

**Cálculo de la huella de carbono de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S sede  
Envigado**

**Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Ambiental**

**Natalia Raigosa Medina**

**Asesor  
Juan Camilo Vélez Taborda  
Ingeniero Ambiental**

**Corporación Universitaria Lasallista.  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Ambiental  
Caldas - Antioquia  
2019**

## Contenido

Resumen .....	6
Introducción .....	7
Justificación .....	9
Objetivos.....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos .....	10
Marco teórico .....	11
Huella de carbono .....	11
Metodologías aplicadas en la actualidad.....	12
Principios para reportar y contabilizar las emisiones .....	13
Definición de límites.....	14
Definición de los alcances .....	15
Alimentos Cárnicos S.A.S. ....	16
Metodología.....	18
Diagnóstico .....	18
Identificación de las fuentes.....	18
Línea base.....	19
Definición de límites .....	19
Definición de alcances .....	19
Cuantificación.....	20
Recomendaciones .....	20
Resultados.....	21
Límites.....	21
Límites organizacionales.....	21
Límites operacionales .....	22
Línea base .....	22
Alcance 1 .....	22
Emisiones directas .....	22
Alcance 2 .....	28
Emisiones indirectas .....	28
Alcance 3 .....	31
Emisiones indirectas por tratamiento de aguas residuales .....	32
Emisiones indirectas por disposición de residuos sólidos en tierra.....	34
Captura de CO <sub>2</sub> por especies arbóreas.....	35
Análisis e interpretación de resultados.....	39
Conclusiones y recomendaciones.....	41
Energía eléctrica adquirida .....	41
Disposición de residuos sólidos ordinarios.....	42
Emisiones fugitivas de refrigerante.....	43
Referencias.....	44

### Lista de tablas

Tabla 1 Sinopsis de los gases de efecto invernadero regulados por el protocolo de Kioto .....	11
Tabla 2 Principios de contabilidad y reporte al gestionar las emisiones de GEI.....	14
Tabla 3 Alcances para la cuantificación de las GEI.....	16
Tabla 4 Fuente Fijas.....	23
Tabla 5 Consumo de ACPM en fuentes fijas.....	24
Tabla 6 Emisiones fuentes fijas ACPM.....	24
Tabla 7 Reposición refrigerante en fuentes fijas .....	25
Tabla 8 Potenciales de calentamiento global empleados.....	25
Tabla 9 Emisiones compuestos fluorados .....	26
Tabla 10 Consumo combustible gas natural.....	26
Tabla 11 Emisiones consumo de combustible gas natural.....	27
Tabla 12 Emisiones GEI alcance 1 por fuentes fijas .....	27
Tabla 13 Principales equipos con consumo de energía .....	29
Tabla 14 Consumo de energía eléctrica .....	30
Tabla 15 Emisiones GEI alcance 2.....	31
Tabla 16 Cantidad de DQO tratada en las aguas residuales industriales.....	33
Tabla 17 Emisiones por el tratamiento de aguas residuales industriales .....	33
Tabla 18 Residuos sólidos ordinarios generados en 2018.....	35
Tabla 19 Emisiones por la disposición de residuos sólidos ordinarios.....	35
Tabla 20 Individuos arbóreos.....	36

Tabla 21 Toneladas de CO <sub>2</sub> capturadas.....	37
Tabla 22 Emisiones GEI alcance 3.....	37
Tabla 23 Emisiones totales de CO <sub>2</sub> .....	38

### **Lista de ilustraciones**

Ilustración 1 Clasificación de emisiones de GEI y sus fuentes. ....	15
Ilustración 2 Esquema metodológico .....	18
Ilustración 3 Ubicación de la empresa .....	21
Ilustración 4 Consumo energético.....	30
Ilustración 5 Contribución de cada alcance a las emisiones totales .....	39
Ilustración 6 Contribución a las emisiones totales.....	40

## Resumen

En el presente documento se encuentra el Cálculo de la huella de carbono de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S sede Envigado, entendiendo este como el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), generadas en las actividades desarrolladas a lo largo del proceso productivo; se realizó un diagnóstico de las fuentes de emisión asociadas, se definieron los límites operacionales y organizacionales, los alcances directos e indirectos y la línea base según lo recomendado por la ISO-14064 y el Greenhouse Gas Protocol. Para obtener resultados que minimizaran la incertidumbre y fueran reproducibles, se realizó el cálculo de las emisiones empleando la metodología que relaciona datos de la actividad o consumos con los factores de emisión y el potencial de calentamiento global respectivo. Para la base de cálculo desarrollada se adaptaron los modelos determinados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático y el IDEAM. En base a los resultados se pudieron establecer las actividades que generan un mayor aporte al total de las emisiones, siendo la principal el consumo de energía eléctrica adquirida; con esto se realizaron recomendaciones al respecto, para lograr disminuir las emisiones en la medida que el proceso lo permita y programas de compensación para minimizar los impactos ambientales ocasionados.

Palabras claves: Huella de Carbono, GEI, Factores de emisión, ISO-14064.

## Introducción

El cambio climático producto del calentamiento global, es el gran desafío de nuestro tiempo debido al alcance mundial que tienen las consecuencias adversas, producto de sucesos climáticos extremos de los que se pueden destacar eventos frecuentes de precipitaciones intensas, las cuales inciden en la formación de tormentas y ciclones; así como oleadas de calor con mayor frecuencia, las cuales se prolongan en el tiempo, ocasionando sequías y disminución en la disponibilidad del agua superficial y subterránea, favoreciendo escenarios catastróficos como incendios forestales y deslizamiento de tierra; el aumento de la temperatura del sistema climático de la tierra tiene efectos irreversibles, como la degradación de la criósfera y la disminución del permafrost, provocando la acidificación de los océanos y el incremento en el nivel del mar generando inundaciones continentales y costeras (IPCC, 2014). Todo lo anterior contribuye a problemáticas sinérgicas como riesgos de enfermedad por la contaminación del aire, extinción de especies por pérdida de hábitat y biodiversidad, riesgo de la seguridad alimentaria especialmente de las personas y comunidades desfavorecidas o marginales.(González et al., 2003)

Las emisiones antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) son la causa del calentamiento global, el cual ha aumentado desde la época de la revolución industrial, ocasionado principalmente por el desarrollo económico y el crecimiento desmedido de la población mundial, según el quinto informe publicado por el Grupo Intergubernamental de

Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) “Alrededor de la mitad de las emisiones de CO<sub>2</sub> antropógenas acumuladas entre 1750 y 2011 se han producido en los últimos 40 años”; para contener el cambio climático es necesario reducir de forma sustancial y sostenida las emisiones de GEI, para lograr una reducción de tales emisiones se hace indispensable cuantificar las emisiones generadas, siendo la huella de carbono una herramienta práctica, confiable y metodológicamente aceptada mundialmente para este fin.

