

**Determinación de la Huella de Carbono en la Alcaldía del Municipio de Pailitas**  
**Departamento del Cesar**

Presentado por:

Janier Alfredo Barrios Acevedo

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Programa de Ingeniería Ambiental

Pamplona Norte de Santander

2021

**Determinación de la Huella de Carbono en la Alcaldía del Municipio de Pailitas**

**Departamento del Cesar**

Presentado por:

Janier Alfredo Barrios Acevedo

Director:

Héctor Uriel Rivera Alarcón

Msc. Ingeniería Ambiental

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Programa de Ingeniería Ambiental

Pamplona Norte de Santander

2021

### **Agradecimientos**

A la universidad de pamplona, principalmente a la facultad de ingenierías y arquitectura.

Profesores de la universidad de pamplona por sus conocimientos y afecto brindado en la formación profesional.

Alcaldía del municipio de Pailitas departamento del Cesar por expresar las facilidades para la elaboración del proyecto de pasantías.

Compañeros universitarios por el apoyo servido en cada semestre matriculado.

Especialmente a mi familia por depositar su confianza en mí y creer en cada proyecto que me propongo “logro dedicado a cada uno de mis familiares”.

**Índice de Contenido**

<b>Agradecimientos</b> .....	3
<b>Introducción</b> .....	9
<b>1. Objetivos</b> .....	10
<i>1.1 Objetivo General</i> .....	10
<i>1.1 Objetivos Específicos</i> .....	10
<b>2. Resumen</b> .....	11
<b>3. Planteamiento Del Problema</b> .....	12
<b>4. Justificación</b> .....	12
<b>5. Marco Teórico y Antecedentes</b> .....	13
<i>5.1 Marco Teórico</i> .....	13
<i>5.2 Antecedentes</i> .....	16
<i>5.3 Marco conceptual</i> .....	18
<i>5.5 Marco Legal</i> .....	24
<b>5.5.1 Normativa</b> .....	25
<b>6. Metodología</b> .....	28
<i>6.1 Descripción de actividades y procesos</i> .....	28
<i>6.2 Huella de Carbono</i> .....	29
<i>6.2.1 Definición de los limites</i> .....	29
<i>6.2.2. Selección del año base</i> .....	31

6.2.3. <i>Identificación de emisiones</i> .....	32
6.2.4. <i>Cuantificación de emisiones</i> .....	36
<b>7. Resultados</b> .....	41
7.1 <b>Descripción de las Actividades y Procesos</b> .....	41
7.2 <b>Huella de Carbono</b> .....	41
7.2.1 <i>Definición de los Límites</i> .....	41
7.2.2 <i>Identificaciones de emisiones</i> .....	44
7.2.3. <i>Cuantificación de emisiones</i> .....	45
<b>8. Estrategias</b> .....	57
<b>9. Recomendaciones</b> .....	58
<b>10. Conclusiones</b> .....	60
<b>11. Referencias Bibliográficas</b> .....	61

**Índice de Ilustración**

Ilustración 1 - Instrumento de Planeación Ambiental.....	20
Ilustración 2 - Pailitas Cesar, Google Earth.....	23
Ilustración 3. - Pailitas Cesar, Google Eart – 2021 .....	23
Ilustración 4. - Palacio Municipal Pailitas Cesar - Autor, 2021 .....	24
Ilustración 5.- Metodología para la Determinación de la Huella de Carbono .....	28
Ilustración 6. - Mapa Organizacional, Alcaldía Municipal de Pailitas Cesar .....	42
Ilustración 7.- Diagrama Circular de Emisiones de Actividades.....	49
Ilustración 8.- Diagrama de Barra - Huella de Carbono por Combustible .....	50
Ilustración 9. - Gases de Efecto Invernadero (GEI) Ton CO2.....	54
Ilustración 10.- Diagrama de Barras, Huella de Carbono, Alcaldía de Pailitas.....	56
Ilustración 11. - Diagrama Circular, Huella de Carbono, Alcaldía de Pailitas.....	56

**Índice de Tabla**

Tabla 1. - Pasos para el Cálculo de la Huella de Carbono.....	29
Tabla 2. - Descripción de los Alcances.....	30
Tabla 3.- Fuentes de Emisiones Directas.....	32
Tabla 4. - Emisiones Indirectas por Energía.....	34
Tabla 5. - Fuentes de Emisiones Indirectas.....	35
Tabla 6.- Generalidades del Alcance.....	43
Tabla 7.- Identificación De Emisiones Gases De Efecto Invernadero GEI.....	44
Tabla 8.- Factores de Emisiones Directas GEI.....	45
Tabla 9.- Factor de Emisión DA*PCI.....	46
Tabla 10.- Densidad de los resultados del DA.....	46
Tabla 11.- Directrices de IPCC (2006).....	47
Tabla 12.- Calculo de Emisiones, (DA*PCG).....	47
Tabla 13.- Calculo de Emisiones.....	47
Tabla 14.- Emisión de Alcance I.....	48
Tabla 15.- Emisiones de CO2 por Actividades.....	49
Tabla 16.- Cuantificación de Emisiones Indirectas GEI por Energía (Alcance II).....	50
Tabla 17.- Emisiones Indirectas de GEI, (Alcance III) - Consumo de Papel.....	51
Tabla 18. - Consumo de Combustible por Viajes Laborales.....	51
Tabla 19. - Emisión del Diesel.....	52
Tabla 20. - Determinación de las Actividades (DA*PCI).....	52
Tabla 21. - Densidad del DA.....	52
Tabla 22. - Potencial de Calentamiento Global (PCG).....	53

Tabla 23. - Emision del Diesel (DA*PCG) .....	53
Tabla 24. - Calculo de Emisiones Diesel (Ton CO2, DA).....	53
Tabla 25. - Total de Ton CO2.....	54
Tabla 26. - Alcances y Descripción de Ton CO2 .....	55
Tabla 27. - Estrategias de Aplicación .....	57



### **Introducción**

La huella de carbono es el proceso mediante el cual se requiere cuantificar la emisión de los gases de efecto invernadero emitidos por los seres humanos al medio ambiente ya sea de manera directa o indirecta debido al desarrollo de actividades que tienen que llevar a cabo en la vida cotidiana, comprometiendo así la alcaldía del municipio de Pailitas departamento del Cesar a tomar conciencia, presentando resultados de la obtención de la huella de carbono para los meses de febrero marzo abril mayo del año 2021.

La huella de carbono se determinó en base a los lineamientos establecidos por la “Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa en entidades públicas del Distrito Capital” teniendo como referencia para la obtención de la huella de carbono la norma ISO 14064.

Se presentaron los resultados obtenidos en el siguiente informe en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes al alcance 1 2 y 3, en la alcaldía municipal de Pailitas Cesar.

## **1. Objetivos**

### ***1.1 Objetivo General***

Determinar mediante los estatutos del plan institucional de gestión ambiental (PIGA) la huella de carbono para los meses de febrero marzo abril y mayo generada en la alcaldía del municipio de Pailitas departamento del cesar.

### ***1.1 Objetivos Específicos***

- Describir las actividades y procesos realizados en cada una de las dependencias de la alcaldía del municipio de Pailitas Cesar.
- Determinar la huella de carbono generada en el proceso de las dependencias administrativas de dicha entidad.
- Diseñar estrategias para el cumplimiento de la normativa vigente y la concientización de los funcionarios a los cuales se les aplico el proceso.

## **2. Resumen**

El objetivo de este proyecto es determinar la huella de carbono de las dependencias administrativas de la alcaldía de PAILITAS CESAR, el cual nos sirva de base para disminuir el alcance negativo de los gases de efecto invernadero, siendo esta una propuesta para mejorar la calidad de vida y reducir los riesgos de salud de los funcionarios presentes donde se les dará a conocer el proceso y las consecuencia que esto conlleva, la metodología utilizada se llevara a cabo bajo la norma ISO 14064 la cual consta de unos lineamientos que se deben seguir para obtener como resultado los niveles de la huella de carbono.

Los resultados muestran el impacto de huella de carbono que genera el funcionamiento de la alcaldía de Pailitas cesar en cuanto a las diferentes actividades llevadas a cabo dentro de la misma, debido al consumo de energía eléctrica, papel, y combustible (gasolina, diésel y acpm). Identificando cuál de estas genera una mayor emisión de (GEI) a la atmosfera, implementando estrategias para mitigar o reducir este aporte.

### **3. Planteamiento Del Problema**

Se realizará un plan de seguimiento al PIGA, plan institucional de gestión ambiental, enfocados en el término de huella de carbono, donde se observará el cumplimiento de la normativa y plan de desarrollo con la finalidad de verificar y hacer cumplir los niveles permisibles de gases de efecto invernadero (GEI). Hoy en día estamos viendo una gran problemática a nivel mundial y local acerca de dicho tema, tanto a la hora de hablar de cambio climático, disminución de los recursos hídricos y demás impactos generados en el ámbito ambiental como personal, ya que en los últimos años la temperatura de la tierra ha aumentado significativamente por actividades antropogénicas en las cuales podemos encontrar, quema de combustibles fósiles, tala de bosques, emisiones emitidas por automóviles etc, donde los principales gases que intervienen en dichos procesos son el dióxido de carbono, metano, vapor de agua y óxido nitroso. Es por ello que se dará a conocer la huella de carbono en la alcaldía del municipio de Pailitas Cesar y factores que más intervienen en la generación de gases de efecto invernadero (GEI)

### **4. Justificación**

Es de suma importancia realizar dicho trabajo, dado que se conocerá la cantidad de gases ya mencionado anteriormente (dióxido de carbono). Obteniendo un indicador de gases de efecto invernadero generado en las dependencias de la administración municipal de Pailitas Cesar, a pesar de ser un pueblo pequeño la quema de basura, presencia de vehículos, tala de bosques etc. es alta, dicho estudio tiene como fin hacer cumplir los niveles permisibles de gases de efecto invernadero obtenidos mediante huella de carbono, beneficiando así a las personas en un futuro en cuanto a calidad de vida.

El cambio climático en Colombia se está viendo afectado durante décadas por las actividades humanas, al aumentar la concentración de gases de efecto invernadero la temperatura también aumentara, es aquí donde la huella de carbono juega un papel indispensable en cuanto al aumento de esta y demás beneficios, las temperaturas máximas dadas en Pailitas se encuentran entre los 34°C y 36°C alcanzando sensaciones térmicas de 41°C y 42°C, en caso de que no se esté cumpliendo la normativa vigente o máximos permisibles, esta temperatura podría aumentar en un futuro, hasta provocar afectaciones tanto en el medio ambiente como a las personas, es por esto que se determinara si Pailitas está cumpliendo o no dicha norma y dar a conocer a la entidad a cargo.

La pregunta a responder en dicho trabajo es la siguiente

¿Qué cantidad de gases de efecto invernadero son producidos en la alcaldía del municipio de Pailitas departamento del Cesar?

