaciones - Secretaria General									2		5				2						3											12
P.C.A								2																				2			3	7

Tabla 19

Consumo de gasolina en la M.P.C. – septiembre 2023

[illegible]

Notificaciones - secretaria general				1					1						2					1	2					7	
P.C.A									3	10																13	
Registro civil																				5						5	
Seguridad ciudadana														6					6							12	
SEMACEL	8		2 8			2			24	9		1	3		28	1		5			19		10	11			149
Servicios Comerciales				1																						1	
G de Desarrollo Ambiental																											
S.G. Ejecución Coactiva	2																									2	
S.G Fiscalización Tributaria			2						2						2											6	
S.G. Promoción Económica																											
S.G PROYECCION SOCIAL																											
S.G. RECAUDACION											2						3									5	
Planificación Y Presupuesto																											
BOMBEROS																											
ULE			2	2					2	2	1			2	2				2	2		1				18	
Almacén Central						3				5	4			1					5							18	
Asesoría legal																											
Imagen institucional																				1						1	
ATM	7		8		5	2			4	8				2					1		2					38.5	
Gerencia municipal						3											5	10			11					29	

Tabla 21

Consumo de gasolina en la M.P.C. – noviembre 2023

[illegible]

[illegible]

Tabla 22

Consumo de gasolina en la M.P.C. – noviembre 2023

[illegible]

Tabla 23

Consumo de diésel en la M.P.C. - enero 2023

[illegible]

Tabla 25

Consumo de diésel en la M.P.C. – marzo 2023

[illegible]

Tabla 26

Consumo de diésel en la M.P.C. – abril 2023

ABRIL - DIÉSEL																																	
Nombre de área	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	CONSUMO	
CIAM																																0	
Administración Y Finanzas					7		3						5	11					10		7				5	2							50
Alcaldía											6			8			6		15		5												40
Centro De Terapia F Y R																																	0
Contabilidad																		5									5						10
Acondicionamiento Territorial																							5										5
Defensa Civil																			4						2			1					7
Servicios Publicos																									2								0
G. Desarrollo Social																													7				7
S.G Programas Sociales E.S.L.O. (Liquidación De Obras)																																	0
																										3							3
GEDEMA				3						10			13	12			10	14	7										7	4			80
Infraestructura			10		10					10	5						18			5					10	10				10			88
G. Municipal			6								10		10						15							5				8			54
Imagen Institucional																																	0
Limpieza Publica			81			22				81			22				81			22					81			22		81			493
G De Desarrollo Ambiental																																	0
Control Ambiental																																	0
Mantenimiento																				45										98			143

Tabla 27

Consumo de diésel en la M.P.C. – mayo 2023

MAYO - DIÉSEL																																	
Nombre de área	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	CONSUMO	
CIAM										3					3																	6	
Administración Y Finanzas		1		6				5				9			5			8							8	5			5			51.5	
Alcaldía			15					6			18														5							44	
Centro De Terapia F Y R										5								5														10	
Contabilidad																							5			5						10	
Acondicionamiento Territorial																																0	
Defensa Civil			3												4				3												6	16	
Servicios Publicos																																0	
G. Desarrollo Social																																0	
S.G Programas Sociales																																0	
E.S.L.O. (Liquidación De Obras)																	10	10												5	25		
GEDEMA				5	8				6			7				9			6			12				7				4	6	70	
Infraestructura		10		2	9			30	5	10	10	5			10		10					10	10	10		10				5	7	153	
G. Municipal		8		15						10	8						13					8				10			8			80	

Tabla 28

Consumo de diésel en la M.P.C. – junio 2023

[illegible]

[illegible]

Tabla 29

Consumo de diésel en la M.P.C. – julio 2023

JULIO - DIÉSEL																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	CONSUMO
CIAM																																0
Administración Y Finanzas					2	6	7						5	4						5	6			6		10						51
Alcaldía			18							16			10				11		10	5			10		8		8					96
Centro De Terapia F Y R																																0
Contabilidad							7										5						3									15
Acondicionamiento Territorial																					4											4
Defensa Civil																																0
Servicios Publicos																																0
G. Desarrollo Social																																0
S.G Programas Sociales																																0
E.S.L.O. (Liquidación De Obras)																		12														12
GEDEMA					2		9		9	16	6	12	6	6		5		9							2	30	3					115
Infraestructura					18	7						10					10				6			10		4						65
G. Municipal					10					10	10		15	5			10				10			10		15				10	10	114.5
Imagen Institucional																																0
Limpieza Publica						22				81			22	9			81	15	22		2			81			22				81	438

