

# UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

## FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

### Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

**Huella de Carbono en el Alcance 1 y 2, utilizando la metodología del *GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol)* y la Norma ISO 14064-1:2006, en el Centro de Producción “Productos Unión”**

Por:

Rita Esthefany Morales Blas

Asesor:

MSc. Natalí Carbo Bustinza

**Lima, diciembre de 2018**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Yo Natalí Carbo Bustinza, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***“Huella de Carbono en el Alcance 1 y 2, utilizando la metodología del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO 14064-1:2006, en el centro de producción “Productos Unión”*** constituye la memoria que presenta la **Bachiller Rita Esthefany Morales Blas** para aspirar al título de Profesional de Ingeniera Ambiental ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *Lima*, de fecha *07 de Marzo* del año 2019.



---


MSc. Natalí Carbo Bustinza

Huella de Carbono en el Alcance 1 y 2, utilizando la metodología del Green House Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO 14064-1:2006 en el Centro de Producción "Productos Unión"


# TESIS

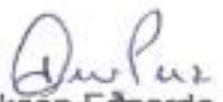
Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

## JURADO CALIFICADOR

  
Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez  
**Presidenta**

  
Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga  
**Secretaria**

  
Mg. Joel Hugo Fernández Rojas  
**Vocal**

  
Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio  
**Vocal**

  
MSc. Natalí Carbo Bustinza  
**Asesora**

Lima, 17 de diciembre de 2018

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar este gran logro a mi Dios, quién me guió con sabiduría, paciencia y fuerza para encaminar y cumplir un objetivo más en mi vida

También quiero dedicar este logro a mis padres José Morales y Rita Blas, quienes fueron la motivación y el soporte para finalizar este proyecto y quienes sirvieron de ejemplo para aprender que todo es posible con dedicación y esfuerzo. Asimismo, a mi hermano Jhoseph Morales, quien me alentó con mucha confianza y admiración, durante todo este proceso arduo, así como mis queridos abuelos Vilma Corimanya, Moisés Blas, Pedro Morales y a toda mi familia, por sus oraciones a Dios para poder cumplir mis metas profesionales.

Y todo lo que hagáis, hacedlo de corazón, como para Dios y no para los hombres.

**Colosenses 3:23 (RVC)**

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer inmensamente a mi asesora, la MSc. Natalí Carbo Bustinza, por la orientación y apoyo para culminar con satisfacción este logro. Asimismo, quiero agradecer, de manera muy especial al MSc. Nehemías Saboya Ríos, de quien tuve gran influencia y ayuda profesional. Muchas gracias por haberme dado la oportunidad de aprender más de tu humildad y conocimientos. Así también, a los docentes Linkolk López, Iliana Gutiérrez y Milda Cruz, gracias por su apoyo y colaboración con cada aporte y recomendación para el logro de este proyecto.

A mis amigos Rubí Torres, Karen Cruzado, Ítalo Cornelio, Jesús Jara, Claudia Vargas, Eliel La Rosa que, a pesar de la distancia, me apoyaron con sus oraciones y palabras de ánimo. Agradecer también a mi compañera, socia y gran amiga Gabriela Cirineo, gracias por ser parte de este logro y compartir mis alegrías y tristezas. Asimismo, a mi buen amigo Fredd Sánchez quien me apoyó y facilitó de toda la información necesaria para el desarrollo de mi investigación. Así como al equipo de trabajo de Productos Unión, por su colaboración y aportación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>XV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XVI</b>
<b>CAPITULO I: .....</b>	<b>17</b>
<b>EL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1 Identificación del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Justificación de la investigación.....</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Objetivo General.....</b>	<b>20</b>
1.3.1 Objetivos Específicos.....	21
<b>CAPITULO II:.....</b>	<b>22</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 Marco Teórico .....</b>	<b>25</b>
2.2.1 Cambio Climático .....	25
2.2.1.1 Cambio Climático en el Perú .....	28
2.2.2 Efecto Invernadero.....	29

2.2.2.1 Gases de Efecto Invernadero .....	31
2.2.2.2 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Perú.....	32
2.2.3 Instrumentos jurídicos Internacionales .....	35
2.2.3.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	36
2.2.3.2 Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) .....	38
2.2.3.3 Protocolo de Kyoto .....	38
2.2.4 Instrumentos Jurídicos Nacionales .....	40
2.2.4.1 Política Nacional del Ambiente .....	40
2.2.4.2 Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA 2011 – 2021).....	40
2.2.4.3 Proyecto Ley Marco de Cambio Climático .....	41
2.2.5 Huella de Carbono .....	42
2.2.5.1 Carbono Neutral.....	44
2.2.6 Metodologías para el cálculo de la huella de carbono .....	44
2.2.6.1 Protocolo de GEI – GHG Protocol .....	46
2.2.6.2 Norma ISO 14064:2006 - Parte 1 .....	57
2.2.6.3 Bilan Carbon .....	58

<b>CAPITULO III:</b> .....	<b>60</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>60</b>
<b>3.1 Ambito de estudio</b> .....	<b>60</b>
<b>3.2 Tipo de Investigación</b> .....	<b>61</b>
<b>3.3 Diseño de la investigación</b> .....	<b>61</b>
<b>3.4 Definición y medición de variables</b> .....	<b>61</b>
3.4.1 Operacionalización de variables .....	62
3.4.1.1 Variables Independientes .....	62
3.4.1.2 Variable Dependiente.....	64
<b>3.5 Materiales y Equipos</b> .....	<b>65</b>
<b>3.6 Procedimientos</b> .....	<b>65</b>
3.6.1 Análisis de la instalación .....	65
3.6.2 Aplicación de la metodología: GHG Protocol/ ISO 14064-1:2006 .....	65
3.6.2.1 Elección del Año base.....	66
3.6.2.2 Definición de los límites .....	66
3.6.2.2.1 Límite Organizacional .....	66



3.6.2.2.2 Limite Operacional.....	68
3.6.2.3 Identificación y clasificación de las fuentes de emisión de GEI .....	68
3.6.2.4 Recopilación y sistematización de información .....	70
3.6.2.5 Cálculo de la Huella de Carbono .....	72
3.6.3 Análisis de información .....	74
<b>3.7 Análisis estadístico .....</b>	<b>75</b>
<b>3.8 Flujograma metodológico.....</b>	<b>76</b>
<b>CAPITULO IV:.....</b>	<b>77</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>4.1 Definición del criterio metodológico para la determinación de la huella de carbono del Centro de Producción “Productos Unión” .....</b>	<b>77</b>
4.1.1 Elección del Año base.....	78
4.1.2 Definición del límite organizacional.....	78
4.1.3 Definición del límite operacional.....	79
4.1.4 Recopilación y sistematización de la información.....	80
4.1.5 Identificación y clasificación de fuentes generadoras de GEI.....	82
4.1.6 Cálculo de la Huella de Carbono .....	83

<b>4.2 Determinación de las Emisiones de Dioxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) generadas en el alcance 1 y 2.....</b>	<b>85</b>
<b>4.3 Comparación del comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) en los alcances 1 y 2. ....</b>	<b>88</b>
4.3.1 Emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO <sub>2</sub> e) en el alcance 1 .....	88
4.3.2 Emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO <sub>2</sub> e) en el alcance 2 .....	90
<b>4.4 Cuantificación de la Huella de carbono del centro de producción “Productos Unión” .....</b>	<b>91</b>
4.4.1 Alcance 1 .....	92
4.4.1.1 Equipos Fijos Propios .....	92
4.4.1.2 Equipos móviles propios.....	93
4.4.1.3 Uso de Extintores .....	95
4.4.1.4 Gas refrigerante.....	95
4.4.2 Alcance 2 .....	95
4.4.2.1 Consumo de energía eléctrica .....	95
<b>CAPITULO V: .....</b>	<b>97</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>97</b>

<b>De los resultados obtenidos se generaron las siguientes conclusiones: .....</b>	<b>97</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>110</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Incremento de la temperatura promedio global 1880-2014. ....	26
Figura 2. Emisiones Mundiales de GEI antropógenos.....	27
Figura 3. Concentración de dióxido de carbono atmosférico 1960-2015.....	28
Figura 4. Efecto invernadero natural y acentuado. ....	31
Figura 5. Distribución de las emisiones de GEI por categoría. ....	34
Figura 6. Inventarios Nacionales de GEI en el Perú.....	35
Figura 7. Cifras del Cambio Climático en el Perú.....	41
Figura 8. Definiciones de la ISO 14064-1:2006.....	47
Figura 9. Fórmula general para calcular Emisiones de GEI.....	55
Figura 10. Fórmula para calcular Emisiones de GEI por distancia Recorrida.....	56
<i>Figura 11. Metodología para la cuantificación de emisiones de GEI.....</i>	<i>57</i>
Figura 12. Principios para la cuantificación de los GEI.....	58
Figura 13. Mapa de ubicación del Centro de Producción “Productos Unión”. ....	60
Figura 14 Criterios de decisión para selección del año base.....	66
Figura 15. Principios metodológicos para la cuantificación de las emisiones de GEI	67

Figura 16. Criterios de decisión para la inclusión de GEI .....	69
Figura 17. Criterio de decisión para uso de factor de conversión y emisión .....	72
Figura 18. Criterio metodológico usados para determinar la huella de carbono en el centro de producción “Productos Unión” .....	78
Figura 19. Enfoque en la definición del Límite Organizacional.....	78
Figura 20. Definición del Límite Organizacional basado en el Control Operacional .	79
Figura 21. Límite operacional del centro de producción “Productos Unión”.....	80
Figura 22 Emisiones de CO <sub>2</sub> generadas en el alcance 1 y 2 .....	86
Figura 23. Emisiones de CH <sub>4</sub> generadas en el alcance 1 y 2.....	87
Figura 24. Emisiones de N <sub>2</sub> O generadas en el alcance 1 y 2 .....	88
Figura 25. Emisiones de GEI generadas en el alcance 1 .....	89
Figura 26. Emisiones de GEI generadas en el alcance 2 .....	90
Figura 27. Representación porcentual de fuentes de emisión que influyen en la huella de carbono.....	92
Figura 28. Emisiones de GEI generadas por tipo de combustible .....	94
Figura 29. Huella de Carbono de otras empresas panificadoras .....	96
Figura 30. Hoja de cálculo para el consumo de combustible .....	110

Figura 31. Hoja de cálculo para el consumo de energía .....	111
Figura 32. Hoja de cálculo para el consumo de combustible .....	112
Figura 33. Hoja de cálculo para el consumo de energía eléctrica.....	113
Figura 34. Cámara de Fermentación .....	118
Figura 35. Área de horneado.....	118
Figura 36. Correo de Coordinación – Reunión con Jefe de Gestión de Calidad .....	119
Figura 37. Correo de Coordinación – Visita al centro de producción .....	119
Figura 38. Correo de coordinación – Solicitud de información para la medición de la Huella de Carbono .....	120
Figura 39. Recibo del consumo de energía del mes de diciembre.....	122
Figura 40. Recibo del consumo de energía del mes de noviembre.....	123
Figura 41. Recibo del consumo de energía del mes de octubre.....	124
Figura 42. Flujograma del proceso de panificación.....	125
Figura 43. Flujograma de producción de granola .....	126
Figura 44. Flujograma de producción de untables (mantequilla de maní) .....	127
Figura 45. Flujograma de producción de bollerías .....	128
Figura 46. Constancia de autorización para realizar el proyecto de investigación....	129

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Herramienta de cálculo para la Huella de Carbono propuesta por el GHG Protocol .....	110
<b>Anexo 2.</b> Herramienta de recolección y cálculo de la huella de carbono .....	112
<b>Anexo 3.</b> Matriz de consistencia.....	114
<b>Anexo 4.</b> Visita in situ a las instalaciones del centro de producción “Productos Unión” .....	118
<b>Anexo 5.</b> Correos de Coordinación para la medición de la Huella de Carbono en el centro de producción "Productos Unión" .....	119
<b>Anexo 6.</b> Recolección de información por nivel de actividad.....	121
<b>Anexo 7.</b> Recibos del consumo de energía eléctrica .....	122
<b>Anexo 8.</b> Flujogramas de los procesos operacionales en el centro de producción “Productos Unión” .....	125
<b>Anexo 9.</b> Constancia de Autorización para la ejecución del proyecto de investigación .....	129

## SÍMBOLOS

**CO<sub>2</sub>**: Dióxido de carbono.

**CH<sub>4</sub>**: Metano.

**N<sub>2</sub>O**: Oxido Nitroso.

**CO<sub>2e</sub>**: Dióxido de carbono equivalente.

**GEI**: Gases de efecto invernadero.

**GHG**: Greenhouse gas.

**PCG**: Potencial de Calentamiento Global

**HFC**: Hidrofluorcarbono.

**IPCC**: Intergovernmental Panel on Climate Change.

**KgCO<sub>2e</sub>**: Kilogramos de dióxido de carbono equivalente.

**TCO<sub>2e</sub>**: Toneladas de dióxido de carbono equivalente



## RESUMEN

Se realizó el presente estudio para determinar la huella de carbono en el alcance 1 y 2 del Centro de Producción “Productos Unión” ubicado en el Distrito de Ñaña, Lima, Perú. Durante el periodo del 01 de enero al 31 de diciembre de 2017, mediante la medición de las emisiones directas derivadas del consumo de combustible (Alcance 1) y emisiones indirectas derivadas del consumo de energía eléctrica (Alcance 2) de Gases de Efecto Invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) utilizando la metodología establecida en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (*GHG Protocol*) y la Norma ISO14064-1:2006. Para el cálculo de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se aplicaron los factores de emisión establecidos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y factores de conversión específicos del país, recomendados por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Los resultados obtenidos mostraron que las emisiones de GEI del centro de producción “Productos Unión”, durante el periodo 2017, fueron de 1 234.12 tCO<sub>2</sub>e y la emisión promedio de cada colaborador fue de 8.23 tCO<sub>2</sub>e. El alcance 1, correspondiente a las emisiones directas producto del consumo de combustible por equipos móviles y fijos, bajo el control de Productos Unión, es el alcance más representativo, con una participación del 92.25% del total de emisiones. Concluyendo, se propuso implementar el alcance 3 en futuros estudios respecto a otras emisiones indirectas generadas por actividades de Productos Unión (consumo de agua, generación de residuos sólidos, etc.) para el año de estudio seleccionado, y obtener una línea base con miras a la reducción de los GEI, y lograr hacer frente al Cambio Climático.

**Palabras Claves:** Gases de efecto invernadero, huella de carbono.

## ABSTRACT

This study was conducted to determine the carbon footprint in scope 1 and 2 of the production Center "Productos Union" located in the district of Ñaña, Lima, Peru, during the period from January 1 to December 31, 2017, through the measurement of direct emissions from fuel consumption (scope 1) and indirect emissions from the consumption of electric energy (scope 2) of greenhouse Gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O) using the methodology established in the Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) and the standard ISO14064-1:2006. For the calculation of the emission of Greenhouse gases (GEI) there were applied the factors of emission established by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and specific factors of conversion of the country recommended by the Department of the Environment (MINAM). The obtained results showed that GEI emission of the center of production "Productos Unión", during the period 2017, was of 1 234.12 tCO<sub>2</sub>e. The scope 1, corresponding to the direct emission of the consumption of fuel for mobile and fixed equipment, under the control of "Productos Unión", is the most representative scope, with a participation of 92.25 % of the total of emission. Concluding, it proposed to implementing scope 3 in future studies with respect to other indirect emissions generated by Productos Unión activities (water consumption, solid waste generation, etc.) for the selected year of study, and to obtain a baseline with a view to reducing GHG and managing to face to the Climate change.

**Keywords:** Greenhouse gases, carbon footprint.

## **CAPITULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1 Identificación del problema**

El cambio climático global asociado al aumento potencial de la temperatura superficial del planeta, es uno de los problemas ambientales más severos en el siglo. Este problema se acentúa por el rápido incremento de los gases de efecto invernadero (GEI), principalmente del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y por las dificultades de reducir en forma sustantiva el incremento de los GEI en el futuro próximo (IPCC, 1995).

En 1992, la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), definió al Cambio Climático como “*Un cambio del clima que es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables*”. Este problema está relacionado con el incremento de la concentración de gases de efecto invernadero, que son el resultado directo de las actividades humanas. (Andreu y Teixidó, 2011).

La deforestación, el cambio de uso del suelo y la quema de combustibles fósiles son una de las principales causas del incremento de los GEI en la atmósfera; en consecuencia, se ha generado un aumento del efecto invernadero más allá de su estado natural, elevando la temperatura promedio de la superficie terrestre. (Reyes & Iju, 2007).

Los efectos del cambio climático se manifiestan día a día a nivel mundial: cambios bruscos de temperatura, incendios forestales, desaparición de los glaciares en diferentes cadenas montañosas, derretimiento de los polos y tormentas de nieve. Todo ello, generaría

pérdidas del PBI global en un rango entre 5 y 20% para aumentos de temperatura entre 5 y 6°C para final del siglo; constituyéndose entre los máximos impactos globales estimados. En particular, países de ingreso bajos sufrirían, probablemente, el mayor impacto social de calentamiento global, lo que provocará efectos en la productividad agrícola, disponibilidad de agua, generación eléctrica.

Ante esta problemática, se han instaurado diversos mecanismos y sistemas de estímulo nacional e internacional, con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En el campo empresarial la medición y reducción de los GEI se regula a través de leyes locales y nacionales, y de las nuevas expectativas de los clientes, los cuales buscan adquirir bienes y servicios fabricados con un menor impacto ambiental. Por ello, diferentes organizaciones y empresas a nivel mundial han iniciado con la medición de los GEI emitidos durante sus procesos o actividades. La medición de los gases de efecto invernadero emitidas por una empresa pueden llevar a mejorar el desempeño general de la misma a lo largo del ciclo de vida de los sus productos y servicios ofrecidos e incluso a mejoras al interior de esta, como menores costos operativos y diferenciación en los mercados. (Castaño & Rodríguez, 2013)

Uno de los instrumentos más difundidos y empleados para la medición empresarial de los GEI es la huella de carbono. Este permite calcular el total de las emisiones y expresarlas en una única unidad (tonelada CO<sub>2</sub> equivalente) facilitando su trazabilidad, seguimiento y comparabilidad a lo largo del tiempo. Además, permite identificar las fuentes generadoras de GEI de aquellos procesos o actividades críticas de una industria, con el objetivo de disminuir sus emisiones; y así retardar los efectos del cambio climático. (Vidal, 2010).

Bajo esta premisa, y en consideración sobre la importancia de la medición de la huella de carbono como indicador de sostenibilidad en una empresa; el centro de producción

“Productos Unión” será partícipe del proyecto de investigación, el cual tiene por objetivo principal determinar la Huella de Carbono, aplicando la metodología establecida por el *Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)* y la Norma ISO 14064-1:2006 en los alcances 1 y 2. Esta investigación pretende cuantificar las emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) generadas durante el año 2017 (01 de enero 2017 hasta el 31 de diciembre 2017); y a partir de ello, proponer estrategias de reducción y mitigación.

## **1.2 Justificación de la investigación**

Las evidentes consecuencias del descontrol en las emisiones de GEI han incentivado la preocupación de los aspectos ambientales en todos los países del mundo, razón por la que se han creado mecanismo de control y reducción, implementando herramientas de gestión de sostenibilidad como es el cálculo de la huella de carbono, el cual permite cuantificar las emisiones de GEI asociadas a un producto, servicio a empresa; y contribuyen al cambio climático.

El país muestra una gran vulnerabilidad ante variaciones climáticas drásticas, siendo evidencia de ello las pérdidas económicas que implicaron fenómenos como el niño costero. A partir de la medición de la huella de carbono, es posible trazarse metas de reducción como organización. De esta manera se podrá tomar medidas de ecoeficiencia a través de prácticas y procesos industriales que sean más limpios y amigables con el ambiente, con la finalidad de neutralizar y reducir los GEI; y así contribuir con la meta del Perú, que consiste en reducir las emisiones a nivel nacional en un 31% para el año 2030.

Conocer el aporte como organización frente a esa amenaza mundial es un estándar cada vez más común. Las corporaciones lo están tomando como parte imprescindible de sus estrategias de sostenibilidad corporativa, lo que permitirá a una apertura de mercados, y una

expansión de oportunidades de tipo económico; por ahorro de costos, a partir de la reducción del consumo de recursos naturales (combustible y energía) y mejoras en la eficiencia operativa; social; por el posicionamiento y diferenciación de la organización en el mercado y el aumento de nuevos inversionistas; y ambiental por la obtención de ecoetiquetas para sus productos y servicios, donde los productos verdes cobran relevancia en las preferencias de compra de los consumidores.

La medición de la Huella de Carbono en el centro de producción “Productos Unión” permitirá tener un indicador de sostenibilidad que muestre la realidad del consumo de recursos y la cantidad de emisiones generadas de las categorías energía eléctrica y consumo de combustible, puesto que estas categorías representan una de las fuentes con mayores emisiones de GEI reportadas en el Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) del país. De esta manera se podrá tomar medidas de ecoeficiencia, para la neutralización y reducción de los GEI, y así fomentar las mejoras ambientales que busquen desarrollo sostenible.