Por lo anterior y la responsabilidad socio-ambiental declarada por la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S. sede Envigado, está comprende la importancia de cuantificar la huella de carbono, determinando así el aporte que tiene el proceso productivo desarrollado en sus instalaciones, en términos de emisiones de GEI, para tal fin se limitara el alcance del estudio a los límites geográficos de la sede Envigado exceptuando las emisiones directas ocasionadas por el transporte, para el cálculo de la huella de carbono se tuvo en cuenta información de consumos de energía eléctrica, energía térmica (gas natural), gasolina, ACPM y refrigerantes, que estén involucrados en cualquiera de las actividades del proceso productivo y administrativo de la planta.

## Justificación

Es de primordial importancia para sector industrial conocer los impactos ambientales y sociales, ocasionados por el desarrollo de sus actividades productivas; especialmente las externalidades negativas, como son las relacionadas al cambio climático, derivado del calentamiento global por las emisiones de GEI. Para conocer el aporte de GEI que está realizando la empresa es necesario cuantificar las emisiones generadas, para este fin se desarrolla el cálculo de la huella de carbono, permitiendo sus resultados, identificar las actividades de mayor emisión, los puntos críticos del proceso productivo, la eficiencia energética, entre otros. (Secretaria de Ambiente de Bogotá, 2015)

Conocer la huella de carbono corporativa, permitirá considerar la coherencia del compromiso ambiental declarado por la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S., en busca del desarrollo sostenible de sus actividades productivas, proporcionará información de peso para analizar la eficiencia de la planta e identificar la necesidad de implementar proyectos de producción más limpia, comprendiendo que disminuir las emisiones representan un ahorro directamente proporcional en los costos de producción y operación de la empresa; adicionalmente la iniciativa de calcular la huella de carbono puede genera un impacto positivo en la percepción de la empresa en el mercado, logrando así mayor aceptación y preferencia de los clientes, en reconocimiento a la responsabilidad ambiental corporativa.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la huella de carbono equivalente de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S. sede Envigado y lograr elementos técnicos para la disminución del impacto ambiental.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de los procesos desarrollados en de la empresa que generan emisiones de gases de efecto invernadero.
- Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero de las instalaciones de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S.
- Recomendar estrategias para la disminución de la huella de carbono corporativa de la empresa.

## Marco teórico

### Huella de carbono

La huella de carbono se define como la cantidad total de GEI causados directa o indirectamente por una organización, un producto o un servicio. (Ihobe, 2012). Los GEI son los componentes gaseosos de la atmósfera, incluidos los naturales como los antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero. (Benavides & Leon, 2007). En la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se desarrolló el Protocolo de Kioto, cuyo objetivo es disminuir las emisiones de los GEI: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

**Tabla 1 Sinopsis de los gases de efecto invernadero regulados por el protocolo de Kioto**

Gas de efecto invernadero	Potencial de calentamiento mundial (PCM) periodo de 100 años	% del total de emisiones de GEI antropogénicos (2010)
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1	76
Metano (CH <sub>4</sub> )	25	16
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	298	6
Hidrofluorocarbonos (HFC)	124 - 14800	< 2
Perfluorocarbonos (PFC)	7390 - 12200	< 2
Hexafluoruro de Azufre (SF <sub>6</sub> )	22800	< 2

Fuente: Adaptado (PNUMA, 2012).

## Metodologías aplicadas en la actualidad

En la actualidad existen diversos métodos para la estimación de la huella de carbono, a continuación, una recopilación realizada por (Ministerio de agricultura, 2016):

- Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol). Desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, es uno de los protocolos más utilizados a escala internacional para cuantificar y gestionar las emisiones de GEI.
- UNE-ISO 14064-1. De acuerdo con el GHG Protocol se desarrolla en 2006 la norma ISO 14064 que se estructura en 3 partes. La 14064-1 que especifica los principios y requisitos, a nivel de organización, para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de GEI. Las otras partes de esta norma se dirigen, por un lado, a proyectos sobre GEI específicamente diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar la remoción de GEI (ISO 14064-2) y, por otro lado, a la validación y la verificación de los GEI declarados (ISO 14064-3).
- UNE-ISO 14065: 2012. Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento.
- UNE-ISO 14069: 2013. Cuantificación e informe de GEI para organizaciones. Constituye la guía para la aplicación de la ISO 14064-1.

- IPCC 2006 GHG Workbook. Una guía completa para calcular GEI provenientes de diferentes fuentes y sectores, y que incluye una detallada lista de factores de emisión. Si no se dispone de factores de emisión específicos, el IPCC 2006 GHG Workbook proporciona factores de emisión genéricos que pueden servir para calcular la HC de una organización.
- Bilan Carbone (Francia). La Agence d l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Agencia Francesa del Medio Ambiente y Gestión de la Energía), elaboró e implementó a partir de 2004 esta herramienta metodológica dedicada a la medición de emisiones de GEI. Se basa en los contenidos de GHG Protocol e ISO 14064.
- Indicadores GRI (Global Reporting Initiative). Iniciativa internacional en la que participan entidades de diversos ámbitos, incluyendo empresas, gobiernos y diferentes organizaciones civiles. Su objetivo es establecer un marco de trabajo común a nivel mundial, con un lenguaje uniforme y parámetros comunes que sirvan para comunicar de una forma clara y transparente las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad a través de las denominadas Memorias de Sostenibilidad.

### **Principios para reportar y contabilizar las emisiones**

Existen cinco principios que se recomiendan cumplir durante todo el proceso de cálculo de la huella de carbono, según la ISO 14064:

**Tabla 2 Principios de contabilidad y reporte al gestionar las emisiones de GEI.**

<b>Principio</b>	<b>Implicación</b>
Pertinencia	“Seleccionar las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiadas para las necesidades del usuario previsto”
Cobertura total	“Incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI”
Coherencia	“Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEI”
Exactitud	“Reducir el sesgo y la incertidumbre en la medida de lo posible”
Transparencia	“Divulgar la información suficiente y apropiada relacionada con los GEI, para permitir que los usuarios previstos tomen decisiones con confianza razonable”

Fuente: Adaptado (ISO-2006).