## **5. Marco Teórico y Antecedentes**

### ***5.1 Marco Teórico***

El efecto invernadero es generado debido a que la energía proveniente de la luz solar está formada por ondas de frecuencia altas que traspasan la capa atmosférica, sin mucha resistencia. La energía enviada hacia el exterior, desde la tierra está conformada por ondas de frecuencias bajas, Absorbida por gases dando origen al efecto invernadero, Haciendo que aumente la temperatura. De tal manera el efecto invernadero hace que la energía que llega a la tierra sea devuelta lentamente a la atmosfera nuevamente haciendo que esta permanezca un mayor tiempo junto a la superficie terrestre manteniendo su temperatura elevada. (Bolin, 1986)

El acelerado aumento de la temperatura es producto del efecto invernadero, por medio de emisiones de origen antrópico de GEI. La intensidad de los GEI depende específicamente del poder de radiación y el tiempo de permanencia de la molécula en la atmósfera, considerando los dos factores, al promedio de calentamiento que estos pueden causar se les denomina potencial de calentamiento global (PCG), el cual es obtenido y expresado en relación con el nivel de CO<sub>2</sub>, obteniendo unidades de CO<sub>2</sub> eq. (Valderrama, 2011)

Debido al significativo incremento en las concentraciones de los gases de efecto invernadero el medio ambiente se está viendo afectado conllevando al calentamiento global y consecuencias asociadas a esta, siguiendo la regla de que todo lo medible es manejable, la medición de los gases de efecto invernadero por los diferentes procesos llevados a cabo se expresa en la huella de carbono, las metodologías para la obtención de la huella de carbono están evolucionando convirtiéndose en una herramienta indispensable para la gestión de los gases de efecto invernadero. (Pandey, 2010)

La Norma ISO 14060 expresa con claridad la metodología para cuantificar, realizar seguimiento, informar y validar o verificar las emisiones y remociones de GEI. También beneficia a las organizaciones, los proponentes de proyectos y las partes interesadas de todo el mundo al proporcionar claridad y coherencia en la cuantificación, el seguimiento, la generación de informes y la validación o verificación de las emisiones y remociones de GEI.

La Norma ISO 14064-1 detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo, gestión e informe de los inventarios de GEI a nivel de la organización. Incluye requisitos para determinar los límites de emisión y remoción de GEI, cuantificar las emisiones y remociones de GEI de una organización e identificar acciones o actividades específicas de la empresa

destinadas a mejorar la gestión de GEI. También incluye requisitos y orientación sobre gestión de calidad de inventario, informes, auditoría interna y las responsabilidades de la organización en actividades de verificación.

La Norma ISO 14064-2 detalla los principios y requisitos para determinar la línea base y para el seguimiento, cuantificación e informe de las emisiones del proyecto. Se enfoca en proyectos de GEI o actividades basadas en proyectos específicamente diseñadas para reducir las emisiones de GEI y/o aumentar las remociones de GEI. Proporciona la base para que los proyectos de GEI se validen y verifiquen.

La Norma ISO 14064-3 detalla los requisitos para verificar las declaraciones de GEI relacionadas con los inventarios de GEI, los proyectos de GEI y la huella de carbono de productos. Describe el proceso de validación o verificación, incluida la planificación de validación o verificación, los procedimientos de evaluación y la evaluación de las declaraciones de GEI organizacionales, de proyectos y de productos.

La Norma ISO 14065 define los requisitos para los organismos que validan y verifican las declaraciones de GEI. Sus requisitos cubren los procesos de imparcialidad, competencia, comunicación, validación y verificación, apelaciones, quejas y el sistema de gestión de los organismos de validación y verificación. Se puede utilizar como base para la acreditación y otras formas de reconocimiento en relación con la imparcialidad, competencia y coherencia de los organismos de validación y verificación.

La Norma ISO 14066 especifica los requisitos de competencia para los equipos de validación y verificación. Incluye principios y especifica los requisitos de competencia en función de las tareas que los equipos de validación o de verificación deben poder realizar.

El Informe Técnico ISO/TR 14069 ayuda a los usuarios en la aplicación de la Norma ISO 14064-1, proporcionando directrices y ejemplos para mejorar la transparencia en la cuantificación de las emisiones y la presentación de informes. No proporciona una guía adicional a Norma ISO 14064-1.

## ***5.2 Antecedentes***

### **5.2.1 Internacional.**

Según (Arias Lorenzo, 2020), estudiantes; Arias Lorenzo y Dayana Meylin de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Perú. Desarrollaron y determinaron la huella de carbono en las actividades administrativas correspondiente a la municipalidad distrital de Carhuamayo – Provincia de Junín, y de tal manera determinar los gases de efecto invernadero en vigencia 2018. Los resultados obtenidos indican la cantidad de emisiones generadas en el periodo de estudio de 93.68 Ton CO<sub>2</sub>, de producto de alcance, emisiones directas por la quema de combustibles fósiles, seguido de 35.43 Ton CO<sub>2</sub> consumo de combustible diésel, para la gasolina con un valor de 58.25 Ton CO<sub>2</sub>, emisiones directas con un total de 21.0856 Ton CO<sub>2</sub>/año, el valor de consumo eléctrico de la municipalidad es 14.623 Ton CO<sub>2</sub>/año.

El informe elaborado por (Peláez, 2012), donde determinaron de la huella de carbono en las municipalidades de andaluces, España para la época 2007. Donde los resultados obtenidos de demuestran un aumento del 8% de la última determinación en aplicación a la firma del protocolo de Kioto - 1990. Las emisiones de gases de efecto invernadero corresponden al consumo eléctrico de (17.834.642 Ton CO<sub>2</sub>/año) y al tráfico (17.372.113 Ton CO<sub>2</sub>/año) por encima de los otros sectores evaluados; Por lo tanto, se realizó un pacto de alcaldes para oficializar los



compromisos de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante actuaciones de eficiencia energética y uso racional de las energías renovables.

### **5.2.2 Nacional.**

El Ministerio de Cultura Nacional de Colombia (Cultura, 2016), realizó un informe de medición de la huella de carbono para la cuantificación de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) liberadas de forma directa e indirecta de las actividades realizadas dentro de sus instalaciones para la vigencia 2019. Se implementó la metodología de la norma ISO 14064-1 2006, la cual permitió la identificación de factores de consumo excesivos para su parámetro. Los datos obtenidos de emisiones directas estimados en 76.39 Ton CO<sub>2</sub> equivalente al 16.38%. seguido de las emisiones indirectas cuyo valor de consumo es 343,91 Ton CO<sub>2</sub> equivalente al 73.76%.

Se realizó la evaluación de la huella de carbono y huella hídrica en la municipalidad de Santiago de Cali – Colombia, con el fin de cuantificar el uso dentro de las instalaciones y operaciones a través del consumo energético, la eficiencia y la aplicación de estrategias renovables que permitan la reducción de la Huella de Carbono y mejorar el sistema de gestión de agua. De acuerdo a los análisis y metodología implementada en la norma ISO 14064, se obtuvo un valor de 9.553 ton CO<sub>2</sub>e de emisiones provenientes del consumo de energía eléctrica de 29.000 hogares urbanos en un lapso de tiempo de un año. Se desarrollaron estrategias para el ahorro monetario, costo de implementación, reducción de la huella y la visibilidad política. Asimismo, los avances se reportaron de forma obligatoria como lo estipulan la norma internacional. ((SASA), 2016)

### **5.2.3 Local.**

Para la localidad de estudio, no se evidencia información relacionada a la medición de la huella de carbono en toda la jurisdicción municipal de Pailitas. Por lo tanto, el presente informe es el inicio de las determinaciones de análisis de estudio, permitiendo determinar la generación de CO<sub>2</sub> dentro del palacio municipal, con factores de consumo como; (Energía eléctrica, Combustible y papel) para las diversas actividades instituciones y prestación del servicio público.

### ***5.3 Marco conceptual***

**Plan Institucional de Gestión Ambiental.** El PIGA es el instrumento de planeación que parte del análisis de la situación ambiental institucional, con el propósito de brindar información y argumentos necesarios para el planteamiento de acciones de gestión ambiental que garanticen primordialmente el cumplimiento de los objetivos de ecoeficiencia establecidos en el Decreto 456 de 2008, entre otras acciones ambientales que contemplen las entidades y aporten a la totalidad de los objetivos ambientales establecidos en el PGA. De esta manera se pretende avanzar hacia la adopción e implementación de sistemas integrados de gestión, que, en materia ambiental, se basan en la norma técnica NTC-ISO 14001; y que se debe realizar de manera gradual conforme a la evolución del instrumento en las entidades del Distrito. (Ambiente S. D., 2018)

**Huella de Carbono.** (Ambiente S. D., 2015), La Huella de Carbono Corporativa se puede determinar usando diferentes metodologías. Sin embargo, se propone unificar su cálculo a través de la metodología del GHG (Protocolo de Gases Efecto Invernadero), la cual permite: 1. Delimitar las fuentes de emisiones directas e indirectas, 2. Mejorar el reporte de información y,

3. Proveer datos útiles para definir políticas o planes en relación con el cambio climático y las metas organizacionales

De igual manera, se considerarán los principios que propone dicha metodología:

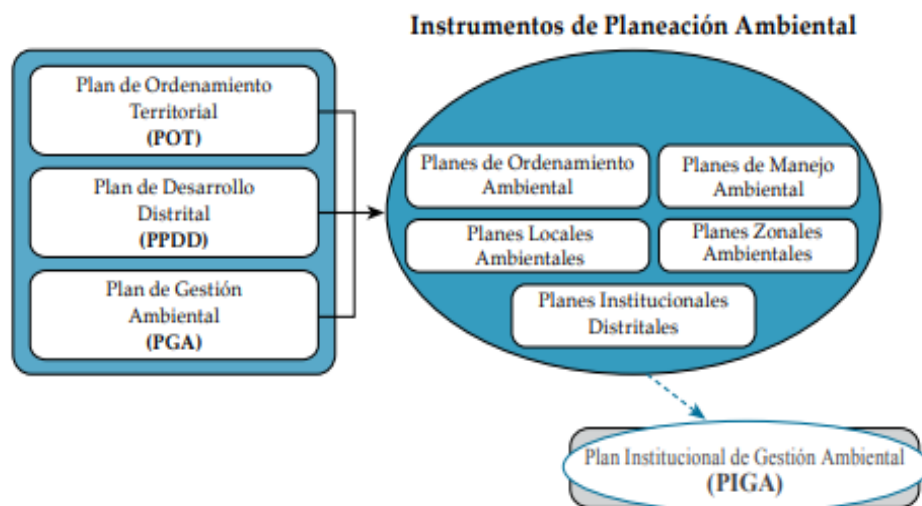
1. Relevancia: refleja de forma apropiada las emisiones
2. Integridad: abarca todas las fuentes de emisión relevantes
3. Consistencia: emplea la misma metodología a lo largo del tiempo
4. Transparencia: precisa con claridad la metodología, el cálculo y las fuentes
5. Precisión: reduce cada vez más la incertidumbre.

**Gases de Efecto Invernadero.** ((OBP), 2018), Son compuestos químicos en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso(N<sub>2</sub>O) que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera, Los gases efecto invernadero (GEI) contribuye al efecto invernadero intensificando sus efectos sobre el clima en la medida que aumentan.

El efecto invernadero se origina porque la energía que llega del sol está formada por ondas de frecuencias altas que traspasan la atmósfera, sin mucha resistencia. La energía remitida hacia el exterior, desde la Tierra está formada por ondas de frecuencias más bajas, y es absorbida por los gases, produciendo el efecto invernadero. Esta retención de la energía hace que la temperatura aumente. En forma simple el efecto invernadero provoca que la energía que llega a la Tierra sea devuelta más lentamente, por lo que es mantenida más tiempo junto a la superficie elevando la temperatura.