Por otro lado, desde la cosmovisión cristiana, la conservación y protección del ambiente, más allá de los intereses individuales, es una responsabilidad que Dios dotó al hombre desde su existencia con la finalidad de vivir en armonía con la naturaleza. Por ello, la importancia de tomar acciones que derroten al consumismo irracional.

### **1.3 Objetivo General**

Determinar la Huella de Carbono en el alcance 1 y 2, utilizando la metodología del *GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol)* y la norma ISO 14064-1:2006 en el centro de producción “Productos Unión”.

### **1.3.1 Objetivos Específicos**

- Definir los criterios metodológicos para el cálculo de la huella de carbono.
- Determinar las emisiones de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) en los alcances 1 y 2.
- Comparar el comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) en los alcances 1 y 2.

## CAPITULO II:

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

La huella de carbono, es considerada una de las mejores herramientas contables, que permite estimar la cantidad de emisiones en equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e) en una organización, ayudándoles a tomar medidas para su reducción. Distintos países y organizaciones a nivel mundial, la están utilizando para la neutralización y disminución de sus emisiones de CO<sub>2</sub> (Sabaliauskaitė & Kliugaitė, 2014).

Castaño & Rodríguez (2013), señalan que estimar la huella de carbono corporativa de la empresa productora de jugos de fruta de la industria de alimentos de consumo masivo en Colombia, permitió comparar en el tiempo las reducciones significativas en emisiones de GEI durante el periodo 2008-2012. Los parámetros de medición que se utilizaron están sujetos a la metodología presentada por el *GHG Protocol* debido a su sencillez en la aplicación y manejo de resultados en el campo corporativo y se obtuvieron los siguientes resultados para la compañía evaluada: 2008, 3 935 tCO<sub>2</sub> e; 2009, 3 366 tCO<sub>2</sub> e; 2010, 3 654 tCO<sub>2</sub> e; 2011, 3 420 tCO<sub>2</sub> e y 2012, 3553 tCO<sub>2</sub> e. Los datos arrojados reflejan una reducción significativa de los GEI en el tiempo. Esto se debe a la sustitución de combustibles, en particular, el cambio de petróleo a gas natural en el proceso de operación de calderas. A partir de este estudio se implementaron estrategias de reducción en otros alcances como el de energía eléctrica, puesto que, a lo largo del proceso productivo se identificó como el alcance que presentaba mayor consumo. La implementación de este proyecto permitió a la empresa, desarrollar estrategias enfocadas a mejorar la eficiencia energética y disminuir los costos por consumo.



Por otro lado, la empresa panificadora “Bimbo” de Colombia estimó la huella de carbono corporativa para el periodo 2013, arrojando como resultado anual un total de 8 221 tCO<sub>2</sub>e. La medición de la huella de carbono incluyó los consumos directos e indirectos en los alcances 1 y 2. Siendo el alcance 1 el más representativo por consumo de GLP como combustible principal de la operación. Seguido de la fuente generadora por energía eléctrica con un total de 1 687.75 tCO<sub>2</sub>e. Los resultados de la medición fueron comparados con la huella de carbono de otras industrias del sector a nivel mundial, lo que comprobó que la huella de carbono estimada frente a otras empresas, es baja. Ello obedece principalmente a factores como, el tipo de combustible en el país y el factor de emisión utilizado para cada país. (Barrios, 2014)

De la misma manera, la industria panificadora PINOVA ubicada en Costa Rica, realizó la medición de su huella de carbono, utilizando los estándares internacionales como la ISO 14064-1:2006 y el Protocolo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Durante ese año, se reportó un total de 1 581. 3 tCO<sub>2</sub>e emitidas a la atmósfera. La medición de la huella de carbono permitió realizar iniciativas en la producción, respecto al eficiente uso del recurso energético, un manejo adecuado de los gases refrigerantes y una mejor clasificación y separación de los residuos sólidos. Las iniciativas realizadas permitieron la reducción de la huella de carbono en un 26 % en el año 2013 con un total de 410.5 tCO<sub>2</sub>e. (Comunicación de Responsabilidad & Sustentabilidad Empresarial, 2014).

Asu vez, Gallo (2012), explica la relación directa entre la medición de la huella de carbono y la eficiencia energética de la empresa productora y comercializadora de papel colombiana; ya que, entre mayor sea el consumo energético, asimismo se verá incrementa la huella de carbono de la compañía. A partir de la medición se obtuvo un total de 4 208 toneladas CO<sub>2</sub> equivalente, en el año evaluado. La huella de carbono se vio influenciada por la emisión

de GEI provenientes del consumo de energía que se registra mes a mes en la iluminación de la empresa, con un total de 12 953 Kg CO<sub>2</sub>; seguido del uso de refrigeración o aire acondicionado. Se concluyó que uno de los mayores contribuyentes de la emisión de GEI son producidos por el uso de la iluminación. Como parte de las recomendaciones para mejorar la eficiencia energética de la empresa, y en consecuencia minimizar las emisiones de GEI, se propuso realizar cambios en la iluminarias por un sistema inteligente que permita la programación de apagado en tiempos determinados, a fin de mejorar la eficiencia energética de la empresa, ahorrar en costos por consumo y reducir la huella de carbono.

Por su parte, Galarza (2016) realizó el cálculo de las emisiones de GEI de una planta de concreto premezclado y prefabricado, en función a la NTP ISO 14064-1 alcance 1 y 2, tomando como año base el año 2013. Como parte de la investigación se identificaron las fuentes y sumideros de GEI en el proceso de producción del concreto premezclado y prefabricado; y se concluyó que, la mayor parte de las emisiones de GEI provienen del suministro de concreto premezclado en el alcance 1 para emisiones directas por consumo de combustible y del consumo de energía eléctrica en el alcance 2. A partir del estudio realizado se planteó como alternativa el uso de un banco de condensadores para la energía eléctrica de la empresa, con el objetivo de lograr una reducción hasta un 42.69% aproximadamente de las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por esta actividad.

Con el mismo objetivo de investigación, Barrientos y Molina (2014), estimaron la huella de carbono en una empresa de fabricación de Briquetas ubicado en Chacra Cerro, Distrito de Comas, Lima. La metodología utilizada en la presente investigación tomo como referencia los lineamientos establecidos por el *GHG Protocol* y los factores de emisión del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). Para todas las fuentes de emisiones de GEI, se obtuvo un total de 38,93 tCO<sub>2</sub>e emitidas durante el año 2013, equivalente a una

Huella de Carbono de 24,41 Kg de CO<sub>2</sub> e/millar de briquetas producida por la empresa evaluada. El mayor porcentaje de emisiones se presentó en el alcance 1 con 88,25% correspondiente al consumo de combustible en vehículos, equipos y/o maquinarias; seguido del alcance 2 con 10,67% correspondiente al consumo de energía eléctrica; y por último el alcance 3 con 1,08% correspondiente a otras fuentes derivadas del consumo de agua, papel, así como el transporte de los empleados. A partir de los resultados obtenidos y con el objetivo de neutralizar la Huella de Carbono, se propuso la conversión al sistema de gas natural de la flota de vehículos de la empresa; así como, el uso de tecnologías limpias, que requieren menor energía que apoyen a la eficiencia energética de la empresa y reduzcan sus emisiones. Asimismo, se propuso recurrir al retiro de 39 créditos de carbono producidos en proyectos de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), que tienen como fin adicional el secuestro de carbono para la compensación de las emisiones de GEI.

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 Cambio Climático**

El Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, 1992) define por cambio climático, a la modificación en la composición de la atmósfera mundial, que es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, y se suma a la variabilidad observada durante períodos de tiempos comparables. Es decir, es un fenómeno por el cual se produce un aumento de la temperatura media global del planeta (Barker, 2007). Según la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) y *Goddard Institute for Space Studies* (GISS) (2014), la temperatura promedio global ha incrementado 0.68 °C desde 1880 hasta el 2014 (Figura 1), dando como resultado que los glaciares de Groenlandia y la Antártida, cada año, pierdan entre 147 a 258 mil millones de toneladas métricas de hielo; esto implica que el nivel del mar aumente 2 milímetros en promedio cada año (Asem, 2010).

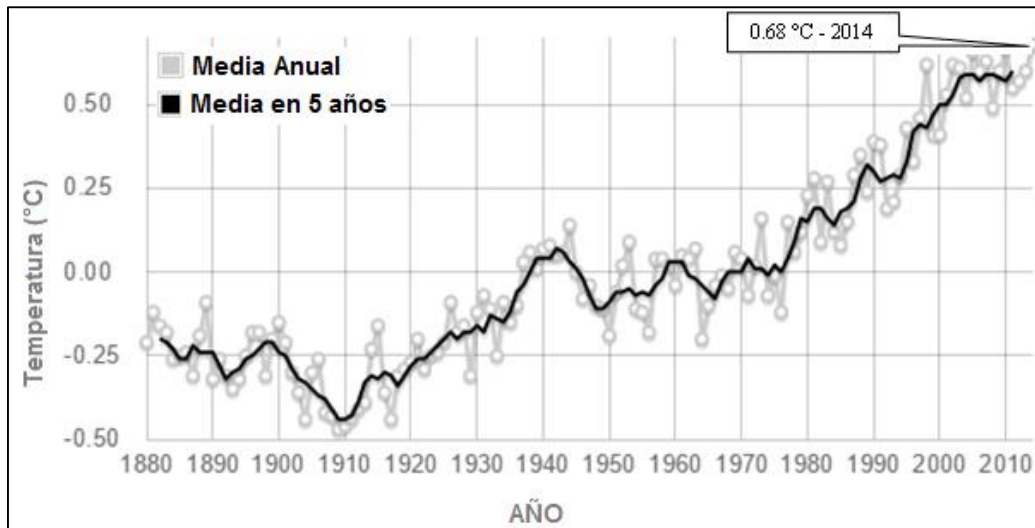


Figura 1. Incremento de la temperatura promedio global 1880-2014.

Fuente: NASA y GISS (2014)

Por otro lado, las variaciones de temperatura modifican los climas, ocasionando que los parámetros meteorológicos cambien y se vean reflejados en el aumento, tipo, frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes, tifones, inundaciones, sequías y temporal (Tamiotti et al., 2009).

El IPCC (2007), en su informe de síntesis da a conocer las principales causas de la variación climática (Figura 2) y señala que la variación de temperatura es consecuencia de una serie de acciones humanas, tales como: eliminación de áreas boscosas, quema de combustibles fósiles, cambio del uso del suelo, entre otros. Estas acciones provocan que los gases de efecto invernadero aumenten e impidan que la energía irradiada por la superficie terrestre regrese a la atmósfera de forma normal y fluida.

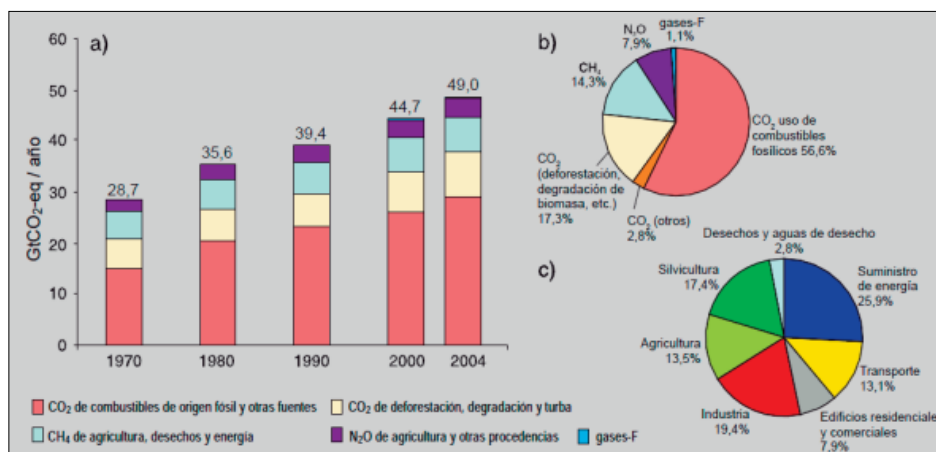


Figura 2. Emisiones Mundiales de GEI antropógenos.

Fuente: IPCC (2007).

Asimismo, el informe de síntesis del (IPCC, 2013) menciona que la mayor parte del aumento del promedio mundial de temperatura, se debe al aumento de las concentraciones de GEI por efecto de las actividades humanas, lo cual evidenció un aumento del 70% entre 1970 y 2004, siendo la generación de energía la principal actividad emisora. Además, añade que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el GEI más importante, debido a que sus emisiones anuales aumentaron un 80% entre 1970 y 2004, debido, principalmente, a la utilización de combustibles de origen fósil.

Por otro lado, la variación de las concentraciones de GEI y aerosoles en la atmósfera han aumentado entre 315.71 ppm en 1985 a 403.26 ppm en abril del 2015 (Figura 3) (National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], 2015).

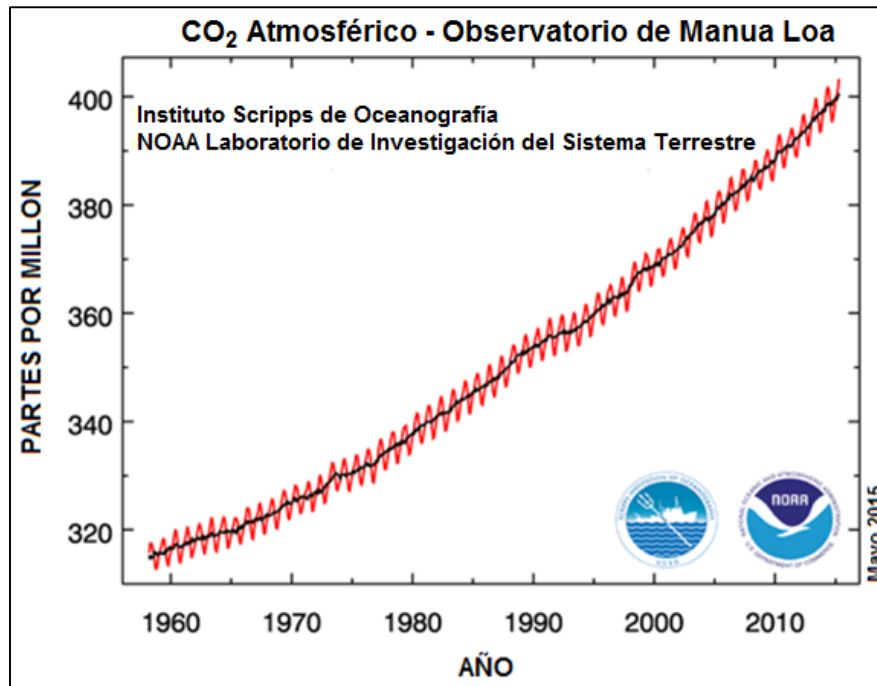


Figura 3. Concentración de dióxido de carbono atmosférico 1960-2015.

Fuente: NOAA (2015).

En cuanto al impacto económico global del cambio climático, existen diversos estudios que cuantifican la pérdida sobre el PBI Global ante incremento en la temperatura promedio. Las mediciones más difundidas del impacto global del cambio climático estiman pérdidas de hasta 20% del PBI mundial, para aumentos de temperatura por encima de 5°C. Entre las regiones más afectadas ante el cambio climático se encuentran en África, el Sur y Sur Este de Asia y América Latina.

### 2.2.1.1 Cambio Climático en el Perú

El Perú pertenece a los 16 países mega diversos del mundo, y dentro de su territorio es el segundo bosque amazónico más grande, también posee la cadena montañosa andina más extensa, y 28 de los 32 climas mundiales, junto con el 71% de glaciares tropicales del mundo. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2010). Sin embargo, está considerado entre los 10 más

vulnerables al cambio climático, bajo este escenario los efectos podrían ser superiores y afectarían a la disponibilidad del recurso hídrico, seguido de la pérdida de productividad primaria agrícola y pesquera, por el aumento de la temperatura en el mar, la pérdida de biodiversidad y los efectos sobre la salud humana.

Según Vargas (2009) los principales efectos del cambio climático están asociados con el retroceso glaciar. Este hecho tendría consecuencias negativas principalmente sobre la disponibilidad del agua en la capital del País. Según el MINAM (2010) en los últimos 25 años se ha registrado una pérdida del 22% de la superficie de los glaciares, equivalente al consumo de agua de 10 años de la ciudad de Lima, y se proyecta que para el 2025 desaparecerán todos los glaciares peruanos que se encuentren a menos de 5400 msnm. Además, desde 1988, el mar de Callao aumenta 0.55 cm/año y de 0.24 cm/año en el mar de Paita, a causa del deshielo de los glaciares (*United Nations Development Programme [UNDP] y Bureau for Crisis Prevention and Recovery [BCPR], 2013*). Además, el aumento de la temperatura en la capa superior del océano, provoca que el fenómeno del niño dé con mayor frecuencia e intensidad (Clements, Cossio, & Ensor, 2010).

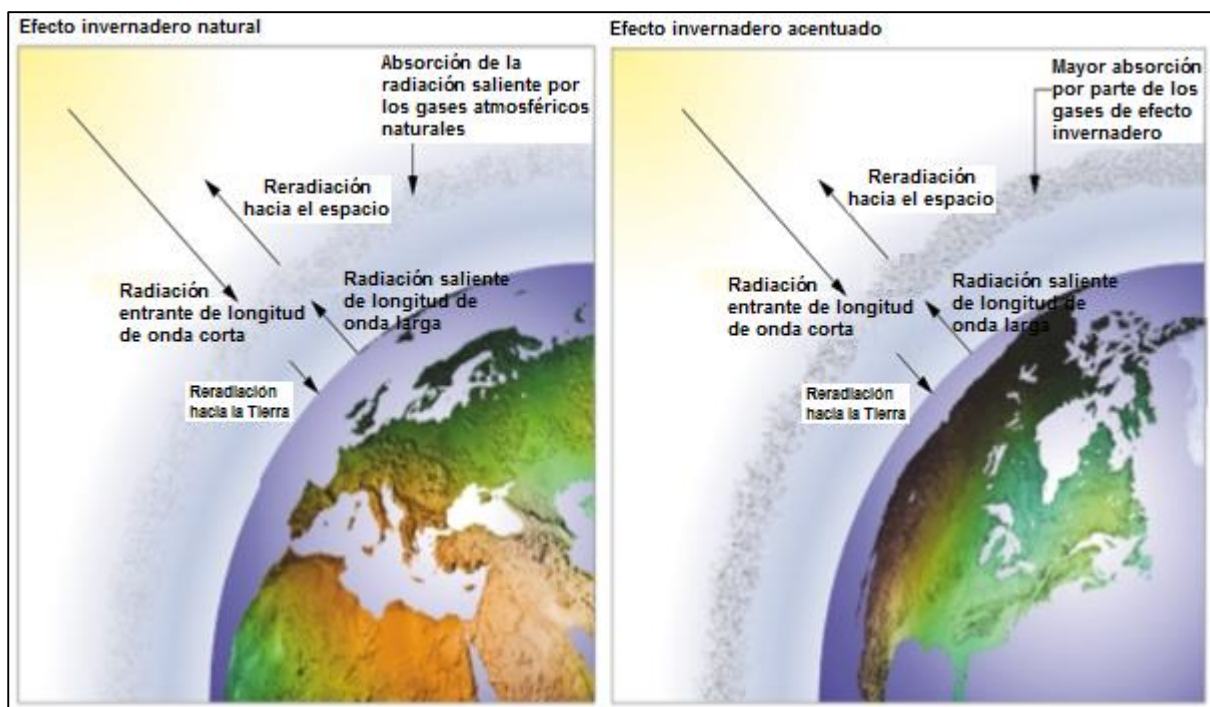
### **2.2.2 Efecto Invernadero**

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite que la tierra se mantenga lo suficientemente caliente como para conservar la vida dentro de ella. Cuando la luz del sol alcanza la superficie terrestre, esta puede ser reflejada de vuelta hacia el espacio o absorbida por la tierra. Una vez absorbida, el planeta emite la energía hacia la atmósfera en forma de calor o también conocida como radiación infrarroja. (*Environmental Protection Agency (EPA), 2014*) Mediante este efecto determinados gases que se encuentran en la atmósfera, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y entre otros, retienen parte de

la radiación que ingresa al planeta, previniendo la pérdida de calor hacia el espacio. (*Royal Society and the US National Academy of Sciences*, 2014). De esta manera, los gases de efecto invernadero actúan como una capa o envoltura, permitiendo que el planeta tierra mantenga una temperatura promedio global adecuada para la vida. Este proceso comúnmente se conoce como Efecto Invernadero. (Morales, 2013).

De no existir este fenómeno natural, las fluctuaciones climáticas serían intolerables y la temperatura promedio global del planeta alcanzaría los 18 °C bajo cero, siendo imposible la vida en la Tierra. (Chamorro & Romero, 2015).

Sin embargo, a partir de la revolución industrial, la actividad humana ha exacerbado el efecto invernadero a través del aumento significativo de los GEI en la atmosfera (Figura 4), a mayor presencia de GEI en la atmósfera, mayor es la retención de radiación y por ende la temperatura de la tierra se incrementará, a esto se le conoce como calentamiento global (Hernández, 2008).