### **Definición de límites**

Según la ISO 14064-3 es necesario definir los límites de inventario de emisiones en dos sentidos:

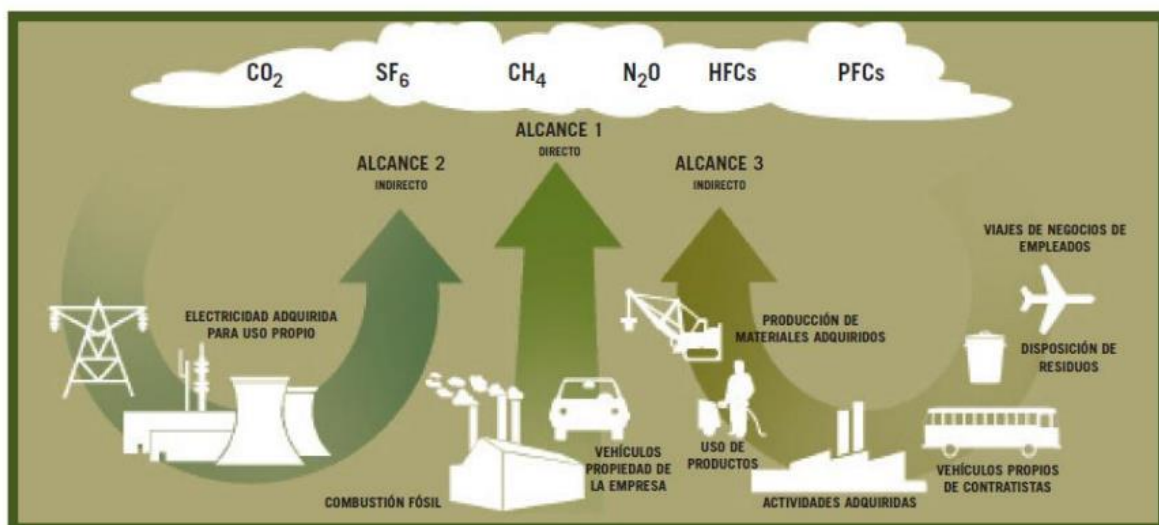
1. Límites organizacionales: La organización puede estar compuesta por una o más instalaciones. En la selección de los límites organizacionales se define claramente, las instalaciones cuyas emisiones se contabilizarán dentro del inventario.
2. Límites operativos: Se definen las fuentes de emisión y sumideros de GEI que se incluyen en el inventario. Los GEI a considerar, son los establecidos en el Protocolo de Kioto: CO<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs y PFCs.

## Definición de los alcances

El GHG Protocol (2005) establece la siguiente definición para emisiones directas e indirectas:

- Las emisiones directas de GEI son emisiones de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa.
- Las emisiones indirectas de GEI son emisiones consecuencia de las actividades de la empresa, pero que ocurren en fuentes que son propiedad de o están controladas por otra empresa.

**Ilustración 1 Clasificación de emisiones de GEI y sus fuentes.**



Fuente: (GHG Protocol, WRI, 2009).

**Tabla 3 Alcances para la cuantificación de las GEI**

<b>Alcance</b>	<b>Descripción</b>
No. 1 Emisiones directas de GEI	Ocurren de fuentes que son propiedad o son controladas por la empresa, por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión de calderas, hornos, vehículos, emisiones fugitivas.
No.2 Emisiones indirectas de GEI	Las emisiones de la compra y consumo de electricidad, calor o vapor por la empresa, pero generadas en establecimientos fuera de la propiedad y del control de la empresa.
No. 3 Otras emisiones indirectas	Categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas; son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren de fuentes que no son propiedad ni controladas por la empresa.

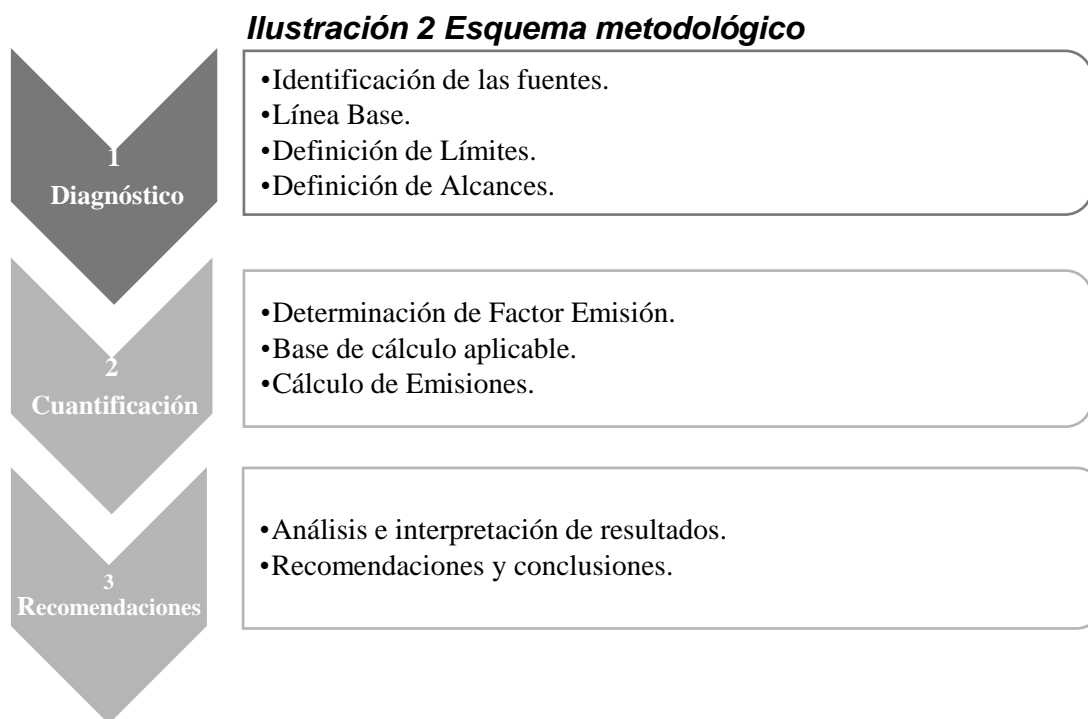
Fuente: Adaptado (WRI et al., 2001).

### **Alimentos Cárnicos S.A.S.**

La empresa Alimentos Cárnicos S.A.S. ubicada en el municipio de Envigado, pertenece al Grupo Nutresa S.A., que es el grupo empresarial líder en alimentos procesados en Colombia y uno de los más relevantes en América Latina; siendo Alimentos Cárnicos la organización encargada de realizar el desposte y el acondicionamiento de la materia prima cárnica de origen porcino y bovino, para la línea comercial en el caso de los cortes finos y para la línea industrial siendo la materia prima de carnes frías procesadas, carnes maduradas, embutidos, enlatados y platos listos preparados. De esta forma atiende plantas en diferentes ciudades del país como es el caso de Zenú, Ranchera y Pietrán en la ciudad de Medellín, Cunit en Barranquilla, Rica en Cali, Suizo en Bogotá y realiza exportaciones a países como Vietnam. (Alimentos Cárnicos, 2019)

Alimentos Cárnicos trabaja con procesos de producción en línea y con la más alta tecnología en los procesos de producción y de logística, garantizando la inocuidad de los productos y una alta calidad alimentaria para los consumidores.