**Planeación Ambiental.** La planeación ambiental es un campo de estudio que desde 1970 se ha ocupado de la administración colectiva de una sociedad determinada a lo largo de sus recursos que en definitiva incluye los de todo el planeta. El objetivo de la planeación ambiental es el de integrar la planeación del sector público con la problemática ambiental y proporcionar un marco de trabajo integral que facilite la toma de decisiones a fin de garantizar el desarrollo sostenible. (D.C., 2008)

**Instrumentos Operativos de Planeación Ambiental.** Son los instrumentos que operativizan e implementan de manera directa el Plan de Gestión Ambiental, a través de la formulación y seguimiento de planes de acción de corto plazo, cuyos principales responsables son las entidades distritales. Dentro de estos instrumentos se encuentran el Plan de Acción Cuatrienal Ambiental - PACA, los Planes Ambientales Locales - PAL y los Planes Institucionales de Gestión Ambiental – PIGA. (D.C., 2008)



*Ilustración 1 - Instrumento de Planeación Ambiental*

Según la secretaria distrital de ambiente (2013) define los siguientes términos:

**Emisión directa de GEI.** emisión de GEI proveniente de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización.

**Emisión de gases de efecto invernadero.** Masa total de un GEI liberado a la atmosfera en un determinado periodo.

**Emisión directa de gases de efecto invernadero.** emisión de GEI proveniente de fuentes GEI que pertenecen o son controladas por la organización.

**Emisión indirecta de gases de efecto invernadero por energía.** emisiones provenientes de la generación de electricidad, consumido por la organización

**Potencia de calentamiento global (PCG).** factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una unidad con base en la masa de un GEI determinado, con relación a la unidad equivalente de dióxido de carbono en un periodo determinado.

**Equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e).** unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el dióxido de carbono. El equivalente de dióxido de carbono se computa utilizando la masa de un GEI determinado, multiplicado por su potencial de calentamiento global

**Sumidero de gases de efecto invernadero.** Unidad o proceso que remueve un GEI de la atmosfera

**Organización.** Compañía, corporación, firma empresa. Autoridad o institución o una parte o combinación de ellas, ya esté constituida formalmente o no, sea pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración.

**Incertidumbre.** Parámetro asociado con el resultado de la cuantificación que caracteriza la dispersión de los valores que se podría atribuir razonablemente a la cantidad cuantificada

**Instalación:** Instalación única, conjunto de instalaciones o procesos de producción (estáticos o móviles), que se pueden definir dentro de un límite geográfico único, una unidad de la organización o un proceso de producción

**Mix energético.** Es el conjunto de tecnologías usadas para la satisfacción de la demanda eléctrica a cada instante en el país.

**Parte responsable.** Persona responsable de proporcionar la declaración sobre los GEI y la información de soporte sobre los GEI

**Factor de emisión o remoción de GEI.** Factor que relaciona los datos de la actividad con las emisiones o remociones de GEI

**Otras emisiones o remociones de GEI.** Emisiones de GEI diferente de la emisión indirecta de gases de efecto invernadero por energía, que es una consecuencia de las actividades de la organización, pero que se origina en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones.

#### ***5.4 Marco Contextual***

La determinación de la huella de carbono se llevará a cabo en el municipio de Pailitas cesar, específicamente en la alcaldía municipal ubicada en la Carrera 6 No 5-86 Barrio Centro de este municipio que precisamente, se encuentra ubicado al nordeste de Colombia en el departamento del cesar. Se sitúa a 226 kilómetros de la capital departamental, Valledupar. Limitando al sur con pelaya, al este con el departamento del norte de Santander, al norte con Chimichagua, y al oeste con Tamalameque, la extensión del municipio es de 512 km<sup>2</sup> con una población considerable de 22083 habitantes. En cuanto a las coordenadas geográficas su latitud es de 8.967, longitud -73.633, latitud 8°58'1" norte, y longitud 73°37'59" oeste.

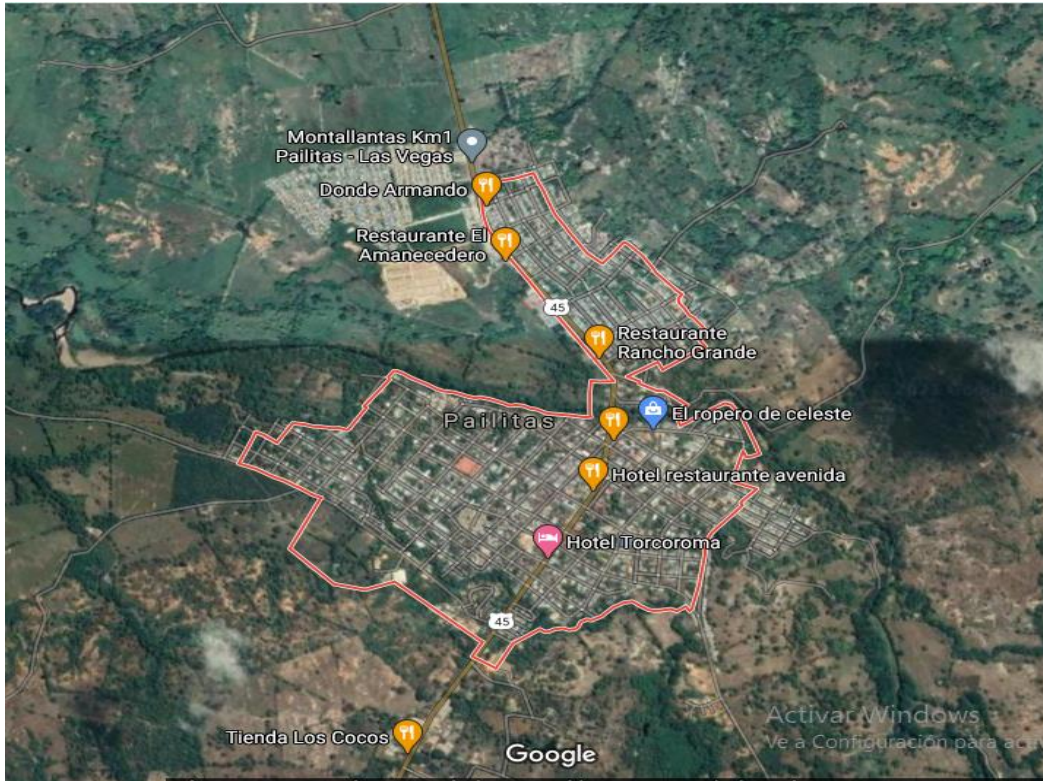


Ilustración 2 - Pailitas Cesar, Google Earth

La Alcaldía de Pailitas Cesar tiene coordenadas  $8^{\circ}57'25''$  de latitud norte y  $73^{\circ}37'23''$  longitud oeste, con dirección Carrera 6 No 5-86 Barrio Centro de este municipio.

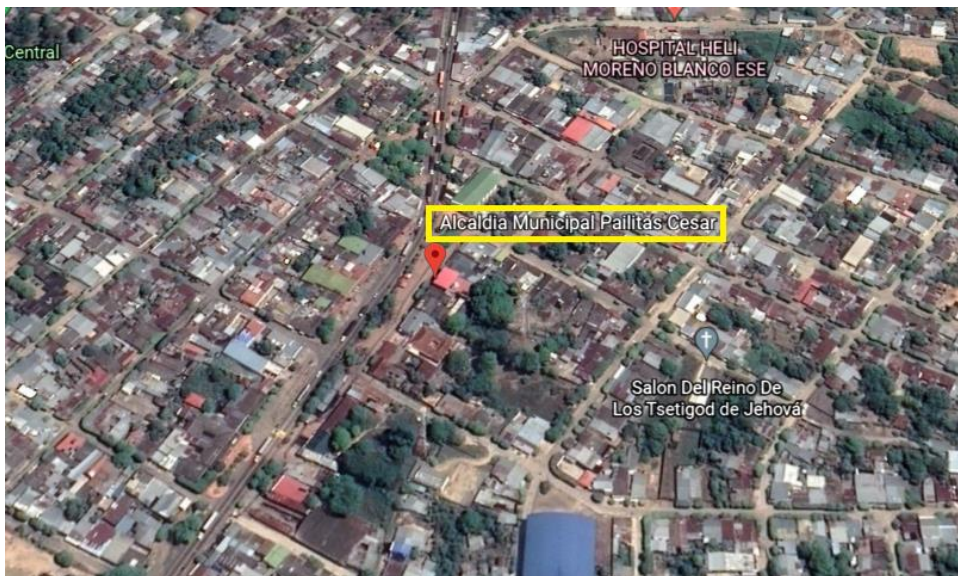


Ilustración 3. - Pailitas Cesar, Google Eart – 2021





*Ilustración 4. - Palacio Municipal Pailitas Cesar - Autor, 2021*

### **5.5 Marco Legal**

#### **Norma ISO 14001.**

La certificación ISO 14001 – Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) es una norma internacional que permite a las empresas demostrar el compromiso asumido con la protección del medio ambiente a través de la gestión de los riesgos medioambientales asociados a la actividad desarrollada. Al asumir la responsabilidad ambiental, además de la reducción del impacto ambiental procedente de su actividad, se proyecta y se refuerza la imagen comercialmente sostenible de la empresa.

La certificación ISO 14001 se basa en la metodología del ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) y utiliza terminología y lenguaje de gestión conocida, presentando una serie de beneficios para la organización, en particular:



Compromiso medio ambiental: Las empresas y organizaciones que recurren a la certificación ISO 14001 demuestran de esta manera su compromiso con una gestión sostenible, asegurando la mejora del desempeño de las mismas. La incorporación de cuestiones ambientales en la gestión de la organización y el aumento de la participación de la gestión superior y de los colaboradores en la gestión ambiental, posibilita la ejecución exitosa de los objetivos estratégicos.

Mejora de la performance: La conformidad con la ISO 14001: 2015 permite la mejora y optimización de la gestión de recursos a través del uso racional de los mismos y de este modo reduciendo la probabilidad de ocurrencia de riesgos ambientales, como por ejemplo emisiones o derrames.

Gestión de la reputación de su empresa: Al demostrar altos niveles de cumplimiento medioambiental y reducir los riesgos de incumplimiento y las consecuentes penalizaciones, las organizaciones comprueban sus valores y su compromiso con el medio ambiente. Las ventajas competitivas de la mejora de la imagen se reflejan no sólo a nivel de mercado externo, sino también a nivel interno, concienciando y motivando a sus colaboradores.

### **5.5.1 Normativa**

Decreto 456 de 2008 por el cual se reforma el plan de gestión ambiental del distrito capital y se dictan otras disposiciones.

Decreto 815 de 2017 por el cual se establecen lineamientos para la formulación e implementación de los instrumentos operativos de planeación ambiental del distrito PACA, PAL y PIGA y se dictan otras disposiciones

Resolución No 00242 de 2014 por el cual se adoptan los lineamientos para la formulación, concertación, implementación, evaluación, control y seguimiento del plan institucional de gestión ambiental (PIGA)

Decreto 165 del 2015 por el cual se reglamenta la figura de gestor ambiental para las entidades distritales previstas en el acuerdo 333 de 2008 y se dictan otras disposiciones.

Protocolo de Kioto compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero 11 diciembre 1997.

ISO elabora documentos que apoyan la transformación del conocimiento científico en herramientas que ayudarán a abordar el cambio climático. Las iniciativas de GEI sobre mitigación se basan en la cuantificación, seguimiento, informe y verificación de emisiones y/o remociones de GEI.

La Norma ISO 14064-1 detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo, gestión e informe de los inventarios de GEI a nivel de la organización.