*Figura 4. Efecto invernadero natural y acentuado.*

*Fuente: (Cannell, Harries, & Jenkins, 2001).*

Bajo ese escenario, el efecto invernadero se transforma en problema que altera la composición de la atmósfera mundial, la variabilidad natural del clima e intensifica el calentamiento gradual de la superficie. (Vargas, 2009)

### **2.2.2.1 Gases de Efecto Invernadero**

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) hidrofluorocarbonos (HCF), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>), son catalogados gases de efecto invernadero (GEI) y son aceptados como tal en el Protocolo de Kioto. Los GEI son componentes gaseosos de la atmósfera, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica, emitida por la superficie de la tierra, por la propia atmósfera y las nubes. (IPCC, 2007). Sin embargo, los principales GEI, generados por la actividad antropogénica (humana), son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). (Vargas, 2009). No obstante, el CO<sub>2</sub> es el GEI más importante, debido al aumento significativo de sus emisiones anuales que se deben principalmente a la utilización de combustible fósil.

Los GEI poseen un potencial de calentamiento global expresado en CO<sub>2</sub> equivalente (Tabla 1). Para un GEI, las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e) se obtienen multiplicando la cantidad de GEI emitida por su Potencial de Calentamiento Global (PCG) para un horizonte temporal dado. (IPCC, 2007)

El PCG es un índice para calcular la contribución mundial relativa debido a la emisión en la atmósfera de un kilogramo de gas determinado de efecto invernadero, comparado con la

emisión de un kilogramo de dióxido de carbono. Por ello, las emisiones de GEI se expresan en CO<sub>2</sub>e. (IPCC, 2001 citado por Ponce & Rodríguez, 2016)

Tabla 1. *Potencial de Calentamiento Global de los Gases de Efecto Invernadero.*

<b>Gases de Efecto Invernadero</b>		<b>Potencial de Calentamiento Global</b>
<b>Dióxido de carbono</b>	CO <sub>2</sub>	1
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	21
<b>Óxido nitroso</b>	N <sub>2</sub> O	310
<b>Hexafluoruro de azufre</b>	SF <sub>6</sub>	23900
<b>Perfluorocarbonos</b>	PFCs	4800 -9200
<b>Hidrofluorocarbonos</b>	HFCs	12 – 12000

Fuente: Abbott (2008).

Por otro lado, cabe resaltar que los GEI se generan de forma natural, sin embargo, a partir de la revolución industrial del siglo XVIII, las sociedades también lo producen en mayores concentraciones. (Reyes & Iju, 2007).

El problema actual es el incremento progresivo de las concentraciones de GEI en la atmósfera. A medida que se incrementa la concentración de estos gases, la temperatura media de la tierra aumenta. (Jordano & otros, 2014).

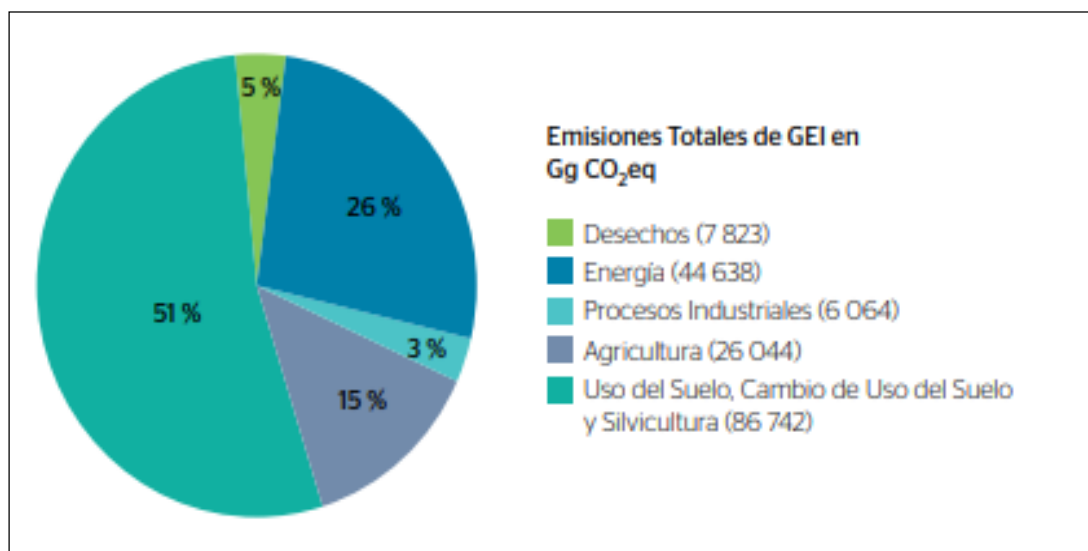
Los GEI pueden tener diversos orígenes y procedencias. Las principales causas de su incremento son atribuidas a las actividades humanas como la quema de combustible fósil, la deforestación y diversos cambios en el uso como actividades agropecuarias. De igual forma, se suman los procesos industriales en distintos sectores.

#### **2.2.2.2 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Perú**

El inventario de emisiones incluido en la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático del Perú, registró que el peruano promedio genera 4.7 toneladas de CO<sub>2</sub>e al año, lo

que equivale a que cada día, una persona genera aproximadamente las mismas emisiones que un auto que va desde La Molina a El Callao. Si bien, esta es una cifra menor a otros países de la región como Estados Unidos (17.4 toneladas CO<sub>2</sub> per cápita), Chile (5.3 toneladas CO<sub>2</sub> per cápita) y Colombia (4.25 toneladas CO<sub>2</sub> per cápita), esto no evita que suframos las consecuencias del cambio climático como los huacos y el aumento de la temperatura. (La República, 2015)

Las emisiones de GEI al año 2012 fueron de 171 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> e. La contribución de las emisiones de GEI para se clasificaron en cinco categorías (Figura 5), las cuales fueron definidas por el IPCC. La principal fuente de emisiones de GEI a nivel nacional se encuentra en la categoría uso y cambio de suelo y silvicultura con 86 742 Gg CO<sub>2</sub> e que representa el 51% del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) del año 2012. La segunda categoría con mayores emisiones de GEI reportadas fue Energía, con 44 638 Gg CO<sub>2</sub> e que representa un 26% del INGEI 2012, dentro de esta categoría destaca la fuente de emisión generada por la combustión de combustible. La tercera categoría con un total de 26 044 Gg CO<sub>2</sub> corresponde a las emisiones generadas por la Agricultura y representan el 15% del INGEI 2012. La cuarta y quinta categoría están representadas por desechos (5%) y procesos industriales (3%). (MINAM, 2016). (Figura 5)

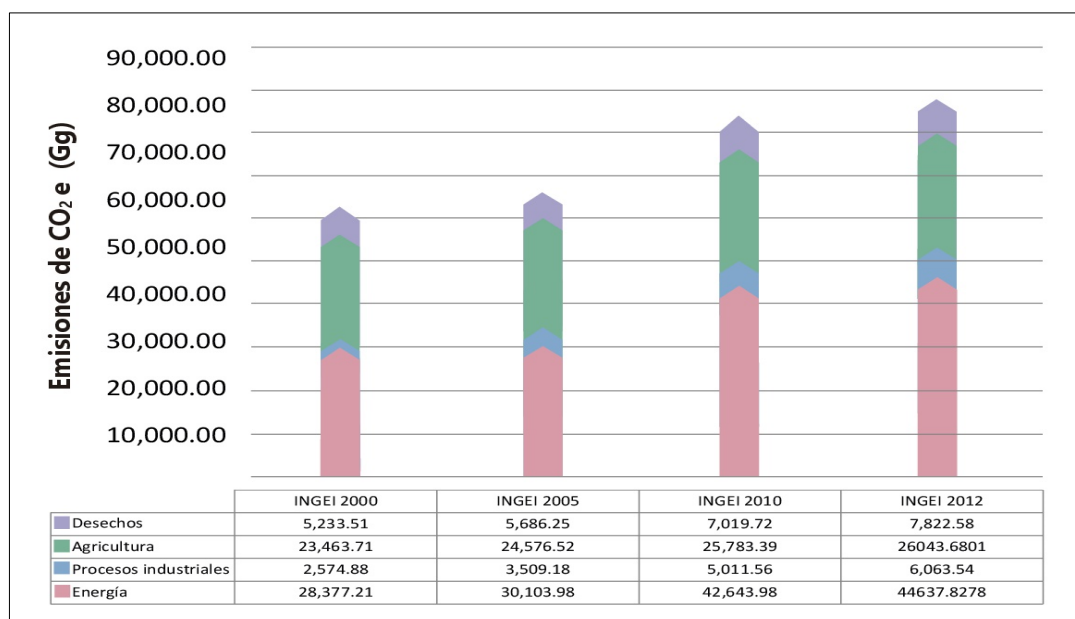


*Figura 5.* Distribución de las emisiones de GEI por categoría.

*Fuente:* (MINAM, 2016).

Las tres categorías descritas previamente representan alrededor del 92% del total de las emisiones de GEI en el Perú para el año 2012. Cabe mencionar que el Perú, actualmente, no es un gran emisor de GEI a nivel mundial. Sin embargo, las emisiones de GEI del Perú al 2012 registraron un incremento del 41% respecto al año 2000 (59 649 Gg CO<sub>2</sub>eq).

A la fecha el Perú ha elaborado Inventarios Nacionales de GEI con año base 2012, 2010, 2005, 2000 y 1994 (Figura 6), los cuales permitieron identificar los sectores con las mayores emisiones y el comportamiento de los GEI en el tiempo.



*Figura 6. Inventarios Nacionales de GEI en el Perú*

*Fuente: (MINAM, 2016).*

### 2.2.3 Instrumentos jurídicos Internacionales

Desde la aceptación internacional de la problemática del cambio climático debido al incremento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera y los efectos asociados a este, las Naciones Unidas desarrolló cuatro cumbres, donde se establecieron mecanismos estratégicos con el fin de mitigar los impactos generados por el cambio climático, así como desarrollar un ambiente sostenible. (Castaño, 2013)

La primera cumbre se realizó en Estocolmo, Suecia en 1972; la segunda, en Río de Janeiro, Brasil en 1992. La tercera cumbre se llevó a cabo en Johannesburgo, Sudáfrica en el 2002 y la cuarta y última cumbre se realizó veinte años después nuevamente en Río de Janeiro. A partir del desarrollo de estas cuatro cumbres importantes se derivaron elementos influyentes en política internacional que impactaron en diversas normativas y leyes locales alrededor del

mundo en medio ambiente y se habilitaron los instrumentos jurídicos internacionales, como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto, el cual gira en torno al Cambio Climático, constituyéndose como el acuerdo internacional más importante que busca una solución colectiva, integrada y progresiva para reducir las emisiones de GEI y combatir la amenaza que implica el incremento de estas en la atmósfera. (*United National Framework Convention on Climate Change* [UNFCCC], 2014)

### **2.2.3.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, fue adoptada el 9 de mayo 1992 en la ciudad de Nueva York; sin embargo, entró en vigor dos años más tarde en 1994, con la confirmación del acuerdo de 186 países. El objetivo de la convención fue “lograr la estabilización de las concentraciones de GEI invernadero en la atmósfera. (UN, 1992).

La convención reconoce que los países industrializados son responsables de la mayoría de las emisiones mundiales de GEI, principalmente por la quema de combustible fósil. (Morales, 2013)

UN (1992), en el artículo 3 de esta convención, establece cinco principios para lograr el objetivo establecido, los cuales deben ayudar a:

1. Proteger el sistema climático para cubrir las necesidades de esta generación presente y de las futuras.
2. Tener siempre en cuenta las necesidades de los países en desarrollo, especialmente las que son vulnerables a los efectos del cambio climático.

3. Tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos.
4. Promover el desarrollo sostenible.
5. Cooperar en la promoción del sistema económico internacional abierto y propicio para guiar el crecimiento económico y desarrollo sostenibles de todos los países, especialmente los que están en vía de desarrollo.

Además, en el artículo 4 de la convención UN (1992), se plantean los compromisos que los países en vía de desarrollo y desarrollados deben cumplir:

- a. Elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los GEI no controlados.
- b. Formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales o regionales, según proceda, que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático.
- c. Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de GEI.
- d. Promover la gestión sostenible, promover y apoyar con su cooperación la conservación y el reforzamiento, según proceda, de los sumideros y depósitos de todos los GEI.
- e. Cooperar en los preparativos para la adaptación de los impactos del cambio climático.
- f. Promover y apoyar con su cooperación, la educación, capacitación y sensibilización del público respecto al cambio climático y estimular la participación más amplia posible en ese proceso.

### **2.2.3.2 Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC)**

El Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006) fue creado en 1998 con la finalidad de facilitar las evaluaciones integrales sobre el cambio climático, sus causas y posibles repercusiones; así como estrategias de respuesta. Desde el inicio de su labor, el IPCC elaboró cinco (05) informes orientados a:

- **Energía:** Considera las actividades con quema del combustible, emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles y transporte.
- **Procesos industriales y uso de productos:** Están consideradas las industrias mineras, químicas y de metales, entre otras.
- **Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra:** Considera la actividad ganadera y usos de la tierra.
- **Desechos:** Eliminación de desechos sólidos, tratamiento biológico de los desechos sólidos, tratamiento y eliminación de aguas residuales
- **Otros.** Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de la deposición atmosférica de nitrógeno en N<sub>2</sub>O y NH<sub>3</sub>.

El IPCC cuenta también con directrices destinadas a la elaboración de inventarios nacionales de GEI, los cuales apoyan a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto. (IPCC, 2006).

### **2.2.3.3 Protocolo de Kyoto**

El protocolo de Kyoto nació en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; sin embargo, este no entro en vigor sino dos años más tarde, el 11 de



diciembre del 1994, en la ciudad de Kyoto, Japón, cuando 84 países firmaron el protocolo, comprometiéndose a disminuir sus emisiones (UNFCCC, 2012).

El protocolo tiene como objetivo establecer medidas para la reducción de emisiones netas de GEI para los países industrializados (UNFCCC, 1998) y según la primera propuesta de 1997, los países firmantes debían lograr, entre el plazo de 2008 a 2012, la disminución de esas emisiones en un 5,2% por debajo de las registradas en 1990 (Fletcher, 2004).

Por otro lado, *Department of the environment heritage and local Governmet* (2006), explica que el protocolo contempla los siguientes componentes:

- **Gases estudiados.** Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>). Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).
- **Objetivos.** Reducir las emisiones entre 8% a 10% respecto a las emisiones de 1990.
- **Mecanismos flexibles.** Tiene el objetivo de facilitar a los países desarrollados cumplir los compromisos de reducción y restricción de emisiones, y financiar proyectos "limpios" en países en desarrollo. Cordero (2011), reporta que entre este mecanismo se encuentra:
  - El comercio de mecanismo de emisión: consiste en que los países puedan vender o comprar una parte de sus derechos de emisión.
  - Implementación Conjunta: un país desarrollado realiza una inversión en un país en vía de desarrollo, con proyectos de limitación de emisión o fijación de carbono.
  - Mecanismo de desarrollo limpio: ayuda a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención.

## **2.2.4 Instrumentos Jurídicos Nacionales**

### **2.2.4.1 Política Nacional del Ambiente**

La Política Nacional del Ambiente es uno de los principales instrumentos nacionales de gestión para el logro del desarrollo sostenible del País. Su elaboración toma de referencia la declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, los objetivos del Milenio formulados por la Organización de las Naciones Unidas, así como declaraciones internacionales suscritos por el estado peruano en materia ambiental. (OEFA, 2016 citado por (Ponce & Rodríguez, 2016). Los fundamentos importantes de su constitución están alineados a la problemática global del Cambio Climático, la pérdida de la diversidad biológica, la creciente escasez de agua, entre otros.

Uno de los ejes esenciales de gestión ambiental estructurados en la Política Nacional del Ambiente, es la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica, cuyo objetivo es lograr la adaptación de la población frente al cambio climático y establecer medidas de mitigación con un enfoque preventivo, considerando las particularidades de diversas regiones del país. (Ponce & Rodríguez, 2016)

### **2.2.4.2 Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA 2011 – 2021)**

El Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA) fue aprobado en mayo de 2009 y es un instrumento de planificación nacional a largo plazo que contiene metas y acciones prioritarias que responden a la magnitud de los problemas ambientales en el País en materia de agua, residuos sólidos, aire, bosques y cambio climático, diversidades biológicas, minería y energía; y gobernanza ambiental, al 2021. Bajo el contexto de la problemática ambiental del cambio climático, el PLANAA contempla, también, acciones estratégicas para enfrentar los efectos de este problema ambiental, los cuales son evaluados mediante indicadores de gestión

e indicadores ambientales bajo la supervisión del MINAM. El objetivo principal es impulsar un crecimiento económico con menos intensidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, y para ello se establece como meta mantener una línea base actualizada de los GEI, a fin de tener una relación entre el crecimiento de las emisiones de GEI y el crecimiento del PBI del País. (MINAM, 2013)

### 2.2.4.3 Proyecto Ley Marco de Cambio Climático

El cambio climático se ha convertido en un tema relevante a nivel nacional, por su repercusión en la calidad de vida y en el desarrollo sostenible del país. Las cifras de lo que representa el cambio climático en el Perú son significativas para tomar medidas de adaptación y mitigación frente a los efectos de este problema ambiental. (Figura 7)

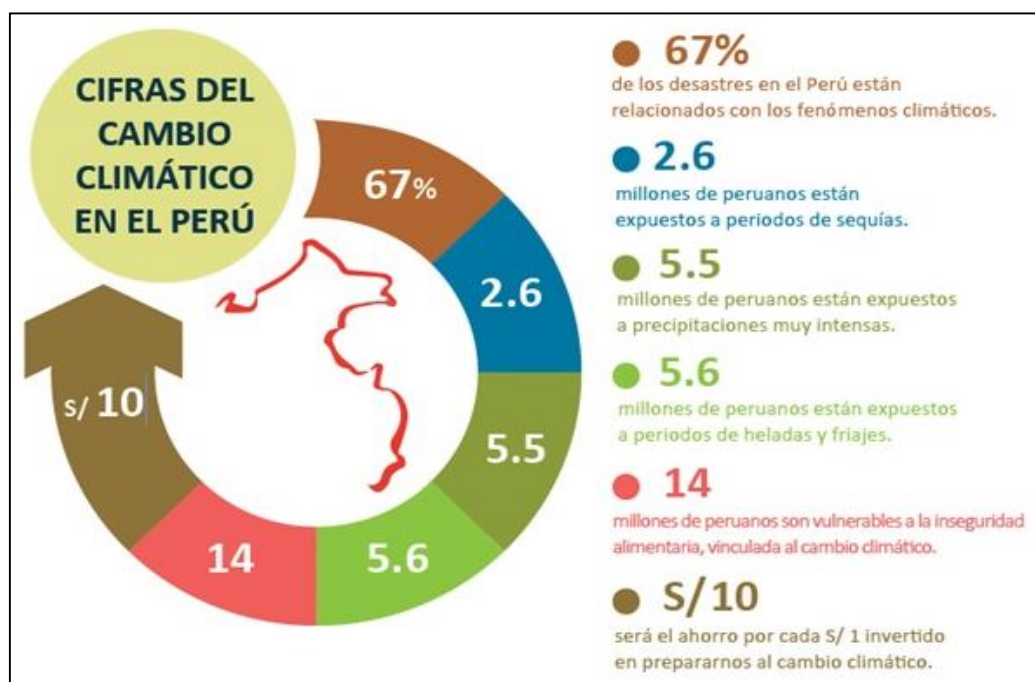


Figura 7. Cifras del Cambio Climático en el Perú

Fuente: (MINAM, 2017).

Bajo esta primicia frente a los efectos negativos del cambio climático, el estado Peruano trabajó en el Proyecto Ley Marco de Cambio Climático, el cual fue presentado el 26 de abril de 2017 al Congreso de la República para su aprobación, y cuyo objetivo principal es establecer disposiciones generales para la planificación, ejecución, articulación, monitoreo, evaluación, reporte y difusión de la gestión ante el cambio climático, a fin de cumplir con el Acuerdo de París y otros compromisos internacionales. La ley marco busca la participación de entidades públicas a nivel nacional, regional y local; y también, la de actores no estatales como el sector privado, la sociedad civil y los pueblos indígenas u originarios, que en coordinación con las entidades de la administración pública, deben promover la adaptación al cambio climático, reducción de emisiones de GEI y el aumento y conservación de reservas de carbono en su acciones e inversión, de forma progresiva en conformidad a lo estipulado en la presente Ley. (MINAM, 2017)

### **2.2.5 Huella de Carbono**

Las evidentes consecuencias del descontrol en las emisiones de GEI han incentivado la preocupación en todos los países del mundo, razón por la que se han creado mecanismo de control y reducción implementando herramientas de gestión de sostenibilidad como es el cálculo de la Huella de Carbono.

Para Schneider & Samaniego (2010) la huella de carbono se define como la cantidad de emisión de Gases de Efecto Invernadero que son liberadas a la atmósfera y que contribuyen al cambio climático a través de las actividades de producción y consumo. Su contribución puede ser originada por emisiones directas de CO<sub>2</sub> o aquellas asociadas al ciclo de vida de las emisiones de GEI, incluyendo la fase de la materia prima, su transformación y el destino final

del producto, consumo de energía eléctrica, consumo de combustible fósil y otros procesos industriales. (Rodas, 2014).