## Metodología



Fuente: Elaboración propia.

### Diagnóstico

#### Identificación de las fuentes

Se realiza un inventario de las fuentes de emisión, mediante un recorrido por las instalaciones de la empresa, identificando las actividades y los procesos relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero. Relacionando y agrupando las emisiones por consumo de cada suministro.

### **Línea base**

Se determina el año base al que se le calcularan las emisiones, teniendo en cuenta la información representativa, confiable y verificable que se tenga disponible.

### **Definición de límites**

De acuerdo a la ISO-14064 Se establecen los límites organizacionales para la instalación o sede que se tendrá en cuenta y los límites operacionales definiendo las fuentes de emisión y los sumideros de GEI que se incluirán.

### **Definición de alcances**

Siguiendo las recomendaciones del IPCC y GHG Protocol, se determinan los alcances a incluir dependiendo el tipo de emisión, en el alcance 1 las emisiones directas que son controladas por la empresa, en el alcance 2 las emisiones indirectas relacionadas al consumo de energía eléctrica adquirida y en el alcance 3 las emisiones indirectas que son consecuencia de las actividades desarrolladas en la empresa, pero las fuentes son controladas o dirigidas por un tercero.

## **Cuantificación**

Para el proceso de cuantificación, se determina la carga ambiental de acuerdo al consumo de los recursos o suministros relacionándolos con el factor de emisión respectivo y la base o el modelo de cálculo aplicable en cada caso; según recomendaciones oficiales tales como de la Unidad de Planeación Minero Energética del país, el IDEAM, el IPCC, entre otros.

## **Recomendaciones**

Se realiza una interpretación de los resultados obtenidos, analizando el aporte que produce cada alcance al total de emisiones, para de esta forma evidenciar los puntos críticos de mayor contribución y de esta forma tratar de disminuir las emisiones asociadas y de no ser posible por los requerimientos del proceso productivo, considerar opciones que permitan mitigar o compensar tales emisiones.

## Resultados

### Límites

#### Límites organizacionales

Los límites organizacionales para la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S se establecieron bajo el enfoque de control operacional, ya que este permite contabilizar y controlar las emisiones que se generan al interior de la organización, producto de las operaciones realizadas para llevar a cabo el proceso productivo. Por lo tanto, se realizará el cálculo a la sede planta Envigado, Antioquia con ubicación geográfica  $6^{\circ}11'14.54''$  N  $75^{\circ}35'04.30''$  O.

***Ilustración 3 Ubicación de la empresa***



Fuente: Tomado de Google Earth (2019).

## **Límites operacionales**

Se definen fuentes de emisión relacionadas al consumo de combustibles, refrigerantes, energía eléctrica adquirida, tratamiento de las aguas residuales no domésticas, disposición de residuos sólidos ordinarios y la captura de CO<sub>2</sub> por especies arbóreas vinculadas a un plan de reposición de la empresa.

## **Línea base**

Se tomó como año base el 2018, teniendo en cuenta el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre. La selección de este periodo como año base de Alimentos Cárnicos S.A.S., es en consideración que en el 2018 se tiene información representativa, confiable y verificable de sus fuentes de emisión en comparación con años anteriores.

## **Alcance 1**

### **Emisiones directas**

En este alcance se incluyeron las emisiones de fuentes fijas como el consumo de combustibles fósiles (ACPM, Gas Natural) y sustancias refrigerantes (R 22, R 134-A, R 410-A).

### **Identificación de fuentes fijas:**

En la siguiente tabla se identifican las principales fuentes fijas de la organización que generan emisiones directas de GEI:

**Tabla 4 Fuente Fijas**

<b>Fuente</b>	<b>Carga Ambiental</b>	<b>GEI Generado</b>
Planta de Emergencias	ACPM	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
Motor Red Contra Incendios		
Esterilizadores	Gas Natural	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
Secadoras		
Hornos		
Marmita		
Freidora		
Sartén Basculante		
Calentador de Agua		
Unidad Condensadora Empaque al Vacío	R 22	Compuestos Fluorados
Congelador Vertical	R 134 - A	Compuestos Fluorados
Unidad Condensadora Aire Acondicionado	R 410 - A	Compuestos Fluorados

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de obtener resultados que minimicen la incertidumbre y proporcionen resultados exactos y reproducibles, se realiza el cálculo de las emisiones empleando la metodología que relaciona datos de la actividad o consumos con factores de emisión.

La fórmula general usada para el cálculo de las emisiones directas de fuentes fijas es:

$$\text{Emisiones CO}_2 = \text{Carga ambiental} * \text{Factor de Emisión} * \text{Potencial de Calentamiento Global}$$

*Emisiones por consumo de ACPM.*

**Tabla 5 Consumo de ACPM en fuentes fijas**

Mes	ACPM Consumido (gal)
Enero	0
Febrero	0
Marzo	0
Abril	0
Mayo	0
Junio	132
Julio	0
Agosto	70
Septiembre	0
Octubre	0
Noviembre	300
Diciembre	0
<b>Total</b>	<b>502</b>

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la identificación y recolección de información de consumos y determinando el factor de emisión, se realiza el cálculo de las emisiones asociadas al consumo de ACPM.

**Tabla 6 Emisiones fuentes fijas ACPM**

Consumo Total gal/año	Factor de Emisión	Emisiones t CO <sub>2</sub> e/año
502	10,45	5,246

Nota: Factor de emisión (FECOC,2015).

*Emisiones por compuestos Fluorados.*

La fórmula empleada para el cálculo de las emisiones asociadas a escapes fugitivos de refrigerantes es:

$$\text{Emisiones CO}_2 = \text{Carga ambiental} * \text{Potencial de Calentamiento Global}$$

**Tabla 7 Reposición refrigerante en fuentes fijas**

Mes	Reposición Refrigerante Kg		
	R 22	R 134-A	R 410-A
Enero	0	0	0
Febrero	0	0	0
Marzo	0	1,406	0
Abril	0	0	0
Mayo	0	0	0
Junio	0	0	0
Julio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Septiembre	9,60	0	22,75
Octubre	0	0	0
Noviembre	0	0	0
Diciembre	0	0	5
<b>Total</b>	9,60	1,406	27,75

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la identificación y recolección de información de las recargas realizadas del refrigerante respectivo, es necesario conocer el potencial de calentamiento global de cada refrigerante.