Incluye requisitos para determinar los límites de emisión y remoción de GEI, cuantificar las emisiones y remociones de GEI de una organización e identificar acciones o actividades específicas de la empresa destinadas a mejorar la gestión de GEI.

También incluye requisitos y orientación sobre gestión de calidad de inventario, informes, auditoría interna y las responsabilidades de la organización en actividades de verificación.

La Norma ISO 14064-2 detalla los principios y requisitos para determinar la línea base y para el seguimiento, cuantificación e informe de las emisiones del proyecto. Se enfoca en proyectos de GEI o actividades basadas en proyectos específicamente diseñadas para reducir las

emisiones de GEI y/o aumentar las remociones de GEI. Proporciona la base para que los proyectos de GEI se validen y verifiquen.

La Norma ISO 14064-3 detalla los requisitos para verificar las declaraciones de GEI relacionadas con los inventarios de GEI, los proyectos de GEI y la huella de carbono de productos. Describe el proceso de validación o verificación, incluida la planificación de validación o verificación, los procedimientos de evaluación y la evaluación de las declaraciones de GEI organizacionales, de proyectos y de productos.

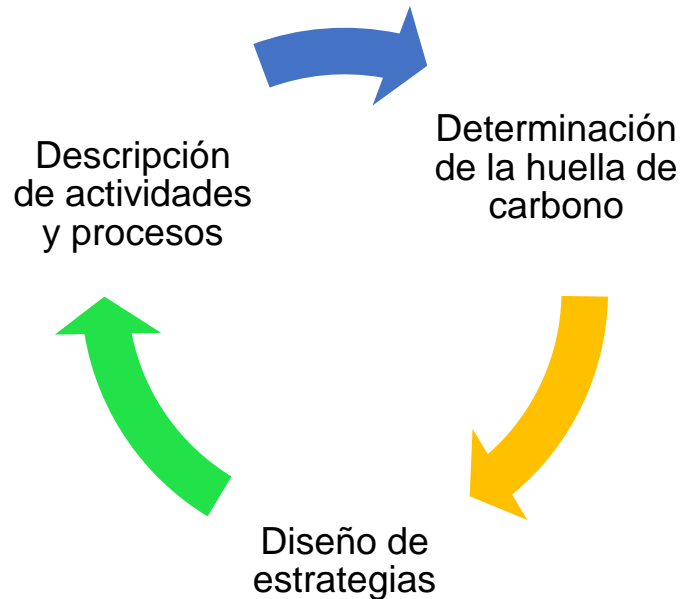
La Norma ISO 14065 define los requisitos para los organismos que validan y verifican las declaraciones de GEI. Sus requisitos cubren los procesos de imparcialidad, competencia, comunicación, validación y verificación, apelaciones, quejas y el sistema de gestión de los organismos de validación y verificación. Se puede utilizar como base para la acreditación y otras formas de reconocimiento en relación con la imparcialidad, competencia y coherencia de los organismos de validación y verificación.

La Norma ISO 14066 especifica los requisitos de competencia para los equipos de validación y verificación. Incluye principios y especifica los requisitos de competencia en función de las tareas que los equipos de validación o de verificación deben poder realizar.

Este documento define los principios, requisitos y directrices para la cuantificación de la huella de carbono de productos. El objetivo de este documento es cuantificar las emisiones de GEI asociadas con las etapas del ciclo de vida de un producto, comenzando con la extracción de recursos y el abastecimiento de materia prima y extendiéndose a través de las etapas de producción, uso y finalización de la vida del producto

## 6. Metodología

Conociendo los objetivos planteados de dicho proyecto se llevará a cabo la siguiente metodología que consta:



*Ilustración 5.- Metodología para la Determinación de la Huella de Carbono*

### 6.1 Descripción de actividades y procesos

Se realizó un estudio de cuáles eran los factores o fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero que se veían involucradas en el funcionamiento de la alcaldía del municipio de Pailitas cesar para los meses de febrero marzo abril y mayo del 2021 conociendo la estructura organizacional de la entidad.

## 6.2 Huella de Carbono

Se utiliza la metodología tomando como diseño la NTC ISO 14064, para calcular la huella de carbono en la alcaldía de Pailitas cesar. Tomando en cuenta los siguientes pasos que se encuentran descritos en la tabla mostrada a continuación.

Tabla 1. - Pasos para el Cálculo de la Huella de Carbono

ETAPA	DETALLE
<b>1. Definición de los límites</b>	Límites organizacionales Límites operativos
<b>2. Selección del año base</b>	
<b>3. Identificación de las emisiones</b>	Emisiones directas (Alcance I)  Emisiones indirectas (Alcance II)  Otras emisiones indirectas (Alcance III)
<b>4. Cuantificación de las emisiones</b>	Cuantificación de emisiones Cuantificación de remociones Elección herramienta de calculo

### 6.2.1 Definición de los límites

**Basado en la norma ISO 14064 del 2006 (2012) se pueden ver definidos los límites.** Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones. 14064-1:2006, 1(UNE-ISO), 106.

**6.2.1.1. Límites organizacionales.** La organización puede estar compuesta por una o más instalaciones, definida en la selección de límites organizacionales, las emisiones generadas se contabilizarán dentro del inventario de las instalaciones.

**Organización.** Compañía, corporación, empresa o institución o combinación entre ellas, sea pública o privada, que tenga sus propias funciones y administración

**Instalación.** Instalación única o en conjunto, o Procesos de producción definidos dentro de un límite establecido, unidad de la organización.

**6.2.1.2. Límites operacionales.** En los límites operativos se delimitan las fuentes de emisiones de GEI que se incluye en el inventario, Por lo cual los GEI que se desean considerar se implantan en el protocolo de kyoto donde tenemos. CO<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC<sub>s</sub> y PFC<sub>s</sub>. De acuerdo a la norma, las emisiones/ remociones se consideran tres grupos (Alcance I, II y III según GHG protocolo).

Tabla 2. - Descripción de los Alcances

<b>ALCANCE</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>REQUISITO</b>
<i>Alcance I: Emisiones y Remociones directas de GEI</i>	Emisiones de GEI provenientes de fuentes que pertenecen o son controladas por la organización	Considerar 100% de emisiones de GEI
<i>Alcance II: Emisiones indirectas de GEI por energía</i>	Emisiones de GEI que provienen de la generación de electricidad, calor de vapor de origen externo consumidos por la organización	Considerar 100% de emisiones de GEI

<b>Alcance III: Otras emisiones indirectas de GEI</b>	Emisiones de GEI diferentes de la emisión indirecta de GEI por energía, que es consecuencia de las actividades de la organización, pero que se origina en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones	Seleccionar las fuentes de emisiones de GEI que se deben incluir en el inventario
---	--	---

**6.2.1.3. Exclusiones.** La norma permite ejecutar exclusiones justificadas de fuentes de emisión. La exclusión puede corresponder a incapacidad técnica para la obtención o a que su comunicación no es oportuna (por su irrelevancia dentro del conjunto). Como criterio general para clasificar una fuente como no pertinente, se propone utilizar el criterio de que se podrán excluir del inventario las fuentes de emisión que supongan menos de un 1% de las emisiones totales, siempre y cuando la suma de todas las exclusiones no supere el 5% de las emisiones totales. Para ello habrá que hacer el cálculo preliminar adecuado.

### **6.2.2. Selección del año base**

Este dado por el Período histórico especificado, con el objetivo de comparar las emisiones o remociones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un determinado período de tiempo, El objetivo de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 es la comparación con uno mismo, analizando la evolución o desarrollo de las emisiones a lo largo de una serie de tiempo. El primer año de dicha serie tiempo es el año base.

El año base puede ser, un año físico, o un promedio de un periodo más dilatado en el tiempo. Para este año base hay que realizar un inventario de GEI utilizando el mismo alcance y la misma metodología que se utilizará en el futuro para el cálculo del inventario. En cualquier

caso, el año base debe permitir una comparación significativa y consistente de las emisiones a lo largo del tiempo.

### 6.2.3. Identificación de emisiones

**6.2.3.1. Identificación de emisiones y remociones directas de GEI.** Incluye el tipo de emisiones directas procedentes de fuentes que posee o controla el sujeto que genera la actividad mostrados a continuación.

Las emisiones directas incluyen las emisiones derivadas de.

- ❖ Combustión de combustible.
- ❖ Transporte de flota dentro de los límites de la organización.
- ❖ Emisiones de procesos. Ejm Emisiones de CO<sub>2</sub> producidas en el proceso de descarbonatación del CO<sub>3</sub>Ca para la producción del Cemento.
- ❖ Emisiones fugitivas. Ejm Emisiones de gases fluorados procedentes de posibles escapes de los equipos de refrigeración.

En la siguiente tabla se presenta una lista de las fuentes de emisiones directas más frecuentes:

Tabla 3.- Fuentes de Emisiones Directas

EMISIONES DIRECTAS				GEI asociados					
Tipo	Fuentes de emisión	Notas	Dato de actividad	CO2	CH4	N2O	SF6	PFC	HFC
Combustión fija	Motores de producción de electricidad (incluyendo grupos electrógenos)	Incluyendo el encendido periódico de mantenimiento	Consumo de combustible	X	X	X			



Combustión fija	Caldera	Utilización	Consumo de combustible	X	X	X			
Combustión fija	Hornos	Incluyendo hornos de proceso	Consumo de combustible	X	X	X			
Combustión móvil	Motores de vehículos	Incluyendo carretillas	Consumo de combustible o Km recorridos	X	X	X			
Proceso	Proceso industrial de transformación química que libere GEI	Para más detalle ver anexo D del GHG protocolo	Mediciones de emisiones / parámetros representativo del proceso	X	X	X	X	X	X
Emisiones fugitivas	Tanques y sistemas de distribución de gases	Venteos, Fugas por acople defectuoso de equipos, accidentes	Cálculo de fugas		X				
Emisiones fugitivas	Equipos de climatización	Fugas de fluido refrigerante	Recarga de fluido					X	X
Emisiones fugitivas	Equipos de extinción de incendios por gases	Uso de emergencias	Recarga de fluido					X	X
Emisiones fugitivas	Aislamiento en subestaciones eléctricas	Fugas de fluido aislante	Recarga de fluido				X		
Descomposición de materia Orgánica	Compostaje		Mediciones de emisiones	X	X	X			
Descomposición de materia Orgánica	Vertederos		Mediciones de emisiones	X	X	X			
Descomposición de materia Orgánica	Tratamiento de aguas residuales		Mediciones de emisiones	X	X	X			

**6.2.3.2. Identificación de emisiones indirectas de GEI por energía.** Contienen las emisiones debido al consumo de energía eléctrica y a su vez del consumo de emisiones de calor, vapor y refrigeración que consumen dentro de los límites de la entidad, empresa u organización, pero que adquieren externamente.

Es necesario identificar aquellos equipos que consuman.

*Tabla 4. - Emisiones Indirectas por Energía*

<i>Emisiones indirectas por energía</i>
1. Electricidad
2. Calor
3. Vapor
4. Frio industrial

**6.2.3.2 Identificación de otras emisiones indirectas de GEI.** Se establecen el resto de emisiones indirectas derivadas de adquisición de materiales y combustibles, actividades relacionadas con el transporte que no se encuentre dentro del límite de la organización o entidad, para identificar dichas fuentes de emisión se debe identificar procesos fuera de los límites de la organización consecuencia de dichas actividades como, combustión fija o móvil de materiales con base de carbono, proceso de transformación química en el que se genere y libere un GEI, emisiones fugitivas y se den emisiones de descomposición de materia orgánica de residuos.