El concepto “huella de carbono”, fue utilizado por Thomas Wiedmann y Jann Minx, quienes mediante una investigación sobre su uso, le atribuyeron el nombre de huella de carbono al impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente (Radu, Scricciu, y Caracota, 2013).

La huella de carbono es un indicador ambiental cuyo objetivo es cuantificar todas las emisiones de GEI asociados a un individuo, evento, producto, servicio o empresa, y mejorar el desempeño y responsabilidad ambiental de los mismos. (Toro et al., 2014). Cabe resaltar que calcular la Huella de Carbono es el primer paso para enfrentar los problemas del cambio climático, por lo que se ha convertido en una herramienta que identifica los impactos negativos de las actividades humanas. (Schneider y Samaniego, 2010)

La Huella de Carbono es expresada en Kilogramos o Toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> como equivalente de los GEI, su declaración permite definir objetivos claros y tomar decisiones de reducción de emisiones más efectivas (Valderrama, Espíndola, & Quezada, 2011).

Para Barrientos & Molina (2014), la huella de Carbono se define en dos enfoques principales:

- **Huella de Carbono de la Organización:** Cuantificación de emisiones de GEI ligadas a las actividades de una determinada organización, empresa u entidad.

- **Huella de Carbono del Producto:** Cuantificación de los GEI emitidos a lo largo del ciclo de vida de un producto (bienes o servicios), desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final.

### **2.2.5.1 Carbono Neutral**

El concepto de carbono neutral es utilizado para una Huella de Carbono en el que las emisiones netas de los GEI expedidas al ambiente equivalen a cero. El objetivo final es no afectar la concentración natural de gases efecto invernadero que existe en la atmósfera. (Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias, 2012).

Una organización que quiere conseguir carbono neutral deberá considerar en el resultado final de su actividad, proceso o proyecto, tal como la producción de un bien o la provisión de un servicio o su consumo, reducir las emisiones de GEI y el impacto en el cambio climático. Para ello es necesario calcular la Huella de Carbono y luego identificar las áreas de operación en las que se puede proyectar la reducción de emisiones. (Ponce & Rodríguez, 2016)

### **2.2.6 Metodologías para el cálculo de la huella de carbono**

Según Rodas (2014) existen diversas metodologías disponibles para realizar el cálculo de la Huella de Carbono; sin embargo, la aplicación de alguna en particular dependerá del enfoque que la organización desee dar ya sea un enfoque organizacional o para el producto (Tabla 2). (Brito, 2011).

Tabla 2 Metodologías utilizadas para el cálculo de la Huella de Carbono.

<b>Enfoque</b>	<b>Herramienta metodológica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Organización</b>	GHG Protocol	Estándar corporativo de contabilidad y reporte de los Gases de Efectos Invernadero
	ISO 14064:2006 (Parte 1)	Norma que establece los lineamientos para el diseño y desarrollo de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero
	ISO 14069:2013	Norma guía para la aplicación de la ISO 14064-1 (cuantificación y reporte de los GEI)
	Bilan Carbone	Herramienta metodológica para la cuantificación de la Huella de Carbono corporativa.
<b>Producto</b>	GHG Protocol	Estándar corporativo de contabilidad y reporte de los Gases de Efectos Invernadero aplicados para calcular la huella de carbono del producto.
	PAS 2050:2011	Especificaciones para la cuantificación de emisiones de GEI asociadas al ciclo de vida de un producto o servicio.
	PAS 2060:2010	Especificaciones para la demostración de la neutralidad de carbono
	ISO 14067	Directrices y requisitos para cuantificación y comunicación de la huella de carbono de los productos (HCP), incluyendo tanto bienes como servicios, durante el ciclo de vida de un producto.

Fuente: (Barrientos & Molina, 2014)

Cabe resaltar que las metodologías con mayor uso a nivel mundial y que están destinadas al cálculo de la huella de carbono en organizaciones son: la *Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)* y la norma ISO 14064 (Parte 1), las cuales contienen los principios generales para el cálculo de las emisiones de GEI que se emiten a la atmosfera. (Schneider & Samaniego, 2010).

### **2.2.6.1 Protocolo de GEI – GHG Protocol**

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero es un estándar corporativo de contabilidad y reporte, y parte de la iniciativa del World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y del World Resources Institutes (WRI); y fue publicado en el año 2001. El GHG Protocol es una herramienta metodológica de cálculo, para las emisiones de GEI, y guarda concordancia con los estándares del Parlamento Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). A su vez la metodología se basa en el principio de la relevancia, consistencia, integridad y transparencia (WBCSD & WRI, 2004).

La metodología del GreenHouse Protocol está diseñada para trabajar con las empresas involucradas en el desarrollo del inventario de GEI, pero también se aplica a otros tipos de organizaciones como ONGs, agencias gubernamentales y universidades. (WBCSD & WRI, 2004).

Para realizar el adecuado cálculo de las emisiones de GEI se deben seguir los siguientes pasos que se encuentran detallados en el protocolo:

1. Establecer el año base de estudio

La organización debe elegir y reportar un año base de estudio para el cual exista información confiable. Asimismo, se debe especificar las razones de la elección del año base de estudio. Sin embargo, en el tiempo, las organizaciones experimentan cambios estructurales significativos, los cuales se pueden ver reflejados en la forma de nuevas adquisiciones (maquinaria y/o equipos, personal, etc.), transferencia de la propiedad, control de procesos y actividades. Los cambios estructurales generan una alteración en el perfil histórico de las emisiones producidas en la organización, lo que dificulta realizar la cuantificación y comparación de las emisiones de GEI



durante el tiempo (WBCSD-WRI, 2004). Por ello, con la finalidad de mantener la precisión y consistencia del cálculo de la huella de carbono, la organización debe establecer un umbral de significancia que permita decidir sobre la pertinencia de emprender cualquier recalcu.

El umbral de significancia es un criterio cualitativo o cuantitativo definido por la organización, que permite definir cualquier cambio relevante en los datos, los límites de inventario, los métodos de cálculo u otro factor significativo

## 2. Establecer los Límites de la Organización:

La organización debe establecer los límites organizacionales y operacionales que permitan conocer el escenario sobre el cual la entidad cuantificará y reportará las emisiones de GEI. Para ello, es importante considerar las definiciones que brinda la ISO 14064-1:2006, respecto a organización/instalación. (Figura 8)

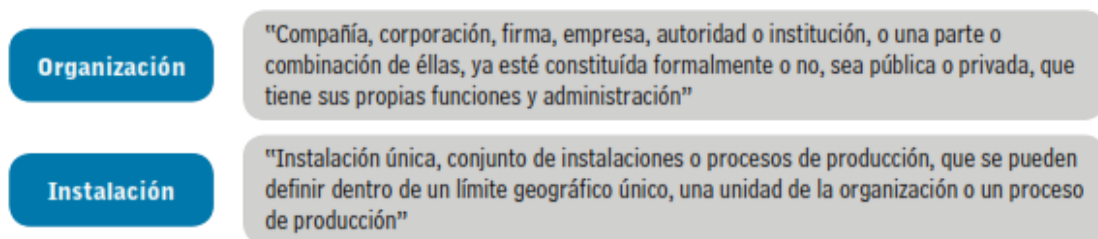


Figura 8. Definiciones de la ISO 14064-1:2006

### - Límite Organizacional

La entidad puede tener una o más sedes, para ello es necesario definir sobre qué sedes se hará el cálculo de la Huella de Carbono, considerando dos enfoques:

- Enfoque de Control: La organización contabiliza el 100 % de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones de las cuales ejerce control. Asimismo, la organización debe decidir qué criterio utilizar: control financiero o control operacional

1. Control financiero:

Una entidad ejerce control financiero sobre una operación, si tiene la facultad de dirigir sus políticas financieras y operativas con la finalidad de obtener beneficios económicos de sus actividades.

2. Control Operacional:

Una entidad ejerce control sobre alguna operación, si dicha entidad o alguna de sus sedes tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas en la operación. La entidad que posee el control de una operación, deberá contabilizar como propio el 100% de las emisiones.

- Enfoque de participación accionaria: La participación accionaria en una organización contabiliza las emisiones de GEI de acuerdo a la proporción que posee en la estructura accionaria. Cabe resaltar que este enfoque refleja directamente un interés económico, el cual representa al alcance de los derechos que la misma ejerce sobre los riesgos y beneficios asociados a una operación.

- Límite Operacional

Establecer el límite operacional involucra definir el alcance de contabilidad de las emisiones directas e indirectas asociadas a las operaciones de la organización (Figura 8). (WBCSD-WRI, 2004).

- **Alcance 1:** Emisiones directas, son provenientes de fuentes que pertenecen o están bajo control de la organización. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en hornos, calderas, automóviles de la empresa, así como emisión de GEI por el consumo de

gas de equipos de aire acondicionado, extintores, equipos electrógenos, entre otros.

- **Alcance 2:** Emisiones indirectas, son emisiones cuya fuente está asociada al consumo de energía eléctrica. Este tipo de fuente no está bajo el control de la organización ya que la energía se produce en las plantas generadoras de energía; sin embargo, es comprada y adquirida por la organización para el desarrollo de sus actividades. La medición de los GEI en este alcance es relevante para muchas organizaciones ya que representa una oportunidad para reducir las emisiones y costos, a través del ahorro energético y la eficiencia energética
- **Alcance 3:** Otras emisiones indirectas; este alcance incluye el resto de emisiones indirectas proveniente de las actividades que se realizan fuera de la organización y; al igual que el alcance 2, se encuentra, fuera del control de la misma. Por ejemplo, el traslado de los empleados al lugar de trabajo, el uso de productos y servicios vendidos, etc.

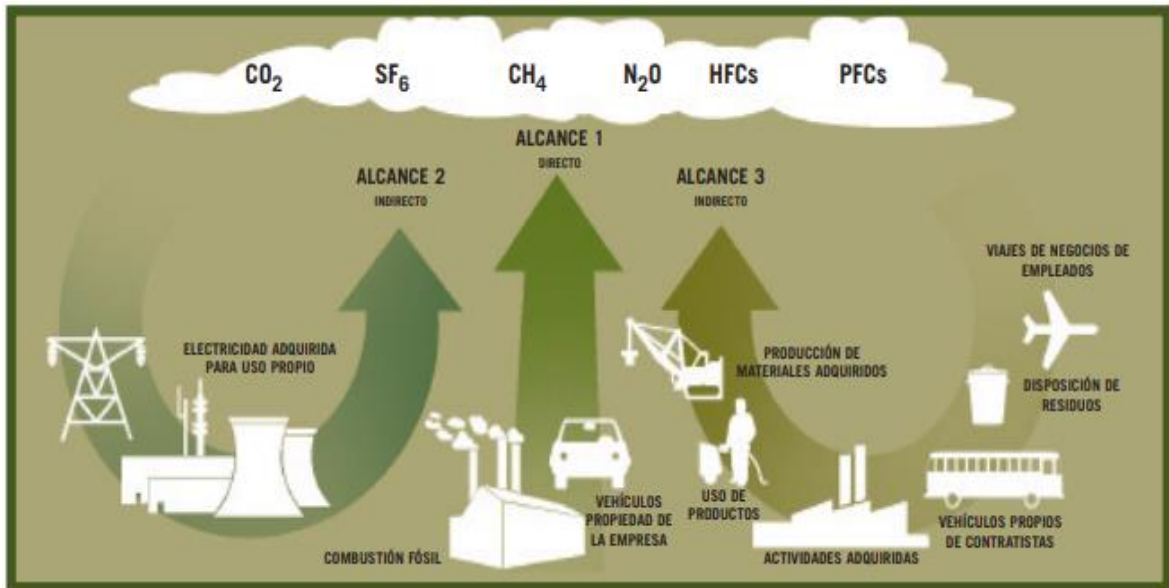


Figura 8. Alcances de emisiones directas e indirectas.

Fuente: (World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y World Resources Institute (WRI), 2004)

### 3. Identificar las fuentes de emisiones de GEI:

Es importante identificar las fuentes que generan las emisiones de GEI dentro de los límites de la organización. Las fuentes de GEI se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Combustión Fija:** Combustión proveniente de equipos estacionarios o fijo. Por ejemplo; hornos, calderas, motores, bombas, etc.
- **Combustión móvil:** Combustión proveniente de equipos en movimiento o en medio de transporte. Por ejemplo; vehículos, aviones, trenes, embarcaciones, etc.
- **Emisiones en proceso:** Son aquellas emisiones provenientes de procesos físicos o químicos, como el CO<sub>2</sub> de la etapa de calcinación en la

manufactura de cemento, el CO<sub>2</sub> del craqueo catalítico en procesos petroquímicos; así como emisiones de PFC en la fundición de aluminio.

- Emisiones fugitivas: Estas emisiones resultan de liberaciones intencionales o no intencionales, como fugas en las juntas, sellos o empaques de los equipos; emisiones de metano provenientes de minas de carbón y emisiones de hidrofluorocarbonos (HFCs), durante el uso de equipos de aire acondicionado y refrigeración y fugas de metano en el transporte de gas.

#### 4. Recolección de datos

La recolección de datos está basada en las actividades que ejerce la organización las cuales son ordenadas y clasificadas de acuerdo al tipo de alcance y tipo de fuente. Ejemplo: consumo de combustible, consumo de energía, cantidad de residuos sólidos generados, consumo de agua, consumo de gas refrigerante, entre otros.

Rodas (2014), explica que la recolección de datos se realiza por niveles mediante árboles de decisiones. Este árbol guía la selección del nivel que se debe utilizar para estimar la categoría que se está analizando (IPCC, 2006).

#### 5. Cuantificación de las emisiones de GEI.

##### 5.1. Principios para la cuantificación de emisiones de GEI

- **Relevancia:** El cálculo de emisiones (llamado también inventario) debe abarcar todas las actividades de la organización, de tal manera que reflejen las emisiones de manera adecuada.

- **Precisión:** Debe quedar asegurado que la cuantificación de las emisiones se ajusta al máximo posible a la realidad, reduciendo al mínimo el margen de error y la incertidumbre.
- **Integridad:** Para la cuantificación de la huella de carbono se debe considerar todas las fuentes de emisiones de GEI. En el supuesto de que se excluyan algunas fuentes, debe ser justificado debidamente.
- **Transparencia:** Todos los cálculos como la información de los procesos, actividades y servicios deberán ser presentados de forma concisa, neutral y coherente. Tanto los métodos y factores empleados como cualquier suposición necesaria para el cálculo deben estar debidamente documentados.
- **Consistencia:** Los resultados de la cuantificación debe permitir la comparación a lo largo del tiempo, entre ellos y el año base de estudio.

## 5.2. Factor de Emisión

La cuantificación de las emisiones de GEI puede calcularse con base en un balance de masa o fundamento estequiométrico; sin embargo, la aproximación para obtener resultados más precisos es mediante la aplicación de factores de emisión documentados. Para Jerí & Velásquez (2016) estos factores son cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión.

La organización debe aplicar un factor de emisión que permita la exactitud de los resultados, y a su vez sea apropiada dentro del contexto de la organización. El GHG Protocol sigue los lineamientos establecidos en las directrices del IPCC los cuales muestran la aplicación de factores genéricos de nivel 1 para aquellos casos donde no se cuente con factores de emisión específicos, por lo que estos constituyen un complemento para realizar el cálculo de la Huella

de Carbono. (Tabla 4). Los factores de emisión de nivel 1 están expresados en unidades de Kg /TJ sobre la base del valor calórico neto. (IPCC, 2006)

*Tabla 4 Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria*

<b>Factor de emisión de GEI para la combustión estacionaria – Industrias Manufactureras y Construcción</b>				
<b>Combustible</b>	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>	<b>Unidad de Factor</b>
<b>Petróleo Crudo</b>	73300	3	0,6	Kg /Tj GEI
<b>Gas Natural Licuado</b>	64200	3	0,6	Kg /Tj GEI
<b>Diésel (DB5)</b>	74100	3	0,6	Kg /Tj GEI
<b>Gasolina ( Gasohol )</b>	69300	3	0,6	Kg /Tj GEI
<b>Gas Licuado de Petróleo</b>	63100	1	0,1	Kg /Tj GEI
<b>Biogasolina</b>	70800	3	0,6	Kg /Tj GEI
<b>Biodisel</b>	70800	3	0,6	Kg /Tj GEI

Fuente: IPCC (2006).

Por otro lado, para estimaciones a nivel superior se puede aplicar factores de emisión de nivel 2 específicos del país que se encuentren disponibles, en particular los derivados de las mediciones directas en las diferentes fuentes de combustión estacionaria. Es una buena práctica usar los valores específicos del país, sobre la base de las mediciones u otros datos documentados. (IPCC, 2006)

### 5.3. Herramientas de cálculo

Para la cuantificación de las emisiones de GEI el Protocolo de GEI ha desarrollado herramientas de cálculo sobre la plataforma de *Microsoft Excel* (Figura 9 y 10) facilitando el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, procedentes de la combustión de combustible fósil móvil y estacionario (*World Resources Institute, 2008*).

El uso de estas herramientas es recomendable, ya que han sido revisadas por expertos y líderes industriales; sin embargo, las organizaciones pueden adecuar sus propios métodos de cálculo de GEI siempre y cuando sean más exactos o, al menos, consistentes con los métodos del Protocolo de GEI. (WBCSD y WRI, 2004)

El protocolo suministra un conjunto de herramientas de cálculo de tipo sectorial e intersectorial. Estos instrumentos brindan una guía, paso a paso, para ayudar a los interesados a calcular emisiones de GEI para fuentes o industrias específicas (WBCSD y WRI, 2004).

La herramienta de cálculo está desarrollada sobre la plataforma de *Microsoft Excel*. El instrumento permite realizar la cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, mediante el registro de la información recopilada procedentes del consumo combustible fósil y el consumo de energía (*World Resources Institute, 2008*). (Ver Anexo 01).



Con la información registrada, *Microsoft Excel* realiza los cálculos y muestra los resultados de las emisiones de GEI (World Resources Institute, 2008). La operación matemática que realiza Excel para calcular las emisiones de GEI, se muestra en la siguiente ecuación:



*Figura 9.* Fórmula general para calcular Emisiones de GEI

Fuente: World Resources Institute (2008)

**Donde:**

Emisiones GEI = Cantidad de GEI expresadas en toneladas.

NA = Nivel de actividad expresado en (kW/h y TJ)

FE = Factor de emisión específico o internacional

En el caso de emisiones por consumo de combustibles en actividades como transporte aéreo, transporte terrestre o generación de energía; la data del nivel de actividad viene dada por la cantidad de combustible consumido (en galones, litros o m<sup>3</sup>). Sin embargo, es recomendable que el consumo de combustible sea expresado en términos de terajoule (TJ) para facilitar el cálculo de la Huella de Carbono en tCO<sub>2</sub> e. Asimismo, el factor emisión puede ser calculado de formas diferentes, dentro de las cuales está el estimar el contenido de carbono del combustible fósil y en caso de no ser posible tomar un valor de emisión por defecto (por ejemplo, proporcionado por el Protocolo GEI o el IPCC).

Para aquellos casos en los que no se cuenta con la información de consumo de combustible, se recomienda trabajar con datos basados en distancia recorrida expresados en Kilómetros (Km) o millas. (IPCC, 2006); aplicando la siguiente ecuación:



*Figura 10.* Fórmula para calcular Emisiones de GEI por distancia Recorrida

Fuente: World Resources Institute (2008)

**Donde:**

Emisiones de GEI = cantidad de GEI expresadas en Toneladas.

DR = Distancia recorrida en kilómetro o millas.

FE = Factor de emisión específico o internacional.

Otra de las recomendaciones del IPCC es trabajar con valores nacionales para el Valor Calórico Neto (VCN) y si fuera posible para valores de contenido de carbono en el combustible, en caso de no contar con éstos se debe justificar claramente y usar los valores por defecto de las directrices del Panel Intergubernamental de Expertos para el cambio climático (IPCC, 2006).

El IPCC dispone de valores por defecto para emisiones de CO<sub>2</sub> por combustible consumido (TJ) y factores por defecto por distancia recorrida (en frío y caliente) para N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, para estimar las emisiones en transporte.