[illegible]

Tabla 30

Consumo de diésel en la M.P.C. – agosto2023

[illegible]

Mantenimiento							221	50			281	30			258	30	399		444				271	20	314		232			134				2684
Maquinaria Y Equipo																																	0	
OCI																														10		5	15	
Oficina De Estudios																																	0	
Control Patrimonial																																	0	
P.C.A																								10									10	
Planificación Y Presupuesto																																	0	
Procuraduría												2											2		2								6	
GICA																																	0	
Programa Vaso De Leche		3					10	10						7		3																	33	
S.G Recursos Naturales Y Ga		6					10	10			6					6		3			6										25		72	
Recursos Humanos																																	0	
Seguridad Ciudadana	24			24			36			36	12	24		36		10	36		24	12	24		12		24	12	24		36		36		442	
SEMACEL	24	24		24			24	24	24	24	24	6		12	12	12	12	12	6		18	12	12	12	12	12	6		12	12	12	12		384
Servicios Comerciales																																	0	
S.G. Inversión	5	14		20	6		6				20			5	5	10	16	6			5	10	30						10	6			174	
S.G. Transporte Y CV																																	0	
Promoción Economica																																	0	
Atm																																	0	
Valoración De Residuos Solidos				6				6		4					6												7			4	6			39
Unidad Logistica																														6			6	

150

[illegible]

Tabla 31

Consumo de diésel en la M.P.C. – septiembre 2023

[illegible]

Mantenimiento																															0	
Maquinaria Y Equipo																															0	
OCI	10			26																			17			15					68	
Oficina De Estudios																															0	
Control Patrimonial																															0	
P.C.A																															0	
Planificación Y Presupuesto																															0	
Procuraduría					1	2					1					2	1						3								10	
GICA														11		6										6		5			28	
Programa Vaso De Leche				3																											3	
S.G Recursos Naturales Y Ga	16					6							6				5								5						38	
Recursos Humanos	1													1														1			3	
Seguridad Ciudadana			36		36			36	36			36		36	36					24			36		36			36			384	
SEMACEL	12	6		24	24	24	24	24	12		24	24	24	24	24	12		24	24	24	24	24	12		24	24	24	24	24	12		546
Servicios Comerciales																															0	
S.G. Inversión	10			25		5	13	5			4	5	10	5	5				14					5		5		13	10		134	
S.G. Transporte Y CV																															0	
Promoción Economica																															0	
Atm																	5							5				11			21	
Valoración De Residuos Solidos	4										3	2	10				6							7		6	9				47	

Tabla 32

Consumo de diésel en la M.P.C. – octubre 2023

[illegible]

Tabla 33

Consumo de diésel en la M.P.C. – noviembre 2023

NOVIEMBRE - Diésel																																	
Nombre de área	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	CONSUMO	
CIAM																																	
Administración Y Finanzas		8	8				8						6	8										9						10	6	62.5	
Alcaldía					20					18					8								5				18					69	
Centro De Terapia F Y R															6						3											9	
Contabilidad																																	
Acondicionamiento Territorial																																	
Defensa Civil																																	
Servicios Publicos																																	
G. Desarrollo Social			3										20									10	7									40	
S.G Programas Sociales																																	
E.S.L.O. (Liquidación De Obras)								7	5	10							7			10			10									49	
GEDEMA																																	
Infraestructura	7						8	5					45	63	25					50	25			18					7	12		265	
G. Municipal				12					5				10					5					12							11	15	69	
Imagen Institucional						10																	10									20	
Limpieza Publica			5				32		20	7			67	7		20	3			37	32		20				40	32		20		342	
G De Desarrollo Ambiental										25			42									4	3				10					84	

Tabla 34

Consumo de diésel en la M.P.C. – diciembre 2023

[illegible]

[illegible]

Ing. M.Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI
ASESOR

Bach. VALDIVIA ESCUADRA OSWALDO CESAR
TESISTA