En la siguiente tabla se presenta una lista de las fuentes de emisiones indirectas mas frecuentes.

Tabla 5. - Fuentes de Emisiones Indirectas.

EMISIONES INDIRECTAS				GEI asociados					
Tipo	Fuentes de emisión	Notas	Dato de actividad	CO2	CH4	N2O	SF6	PFC	HFC
Combustión fija	Energía para la extracción y refinado de combustibles	Requiere análisis de ciclo de vida del combustible	Consumo de combustible	X	X	X			
Combustión fija	Energía para la extracción, producción y manufactura de productos	Requiere análisis de ciclo de vida del producto	Consumo de producto	X	X	X			
Combustión móvil	Energía para el transporte de combustible	Requiere análisis de ciclo de vida del combustible	Consumo de combustible	X	X	X			
Combustión móvil	Energía para el transporte de productos, materias primas y residuos	Puede requerir análisis de ciclo de vida del producto (incluyendo agua potable)	Consumo de combustible /Km // producción // consumo de productos	X	X	X			
Combustión móvil	Movilidad de los empleados, clientes y viajes de negocios con vehículos fuera del alcance de la organización		consumo de combustible /Km recorrido	X	X	X			
Proceso	Emisiones de procesos derivadas de la extracción, producción y manufactura de productos	Requiere análisis del ciclo de vida del producto	Consumo de productos	X	X	X	X	X	X
Emisiones fugitivas	Emisiones fugitivas derivadas de la extracción y refinado de combustibles	Requiere análisis del ciclo de vida del combustible	Consumo de combustible	X	X	X		X	X

Emisiones fugitivas	Emisiones fugitivas derivadas de la extracción, producción y manufactura de productos	Requiere análisis del ciclo de vida del producto	Consumo de productos	X	X	X		X	X
Descomposición de materia Orgánica	Gestión externa de residuos y aguas residuales		Producción de residuos y aguas residuales	X	X	X			

#### 6.2.4. Cuantificación de emisiones

Según la norma ISO 14064 del 2006 (2012) la cuantificación de emisiones se plantea en dos pasos.

1. Se realiza la obtención de la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) en unidades de (Toneladas de GEI) a partir de algún tipo de dato de actividad. Es aplicable en fuentes de emisiones donde exista un proceso de transformación química como combustión fija o móvil emisión de procesos o emisión por degradación de materia orgánica, emisiones indirectas por el consumo de electricidad adquirida y emisiones asociadas al ciclo de vida de los materiales. Si existe alguna medida propia de la emisión producida en masa o volumen de GEI generado se pasaría al segundo paso.

$$\text{Emisiones de GEI (t GEI)} = \text{Dato de actividad} * \text{Factor emisión}$$

Donde.

**Dato de actividad.** Medida de la actividad que produce una emisión, si la combustión es por fuente fija se expresa en unidades de energía (TJ) y se calcula como el resultado del consumo de combustible (masa o volumen) y el poder calorífico inferior (PCI), se utiliza el PCI y no el poder calorífico superior (PCS) ya que los factores de emisión dadas por unidad de energía estas basadas al PCI.

Ya para combustiones móviles si no se tiene o se cuenta con el consumo del combustible para operar similar a las fuentes fijas, se utiliza el dato de la actividad referentes a la distancia recorrida (Km), y en caso de emisiones de procesos el dato de la actividad será un dato representativo del proceso como producción (masa o volumen), o consumo determinado de materia prima.

En caso de la electricidad, el dato de actividad será el consumo de energía eléctrica generado en la instalación en unidades de (Kwh).

**Factor de emisión.** Viene expresado en toneladas de GEI /unidad (dependiendo la unidad de las unidades del dato de actividad). el factor de emisión depende del tipo y características del proceso de transformación química y tipo de combustible. Igualmente, existen factores de emisión sectoriales, para los procesos productivos, factores de emisión por degradación de materia orgánica y factores de emisión por distancia recorrida para distintos tipos de vehículos.

Por último, cada comercializadora de electricidad, dispone de su propio factor de emisión de la red por cada kWh eléctrico comercializado. Se utilizarán en todos los casos, factores de emisión que incluyan ya el factor de oxidación de los combustibles (factor que tiene en consideración la existencia de ineficacias en cualquier proceso de combustión que se traducen en contenidos de carbono sin quemar o parcialmente oxidado como hollín o cenizas).

2. Se realiza la conversión de los datos de emisión (Toneladas de GEI) a (Toneladas de CO<sub>2</sub> eq). es aplicable, además de las emisiones calculadas en el paso anterior mediante factores de emisión, a fuentes de emisión donde no exista un proceso de transformación química (emisiones fugitivas), o donde el dato de una medida directa (más o volumen de GEI)

$$\text{Emisiones (t CO}_2 \text{ eq)} = \text{Dato de emision} * \text{Potencial de calentamiento global}$$

Donde.

**Dato de emisión.** Es la medida de la emisión producida. Se dispone de este dato dado que se conoce la masa de emisiones fugitivas (por ejm en el caso de recargas de fluidos refrigerante) dado que se dispone de una medición (por ejm realización de la medición continua de CH<sub>4</sub> emitido) dado el factor de emisión utilizado en el paso anterior en unidades diferentes a CO<sub>2</sub> eq.

**Potencial de calentamiento global (a 100 años).** Factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una unidad con base en la masa de un GEI determinado. Con relación a la unidad equivalente de CO<sub>2</sub> en un periodo de 100 años. Expresado en toneladas de CO<sub>2</sub> eq / t GEI (existe un factor para cada tipo de GEI).

En el caso de generación de energía eléctrica por parte de la entidad, empresa u organización, la norma UNE-ISO 14064-1:2006 no acepta la resta de emisiones derivadas de la venta de energía eléctrica a la red, sea de la fuente que sea, debiendo reportar las emisiones de la electricidad comprada (alcance 2) y las derivadas de la generación de energía eléctrica (alcance 1). Se considera que ese efecto queda reflejado en una disminución de las necesidades energéticas de la organización o, en el caso de que la energía se venda a la red eléctrica, queda reflejado en el mix energético, y, por tanto, en el factor de emisión de la red.

#### **6.2.4.1. Metodología para la cuantificación de emisiones.**

Las remociones solo tendrán relevancia siempre y cuando la organización tenga un componente agroforestal o posea una extensión significativa de tierras (caso de empresas del sector, organizaciones de custodia del territorio, municipios, etc.)

Las remociones suponen la extracción de CO<sub>2</sub> mediante sumideros, el carbono se acumula en la biomasa del ecosistema forestal a través de fotosíntesis representando aproximadamente el 50% de la misma.

La capacidad de fijación depende de la especie arbórea dominante y del clima, no obstante, el CO<sub>2</sub> fijado por ecosistemas forestales puede variar dependiendo del tipo de bosque, climatología, tipo de suelo y metodología aplicada en su medición.

Generalmente a efectos de establecer metodologías para inventarios de carbono en sumideros se registran cinco depósitos distintos donde se almacena el carbono en el ecosistema vegetal:

En la masa vegetal sobre el suelo, que incluye la parte aérea de los árboles, de la vegetación arbustiva y de la vegetación herbácea durante su periodo de actividad vital, en el que llevan a cabo ese proceso de fijación de carbono a través de la fotosíntesis.

En la masa vegetal del suelo, que incluye las raíces de árboles, arbustos y vegetación herbácea, también durante su periodo de vida.

En la masa vegetal muerta o necromasa, que incluye a los árboles muertos en pie o caídos, así como los troncos y el material vegetal muerto presente en el ecosistema.

En la capa de material orgánico no descompuesto que se encuentra sobre el suelo (hojas, ramillas, semillas, etc.), también llamada litter.

En el suelo, el cual es considerado por el IPCC (1996) hasta una profundidad de 30 cm, debido a que el cambio de uso de la tierra tiene un mayor efecto en los estratos superiores.

El cálculo del carbono almacenado en cada uno de los depósitos se establece en el Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra).

De los cinco depósitos el más notable es el almacenamiento de carbono durante el crecimiento de la masa arbórea. en este caso, a efectos de un inventario de organización, se puede utilizar una metodología simplificada muy similar a la utilizada para el cálculo de las fuentes de emisión en los que existe proceso de transformación química. esta metodología está basada en la cantidad de pies (número de árboles - equivalente a dato de actividad-) y tasas de absorción (equivalente a factores de remoción).

$$\text{Remociones de CO}_2 \text{ (tCO}_2 \text{ eq)} = \text{Cantidad de pies} * \text{Tasa de absorcion}$$

Donde se tiene.

**Cantidad de pies.** Número de árboles por especie y por tamaño de pie, considerando pies mayores con clases diamétricas superior a 5 cm y pies menores con diámetros inferiores a 5 cm, si no se conoce el número de pies se extrae del ultimo inventario forestal nacional disponible.

**Tasa de absorción.** Se expresa en toneladas de CO<sub>2</sub> eq / unidades por pie y año. Existe una tasa de absorción para cada especie

#### 62.4.2. Herramienta de Calculo.

Llevando a cabo los lineamientos establecidos anteriormente se hace sencilla la programación en una hoja de cálculo de una herramienta ajustada a las fuentes de emisión de la organización.

Desde el punto de vista del diseño de la herramienta, es interesante que produzca resultados que se ajusten a los criterios requeridos para la presentación de los datos en el informe de emisiones, por ello se recomienda diferenciar por categorías cada uno de los tipos de emisiones (emisiones directas, emisiones indirectas por energía eléctrica y otras emisiones



indirectas generadas) y además de esto diferenciar las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de biomasa.

Es necesario que se expliciten en las herramientas los factores de emisiones, el potencial de calentamiento global y la fuente utilizada en cada caso para su cambio periódicamente.

## **7. Resultados**

### **7.1 Descripción de las Actividades y Procesos**

Se recopila la búsqueda de información necesaria de las actividades que generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la alcaldía del municipio de Pailitas departamento del Cesar, como documentos de facturas de servicios públicos e inventarios totales de combustibles y papel para los meses de estudios determinados.