Por otro lado, una vez calculado las emisiones de GEI se debe calcular las emisiones totales que se expresan en términos de tonelada de dióxido de carbono equivalente, y se realizan con la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones totales} = [(\text{emisiones CO}_2 \times \text{PCG}) + (\text{emisiones CH}_4 \times \text{PCG}) + (\text{emisiones N}_2\text{O} \times \text{PCG})]$$

### 2.2.6.2 Norma ISO 14064:2006 - Parte 1

La norma ISO 14064-1 es un estándar internacional que presenta los principios y criterios necesarios para elaborar inventarios de GEI para una organización, especificando la metodología a seguir para la definición de límites, selección del año base, selección de las fuentes de emisión, cuantificación y reporte de emisiones. (Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2012). (Figura 11)

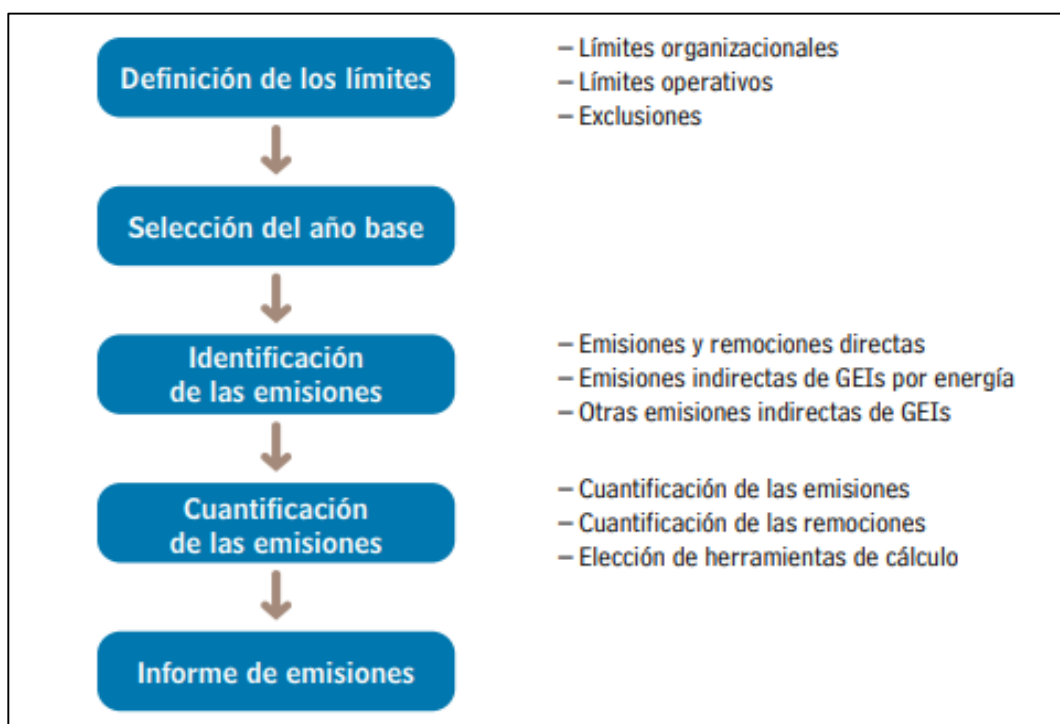


Figura 11. Metodología para la cuantificación de emisiones de GEI

Fuente: (Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2012)

Asimismo, la ISO 14064-1:2006 se basa en la aplicación de cinco (05) principios que deben ser respetados durante la metodología para la cuantificación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). (Figura 12)

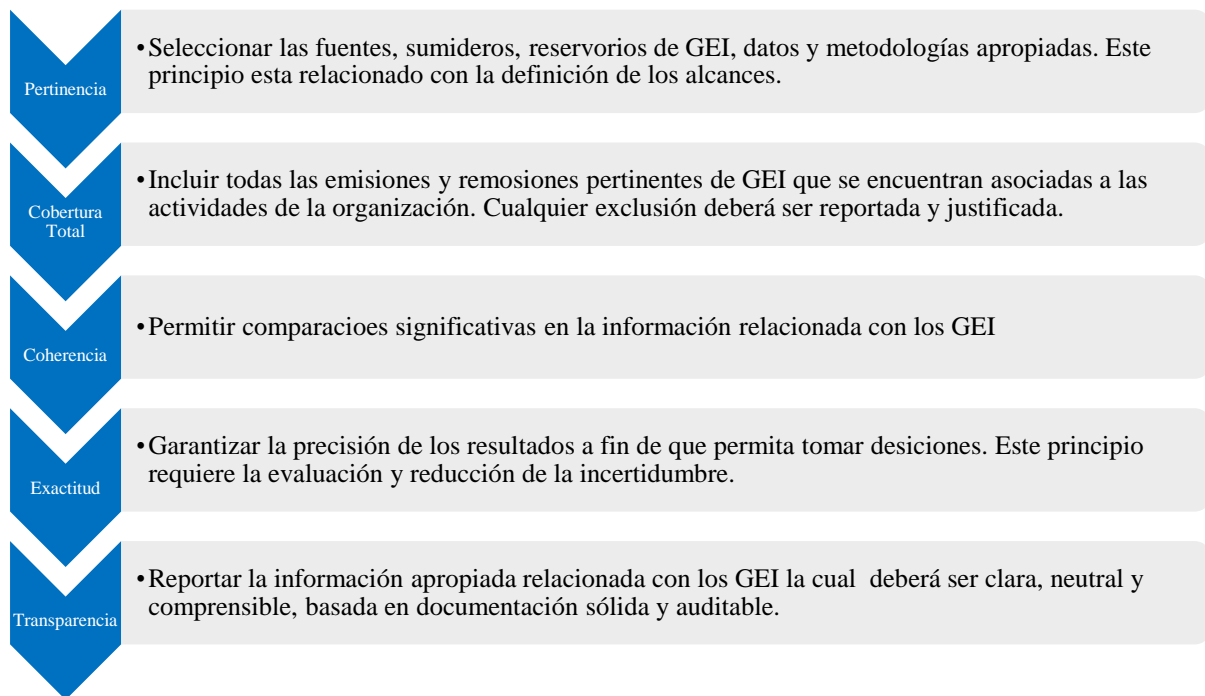


Figura 12. Principios para la cuantificación de los GEI

Fuente: ISO 14064-1:2006

La aplicación de los criterios de la norma permite la credibilidad y autenticidad a los reportes de emisión de GEI; incorporando medidas de gestión de reducción y facilitar el comercio de créditos de GEI. (Wintergreen y Delaney, 2010).

### 2.2.6.3 Bilan Carbón

La herramienta metodológica *Bilan Carbone* o también llamada Balance de Carbono, fue elaborada por la Agencia de Medio Ambiente y Energía Francesa (ADEME) en el año 2002, con la finalidad de facilitar la contabilización de emisiones directas e indirectas de GEI, convirtiendo los datos relativos de las actividades productivas como el consumo de energía,

consumo de combustible, cantidad de vehículos y distancia recorrida; así como aquellas asociadas a las actividades administrativas. Asimismo, permite identificar las principales fuentes de emisión de GEI relacionadas con las actividades de las organizaciones con el fin de priorizar acciones para reducirlas. Los gases considerados en esta metodología, comprenden los seis gases definidos en el protocolo de Kyoto (*Comité Départemental de la Protection de la Nature et de l'Environnement, 2006*).

El *Bilan Carbone* trabaja sobre la base de la herramienta Excel, la cual permite registrar y clasificar los datos de las actividades asociadas a la organización y realizar el cálculo de las emisiones. Hidalgo (2013).

La metodología responde a los requisitos de las metodologías definidas por la ISO 14064 y *GHG Protocol* y es aplicable a las actividades del sector industrial, residencial, servicios o sector público (Cepal, 2012).

## CAPITULO III:

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ambito de estudio

La investigación se realizó en el Centro de Producción “Productos Unión”. Se encuentra ubicado en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Lurigancho-Chosica, altura de la carretera Km 19 – Ñaña (Figura 13).



Figura 13. Mapa de ubicación del Centro de Producción “Productos Unión”.

*Fuente:* Adaptado de Google Earth.

Productos Unión es un Centro de Producción de la Universidad Peruana Unión, dedicado al rubro de la panificación. Además, cuenta con líneas de producción como cereales, bollerías, suplementos y untables. (Anexo 08). Productos Unión tiene una marca posicionada en el mercado, reconocida como una línea de productos saludables que forma parte de la red mundial de productos alimenticios de la iglesia Adventista del Séptimo Día.

### **3.2 Tipo de Investigación**

El estudio de esta investigación es de tipo descriptivo. Según Hernández, Fernández & Baptistas (2010), los estudios de tipo descriptivos realizan la medición de sus variables de estudio. Asimismo, el estudio se encuentra fundamentado en la metodología establecida por el *GHG Protocol* y la Norma ISO 14064-1:2006. Así como la estadística y la recolección de datos durante el periodo (01 de enero – 31 de diciembre) del 2017.

### **3.3 Diseño de la investigación**

La investigación se encuentra enfocada en un diseño no experimental de corte transversal, debido a que no presentó manipulación de las variables; y los instrumentos de medición se aplicaron en un solo momento. (Hernández et. al, 2010).

### **3.4 Definición y medición de variables**

Por la naturaleza del estudio se ha considerado en la investigación, la definición y medición de las variables; así como la matriz de consistencia la cual muestra el detalle resumen de las variables utilizadas alineadas a los objetivos generales y específicos de la investigación. (Ver Anexo 03).

### 3.4.1 Operacionalización de variables

#### 3.4.1.1 Variables Independientes

- Criterios metodológicos para el cálculo de la huella de carbono.
- Medición de emisiones de Dióxido de Carbono (CO2) Metano (CH4) identificados en los alcances 1 y 2.
- Comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO2e) en los alcances 1 y 2.

Objetivo	Variable	Definición de variable	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de variable	Instrumento
Definir los criterios metodológicos para el cálculo de la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión”	Criterios metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono	Metodología a seguir para realizar el cálculo de la huella de carbono en el centro de producción Productos Unión	-Selección del Año base -Definición del límite Organizacional -Definición del límite operacional -Identificación de las Fuentes de Emisión -Recopilación de Información -Cálculo de la Huella de Carbono	-	Cualitativa	GHG Protocol ISO 14064-1:2006



Objetivo	Variable	Definición de variable	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de variable	Instrumento
Determinar las emisiones de Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) Metano (CH <sub>4</sub> ) y Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) generados en los alcances 1 y 2.	Medición de las Emisiones de Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) Metano (CH <sub>4</sub> ) y Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) generados en los alcances 1 y 2.	Cuantificación de las emisiones de Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) Metano (CH <sub>4</sub> ) y Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) generados en los alcances 1 y 2.	Cantidad de emisiones de Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) Metano (CH <sub>4</sub> ) y Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) generados en los alcances 1 y 2.	Toneladas de Dióxido de carbono (tCO <sub>2</sub> ) Toneladas de Metano (tCH <sub>4</sub> ) Toneladas de Óxido Nitroso (tN <sub>2</sub> O)	Cuantitativa	Hoja de Cálculo en formato Excel
Comparar el comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO <sub>2</sub> e) en los alcances 1 y 2.	Comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO <sub>2</sub> e) en los alcances 1 y 2.	Evaluación comparativa del comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO <sub>2</sub> e) en los alcances 1 y 2.	Cantidad de Dióxido de carbono equivalente (CO <sub>2</sub> e) generado en los alcances 1 y 2	Toneladas de Dióxido de carbono equivalente (tCO <sub>2</sub> e)	Cuantitativa	Hoja de Cálculo en formato Excel

### 3.4.1.2 Variable Dependiente

- Medición de la Huella de Carbono, en el alcance 1 y 2, del centro de producción “Productos Unión”

Objetivo General	Variable	Definición de variable	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de variable	Instrumento de medición
Determinar la Huella de Carbono en el alcance 1 y 2, utilizando la metodología del <i>GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol)</i> y la norma ISO 14064-1:2006 en el centro de producción “Productos Unión”.	Medición de la Huella de Carbono, en el alcance 1 y 2, del centro de producción “Productos Unión”	Cuantificar emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generadas por las actividades del centro de producción “Productos Unión”	Cantidad de emisiones totales de GEI generadas al año.	Tonelada de Dióxido de Carbono equivalente (tCO <sub>2</sub> e)	Cuantitativa	GHG Protocol Norma ISO 14064-1:2006 Hoja de cálculo en Software Microsoft Excel. Directrices del IPCC:2006

### **3.5 Materiales y Equipos**

- Reporte de consumo de combustible de equipos fijos (cámara de fermentación, hornos y cocinas industriales).
- Reporte de consumo de combustible de equipos móviles (unidades vehiculares)
- Recibos de consumo de energía eléctrica. (Anexo 07)
- Laptop
- Equipo móvil
- Cámara fotográfica

### **3.6 Procedimientos**

#### **3.6.1 Análisis de la instalación**

Se llevó a cabo la visita in situ en las instalaciones del centro de producción “Productos Unión” con la finalidad de poder identificar las características de organizacionales y operacionales de la organización, los cuales fueron importantes para definir los criterios metodológicos a aplicar. Asimismo, se realizó un reconocimiento en la instalación con cada responsable de los procesos y/o actividades asociados a las fuentes de emisión de GEI.

#### **3.6.2 Aplicación de la metodología: GHG Protocol/ ISO 14064-1:2006**

La metodología aplicada para determinar la Huella de Carbono del Centro de Producción Productos Unión sigue los lineamientos generales del *GHG Protocol* y criterios de decisión de la Norma ISO 14064-1:2006.

### 3.6.2.1 Elección del Año base

Para la elección del año base se consideró los criterios de decisión establecidos en la ISO 14064-1:2006 (Figura 14), tales como disponibilidad de datos o información en relación a los consumos por niveles de actividad asociadas a las emisiones directas (consumo de combustible y consumo de gases refrigerantes por equipos propios de la organización) y emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica; así como la representatividad de la operación normal de la organización.

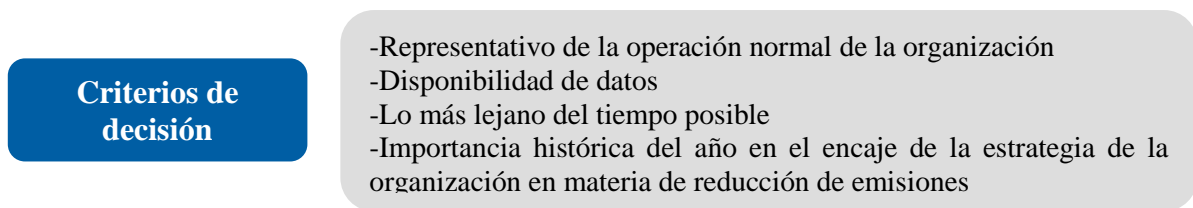


Figura 14 Criterios de decisión para selección del año base

Fuente: ISO 14064-1:2006

### 3.6.2.2 Definición de los límites

#### 3.6.2.2.1 Límite Organizacional

La definición del límite organizacional para Productos Unión se realizó de acuerdo a los cinco principios establecidos en el *GHG Protocol* y la Norma ISO 14064-1:2006. (Figura 15).



*Figura 15.* Principios metodológicos para la cuantificación de las emisiones de GEI

Fuente: *(Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2012)*

Productos Unión cuenta con dos (02) instalaciones, una planta de producción ubicada en Ñaña-Lima, y un centro de distribución de productos terminados ubicada en Santa Anita-Lima.

Para fines de la investigación se ha determinado que el límite organizacional contemplará la instalación del centro de producción “Productos Unión” debido a que durante el año de estudio solo existía dicha instalación. La instalación del centro de distribución de productos terminados no ingresa para la medición ya que la instalación fue implementada a fines del 2017 y no existe disponibilidad total de los datos para realizar la cuantificación de los GEI en dicha instalación, lo que limitaría la precisión de los resultados.

### **3.6.2.2 Limite Operacional**

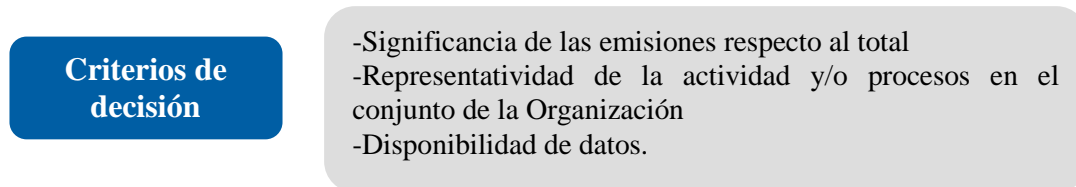
La definición del límite operacional se realizó de acuerdo a los criterios de decisión de la norma ISO 14064-1:2006 y *el GHG Protocol* los cuales brindan categorías por tipo de emisiones. Asimismo, se tomaron en cuenta todos los procesos y/o actividades que se realizaron dentro de la instalación durante el año de estudio. Por ello, para la definición del límite operacional se consideraron las emisiones de GEI provenientes de fuentes que pertenecen a la organización o son controladas por la misma, así como aquellas que provienen de la generación de electricidad, calor, vapor de origen externo consumidos por la organización. Cabe resaltar que el proceso más representativo del Centro de Producción “Productos Unión” es el proceso de panificación, el cual se encuentra directamente relacionado con la quema de combustible fósil o la combustión de combustible fósil

### **3.6.2.3 Identificación y clasificación de las fuentes de emisión de GEI**

Para la identificación y clasificación de las fuentes emisoras de GEI se realizó la visita in situ de las instalaciones de la Planta de producción y se entrevistó a cada uno de los responsables de los diferentes procesos y actividades en Planta en coordinación con el personal responsable (Jefe de Gestión de Calidad y Coordinador SSOMA). (Anexo 05)

Una vez definido el límite operacional se procedió a identificar las fuentes de emisión de los GEI que se incluyen en los inventarios nacionales de GEI los cuales se encuentran establecidos en el Protocolo de Kyoto: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFCs y PFCs. (Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2012). Aunque se recomienda la inclusión de todos los GEI, para fines de este estudio que realizó la inclusión de aquellos GEI que obedecen los criterios de decisión establecidos en la Norma ISO 14064-1:2006 considerando la significancia de las emisiones

respecto al total, la representatividad de la actividad y/o procesos en la organización y la disponibilidad de datos. (Figura 16)



*Figura 16.* Criterios de decisión para la inclusión de GEI

Fuente: ISO 14064-1:2006

Cabe mencionar, que para la identificación de las fuentes de GEI se consideró las emisiones directas provenientes de la combustión móvil por vehículos bajo el control de la organización, cuyas emisiones son generadas por la combustión del motor Diésel B5, gasohol y GLP, que comprende las unidades vehiculares que son utilizadas para el transporte de los productos terminados en el Centro de Producción “Productos Unión”; así como, las emisiones directas provenientes de la combustión por equipos fijos, cuyas emisiones son generadas por la combustión de gas GLP que comprende la maquinaria de producción: una (01) cámara de fermentación, nueve (09) hornos industriales y tres (03) cocinas industriales.

Así también, aquellas emisiones que son generadas por el consumo de gas refrigerante para el uso aires acondicionados y el gas utilizado para el uso de los extintores.

Cabe resaltar que las emisiones generadas por la combustión se encuentran asociadas a la generación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) las cuales se encuentran establecidas por el Protocolo de Kioto.

Asimismo, se tomó en cuenta las emisiones indirectas provenientes del consumo de energía eléctrica de la red del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) que abastece al centro de Producción en sus tres (03) turnos de producción.

A partir de la identificación de las fuentes generadoras se procedió a clasificarlas por alcance de acuerdo lo establecido en el *GHG Protocol* y la Norma ISO 14064:2006.

### 3.6.2.4 Recopilación y sistematización de información

La información requerida fue solicitada, a los responsables, por correo de coordinación. (Ver Anexo 05). Cabe mencionar que la información requerida es específica de la organización, en ese sentido se requirió la autorización del Gerente de Productos. La autorización fue regularizada a través del Jefe de Gestión de Calidad. (Anexo 09).

La información requerida para el cálculo de la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión”, se detalla, por Alcance, en la siguiente tabla:

Tabla 3. Información requerida para calcular la huella de carbono del Centro de Producción Productos Unión

Descripción por nivel de actividad	Información solicitada
General	Promedio de trabajadores en el año 2017.
Consumo de combustible	Cantidad y tipo de combustible usado por vehículos que son propiedad o están bajo el control de Productos Unión.
Consumo de combustible	Cantidad y tipo de combustible usado por otros equipos y/o maquinaria usada para las actividades de producción
Aire acondicionado y uso de extintores	Tipo de gas refrigerante y cantidad recargada
Consumo de energía eléctrica	Energía eléctrica, proveniente de la red nacional, consumida por el Centro de Producción Productos Unión.



Por otro lado, con la finalidad de facilitar la sistematización y procesamiento de los datos en la hoja de cálculo, se solicitó la información en el formato Excel para el registro de los consumos por nivel de actividad del centro de producción “Productos Unión”. Es preciso indicar que los formatos trabajados sobre la plataforma Excel fueron adaptados de la herramienta de cálculo proporcionada por el GHG Protocol. (Ver Anexo 02)

### 3.6.2.5 Cálculo de la Huella de Carbono

Respecto a los métodos de cálculo se siguieron las metodologías señaladas en las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) para la elaboración de inventarios nacionales. Cabe resaltar que el *GHG Protocol* sigue los lineamientos del IPCC, por lo que estos constituyen un complemento para realizar el cálculo de la Huella de Carbono.

Para realizar el cálculo de la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión” se realizó la selección de los factores de conversión y factores de emisión los cuales siguen el criterio de decisión de la IPCC 2006. (Figura 17). Es importante resaltar que si el país cuenta con un factor de emisión o conversión específico, se tomará en cuenta el valor específico del país, de no existir, se seleccionará los valores recomendados por el IPCC.