**Tabla 8 Potenciales de calentamiento global empleados**

Refrigerante	Potencial de Calentamiento Global
R 22	1810
R 134 - A	1430
R 410 - A	2088

Fuente: Adaptado (Reglamento (UE) No 517/2014 del parlamento europeo y del consejo de 16 de abril de 2014 sobre los gases Fluorados de efecto invernadero).

Conociendo la información del consumo de refrigerante debido a las reposiciones realizadas de estos, y conociendo del potencial de calentamiento, se realiza el cálculo de las emisiones.

**Tabla 9 Emisiones compuestos fluorados**

<b>Refrigerante</b>	<b>Consumo Total Kg/año</b>	<b>Potencial de Calentamiento Global</b>	<b>Emisiones t CO<sub>2</sub> e /año</b>
R 22	9,6	1810	17,376
R 134 - A	1,406	1430	2,011
R 410 -A	27,75	2088	57,942
<b>Total</b>			77,329

Fuente: Elaboración propia.

*Emisiones por consumo de Gas Natural.*

La fórmula general usada para el cálculo de las emisiones directas de fuentes fijas

es:

$$\text{Emisiones CO}_2 = \text{Carga ambiental} * \text{Factor de Emisión} * \text{Potencial de Calentamiento Global}$$

**Tabla 10 Consumo combustible gas natural**

<b>Mes</b>	<b>Consumo gas natural m<sup>3</sup></b>
Enero	1593,19
Febrero	1596,33
Marzo	1400,84
Abril	1649,04
Mayo	1527,17
Junio	1316,33
Julio	1329,17
Agosto	1226,46
Septiembre	1125,38
Octubre	1218,32
Noviembre	1132,44
Diciembre	987,19
<b>Total</b>	16101,86

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la identificación y recolección de información de consumos y determinando el factor de emisión, se realiza el cálculo de las emisiones asociadas al consumo de Gas Natural.

**Tabla 11 Emisiones consumo de combustible gas natural**

Gas natural m <sup>3</sup> /año	Factor de emisión t CO <sub>2</sub> e /m <sup>3</sup>	Emisiones t CO <sub>2</sub> e /año
16101,86	0,00198	31,883

*Nota: Factor de emisión (Medina, Carrasco, & D, 2016)*

Se consolida la información de las emisiones de gases de efecto invernadero de fuentes fijas, incluidas en el Alcance 1

**Tabla 12 Emisiones GEI alcance 1 por fuentes fijas**

<b>Alcance 1</b>				
<b>Fuentes Fijas</b>				
Fuente de Emisión de GEI	Tipo de Combustible/ Refrigerante	Consumo		Huella de Carbono t CO <sub>2</sub> e
		Unidad	Cantidad	
Consumo de combustible liquido	ACPM	gal	502,00	5,246
Consumo de combustible gaseoso	Gas Natural	m <sup>3</sup>	16101,86	31,883
<b>Subtotal Combustibles</b>				37,129
Consumo de refrigerantes	R 22	Kg	9,60	17,376
	R 134-A	Kg	1,41	2,011
	R 410-A	Kg	27,75	57,942
<b>Subtotal Emisiones Fugitivas</b>				77,329
<b>Total Fuentes Fijas</b>				114,458

Fuente: Elaboración propia.

## **Alcance 2**

### **Emisiones indirectas**

Las emisiones contempladas en este alcance corresponden a emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica adquirida por la empresa, segregando el consumo en tres áreas; generación, entendiéndose esta como el área encargada principalmente de la generación, estabilidad y mantenimiento de la red de frío de la empresa, producción haciendo referencia a la planta donde se realiza el proceso productivo y por último el sector administrativo que contiene las oficinas donde se realizan actividades de administración de la empresa y áreas comunes dentro de las instalaciones.

A continuación, se identifican las principales fuentes de la organización que generan emisiones indirectas de GEI de alcance 2:

**Tabla 13 Principales equipos con consumo de energía**

Área	Fuente	Carga Ambiental	GEI Generado
<b>Generación</b>	Compresores de Amoniaco	Energía eléctrica adquirida	CO <sub>2</sub>
	Compresores de Aire		
	Condensadores Evaporativos		
	Sistemas de Vacío		
	Bombas de Amoniaco		
	Bombas de Agua		
	Bombas de Glicol		
	Auto purgador de Gases no Condensables		
	Unidades Condensadoras de Freón		
	Evaporadores		
	Difusores		
	Deshumidificadores		
Unidades Hidráulicas			
<b>Producción</b>	Bandas Transportadoras	Energía eléctrica adquirida	CO <sub>2</sub>
	Termoencogedoras		
	Empacadoras al vacío		
	Sierras		
	Separación mecánica		
	Descueradora		
	Desnervadora		
Unidades hidráulicas			
<b>Administración</b>	Equipos de cómputo y oficina	Energía eléctrica adquirida	CO <sub>2</sub>
	Aires Acondicionados		
	Sistemas de iluminación		
	Neveras		

Fuente: Elaboración propia.

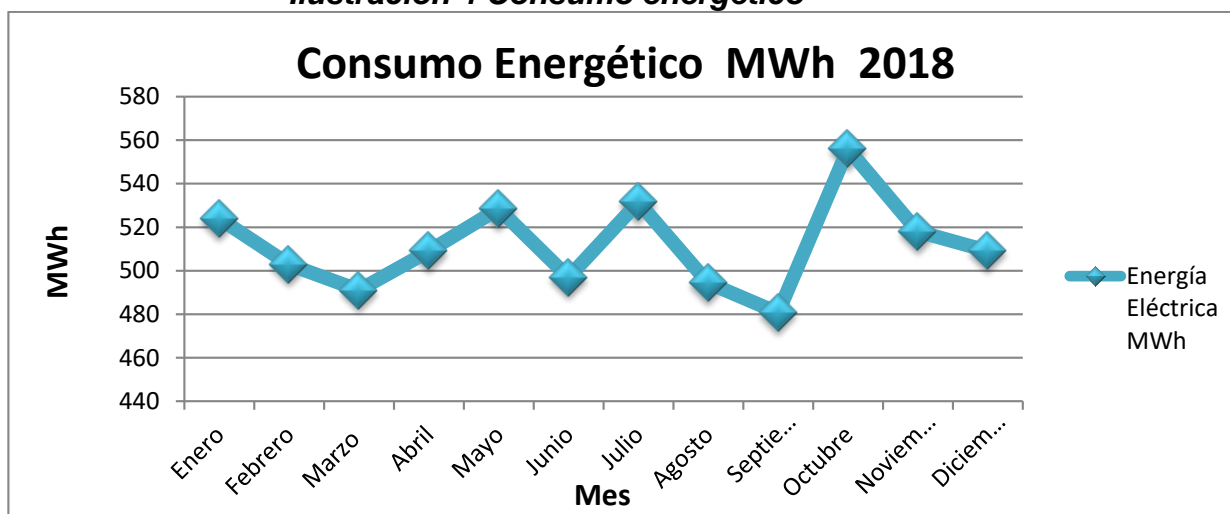
Se recolecta información de los consumos de energía eléctrica, luego de la identificación y recolección de la información y determinando el factor de emisión, se realiza el cálculo de las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica adquirida tabla 15.