### **7.2 Huella de Carbono**

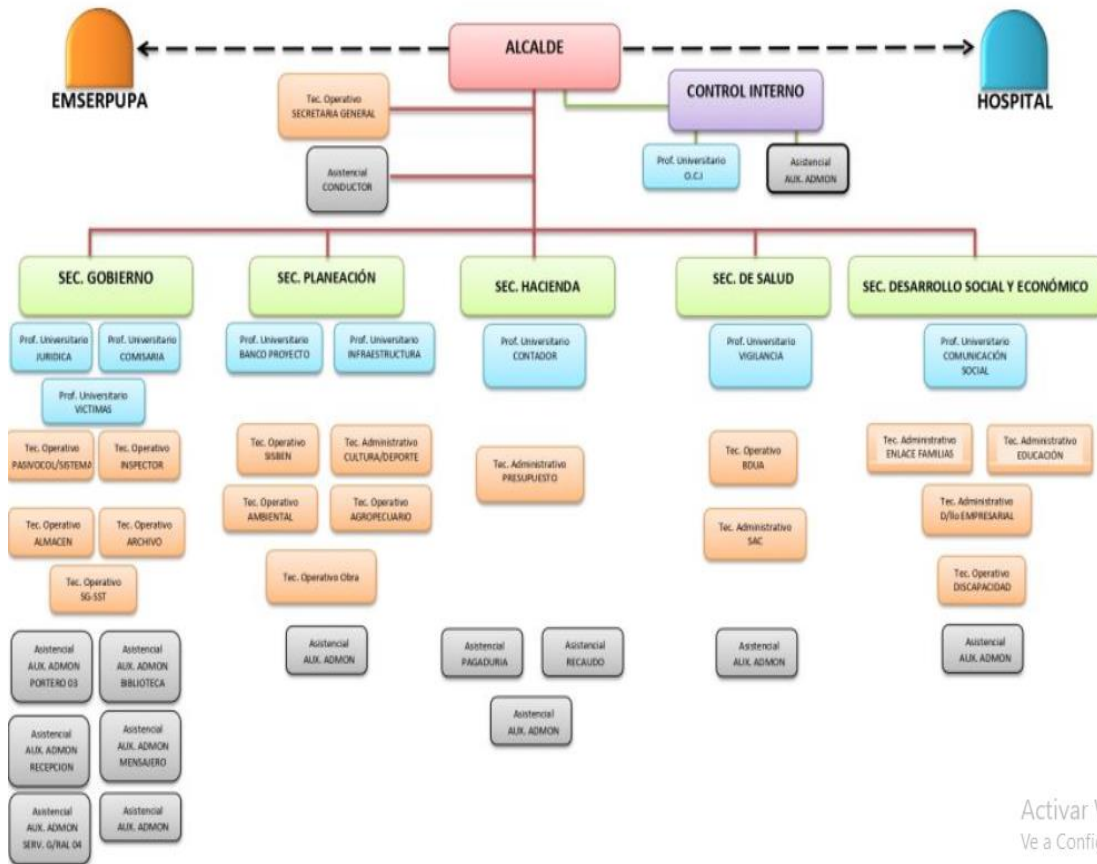
Aplicación de la norma NTC ISO 14064 para obtención de la huella de carbono empresarial.

#### ***7.2.1 Definición de los Límites***

Se definen los límites organizacionales y límites operativos.

**7.2.1.1 Límite Organizacional.** Las líneas estratégicas contempladas en el Plan de Desarrollo 2020-2023 “Pailitas, Con Justicia Social”, programas y productos son iniciativas inspiradas con la participación de todos, en coherencia con los objetivos de desarrollo sostenible – ODS, Plan nacional de desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia pacto por la equidad”, Plan de desarrollo departamento del Cesar 2020 – 2023 “Lo hacemos MEJOR”, entre otros documentos; serán las bases para liderar a Pailitas por el sendero de la prosperidad para construir

en realidad las aspiraciones de los más pobres y necesitados, a partir de la memoria histórica de nuestro pueblito curioso.



Activar W  
Ve a Configu

Ilustración 6. - Mapa Organizacional, Alcaldía Municipal de Pailitas Cesar

**7.2.1.2. Límites Operativos.** De acuerdo con el tipo de emisión generada en la entidad se clasificaron los siguientes factores o alcances para el cálculo de la huella de carbono priorizando un poco las fuentes más significativas.

Tabla 6.- Generalidades del Alcance

<b>ALCANCE</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>I</b>	consumo de combustibles fósiles consumido por la actividad propia de la alcaldía municipal de Pailitas cesar	galones
<b>II</b>	consumo de energía eléctrica debido al uso de equipos eléctricos de la entidad para la realización de sus actividades.	kwh
<b>III</b>	consumo de papel	Kg
	número de viajes realizados por motivos laborales	viajes

Alcance I emisiones directas producto del consumo de combustibles fósiles por actividades propias dentro de los límites de la entidad, en nuestro caso la alcaldía municipal de Pailitas cesar tenemos consumo de combustible de gasolina y diésel por utilización de (3) motocicletas, (1) motoniveladora, (1) retroexcavadora y (1) volqueta.

Alcance II emisiones indirectas generadas por el uso de equipos eléctricos de la entidad para la realización de sus actividades deriva del consumo de energía de la organización (consumo eléctrico).

Alcance III otras emisiones indirectas debido principalmente al uso de papel y viajes realizados fuera de la entidad por motivos laborales

## 7.2.2 Identificaciones de emisiones

### 7.2.2.1 Identificación De Emisiones Gases De Efecto Invernadero GEI

Tabla 7.- Identificación De Emisiones Gases De Efecto Invernadero GEI

<b>ALCANCE 1</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>CARGA</b>	<b>FUENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>
	AMBIENTAL		
<b>COMBUSTIBLE</b>	GASOLINA	(3) motocicletas	47 galones
<b>COMBUSTIBLE</b>	ACPM	(1) motoniveladora (1) retroexcavadora (1) volqueta	4808 galones
<b>ALCANCE 2</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>CARGA</b>	<b>FUENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>ENERGIA ELECTRICA</b>	ENERGIA ADQUIRIDA	Consumo De Energía En La Alcaldía Municipal De Pailitas Cesar Producto De Las Actividades Realizadas En Dicha Entidad	7849 KWh
<b>ALCANCE 3</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>CARGA</b>	<b>FUENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>

<b>OTRAS FUENTES</b>	<b>OTRA FUENTE DE EMISION VIAJES</b>	Uso De Papel De Las Oficinas De La Alcaldía Número De Viajes (Motivo Laboral)	438,4206 Kg
----------------------	--------------------------------------	--	-------------

### 7.2.3. Cuantificación de emisiones

Dado la metodología establecida NTC ISO 14064 Se determinan las emisiones generadas de gases de efecto invernadero

**7.2.3.1 Cuantificación De Emisiones Directas De GEI (alcance I).** En la siguiente tabla se muestra las características de emisión de diésel y la gasolina, poder calorífico inferior y los factores de emisión teniendo en cuenta el tipo de contaminante que genera dicha emisión que son el dióxido de carbono denotado como (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), y por último el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) según IPCC (2006)

Tabla 8.- Factores de Emisiones Directas GEI

FACTOR DE EMISION				
PCI (GJ/Ton)	PCI (TJ/Kg)	CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	CH <sub>4</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	NO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)
43	0,000043	74100	10	0,6
44,3	0,0000443	69300	10	0,6

El dato de actividad (DA) se determina multiplicando el (PCI) y el Factor de emisión de cada contaminante denotado, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 9.- Factor de Emisión DA\*PCI

DA		
CO2 (Kg CO2/Kg)	CH4 (Kg CO2/Kg)	N2O (Kg CO2/Kg)
3,1863	4,3*10-4	2,58*10-5
3,06999	4,43*10-4	2,66*10-5

Convertimos el DA en las siguientes unidades Kg CO2/Gal multiplicando por densidad del diésel a 15° que es igual a 850 Kg/m<sup>3</sup> = 3,22 Kg/Gal y así mismo para la gasolina teniendo una densidad de 742,08 Kg /m<sup>3</sup> = 2,81 Kg/Gal como se observa en la tabla siguiente.

Tabla 10.- Densidad de los resultados del DA

DA		
CO2 (Kg CO2/Gal)	CH4 (Kg CO2/Gal)	N2O (Kg CO2/Gal)
10,25	1,384*10-3	8,3*10-5
8,62	1,24*10-3	7,47*10-5

Para el potencial de calentamiento global se tiene en cuenta el tipo de contaminante generado en la combustión la cual se encuentra en las directrices del IPCC (2006) tomando la siguiente tabla.

Tabla 11.- Directrices de IPCC (2006)

GASES	PCG
CO2 (Kg CO2e/)/Kg CO2)	1
CH4 (Kg CO2e/)/Kg CH4)	25
N2O(Kg CO2e/)/Kg N2O)	298

Multiplicamos el dato de la actividad (DA) por el potencial de calentamiento global (PCG) para así calcular las emisiones de cada combustible como se muestra en la tabla.

Tabla 12.- Calculo de Emisiones, (DA\*PCG)

Emisiones (Kg/Gal)		
Kg CO2/Gal (CO2)	Kg CO2/Gal (CH4)	Kg CO2/Gal (N2O)
10,25	3,46*10 <sup>-2</sup>	2,47*10 <sup>-2</sup>
8,62*10 <sup>-3</sup>	3,11*10 <sup>-2</sup>	2,26*10 <sup>-2</sup>

En la siguiente tabla se calcula las emisiones (TCO2eq) tomando el DA<sub>diesel</sub> = 4808 galones y DA<sub>lina</sub> = 47 galones multiplicándolo por el factor correspondiente en la tabla anterior y dividiendo entre 1000.

Tabla 13.- Calculo de Emisiones.

EMISIONES (TCO2eq)		
TCO2eq /cuatrimestre (CO2)	TCO2eq /cuatrimestre (CH4)	TCO2eq /cuatrimestre (N2O)

49,28	0,166	0,119
4,05*10-4	1,46*10-3	1,06*10-3

Procedemos a hallar el cálculo total de emisión de CO<sub>2</sub>eq alcance 1 con la siguiente ecuación dada por.

$$Emisiones\ totales\ CO_2eq = \sum T\ CO_2eq/cuatrimestre$$

$$Emision\ total\ CO_2eq_{diesel} = \frac{TCO_2\ eq}{cuatrimestre(CO_2)} + \frac{TCO_2\ eq}{cuatrimestre(CH_4)} + \frac{TCO_2\ eq}{cuatrimestre(N_2O)}$$

$$Emision\ total\ CO_2eq_{diesel} = 49,28 \frac{TCO_2\ eq}{cuatrimestre} + 0,166 \frac{TCO_2\ eq}{cuatrimestre} + 0,119 \frac{TCO_2\ eq}{cuatrimestre}$$

$$Emision\ total\ CO_2eq_{gas} = 4,05 * 10^{-4} \frac{TCO_2\ eq}{cuatrimestre} + 1,46 * 10^{-3} \frac{TCO_2\ eq}{cuatrimestre} + 1,06 * 10^{-3} \frac{TCO_2\ eq}{cuatrimestre}$$

Emisión alcance I

Tabla 14.- Emisión de Alcance I

COMBUSTIBLE	TOTAL (TCO <sub>2</sub> e)
<b>Diésel</b>	49,565
<b>Gasolina</b>	0,0029
<b>Total</b>	49,57

En la tabla siguiente se pueden observar las emisiones de CO<sub>2</sub> eq dada las actividades presentadas en el alcance I,



Tabla 15.- Emisiones de CO2 por Actividades.