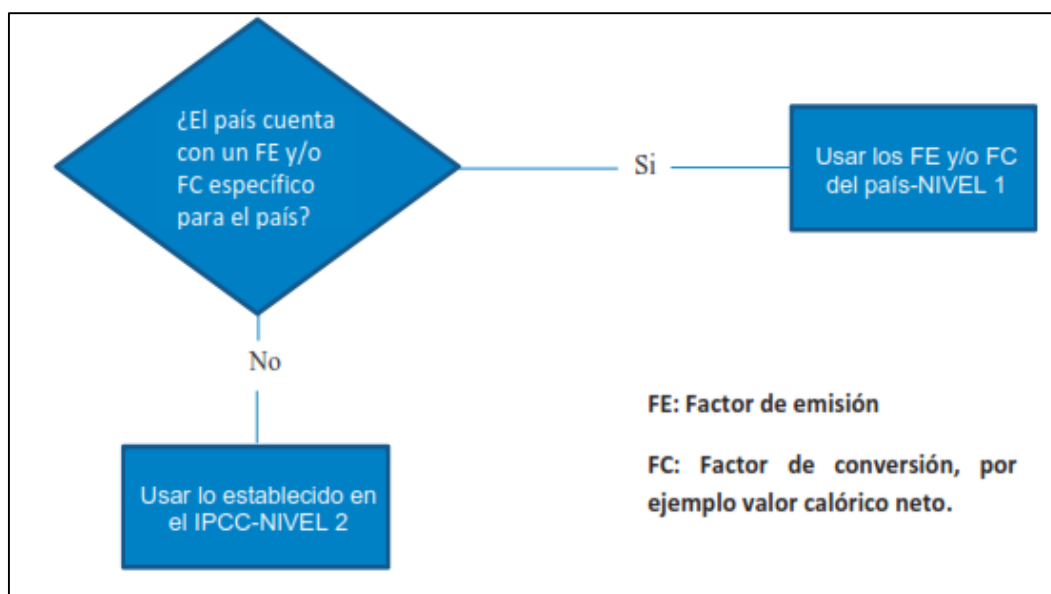


Figura 17. Criterio de decisión para uso de factor de conversión y emisión

Fuente: (IPCC, 2006)

Por otro lado, la selección del factor de emisión para el consumo de energía eléctrica fue en base a las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustibles requeridos para

la producción nacional total de energía eléctrica, durante el año 2017, del Sistema eléctrico Interconectado (SEIN). Los datos fueron obtenidos del Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES, 2017) que indica un valor específico para el Perú.

Luego de seleccionar los factores de conversión y emisión, se registraron los valores en la hoja de cálculo Excel, así como los datos de las actividades; y se realizó la cuantificación de las emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) generadas por nivel de actividad.

Para el consumo de combustible se procedió a calcular el equivalente asociado a cada combustible, en términos de calor, expresado en Terajoule (TJ), para ello se realizó la multiplicación del consumo total de combustible por nivel de actividad expresado en unidades físicas consumidas, por el valor calórico de acuerdo al tipo de combustible.

$$U \text{ (Gal)} \times V \text{ (TJ/Gal)} = E \text{ (TJ)}$$

**Donde:**

U = Unidades físicas consumidas de combustible expresado en Galones (Gal).

V = Valor calórico expresado en terajoule sobre galones (TJ/Gal).

C = Consumo energético del combustible expresado en terajoule (TJ).

Una vez calculado el consumo energético de cada combustible se realizó la conversión de estos resultados en su equivalente de emisión de GEI. Para ello se multiplicó los resultados del consumo energético del combustible con los factores de emisión seleccionados por tipo de combustible. Cabe resaltar que la misma ecuación es utilizada para cuantificar las emisiones de GEI asociadas al consumo de energía. Los resultados obtenidos se expresan en toneladas de GEI (considerando sólo al CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O para realizar la estimación de emisión). La operación se encuentra representada en la siguiente ecuación:

$$\text{Emisión de GEI} = NA \times FE$$

**Donde:**

Emisión de GEI = Emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) expresado en Toneladas (t).

NA = Nivel de Actividad como consumo de combustible expresado en terajoule (TJ) y consumo de energía expresado en kW/h.

FE = Factor de emisión expresado en Kg/TJ para consumo de combustible (IPCC, 2006)

Cabe mencionar que el factor de emisión utilizado para consumo de energía se encuentra expresado en tonelada de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) sobre kW/h (COES, 2017).

Por otro lado, luego de la cuantificación de las emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) se procedió a calcular las emisiones totales de GEI, expresado en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub> e). El cálculo se realizó multiplicando las emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) expresado en toneladas, por su correspondiente potencial de calentamiento global de GEI. Una vez realizado el cálculo se procederá a sumar todas las emisiones de GEI. La operación se expresa en la siguiente operación.

$$\text{ET de GEI} = \sum [(\text{Emisión de GEI} \times \text{PCG})]$$

**Donde:**

ET de GEI = Emisiones Totales de GEI expresado en tCO<sub>2</sub> e.

Emisión de GEI = Emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O expresado en toneladas.

PCG = Potencial de Calentamiento Global de GEI (IPCC, 2006)

**3.6.3 Análisis de información**

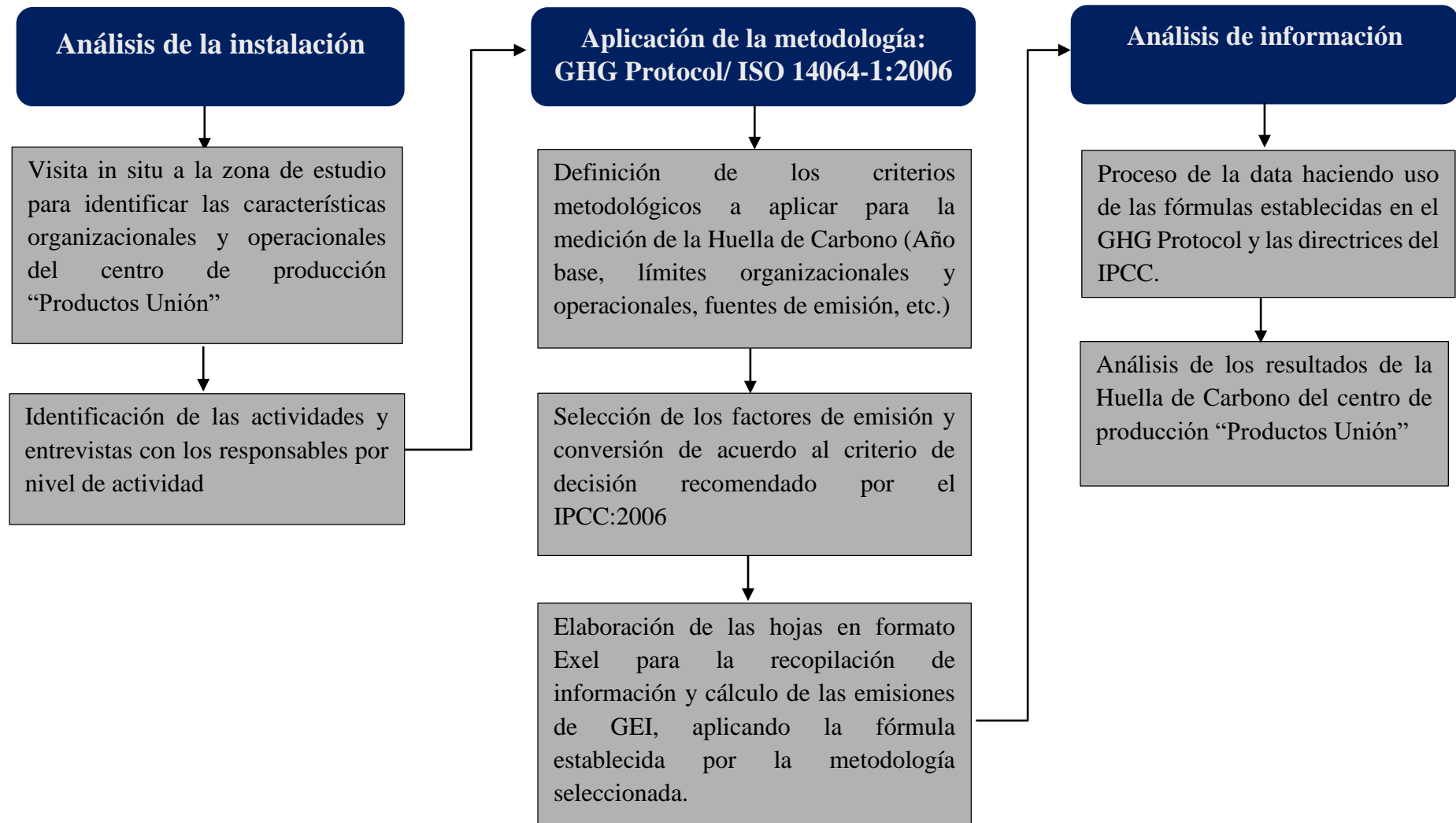
La información recolectada fue trabajada y procesada en cada una de las hojas en formato Excel. A partir de la información recolectada se realizó el cálculo de la huella de carbono haciendo uso de las fórmulas establecidas en el GHG Protocol y la metodología de cálculo propuesta en las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

(IPCC) para la elaboración de inventarios nacionales. Cabe resaltar que el *GHG Protocol* sigue los lineamientos del IPCC, por lo que estos constituyen un complemento para realizar el cálculo de la Huella de Carbono. Se analizaron los resultados obtenidos por alcance y por el comportamiento de los GEI en el año de estudio. Asimismo, se propusieron medidas de reducción a partir de los resultados arrojados.

### 3.7 **Análisis estadístico**

Los análisis estadísticos fueron realizados a través de tablas y gráficos descriptivos comparativos. Cabe resaltar que fueron descriptivos porque se requirió representar las emisiones generadas en el alcance 1 por consumo de combustible; y en alcance 2 por consumo de energía, para el reporte del inventario de Gases de Efecto Invernadero de una organización; a su vez se realizó la representación de los resultados de las emisiones en función al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Por otro lado, el análisis de los resultados fueron presentados en tablas y gráficos comparativos ya que fue necesario identificar el alcance con mayor contribución de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los datos recolectados fueron introducidos y analizados mediante el Software estadístico SPSS 24.0 y Microsoft Excel 2016.

### 3.8 Flujograma metodológico



## CAPITULO IV:

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Definición del criterio metodológico para la determinación de la huella de carbono del Centro de Producción “Productos Unión”

Los criterios metodológicos siguen los lineamientos establecidos en los estándares internacionales aceptados a nivel global como el *GHG Protocol* y la Norma Internacional ISO 14064-1. (Figura 18)

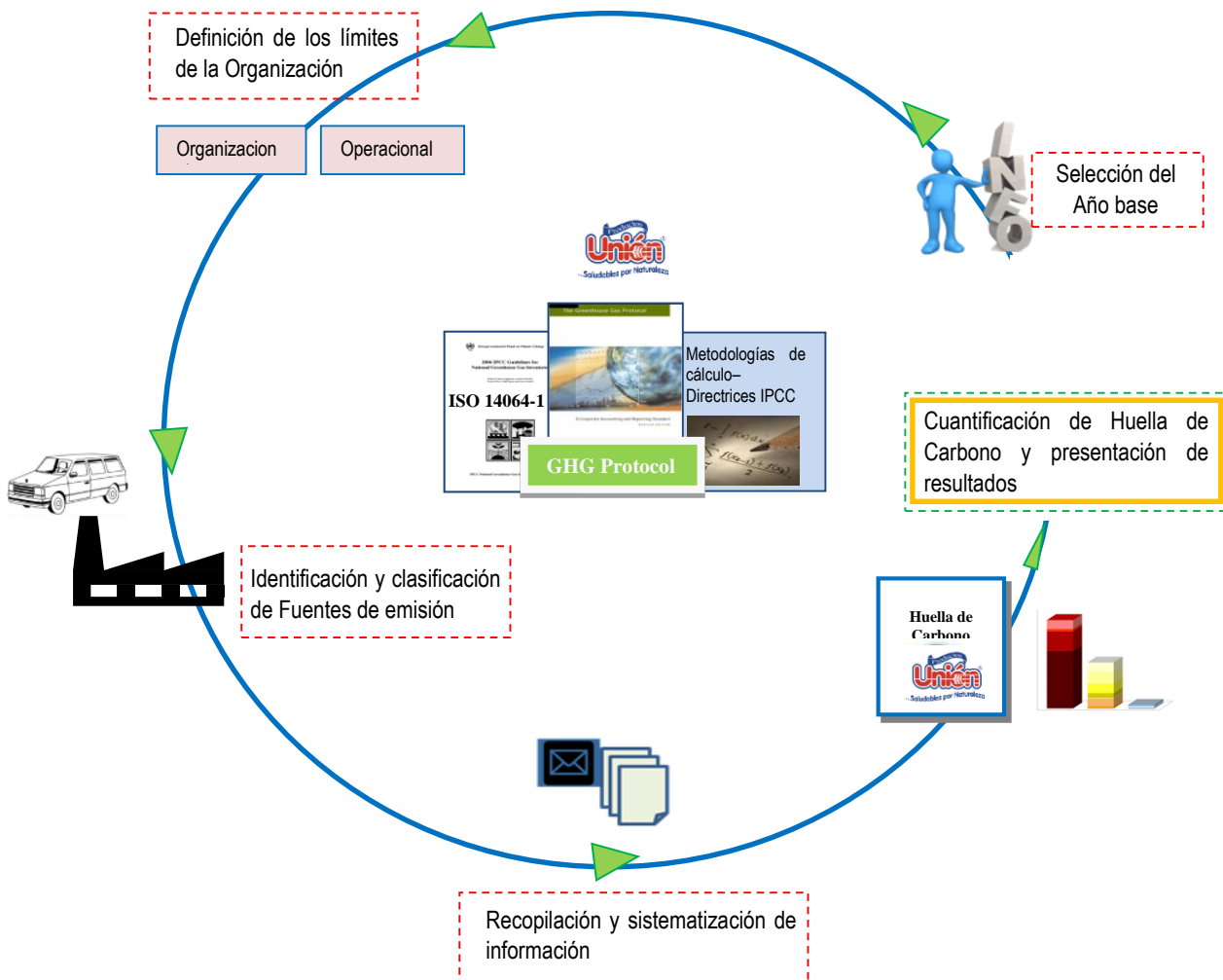


Figura 18. Criterios metodológicos usados para determinar la huella de carbono en el centro de producción “Productos Unión”

#### 4.1.1 Elección del Año base

De acuerdo a los criterios de decisión recomendados por la norma ISO 14064-1:2006 y siguiendo el principio metodológico del *GHG Protocol*; para fines de este estudio se seleccionó como año base el año 2017 (01 de enero hasta 31 de diciembre) dado que en este periodo se encontraba la mayor disponibilidad de los datos, y es a su vez el año más representativo de la operación normal de la organización.

#### 4.1.2 Definición del límite organizacional

De acuerdo con la metodología general del *GHG Protocol* y los criterios de decisión recomendados por la Norma Internacional ISO 14064-1:2006, la huella de carbono se ha desarrollado siguiendo el enfoque basado en el control. (Figura 19).

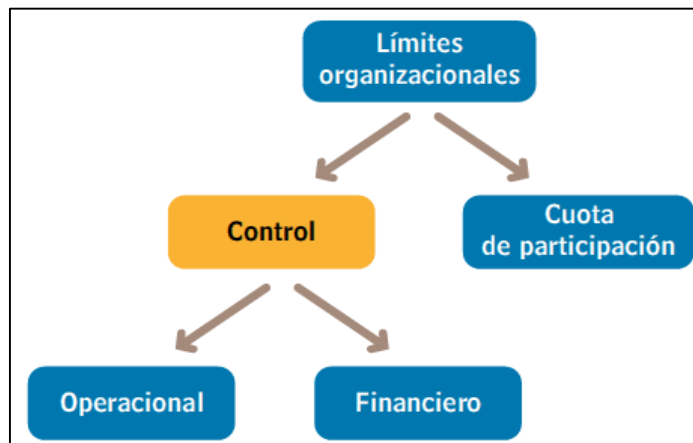


Figura 19. Enfoque en la definición del Límite Organizacional

Fuente: (Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2012)



Por otro lado, de acuerdo a las características de Productos Unión se ha definido dentro del límite organizacional el enfoque basado en el control operacional. (Figura 20).



Figura 20. Definición del Límite Organizacional basado en el Control Operacional

#### 4.1.3 Definición del límite operacional

Para fines del estudio se consideró la inclusión de los siguientes GEI: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O. La inclusión de los GEI sigue los criterios de decisión establecidos en la Norma ISO 14064-1:2006. Asimismo, para la definición del límite operacional de la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión” se han tomado en cuenta las fuentes generadoras de emisiones directas e indirectas de GEI de los alcances 1 y 2 (Figura 21), los cuales se encuentran establecidos en el *GHG Protocol* y la Norma ISO 14064-1:2006 como Alcance 1 (Emisiones directas), Alcance 2 (Emisiones indirectas); y se encuentran asociadas a los niveles actividad y procesos de la instalación que se encuentran bajo su control y administración; así como aquellas generadas por el consumo de energía eléctrica.

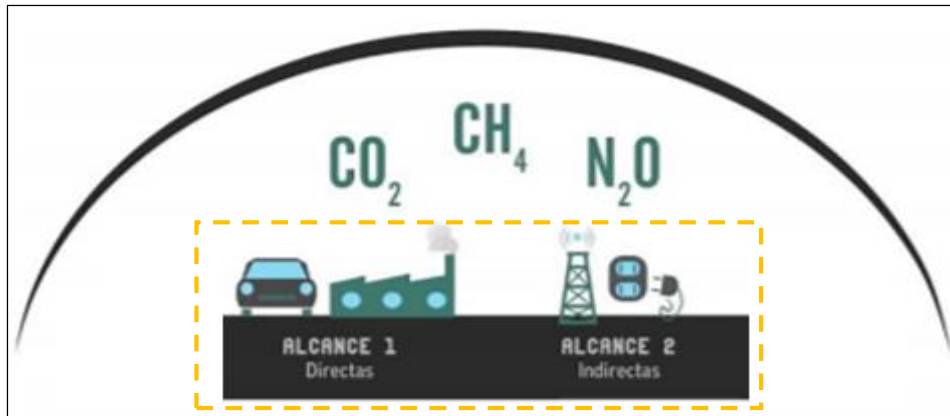


Figura 21. Límite operacional del centro de producción “Productos Unión”

#### 4.1.4 Recopilación y sistematización de la información

La información requerida fue recopilada por alcance y fuente de emisión durante el año 2017, con respecto al consumo de combustible y consumo de energía.

Tabla 4. Consumo mensual de combustible por equipos móviles en el Alcance 1

Mes	Alcance	Fuente de Emisión	Unidad	Consumo			
Enero				2148.436			
Febrero				2029.965			
Marzo				2098.204			
Abril				1758.187			
Mayo				2244.721			
Junio	1	Equipos Móviles	Gal	1755.403			
Julio				1757.386			
Agosto				1868.122			
Septiembre				1917.367			
Octubre				2049.936			
Noviembre				2144.490			
Diciembre				2029.583			
<b>TOTAL</b>							<b>23801.81</b>

Tabla 5. Consumo mensual de combustible por equipos fijos en el Alcance 1

Mes	Alcance	Fuente de Emisión	Unidad	Consumo
Enero				11843
Febrero				13255
Marzo				13255
Abril				6900
Mayo				9420
Junio	1	Equipos Fijos	Gal	8500
Julio				18448
Agosto				13272
Septiembre				9000
Octubre				14500
Noviembre				9551
Diciembre				10000
<b>TOTAL</b>				<b>138189</b>

Tabla 6. Consumo mensual de energía eléctrica en el Alcance 2

Mes	Alcance	Fuente de Emisión	Unidad	Consumo
Enero				55220
Febrero				48888
Marzo				43980
Abril				45244
Mayo				33536
Junio	2	Energía eléctrica	Kilowatts	35898
Julio			hora	35898
Agosto				29606
Septiembre				31312
Octubre				30544
Noviembre				33746
Diciembre				32872
<b>TOTAL</b>				<b>456744</b>

Es preciso indicar que, para el consumo de combustible por equipos móviles y equipos fijos, la información solicitada consideró el consumo por tipo de combustible. (Ver anexo 06).

Por otro lado, se consideraron algunos comentarios de la información obtenida, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7. *Comentarios de la información obtenida del centro de producción “Productos Unión”*

Descripción	Información solicitada	Comentarios de la información obtenida
<b>General</b>	Promedio de trabajadores en el año 2017.	Se consideró el promedio total de trabajadores tanto el personal estable como el personal contratado y servicios de terceros con trabajo diario de 8 horas.
	Cantidad y tipo de combustible usado por vehículos que son propiedad o están bajo el control de Productos Unión.	La información fue entregada por tipo de combustible y cantidad consumida en galones y litros.
<b>Alcance 1</b>	Cantidad y tipo de combustible usado por otros equipos para las actividades de producción	La información fue entregada en una misma hoja con el resto de consumos de combustibles en galones.
	Aire Acondicionado y Extintores	La fuente fue identificada pero no fue presentada debido a que no se contaba con la información de cantidad de recargas para el año de estudio.
<b>Alcance 2</b>	Energía eléctrica, proveniente de la red nacional, consumida por el Centro de Producción Productos Unión.	Fue entregado el consumo general mensual de la Planta de Producción Productos Unión

#### 4.1.5 Identificación y clasificación de fuentes generadoras de GEI

Las fuentes generadoras de GEI identificadas dentro de la instalación del centro de producción “Productos Unión” se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 8. *Fuentes de emisión de GEI por Alcance*

Alcance	Fuente de emisión	Actividad	Unidades
<b>1</b>	Equipos fijos propios	Consumo de Combustible	Galón
	Equipos móviles propios	Consumo de Combustible	Galón
	Uso de extintores	Consumo de gas	Kilogramos
	Gases refrigerantes	Cantidad recargada de gas refrigerante	Kilogramos
<b>2</b>	Consumo de energía eléctrica de SEIN	Cantidad de Kilowatts hora consumida	Kilowatts hora

#### 4.1.6 Cálculo de la Huella de Carbono

Para calcular la Huella de Carbono se utilizaron los factores de conversión específicos para el Perú (valores calóricos netos por tipo de combustible) para equipos móviles y equipos fijos sugeridos por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016); y los factores de emisión sugeridos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006). Cabe mencionar que la selección de los factores de conversión y emisión sigue los criterios de decisión recomendados por la IPCC.