La fórmula general usada para el cálculo de las emisiones indirectas es:

$Emisiones\ CO_2 = Carga\ ambiental * Factor\ de\ Emisión * Potencial\ de\ Calentamiento\ Global$

### Recolección de información alcance 2:

**Ilustración 4 Consumo energético**



**Tabla 14 Consumo de energía eléctrica**

Mes	Consumo Energía Eléctrica KW
Enero	523.997,23
Febrero	502.857,17
Marzo	491.061,30
Abril	509.034,42
Mayo	528.478,54
Junio	496.935,12
Julio	531.540,24
Agosto	494.416,74
Septiembre	480.644,56
Octubre	556.081,68
Noviembre	518.001,44
Diciembre	509.156,21
<b>Total</b>	<b>6.142.204,65</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15 Emisiones GEI alcance 2**

<b>Alcance 2</b>				
<b>Energía Eléctrica Adquirida</b>				
<b>Mes</b>	<b>Factor de Emisión</b>	<b>Consumo</b>		<b>Huella de Carbono t CO<sub>2</sub> e</b>
		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	
Enero	0,21	MW	524,00	110,039
Febrero	0,21	MW	502,86	105,600
Marzo	0,21	MW	491,06	103,123
Abril	0,21	MW	509,03	106,897
Mayo	0,21	MW	528,48	110,980
Junio	0,21	MW	496,94	104,356
Julio	0,21	MW	531,54	111,623
Agosto	0,21	MW	494,42	103,828
Septiembre	0,21	MW	480,64	100,935
Octubre	0,21	MW	556,08	116,777
Noviembre	0,21	MW	518,00	108,780
Diciembre	0,21	MW	509,16	106,923
<b>Total</b>				<b>1289,863</b>

*Nota: Factor de emisión (UPME, octubre 2017)*

### **Alcance 3**

En este alcance se incluye las emisiones generadas indirectamente por el tratamiento de aguas residuales industriales y la disposición de residuos sólidos en tierra, también se contabiliza la captura de CO<sub>2</sub> realizada por especies arbóreas. Esto siguiendo el modelo adoptado por el IDEAM según las recomendaciones del IPCC.

### Emisiones indirectas por tratamiento de aguas residuales

Corresponden a las emisiones generadas en el proceso de tratamiento de las aguas residuales industriales de la planta envigado producto del proceso productivo de la empresa; De acuerdo a las especificaciones técnicas propias de la planta de tratamiento de aguas residuales y el modelo sugerido por el IDEAM se emplea el siguiente modelo de cálculo.

$$\text{Emisiones de CH}_4 = (ROT * FE) - RM$$

Donde:

$ROT \rightarrow$  Residuo orgánico total en aguas residuales  $\left(\frac{\text{kg DQO}}{\text{año}}\right)$

$FE \rightarrow$  Factor de emisión medio para las aguas residuales  $\frac{\text{kg CH}_4}{\text{kg DQO}}$

$RM \rightarrow$  Metano recuperado o quemado en antorcha ( kg CH<sub>4</sub>)

$$FE = [(FT_F * FCM_F) + (FT_L * FCM_L) + (FT_R * FCM_R) + (FT_{LA} * FCM_{LA})] * B_0$$

Donde:

$FT_F \rightarrow$  Fracción de las aguas residuales tratadas por sistemas de filtros

$FT_L \rightarrow$  Fracción de las aguas residuales tratadas por sistemas de lagunas

$FT_R \rightarrow$  Fracción de las aguas residuales tratadas por sistemas de reactores

$FT_{LA} \rightarrow$  Fracción de las aguas residuales tratadas por sistema de lodos activados

$FCM_F \rightarrow$  Factor de conversión del CH<sub>4</sub> para el sistema de filtros (0,8 por defecto del IPCC)

$FCM_L \rightarrow$  Factor de conversión del metano para el sistema de lagunas (0,2 por defecto del IPCC)

$FCM_R \rightarrow$  Factor de conversión del CH<sub>4</sub> para el sistema de reactores (0,8 por defecto del IPCC)

$FCM_{LA}$  → Factor de conversión del  $CH_4$  para el sistema de lodos activados (0,1 por defecto del IPCC)

$B_0$  → Capacidad máxima de producción de metano  $\frac{kg CH_4}{kg DQO}$  (0,25 por defecto del IPCC)

**Tabla 16 Cantidad de DQO tratada en las aguas residuales industriales**

Mes	DQO Entrada Kg/mes	DQO Salida Kg/mes	Remoción DQO Kg/mes
Septiembre	1421	576	845
Octubre	1186	746	440
Noviembre	1244	774	470
Diciembre	1367	947,9	419,1
<b>Total</b>	5218	3043,9	2174,1

Fuente: Elaboración propia.

Con la información de la DQO de entrada por medio del tratamiento del agua residual industrial y las especificaciones técnicas de la PTAR se aplica el modelo de cálculo anteriormente mencionado y se obtiene los siguientes resultados:

**Tabla 17 Emisiones por el tratamiento de aguas residuales industriales**

FTF	FCMF	Bo	FE	Kg $CH_4$ /año	Kg $CO_2$ e /año	Ton $CO_2$ e /año
1	0,8	0,25	0,2	1043,6	29220,8	29,221

Fuente: Elaboración propia.