ACTIVIDADES	EMISION DE T CO2 eq
Retroexcavadora	22,197
Motoniveladora	20,269
Volqueta	7,1
Motocicletas	0,0029
<b>TOTAL</b>	<b>49,568</b>

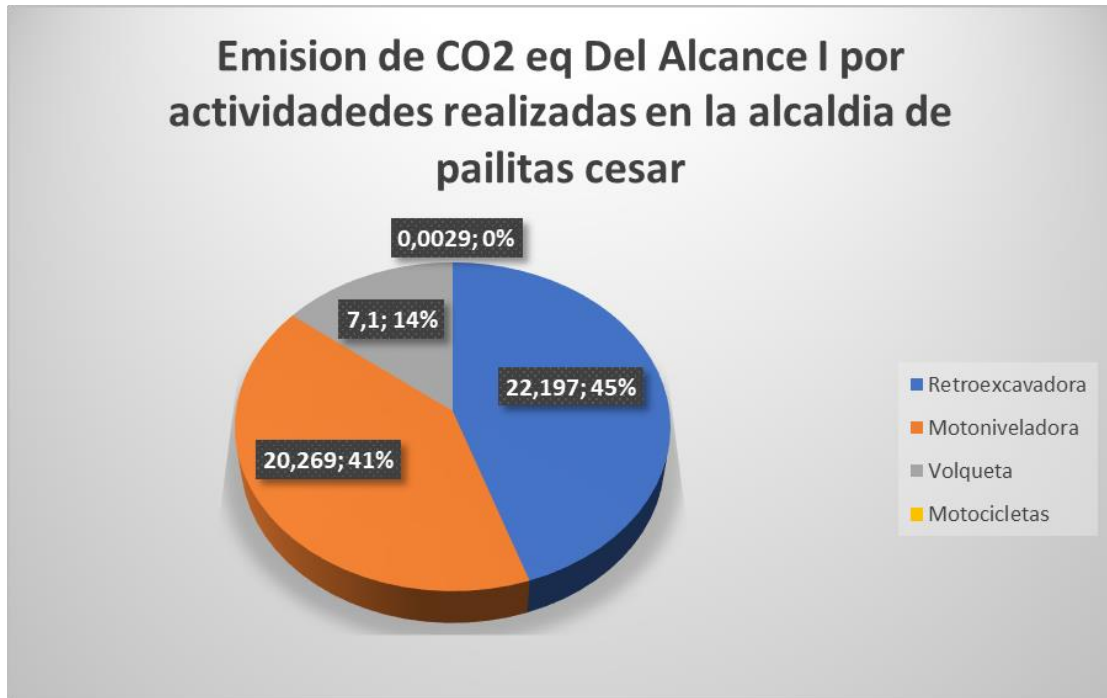


Ilustración 7.- Diagrama Circular de Emisiones de Actividades.

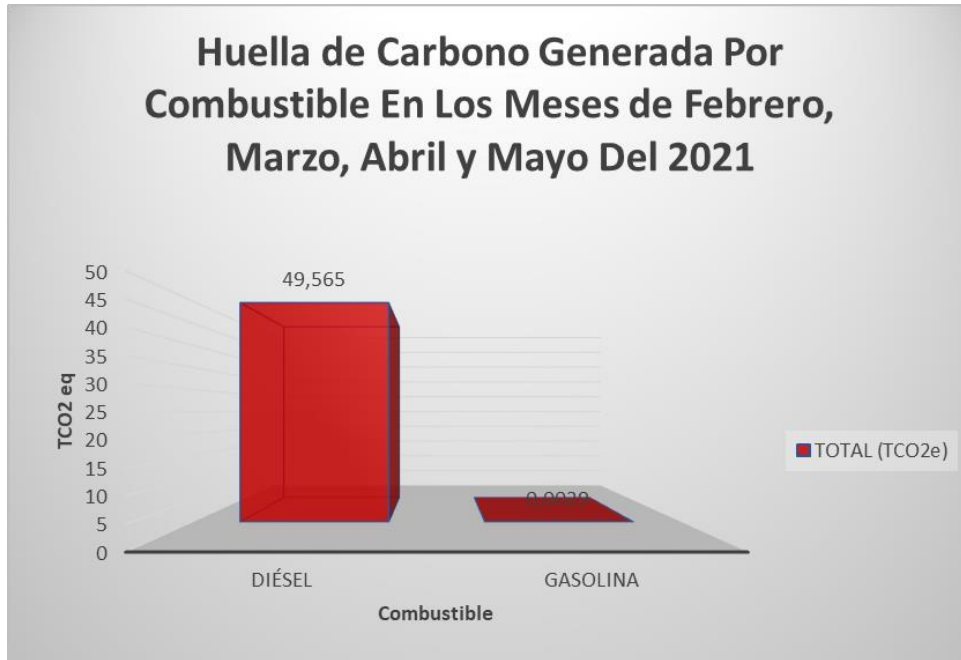


Ilustración 8.- Diagrama de Barra - Huella de Carbono por Combustible

**7.2.3.2. Cuantificación emisiones indirectas de GEI por energía (Alcance II).** Para la determinación de las emisiones de alcance II debido al uso de energía eléctrica consumida en las dependencias de la alcaldía del municipio de Pailitas cesar se obtiene multiplicando el dato de actividad (DA) (consumo en unidades de KWh) y el factor de emisión (FE) establecido de plantas eléctricas y se divide entre 1000.

Tabla 16.- Cuantificación de Emisiones Indirectas GEI por Energía (Alcance II)

DA (Kwh/cuatrimestre)	FE (Kg CO2/Kwh)	GEI (T CO2e)
7849	0,16438	1,29022

### 7.2.3.3. Cuantificación Otras Emisiones Indirectas de GEI (Alcance III)

**Consumo de Papel.** Para el cálculo de emisiones de alcance III se obtiene multiplicando el dato de actividad (DA) (consumo en kg) con el factor de emisión (FE) El cual fue tomado de la estrategia aragonesa del cambio climático y energías limpias dividido entre 1000 (Smith rodriguez, 2018)

Tabla 17.- Emisiones Indirectas de GEI, (Alcance III) - Consumo de Papel

DA (Kg)	FE (Kg CO2/Kwh)	GEI (T CO2e)
438,4206	3	1,315

### Consumo combustible por viajes laborales

Tabla 18. - Consumo de Combustible por Viajes Laborales

TIPO DE VEHICULO	RECORRIDO (Km/cuatrimestre)	RELACION CONSUMO DIAS TANCIA (Km)	CONSUMO (gal/cuatrimestre)
Toyota Prado TXL	3269	10 Gal --- 100 km	326,9

Para la determinación de la emisiones por combustión del vehículo utilizado en la alcaldía de Pailitas cesar para motivos laborales en este caso combustible diésel esta dado por el grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climático IPCC capítulo 2, en la siguiente tabla tenemos las característica de emisión diésel, como lo es el poder calorífico y factor de emisión tomando en cuenta la combustión de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O

Tabla 19. - Emisión del Diesel

<b>FACTOR DE EMISION</b>				
PCI (GJ/Ton)	PCI (TJ/Kg)	CO2 (Kg CO2/TJ)	CH4 (Kg CO2/TJ)	NO2 (Kg CO2/TJ)
43	0,000043	74100	10	0,6

Determinamos dato de actividad (DA) con la multiplicación entre el poder calorífico inferior (PCI) y el factor de emisión de cada emisión dado los diferentes tipos de combustibles

Tabla 20. - Determinación de las Actividades (DA\*PCI)

<b>DA</b>		
CO2 (Kg CO2/Kg)	CH4 (Kg CO2/Kg)	N2O (Kg CO2/Kg)
3,1863	4,3*10-4	2,58*10-5

Convertimos el DA en las siguientes unidades Kg CO2/Gal multiplicando por densidad del diésel a 15° que es igual a  $850 \text{ Kg/m}^3 = 3,22 \text{ Kg/Gal}$ .

Tabla 21. - Densidad del DA

<b>DA</b>		
CO2 (Kg CO2/Gal)	CH4 (Kg CO2/Gal)	N2O (Kg CO2/Gal)

10,25	1,384*10 <sup>-3</sup>	8,3*10 <sup>-5</sup>
-------	------------------------	----------------------

Para el potencial de calentamiento global (PCG) se observa en la siguiente tabla el tipo de contaminante generado en la combustión la cual se encuentra en las directrices del IPCC (2006).

Tabla 22. - Potencial de Calentamiento Global (PCG)

GASES	PCG
CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> e/)/Kg CO <sub>2</sub> )	1
CH <sub>4</sub> (Kg CO <sub>2</sub> e/)/Kg CH <sub>4</sub> )	25
N <sub>2</sub> O(Kg CO <sub>2</sub> e/)/Kg N <sub>2</sub> O)	298

Se procede a calcular la emisión de diésel multiplicando el dato de actividad (DA) con el potencial de calentamiento (PCG).

Tabla 23. - Emision del Diesel (DA\*PCG)

Emisiones (Kg/Gal)		
Kg CO <sub>2</sub> /Gal (CO <sub>2</sub> )	Kg CO <sub>2</sub> /Gal (CH <sub>4</sub> )	Kg CO <sub>2</sub> /Gal (N <sub>2</sub> O)
10,25	3,46*10 <sup>-2</sup>	2,47*10 <sup>-2</sup>

En la siguiente tabla se calcula las emisiones (TCO<sub>2</sub>eq) tomando el DA<sub>diesel</sub> = 326,9 galones multiplicando por el factor correspondiente en la tabla anterior y dividiendo entre 1000.

Tabla 24. - Calculo de Emisiones Diesel (Ton CO<sub>2</sub>, DA)

EMISIONES (TCO <sub>2</sub> eq)		
TCO <sub>2</sub> eq /cuatrimestre (CO <sub>2</sub> )	TCO <sub>2</sub> eq /cuatrimestre (CH <sub>4</sub> )	TCO <sub>2</sub> eq /cuatrimestre (N <sub>2</sub> O)

3,35	1,13*10 <sup>-2</sup>	8,07*10 <sup>-3</sup>
------	-----------------------	-----------------------

Calculamos las emisiones de CO2 eq Totales.

$$Emisiones\ Totales\ CO2eq = \sum TCO2\ eq/cuatrimestre$$

*Emisiones Totales CO2 eqdiesel*

$$= 3,35 \frac{TCO2eq}{cuatrimestre} + 1,13 * 10^{-2} \frac{TCO2eq}{cuatrimestre} + 8,07 * 10^{-3} \frac{TCO2eq}{cuatrimestre}$$

Tabla 25. - Total de Ton CO2

<b>TOTAL T CO2eq</b>
3,37

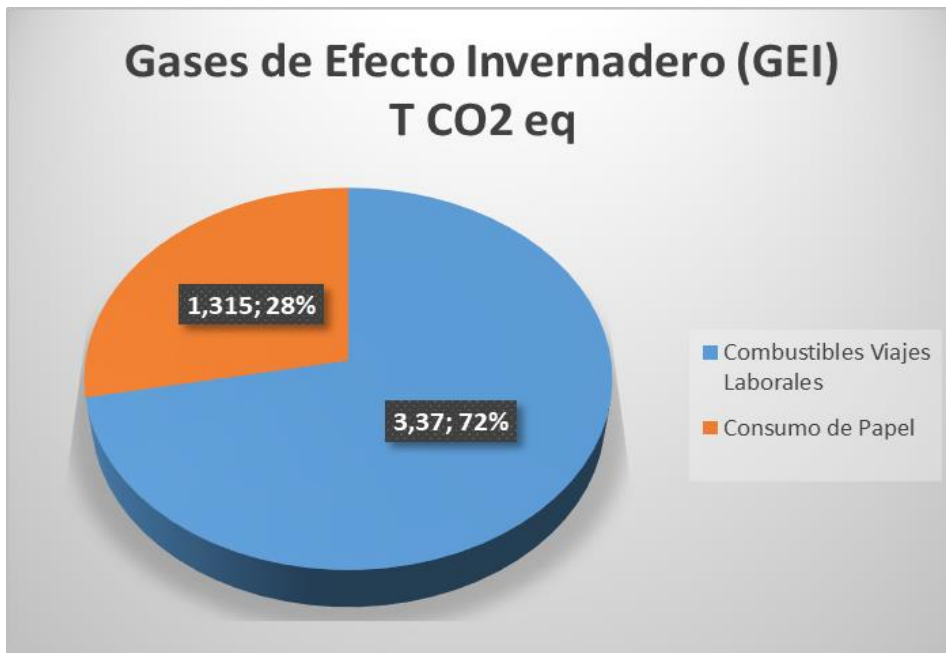


Ilustración 9. - Gases de Efecto Invernadero (GEI) Ton CO2

Emisión GEI T CO2 eq del alcance III para cada Actividad específica

Se puede notar en el diagrama circular también llamado gráfico de torta las emisiones generadas de T CO<sub>2</sub> eq que se genera en el alcance III donde las actividades realizadas de consumo de papel y gasto de combustible por viajes laborales juegan un papel importante en el cálculo de la huella de carbono, en este alcance se tiene que el consumo de papel emite menor cantidad de TCO<sub>2</sub> eq aportando el 28% del total generado, y el combustible diésel genera el 72% restante

En la siguiente tabla se observa los 3 alcances ya mencionados y su respectiva T CO<sub>2</sub> eq para cada alcance en específico.