Los valores calóricos utilizados por tipo de combustible asociados al nivel de actividad se detallan a continuación:

Tabla 9. *Valores calóricos utilizados por tipo de combustible para equipos fijos*

<b>Combustible</b>	<b>Valor calorífico</b>	<b>Unidad</b>
Diésel (DB5)	1,39E-04	[TJ/gal]
Gasolina (Gasohol)	1,20E-04	[TJ/gal]
GLP	1,05E-04	[TJ/gal]

Fuente: MINAM, 2016

Tabla 10. *Valores calóricos utilizados por tipo de combustible para equipos móviles*

<b>Combustible</b>	<b>Valor calorífico</b>	<b>Unidad</b>
Diésel (DB5)	1,35E-04	[TJ/gal]
Gasolina (Gasohol)	1,24E-04	[TJ/gal]
GLP	9,70E-05	[TJ/gal]

Fuente: MINAM, 2016

Por otro lado, los factores de emisión de GEI utilizados por fuente de emisión para el cálculo de la Huella de Carbono del centro de producción “Productos Unión” se encuentran detallados a continuación:

Tabla 11. *Factores de emisión utilizados por fuente de emisión en el alcance 1*

Fuente de Emisión de GEI	Indicador	Valor	Unidad
<b>Equipos fijos</b>	Gas Licuado de Petróleo	63 100	Kg CO <sub>2</sub> /TJ
		1	Kg CH <sub>4</sub> /TJ
		0.1	Kg N <sub>2</sub> O/TJ
	Gasolina	69 300	Kg CO <sub>2</sub> /TJ
		33.0	Kg CH <sub>4</sub> /TJ
<b>Equipos móviles</b>	Diésel B5	3.2	Kg N <sub>2</sub> O/TJ
		74 100	Kg CO <sub>2</sub> /TJ
		3.9	Kg CH <sub>4</sub> /TJ
	GLP	3.9	Kg N <sub>2</sub> O/TJ
		63 100	Kg CO <sub>2</sub> /TJ
		62	Kg CH <sub>4</sub> /TJ
		0.2	Kg N <sub>2</sub> O/TJ

Fuente: Directrices del IPCC, 2006

Tabla 12. *Factores de emisión utilizados por fuente de emisión en el alcance 2*

Fuente de Emisión de GEI	Indicador	Valor	Unidad
<b>Energía</b>	Consumo de energía	0.2095	t CO <sub>2</sub> /MWH

Fuente: (Comité de Operaciones del Sistema Interconectado, 2017)

Es importante mencionar que para calcular las emisiones totales de GEI se debe utilizar el potencial de calentamiento global (PCG) correspondiente al tipo de gas generado. Los valores utilizados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 13. *Potencial de calentamiento Global por tipo de GEI*

Año	GEI	Valor
2016	CO <sub>2</sub>	1
2016	CH <sub>4</sub>	30
2016	N <sub>2</sub> O	265

Fuente: Adaptado de A2G Sostenibilidad y Cambio Climático, 2017

Los valores seleccionados fueron procesados en la hoja de cálculo Excel, introduciendo las fórmulas establecidas en el *GHG Protocol* y la metodología de cálculo propuesta en las directrices del IPCC.

#### 4.2 Determinación de las Emisiones de Dioxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) generadas en el alcance 1 y 2

Los datos procesados en la hoja de cálculo Excel en relación al consumo de combustible y energía de las fuentes identificadas por el nivel de actividad, arrojaron los siguientes resultados:

La tabla 14 presenta los resultados de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas en el alcance 1, por consumo de combustible en equipos fijos y móviles; y en alcance 2, por consumo de energía eléctrica. Durante el año 2017, el centro de producción “Productos Unión” generó un total de 1229.54 tCO<sub>2</sub> en el alcance 1 y 2. La mayor cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> fueron generadas por el consumo de combustible de los equipos fijos propios, con un total de 912.59 tCO<sub>2</sub> seguido por el consumo de combustible de equipos móviles, con un total de 221.39 tCO<sub>2</sub>. Asimismo, se generó un total de 95.55 tCO<sub>2</sub> por consumo de energía.

Tabla 14 *Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> generadas por actividad y fuente de emisión en el alcance 1 y 2*

Alcance	Fuente de emisión	Actividad	CO2
			Emisiones de GEI tCO <sub>2</sub>
Alcance 1	Equipos Fijos	Consumo de combustible	912.59
	Equipos móviles	Consumo de combustible	221.39
Alcance 2	Energía	Consumo de energía	95.55
<b>Total</b>			<b>1229,54</b>

A su vez el gráfico de la figura 22 muestra que el alcance 1, en función a las emisiones de CO<sub>2</sub>, es el alcance más representativo, con un total de 1133.98 tCO<sub>2</sub> generadas. Cabe resaltar que el alcance 1 se encuentra directamente relacionado al consumo de combustible en equipos fijos y móviles propios.

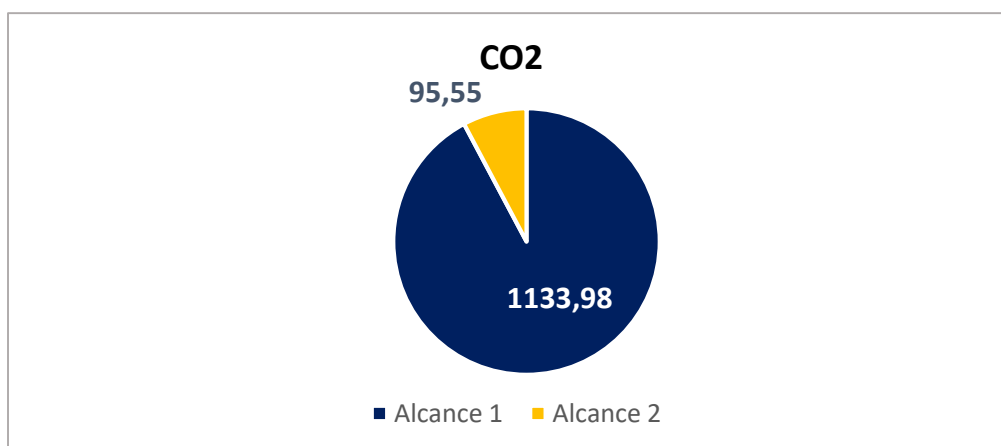


Figura 22. Emisiones de CO<sub>2</sub> generadas en el alcance 1 y 2

La tabla 15 presenta los resultados de las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas en el alcance 1, por consumo de combustible en equipos fijos y móviles, y en alcance 2, por consumo de energía eléctrica. Para el año 2017 el centro de producción “Productos Unión” generó un total de 0,0362 tCH<sub>4</sub> en el alcance 1 y 2. La mayor cantidad de emisiones de CH<sub>4</sub> son generadas por el consumo de combustible de equipos fijos propios, con un total de 0.0222 tCH<sub>4</sub> seguido por el consumo de combustible de equipos móviles, con un total de 0.0122 tCH<sub>4</sub>; y consumo de energía con un total de 0.0018 tCH<sub>4</sub>

Tabla 15 Emisiones anuales de CH<sub>4</sub> generadas por actividad y fuente de emisión en el alcance 1 y 2

Alcance	Fuente de emisión	Actividad	CH <sub>4</sub>
			Emisiones de GEI tCH <sub>4</sub>
Alcance 1	Equipos Fijos	Consumo de combustible	0.0222
	Equipos móviles	Consumo de combustible	0.0122
Alcance 2	Energía	Consumo de energía	0,0018
<b>Total</b>			<b>0,0362</b>



Por otro lado, el gráfico de la figura 23 muestra que el alcance 1, en función a las emisiones de CH<sub>4</sub> es el alcance más representativo, con un total 00344 tCH<sub>4</sub> generadas por el consumo de combustible de equipos móviles y fijos.

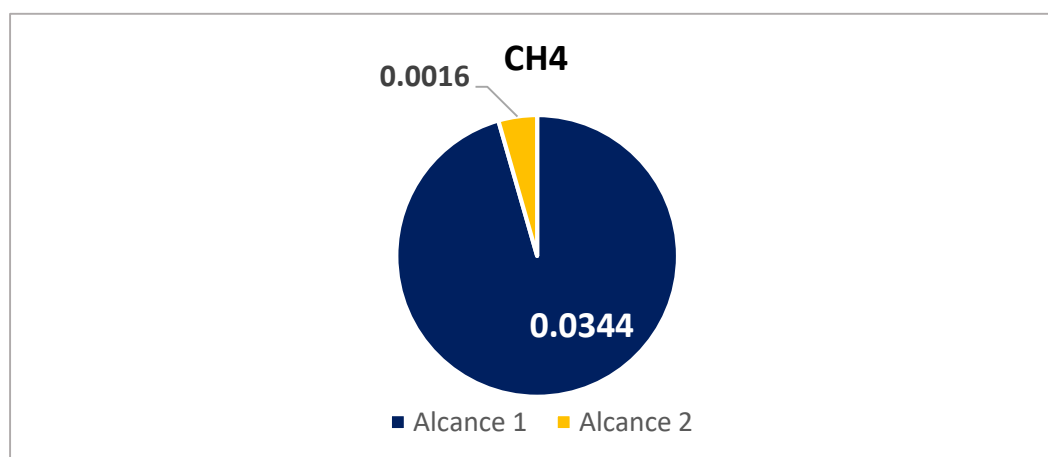


Figura 23. Emisiones de CH<sub>4</sub> generadas en el alcance 1 y 2

La tabla 16 presenta los resultados de las emisiones de N<sub>2</sub>O generadas en el alcance 1, por consumo de combustible en equipos fijos y móviles, y en alcance 2, por consumo de energía eléctrica. Para el año 2017 el centro de producción “Productos Unión” generó un total de 0,01322 tN<sub>2</sub>O en el alcance 1 y 2. Por otro lado, la mayor cantidad de emisiones de N<sub>2</sub>O son generadas por el consumo de combustible de equipos fijos propios, con un total de 0.01148 tN<sub>2</sub>O seguido por el consumo de combustible de equipos móviles, con un total de 0.00143 tN<sub>2</sub>O, y consumo de energía con un total de 0.00030 tN<sub>2</sub>O

Tabla 16. Emisiones de N<sub>2</sub>O generadas en el alcance 1 y 2

Alcance	Fuente de emisión	Actividad	N <sub>2</sub> O
			Emisiones de GEI tN <sub>2</sub> O
Alcance 1	Equipos Fijos	Consumo de combustible	0.01148
	Equipos móviles	Consumo de combustible	0.00143
Alcance 2	Energía	Consumo de energía	0,00030
<b>Total</b>			<b>0,0132</b>

A su vez, el gráfico de la figura 29 muestra que el alcance 1, en función a las emisiones de N<sub>2</sub>O es el alcance más representativo, con un total 01291 t N<sub>2</sub>O generadas por el consumo de combustible de equipos móviles y fijos.

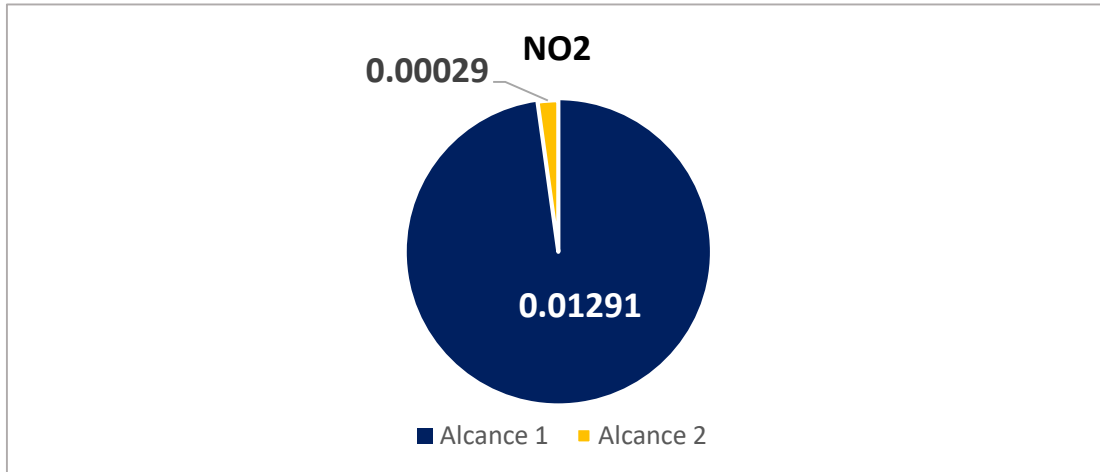
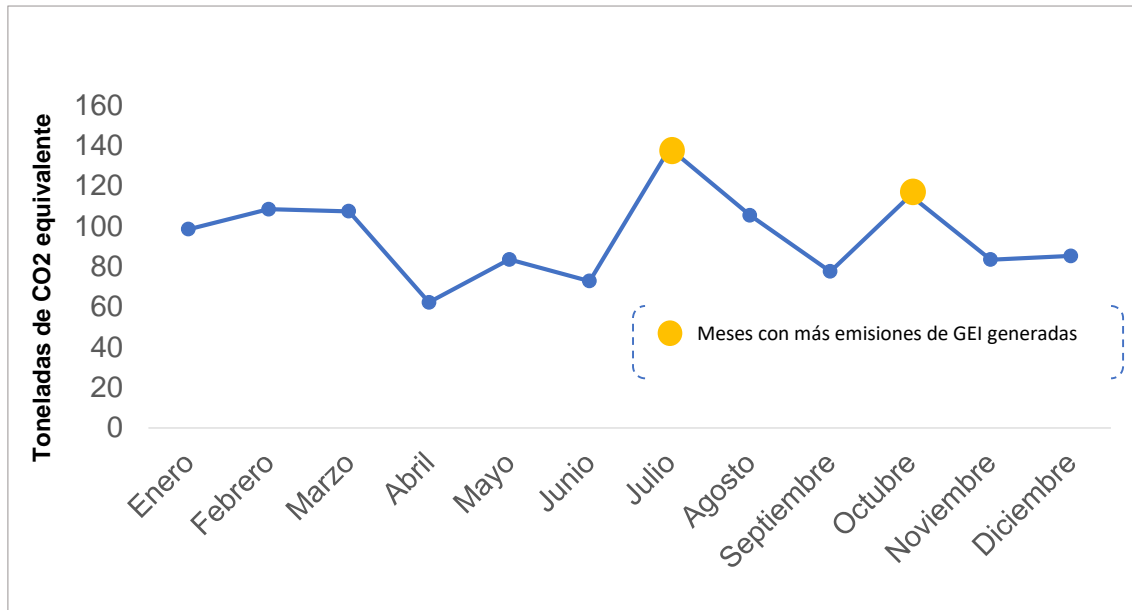


Figura 24. Emisiones de N<sub>2</sub>O generadas en el alcance 1 y 2

### 4.3 Comparación del comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> e) en los alcances 1 y 2.

#### 4.3.1 Emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> e) en el alcance 1

La figura del gráfico 25 muestra el comportamiento de las emisiones de GEI, expresadas en CO<sub>2</sub> e, durante el año 2017 en el alcance 1 para emisiones directas cuya fuente de emisión son equipos fijos o móviles que se encuentran bajo el control del centro de producción “Productos Unión”. En el mes de Julio se registra la mayor cantidad de emisiones generadas equivalente a 138 tCO<sub>2</sub> e. Asimismo, el mes de octubre, también registra emisiones significativas equivalente a 138 tCO<sub>2</sub> e.



*Figura 25.* Emisiones de GEI generadas en el alcance 1

Es importante mencionar que, debido a la demanda de producción, durante el mes de Julio se realizó la ampliación de la instalación del centro de producción, el cual fue equipado con una cámara de fermentación (Anexo 04) la cual funciona continuamente y se abastece de GLP (Gas licuado de petróleo) y energía eléctrica, influyendo directamente en el aumento del consumo de combustible a partir de ese mes y registrando un aumento en el consumo de 18 448 Galones de GLP. Además, se registra un aumento en el mes de octubre, a razón de que, a partir de ese mes, inicia la temporada alta de producción. Es decir, los turnos de producción incrementan, (03) tres turnos por día. Esto explica el incremento de las emisiones de GEI generadas a partir de ese mes.

### 4.3.2 Emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> e) en el alcance 2

La figura del gráfico 26 muestra el comportamiento de las emisiones de GEI, expresadas en CO<sub>2</sub> e, durante el año 2017 en el alcance 2 para emisiones indirectas cuya fuente de emisión es consumo de energía eléctrica en las instalaciones del centro de producción. En los primeros meses del año (Enero – Abril) se registra la mayor cantidad de emisiones, llegando a 11.57 tCO<sub>2</sub> e emitidas.

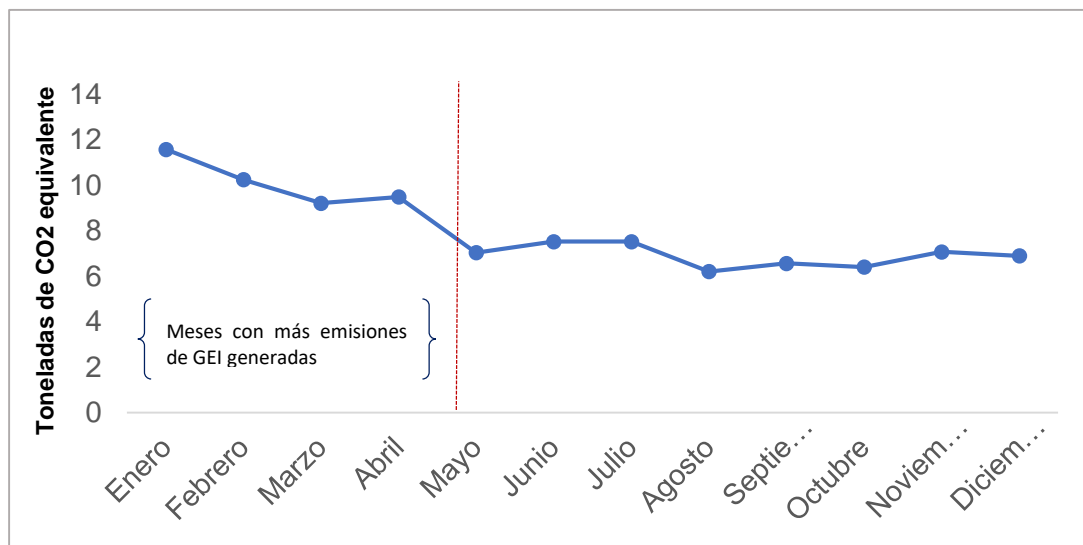


Figura 26. Emisiones de GEI generadas en el alcance 2

Cabe resaltar que, durante las temporadas altas: Enero – Abril y Octubre – Diciembre; los turnos de producción incrementan, (03) tres turnos por día, a razón de la demanda de los productos. Para el año 2017 se registró fluctuaciones en la producción a partir de Enero – Abril. Esto explica el incremento de las emisiones de GEI generadas por el consumo de energía eléctrica durante los primeros meses del año.

#### 4.4 Cuantificación de la Huella de carbono del centro de producción “Productos Unión”

La huella de carbono del centro de Producción Productos Unión ha sido estimada de acuerdo a la información solicitada y suministrada por cada una de las fuentes de emisión de GEI y por cada nivel de actividad identificada, aplicándose los distintos factores de emisión y conversión específicos del país.