### **Emisiones indirectas por disposición de residuos sólidos en tierra.**

Corresponden a las emisiones relacionadas a la disposición en relleno sanitario de los residuos sólidos ordinarios generados en la empresa, de acuerdo a las generalidades de los residuos y las disposiciones recomendadas por el IDEAM se adopta el siguiente modelo de cálculo.

$$Emisiones\ de\ CH_4 = [(RSUT * L_0)] * (1 - OX)$$

*Donde:*

$RSUT \rightarrow$  Cantidad total de residuos sólidos urbanos dispuestos en tierra  $\frac{Gg}{año}$

$L_0 \rightarrow$  Tasa potencial de generación de  $CH_4$  por unidad de residuos  $\frac{Gg\ de\ CH_4}{Gg\ de\ residuos}$

$R \rightarrow$   $CH_4$  recuperado  $\frac{Gg}{año}$

$OX \rightarrow$  Factor de oxidación (0 por defecto del IPCC)

$$L_0 = FCM * COD * CODF * F * \frac{16}{12}$$

*Donde:*

$FCM \rightarrow$  Factor de corrección para el  $CH_4$

$COD \rightarrow$  Fracción de carbono orgánico degradable  $\frac{Gg\ C}{Gg\ de\ residuos}$

$CODF \rightarrow$  Fracción de COD que realmente se degrada (0,77 por defecto del IPCC)

$F \rightarrow$  Fracción del carbono liberado como metano (0,5 por defecto recomendado por el IPCC)

**Tabla 18 Residuos sólidos ordinarios generados en 2018**

Mes	Generación Residuos Kg
Enero	4867
Febrero	4272
Marzo	4720
Abril	4747
Mayo	4865
Junio	4264
Julio	4602
Agosto	4434
Septiembre	4134
Octubre	3840
Noviembre	3688
Diciembre	2962
<b>Total</b>	<b>51395</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con la información de la cantidad de residuos sólidos ordinarios generados, se desarrolla el modelo de cálculo anteriormente mencionado y se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 19 Emisiones por la disposición de residuos sólidos ordinarios**

FCM	COD	CODF	F	16/12	PC CH4	FE <sub>RSO</sub>	Ton CO <sub>2</sub> e /año
1	0,165	0,77	0,5	1,33	28,00	2,37	121,89

Fuente: Elaboración propia.

### **Captura de CO<sub>2</sub> por especies arbóreas**

La captura de CO<sub>2</sub> incluida y contabilizada corresponde a la realizada por 81 individuos arbóreos de 26 especies diferentes, que hacen parte de la actividad de

reposición realizada por la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S, planta envigado en el municipio de Envigado en los sectores Mina parte alta y Loma de las Antillas.

**Tabla 20 Individuos arbóreos**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Cantidad</b>
Aceite de maría	Calophyllum brasiliense	2
Arrayan de hoja ancha	Myrcia subsessilis	3
Caimo	Pouteria torta	2
Canime	Copaifera officinalis	2
Caoba	Swietenia macrophylla	2
Carbonero	Calliandra haematocephala	3
Carne fiambre	Roupala montana	2
Carreto	Aspidosperma spruceanum	2
Choibá	Dipteryx oleifera	1
Ciruelo jobo	Spondias mombin	14
Eriotheca	Eriotheca sp.	1
Florisanto	Brownea stenantha	2
Guayabo Jaboticaba	Myrciaria cauliflora	5
Guayacán peludo	Handroanthus chrysotrichus	1
Lluvia de oro	Cassia fistula	2
Níspero costeño	Manilkara huberi	5
Pacó	Cespedesia spathulata	2
Palma iriartea	Iriarteia deltoidea	2
Pendo	Citharexylum kunthianum	5
Pera arbórea	Pera arbórea	5
Plumeria	Plumeria púdica	5
Sande	Brosimum alicastrum	1
Sangregado	Pterocarpus acapulcensis	1
Ilang -ilang	Cananga odorata	2
Mangle duro	Cynometra sp.	5
Palma escoba	Cryosophila kalbreyeri	4
<b>Total</b>		<b>81</b>

Fuente: Adaptado (Plan de reposición de Alimentos Cárnicos S.A.S).

La base de cálculo empleada para determinar las toneladas de CO<sub>2</sub> capturadas es:

$$CO_2 \text{ capturado} = \text{Número de individuos arbóreos} * \text{Tasa de captación}$$

**Tabla 21 Toneladas de CO<sub>2</sub> capturadas**

Cantidad de árboles	Tasa de Captación t CO <sub>2</sub> e /árbol	t CO <sub>2</sub> e Capturadas
81	0,25	20,25

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la captura de CO<sub>2</sub> realizada por los individuos arbóreos, la disposición de los residuos sólidos ordinarios y el tratamiento de aguas residuales industriales, se consolidan las emisiones vinculadas al alcance 3.

**Tabla 22 Emisiones GEI alcance 3**

<b>Alcance 3</b>			
<b>Fuente de Emisión de GEI</b>	<b>Consumo</b>		<b>Huella de Carbono t CO<sub>2</sub> e</b>
	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	
Disposición de Residuos Sólidos Ordinarios en relleno sanitario	Kg	51395	121,89
Tratamiento de Aguas Residuales Industriales	Kg DQO	2174,1	<b>29,22</b>
<b>Subtotal Residuos</b>			151,11
Captura de CO <sub>2</sub>	Árbol	81	<b>20,25</b>
<b>Subtotal Captura CO<sub>2</sub></b>			-20,25
<b>Total</b>			<b>130,86</b>

Fuente: Elaboración propia.

Al contabilizar las emisiones directas por fuentes fijas incluidas en el alcance 1 y las emisiones indirectas incluidas en los alcances 2 y 3, se calcula que las emisiones de GEI generadas por la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S. durante el 2018 son de aproximadamente 1535 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Tabla 23 Emisiones totales de CO<sub>2</sub>**

<b>Emisiones Totales CO<sub>2</sub></b>	
<b>Alcance 1, 2 y 3</b>	
<b>Fuente de Emisión de GEI</b>	<b>Huella de Carbono t CO<sub>2</sub> e</b>
Consumo de Combustible Líquido	5,246
Consumo de Combustible Gaseoso	31,883
Consumo de Refrigerantes	77,329
<b>Subtotal Alcance 1</b>	<b>114,458</b>
Energía Eléctrica Adquirida	1289,863
<b>Subtotal Alcance 2</b>	<b>1289,863</b>
Disposición de Residuos Sólidos Ordinarios en relleno sanitario	121,888
Tratamiento de Aguas Residuales Industriales	29,221
Captura de CO <sub>2</sub> por especies arbóreas	-20,250
<b>Subtotal Alcance 3</b>	<b>130,859</b>
<b>Total</b>	<b>1535,021</b>

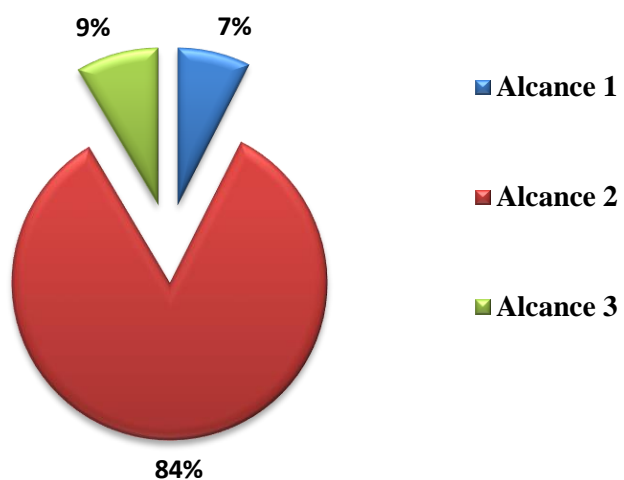
Fuente: Elaboración propia.