*Tabla 26. - Alcances y Descripción de Ton CO<sub>2</sub>*

<b>EMISIONES</b>	<b>T CO<sub>2</sub> eq</b>
Alcance I	49,568
Alcance II	1,29022
Alcance III	4,685
<b>TOTAL</b>	<b>55,543</b>

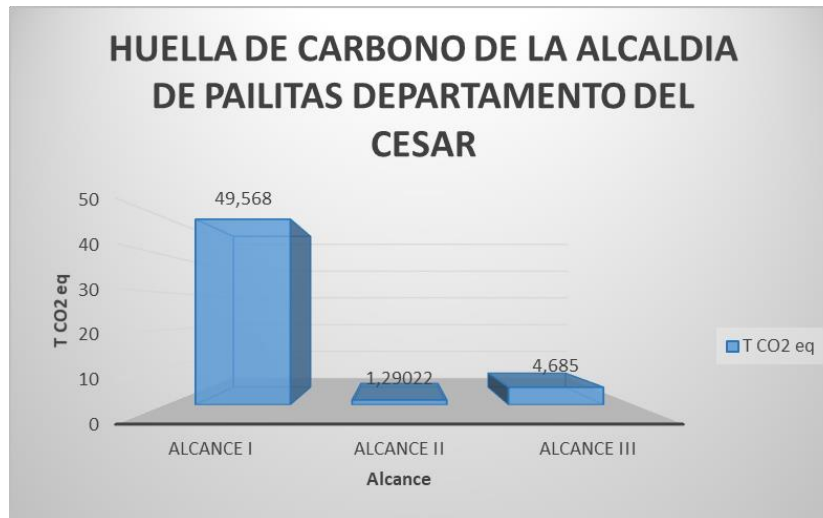


Ilustración 10.- Diagrama de Barras, Huella de Carbono, Alcaldía de Pailitas

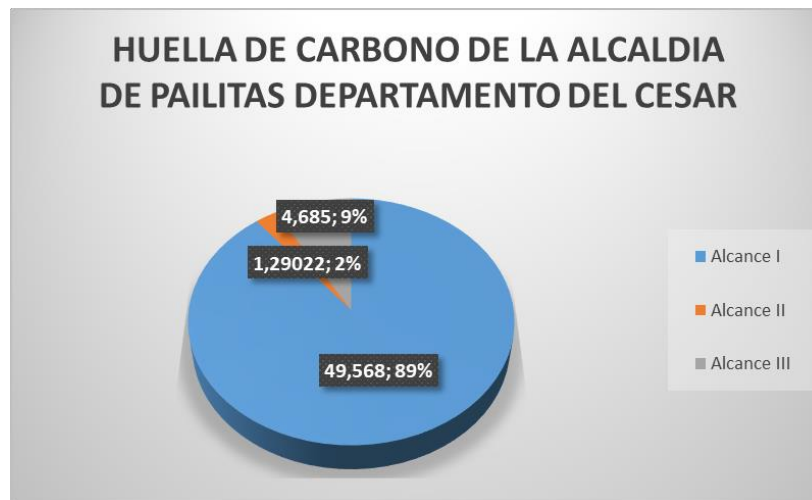


Ilustración 11. - Diagrama Circular, Huella de Carbono, Alcaldía de Pailitas



Se puede observar el cálculo de la huella de carbono llevado a cabo en la alcaldía de Pailitas departamento del cesar donde el alcance de mayor influencia en dicha determinación podemos ver que es el alcance I con 49,568 T CO2 eq llevando consigo un porcentaje del 89% del total de emisiones de estos, el alcance III es el segundo alcance de mayor influencia con un valor de 4,685 T CO2 eq y un porcentaje del 9 % y por último el alcance II abarcando el 2% del total de estos emitiendo 1,29022 T CO2 eq. Concluyendo que las emisiones directas afectan de una manera más notoria el cálculo de la huella de carbono



**8. Estrategias**

A continuación, se presenta las medidas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en la alcaldía del municipio de Pailitas cesar relacionada directamente con la huella de carbono, para una mejor calidad de vida y un desarrollo ecológico para un ambiente sano.

*Tabla 27. - Estrategias de Aplicación*

<b>Emisión</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>
<p><b>Transporte</b></p> 	<p>Control del consumo de combustible generado debido al uso de transporte y maquinarias.</p>	<p>Mantener los vehículos de transporte de la entidad (Automotores) en condiciones óptimas de tecno-mecánica, utilizando lubricantes y combustibles e coeficientes para la reduciendo de las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera.</p>	<p>Alcalde</p>
<p><b>Energía</b></p> 	<p>Ahorro de energía y uso eficiente de los equipos eléctricos.</p>	<p>Identificación de los circuitos averiados y sustitución de los mismos. Reemplazar lámparas tradicionales por tipo led debido al bajo consumo.</p>	<p>Entidad</p>

**Papel**

Disminuir las emisiones de huella de carbono generada por el uso de papel en la entidad.

Establecer un programa de ahorro y uso eficiente del papel para promover el reciclaje y reutilización de estos con la finalidad de contribuir de una manera eficiente al medio ambiente. Seguimiento adecuado a los residuos generados en cada dependencia de la alcaldía de Pailitas.

Ingeniero Ambiental (Líder Ambiental)

La finalidad de las estrategias planteadas conlleva a la reducción de factores de impactos ambientales como lo es la huella de carbono, reducción de costos etc. Planteando tácticas para disminuir los gases de efecto invernadero producidos en cada una de las dependencias de la alcaldía de municipio de Pailitas, concientizando a cada funcionario para una mejor calidad de vida.

## 9. Recomendaciones

Dado al elevado consumo de papel en la alcaldía del municipio de Pailitas cesar se recomienda utilizar con mayor frecuencia el uso de plataformas digitales, donde se puedan evidenciar la información suministrada a los funcionarios de la alcaldía como por ejemplo correos, App y páginas web, con la finalidad de disminuir el consumo de papel resma tanto tamaño carta como tamaño oficio, y el papel utilizado en oficina realizar el respectivo proceso de disposición final del mismo.

Establecer un plan de ahorro y uso eficiente de energía concientizando principalmente a los funcionarios de este ente territorial en cuanto al consumo de energía eléctrica dentro de las

dependencias de la alcaldía para reducir el nivel de emisiones generadas de gases de efecto invernadero (GEI)

Se recomienda a la administración municipal de Pailitas aplicar las estrategias para la reducción de la externalidades e impactos negativos que conduzcan a la disminución de la huella de carbono dentro de la entidad y de tal manera contribuir a la mejora continua de un ambiente sano confortable y protección a la salud pública.

## 10. Conclusiones

Dado los datos arrojados en cuanto a las emisiones de huella de carbono se puede concluir que el alcance con mayor influencia en esta determinación está dado por el alcance I (alcance directo) en el cual se ven involucrado el uso de combustibles tanto de diésel como de gasolina de los automotores que funcionan de manera notable como la motoniveladora, la retroexcavadora la volqueta y las motocicletas correspondiendo a una emisión de 49,568 T CO<sub>2</sub> eq que corresponde al 89% del total de las emisiones

Las emisiones procedentes de la gasolina en el alcance I es un valor despreciable debido al valor arrojado en cuanto a las emisiones de T CO<sub>2</sub> eq pudiendo ser excluidas en mediciones a futuro debido a criterios adoptados, pudimos identificar cada fuente de emisiones y saber cuáles áreas influían con mayor peso para implementar estrategias de disminución y programas de mitigación.

## 11. Referencias Bibliográficas

(OBP), O. B. (2018). *Gases de efecto invernadero*. Obtenido de Huella de carbono de productos

— Requisitos y directrices para cuantificación:

<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14067:ed-1:v1:es>

(SASA), M. d. (Julio de 2016). *Alcaldía de Santiago de Cali*. Obtenido de Evaluación de la

Huella de Carbono:

<file:///D:/Users/Ambiental/Downloads/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20huella%20de%20carbono%20e%20h%C3%ADdrica%20de%20la%20municipalidad%20de%20Santiago%20de%20Cali.pdf>

Ambiente, S. D. (2015). *Subdirección de Políticas y Planes Ambientales - PIGA*. Obtenido de

Guía para el Cálculo y Reporte de Huella de Carbono Corporativa:

[http://www.ambientebogota.gov.co/en/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f64a7ccd-8a76-4d0d-b6de-33a3f08576fc&groupId=586236](http://www.ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=f64a7ccd-8a76-4d0d-b6de-33a3f08576fc&groupId=586236)

Ambiente, S. D. (2018). *Plan Institucional de Gestión Ambiental - PIGA*. Obtenido de

<http://www.ambientebogota.gov.co/es/plan-institucional-de-gestion-ambiental-piga1#:~:text=Es%20el%20instrumento%20de%20planeaci%C3%B3n,de%20coeficiencia%20establecidos%20en%20el>

Arias Lorenzo, D. M. (15 de enero de 2020). *Repositorio Institucional UNDAC*. Obtenido de

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion:

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1806>

- Bolin, B. B. (1986). The greenhouse effect, climatic change and ecosystems. *International Council of Scientific Unions, Paris (France). Scientific Committee on Problems of the Environment*, 541.
- Cultura, M. d. (2016). *Informe de Huella de Carbono*. Obtenido de [https://www.mincultura.gov.co/ministerio/oficinas-y-grupos/oficina%20asesora%20de%20planeacion/Sistema%20de%20gestion%20de%20la%20calidad/SiteAssets/Paginas/2009-08-11\\_25877/2016\\_INFORME%20HUELLA%20DE%20CARBONO.pdf](https://www.mincultura.gov.co/ministerio/oficinas-y-grupos/oficina%20asesora%20de%20planeacion/Sistema%20de%20gestion%20de%20la%20calidad/SiteAssets/Paginas/2009-08-11_25877/2016_INFORME%20HUELLA%20DE%20CARBONO.pdf)
- D.C., S. D.-A. (2008). *Plan de Gestión Ambiental - PGA 2008-2038*. Obtenido de instrumentos de planeación ambiental: <http://ambientebogota.gov.co/de/320>
- Pandey, D. (18 de Septiembre de 2010). *National Library of Medicine*. Obtenido de Carbon footprint: current methods of estimation: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20848311/>
- Peláez, S. Á. (2012). *EGMASA. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía* . Obtenido de Huella de Carbono Municipal - España: [http://www.conama10.conama.org/conama10/download/files/STs%202010/1000000240\\_doc\\_S%C1lvarez.pdf](http://www.conama10.conama.org/conama10/download/files/STs%202010/1000000240_doc_S%C1lvarez.pdf)
- Valderrama, C. E. (02 de Diciembre de 2011). *Información Tecnológica Vol. 23 N° 1 - 2012*. Obtenido de Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v23n1/art17.pdf>