## Análisis e interpretación de resultados

Analizando los resultados obtenidos del total de emisiones generadas, se busca discriminar la contribución o aporte de cada alcance al total, para de esta forma identificar las actividades que realizan un mayor aporte.

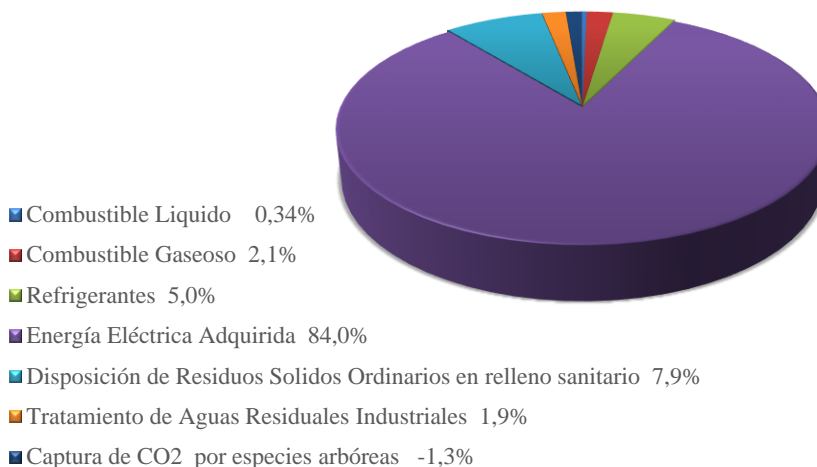
*Ilustración 5 Contribución de cada alcance a las emisiones totales*

### Distribución por alcances



De acuerdo a la ilustración 3, se evidencia que el gran contribuyente a la Huella de carbono corporativa es el alcance 2, representando el 84% de las emisiones por el consumo de la energía eléctrica adquirida.

**Ilustración 6 Contribución a las emisiones totales**  
**Contribución al total de las emisiones**



En base a la ilustración 6, se puede concluir que las actividades que generan una mayor contribución de emisiones de GEI son el consumo de energía eléctrica adquirida representando el 84%, la disposición de residuos sólidos ordinarios en relleno sanitario siendo el 7,9% y las emisiones fugitivas de refrigerantes significando el 5%.

## **Conclusiones y recomendaciones**

De acuerdo al análisis realizado de los resultados obtenidos en el cálculo de la huella de carbono corporativo, se pudo identificar los principales contribuyentes y de esta forma las posibles actividades a intervenir y mejorar para de esta forma lograr una reducción de las emisiones y de esta forma una reducción en los costos económicos vinculados al desarrollo de la actividad productiva.

### **Energía eléctrica adquirida**

Representando el 84% es el gran contribuyente de las emisiones generadas por la empresa, entendiendo el proceso productivo que en ella se desarrolla y las condiciones que se requieren, se comprende que el consumo de energía eléctrica es inherente para la generación y el mantenimiento de la cadena de frío en la empresa, en base a esto se recomienda:

- Realizar el cambio progresivo de luminarias, cambiando tecnología de fluorescentes a LED. Esta representa una gran oportunidad de acción debido a que en el inventario actual de luminarias de la empresa solo el 22% son LED.
- Investigar sobre la viabilidad de sistemas y equipos más eficientes en la generación de frío.

- Establecer y fortalecer programas de concientización sobre el uso eficiente de los recursos y la importancia de las buenas practicas; como apagar o suspender los equipos de oficina y las luminarias al salir de la oficina, cerrar herméticamente las puertas de las cavas y cuartos fríos en planta, para de esta forma minimizar el delta térmico y disminuir así el funcionamiento de los difusores.
- Incursionar en programas de compensación de emisiones como son: BanCO<sub>2</sub>, PSA “Pago por Servicios Ambientales”, REDD+ realizando contribuciones para proteger áreas especiales y CIF “Certificado de Incentivo Forestal”

### **Disposición de residuos sólidos ordinarios**

Las emisiones relacionadas a la disposición de los residuos ordinarios en relleno sanitario, significan el 7,9% de las emisiones totales, esto debido a la alta tasa de generación, debido al proceso productivo que se desarrolla, los residuos ordinarios generados son compuestos principalmente por el plástico del proceso de termo encogido y el papel parafinado, en este aspecto se sugiere:

- Investigar en la viabilidad de sustituir el papel parafinado, por uno con cera biodegradable, lo cual lo haría un residuo aprovechable.

- Indagar sobre gestores con la capacidad de aprovechar el plástico del termo encogido, o analizar la posibilidad de usar este residuo en proyectos como eco ladrillos.

### **Emisiones fugitivas de refrigerante**

Estas emisiones representan el 5% de las emisiones totales de GEI, debido al alto potencial de calentamiento global que tienen los refrigerantes (R 22, R410 a, R 134a).

En el tema de los refrigerantes se identifica una gran oportunidad de intervención, realizando el cambio sugerido desde la normatividad en el caso del R22 debido a que está clasificado, como una sustancia agotadora de ozono, en este caso como en el de los otros refrigerantes se recomienda analizar la implementación de refrigerantes alternativos con valores bajos de potencial de calentamiento global.

## Referencias

- Alimentos Cárnicos. (2019). Nuestra Historia: Alimentos Cárnicos. Recuperado de <https://alimentoscarnicos.com.co/nuestra-historia/>
- Benavides Ballesteros, H. O., & Leon Aristizabal, G. E. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Bogotá: IDEAM-METEO/008-2007.
- González Elizondo, M., Jurado Ybarra, E., González Elizondo, S., Aguirre Calderón, Ó. A., Jiménez Pérez, J., & Navar Cháidez, J. de J. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia Uanl*, 6(3), 377–385.
- Ihobe. (2012). Guía metodológica para la aplicación de la norma Invernadero en organizaciones. 14064-1:2006, Vol. 1, p. 106. Bilbao: Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- IPCC. (2014). *Informe de síntesis, Cambio Climático*. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Medina, M. P., Carrasco, J. B., & Rodríguez, W. E. (2016). *Factores de Emisión Huella de Carbono Corporativa*. Bogotá: Fundación Natura
- Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, A. y M. A. (2016). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Secretaria de Ambiente de Bogotá. (2015). *Guía para el cálculo y reporte de Huella de Carbono Corporativa*. Bogotá: Subdirección de Políticas y Planes Ambientales.