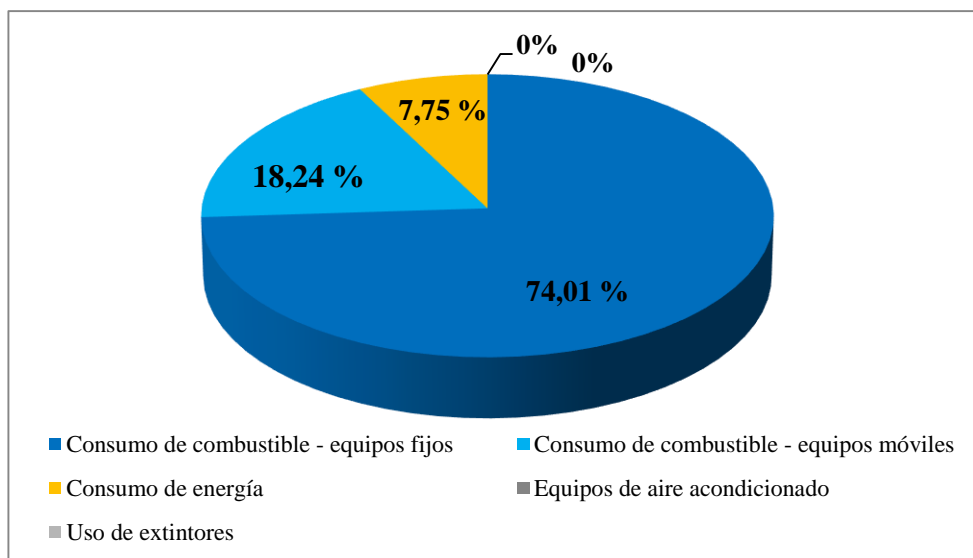
Durante el año 2017 el centro de producción “Productos Unión” contó aproximadamente con 150 trabajadores, entre personal operativo y personal administrativo. En ese sentido la Huella de Carbono per cápita fue de 8.23 tCO<sub>2</sub>e/ colaborador/año.

Por otro lado, el centro de producción “Productos Unión” generó un total de 1 234.12 tCO<sub>2</sub> e. El alcance 1 es responsable de la emisión de 1 138.44 tCO<sub>2</sub> e por consumo de combustible (Diésel, gasolina, GLP) en equipos fijos y equipos móviles que se encuentran bajo el control de Productos Unión y el cual representa el 92.25% de emisiones de GEI. Asimismo, el alcance 2 es responsable de la emisión de 95.68 tCO<sub>2</sub> e por consumo de energía eléctrica y representa el 7.75% de las emisiones de GEI.

Tabla 17. *Huella de Carbono del Centro de Producción Productos Unión*

Alcance	Fuente de emisión	Actividad	Huella de carbono	
			Participación %	Emisiones de GEI tCo2e
Alcance 1	Equipos Fijos	Consumo de Combustible	74,01	913,4
	Equipos Móviles	Consumo de Combustible	18,24	225,03
	<b>Total, Alcance 1</b>		<b>92,25</b>	<b>1138,43</b>
Alcance 2	Energía	Consumo de Energía	7,75	95,69
		<b>Total, Alcance 2</b>	<b>7,75</b>	<b>95,69</b>
<b>Total</b>			<b>100</b>	<b>1234,12</b>

Cabe resaltar que en el alcance 1, la fuente de emisión más representativa es por el consumo de combustible de equipos fijos propios el cual representa un 74,01% del total. Asimismo, la segunda fuente de emisión representativa es el consumo de combustible por equipos móviles, la cual es responsable del 18,24% del total. Y por último la tercera fuente de emisión se encuentra asociada al alcance 2 por consumo de energía eléctrica, la cual tiene una participación de 7.75 % del total. (Figura 27).



*Figura 27.* Representación porcentual de fuentes de emisión que influyen en la huella de carbono

#### 4.4.1 Alcance 1

##### 4.4.1.1 Equipos Fijos Propios

Esta fuente considera emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible por la maquinaria fija propia del centro de producción “Productos Unión”: Horno industrial, cocina industrial y cámara de fermentación. Estos equipos han realizado un consumo total de 138,189 galones de GLP.

Las emisiones de GEI generadas por las fuentes fijas del centro de producción “Productos Unión” alcanzó un total de 913.41 tCO<sub>2</sub> el cual se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 18. *Emisiones de GEI generadas por equipos fijos en el Alcance 1*

Tipo de Combustible	Consumo de Combustible	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> ]	Emisiones de GEI [tCH <sub>4</sub> ]	Emisiones de GEI [tN <sub>2</sub> O]	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> e]
Diésel DB5	-	-	-	-	-
Gasolina	-	-	-	-	-
GLP	138,189.00	912.59	0,01	0.00	913.41
<b>Total</b>	<b>138,189.00</b>	<b>912.59</b>	<b>0,01</b>	<b>0.00</b>	<b>913.41</b>

Las emisiones de GEI más relevantes en esta fuente de emisión son el dióxido de carbono expresado en tCO<sub>2</sub> y son generadas por el consumo de GLP como combustible principal de la operación, utilizado para la combustión de los hornos y cocinas industriales, así como para la cámara de fermentación.

#### 4.4.1.2 Equipos móviles propios

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible de las unidades vehiculares bajo el control de Productos Unión las cuales fueron utilizadas, durante el año 2017, para el transporte y distribución de los productos terminados.

Cabe mencionar que los equipos móviles han realizado un consumo total de 21 426 galones de Diésel B5, 2 184 galones de gasolina y 192 galones de GLP.

Por otro lado, las emisiones de GEI, generadas por las fuentes móviles, alcanzaron un total de 225.03 tCO<sub>2</sub>e, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 19. Emisiones de GEI generadas por equipos móviles en el Alcance 1

Tipo de Combustible	Consumo de Combustible	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> ]	Emisiones de GEI [tCH <sub>4</sub> ]	Emisiones de GEI [tN <sub>2</sub> O]	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> e]
<b>Diésel DB5</b>	21 426.42	202.92	0,01	0,01	206.07
<b>Gasolina</b>	2 183.55	17.29	0,01	0,00	17.75
<b>GLP</b>	191.84	1.17	0,00	0.00	1.21
<b>Total</b>	<b>23801.803</b>	<b>221.39</b>	<b>0,02</b>	<b>0.01</b>	<b>225.03</b>

Por otro lado, la figura 28 muestra los valores expresados en tCO<sub>2</sub> e, por tipo de combustible, siendo que el Diésel B5 es el combustible que genera más emisiones de GEI asociado a las unidades vehiculares utilizadas para el transporte y distribución de los productos, con un total de 206.07 t CO<sub>2</sub> e, seguido del combustible gasohol o gasolina con un total de 17.75 t CO<sub>2</sub> e. Cabe mencionar que el tipo de combustible GLP emite menos cantidad de emisiones de GEI, equivalente a 1.21 tCO<sub>2</sub> e. (Figura 34).

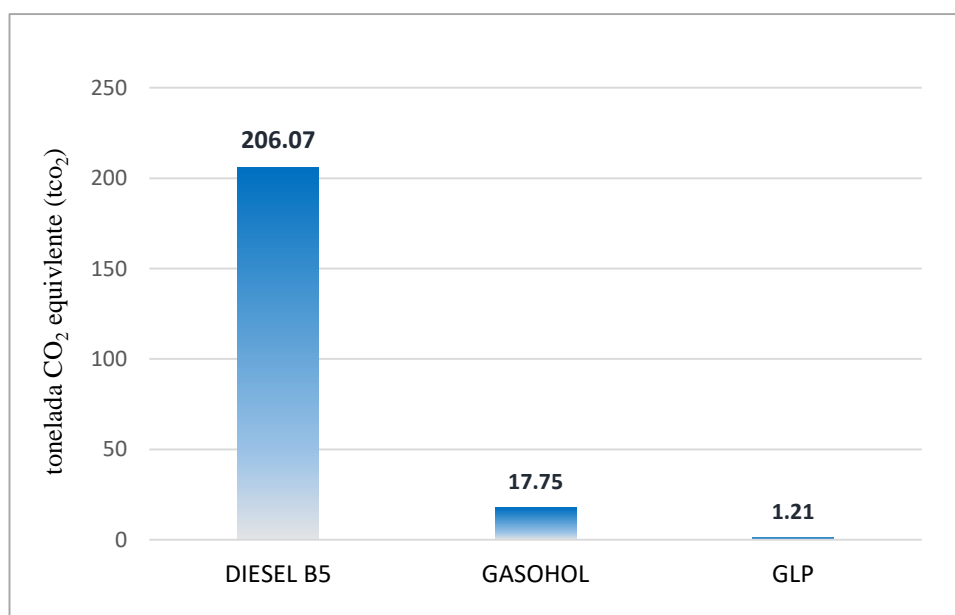


Figura 28. Emisiones de GEI generadas por tipo de combustible



#### **4.4.1.3 Uso de Extintores**

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el consumo del gas contenido en los extintores durante el año 2017, no se registró el consumo de gases de los extintores, motivo por el cual las emisiones de GEI generadas por estos fueron de 0.00 tCO<sub>2</sub>e.

#### **4.4.1.4 Gas refrigerante**

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por la fuga al realizar la recarga del gas R-134A y R-410. Durante el año 2017, no se registró el consumo de gases refrigerantes, motivo por el cual las emisiones de GEI fueron de 0.00 tCO<sub>2</sub>e.

### **4.4.2 Alcance 2**

#### **4.4.2.1 Consumo de energía eléctrica**

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el consumo de electricidad proveniente de la red nacional (SEIN). Para el año 2017, el centro de producción “Productos Unión” obtuvo un consumo total de 456 744 kW/h de energía eléctrica, y un total de 95.68 tCO<sub>2</sub>e y con una participación equivalente a 7.75% del total de emisiones de GEI. Sin embargo, los resultados arrojados en el alcance 2 por consumo de energía eléctrica reflejan que su contribución para la huella de carbono es baja, en comparación con otra organización del sector “Industria Colombiana Bimbo” en el alcance 2, cuyo valor arrojado por consumo de energía eléctrica fue un total de 1687.75 tCO<sub>2</sub>e (Barrios, 2014). Es importante mencionar que según el Proyecto Segunda Comunicación sobre el Cambio Climático (2009), el sector energético, a nivel nacional, representa el 35% de las emisiones totales.

Por otro lado, la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión” comparada con los valores de otras industrias panificadoras a nivel mundial, se encuentra

dentro de un rango bajo, de acuerdo a la revisión de los antecedentes. Debido a los factores de emisión utilizados para cada país, nivel de actividad o fuente generadoras, y de acuerdo a la realidad de consumo de cada organización.

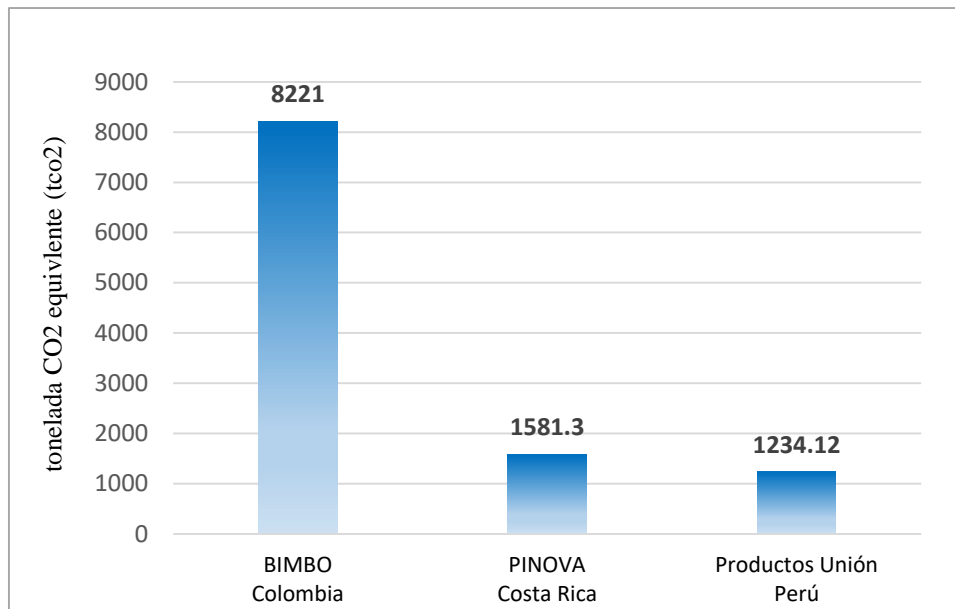


Figura 29. Huella de Carbono de otras empresas panificadoras

Sin embargo, las iniciativas internas de la organización respecto al consumo eficiente de los recursos naturales, puede lograr la reducción de las emisiones de GEI en valores considerables; así como mejorar la producción en los procesos y reducción de costos en operación. Según Corraiza et al. (2001) la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero dependen de las decisiones tomadas por cada individuo sobre las actividades que se realizan. La iniciativa de acciones para neutralizar o mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, se rige en base a la conciencia que tenga cada persona sobre el problema (Lai y Shu, 2014). Además, Zelenski, Dopko, y Capaldi, 2015), señalan que iniciativas con miras a la mitigación y reducción de las emisiones de GEI contribuirá en la solución de muchos problemas ambientales, como el calentamiento global (Zelenski, Dopko, y Capaldi, 2015).

## CAPITULO V:

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos se generaron las siguientes conclusiones:

- Se definieron los criterios básicos para el cálculo de la huella de carbono siguiendo la metodología establecida por el *GreenHouse Protocol (GHG Protocol)* y los criterios de decisión de la norma ISO 14064-1:2006. También, fue necesario el uso de las directrices del IPCC, como documento de apoyo para la selección de los factores de emisión y conversión, los cuales no se detallan con precisión en el protocolo y la norma.
- Se determinaron las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) generados en los alcances 1 y 2 del centro de producción “Productos Unión”. Los resultados determinaron que el GEI más representativo es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) con un total de 1 229.54 tCO<sub>2</sub> emitidas. Asimismo, se determinó que el alcance 1, por consumo de combustible, es el alcance más representativo respecto a las emisiones de GEI generadas.
- Los resultados del comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) en los alcances 1 y 2, para la huella de carbono total durante el periodo 2017, reflejan que las emisiones de GEI incrementan durante las temporadas altas de producción (Enero – Abril) y (Octubre – Diciembre). Además, la implementación del sistema de fermentación influyó en el aumento de las emisiones de GEI por consumo de GLP, durante el mes de Julio, respecto al año de estudio.
- Se determinó la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión” en los alcances 1 y 2, durante el periodo 2017, el cual reflejó que las emisiones en ese período

fueron de 1 234.12 tCO<sub>2</sub>e. Esto equivale a lo que secuestran 102 844 árboles en el transcurso de un año. Los resultados de esta investigación indican que la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión” es media en comparación con otras empresas del sector en otros países. Asimismo, es importante mencionar que durante el periodo 2017, el centro de producción “Productos Unión” contó con 150 colaboradores, así obtuvo un per cápita de 8.23 tCO<sub>2</sub>e por colaborador. Es decir, la huella de carbono que generó cada colaborador por sus actividades dentro de las instalaciones. Además, el estudio permitió visualizar la manera en que los colaboradores desarrollan sus actividades y como estas contribuyen al cambio climático.

- La huella de carbono del centro de producción “Productos Unión” es generada, casi en su totalidad, por emisiones directas por consumo de combustible (Alcance 1) y contribuye con el 92.25% de emisiones de GEI. Por otro lado, la principal fuente de emisión de GEI es generada por equipos fijos propios (hornos industriales, cámara de fermentación y cocinas industriales), las cuales son abastecidas por GLP (Gas licuado de Petróleo), y esta fuente representa el 74.01% de las emisiones de GEI generadas. Por otro lado, la segunda fuente de emisión representativa es generada por equipos móviles (vehículos) asociado al consumo de combustible diésel B5, gasolina y GLP. Además, se observó que el consumo de GLP por equipos móviles, genera menor cantidad de emisiones (1.21 tCO<sub>2</sub>e) en comparación con el consumo de Diésel B5 y gasolina
- La medición de la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión” puede potenciar las iniciativas de la organización respecto al uso de los recursos naturales (consumo de combustible, consumo de energía) con la finalidad de reducir la huella de carbono realizada en los dos alcances estudiados.

A partir de las conclusiones realizadas en la investigación, se recomienda para futuros estudios, realizar una medición integrando el alcance 3 que no fue incluido en este trabajo, respecto a otras emisiones indirectas generadas por actividades de Productos Unión (consumo de agua, generación de residuos sólidos, etc.) así como tener en cuenta nuevos procesos o instalaciones para el año de estudio seleccionado, y obtener una línea base con miras a la reducción de los GEI. Asimismo, considerar en el estudio la medición de la Huella de Carbono del producto, lo que permitirá conocer la contribución de productos unión por la elaboración de cada producto y detectar mejoras ambientales en el proceso de la organización, y así proporcionar un valor ambiental al producto en el mercado nacional y generar importantes ahorros económicos.

Por otro lado, se recomienda que para futuros estudios y con el objetivo de obtener una Huella de Carbono exacta, se considere los consumos de las recargas y tipo de gas utilizado en los equipos de aire acondicionado y extintores para asegurar la recolección y trazabilidad de la información para la cuantificación de los gases de efecto invernadero.

## REFERENCIAS

- Abbott, J. (2008). *What is a Carbon Footprint?* Retrieved from [http://www.palletcarboncalculator.org/CarbonFootprintReport10\\_logo.pdf](http://www.palletcarboncalculator.org/CarbonFootprintReport10_logo.pdf)
- Agencia EFE. (05 de Junio de 2018). Gestión. Uso de gas natural en Lima. . Retrieved from <https://gestion.pe/tendencias/gas-natural-lima-evita-emisiones-c02-50-millones-toneladas-235250>
- Andreu, M. J., & Teixidó, A. M. (Junio de 2011). *Impacto Financiero del Cambio Climático*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de Impacto Financiero del Cambio Climático: [http://www.barcelonaschoolofmanagement.upf.edu/documents/mmf/06\\_11\\_impacto\\_cambio\\_climatico.pdf](http://www.barcelonaschoolofmanagement.upf.edu/documents/mmf/06_11_impacto_cambio_climatico.pdf)
- A2G carbon partner. Sostenibilidad y Cambio Climático (2017). *Cálculo de la huella de carbono..* Lima. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.18845/rfmk.v9i22.369>
- Asem, S. O. (2010). Biodiversity and climate change in Kuwait. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 2(1), 60–85. <http://doi.org/10.1108/17568691011020265>
- Barker, T. (2007). Climate Change 2007 : An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Change*, 446 (November), 12–17. <http://doi.org/10.1256/004316502320517344>
- Cannell, M., Harries, J., & Jenkins, G. (2001). El calentamiento global y la industria de exploración y producción. *Oilfield Review*, 40–67. Retrieved from

[http://69.18.148.120/~media/Files/resources/oilfield\\_review/spanish01/win01/p44\\_59.pdf](http://69.18.148.120/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish01/win01/p44_59.pdf)

Castaño, M. & Rodríguez, E. (2013). Estimación de la Huella de Carbono Corporativa en la Industria de Alimentos de Consumo Masivo Colombiano. Aplicación en la Producción de Jugo de Fruta. *Santiago de Cali - Colombia, 9*, 51–59. Retrieved from Cepal. (2012). *Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina.*, 24-25. Retrieved from <http://www.cepal.org/es/publicaciones/37288-metodologias-de-calculo-de-la-huella-de-carbono-y-sus-potenciales-implicaciones>

Chamorro, C. E., & Romero, A. E. (Febrero de 2015). *Determinación de la Huella de Carbono para Bloques de Balsa de Madera en la empresa Gibago Cía.LTDA.,DMQ.* Recuperado el 16 de Octubre de 2016, de Determinación de la Huella de Carbono para Bloques de Balsa de Madera en la empresa Gibago Cía.LTDA.,DMQ.: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10084/1/UPS%20-%20ST001595.pdf>

Clements, R., Cossio, M., & Ensor, J. (2010). *Climate change adaptation in Peru: The local experiences.* Retrieved from [http://www.preventionweb.net/files/13927\\_doc18005contenido.pdf](http://www.preventionweb.net/files/13927_doc18005contenido.pdf)

Comité Départemental de la Protection de la Nature et de l'Environnement. (2006). Bilan Carbone. *Techniques de l'Ingénieur*, 18. Retrieved from [http://www.cdpne.org/PDF/Rapport\\_Bilan\\_Carbone.pdf](http://www.cdpne.org/PDF/Rapport_Bilan_Carbone.pdf)

Comité de Operaciones del Sistema Interconectado. (2017). *Producción termoeléctrica y consumo de combustible. Estadísticas anuales*. Retrieved from <http://www.coes.org.pe/Portal/Publicaciones/Estadisticas/>

Comunicación de Responsabilidad & Sustentabilidad Empresarial. (10 de Octubre de 2014). *Medición de la Huella de Carbono de la Panificadora PINEVA*. Retrieved from <http://www.comunicarseweb.com.ar/biblioteca/una-panificadora-se-certifico-como-carbono-neutral>

Cordero, O. (2011). *Cálculo de la huella de carbono según la metodología francesa Bilan Carbone: Aplicación a la sociedad de los trasnportes públicos de la ciudad de Limoges S.T.C.L. en el año 2009*. Universidad de Zaragoza. Retrieved from <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/326/1/T-SENESCYT-0096.pdf>

Corraiza, J. A., Berenguer, J., Moreno, M., y Martin, R. (2001). La investigacion de la conciencia ambiental. Un enfoque psicosocial, 100–120. Retrieved from [www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/...Y.../cap7.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/...Y.../cap7.pdf)

Department of the environment heritage and local Governmet. (2006). *Ireland's Pathway to Kyoto Complainece: Review of the National Climate Change Strategy*. Irlanda. 9-13. Retrieved from [http://www.seai.ie/Renewables/Renewable\\_Energy\\_Policy/3\\_Revised\\_NCCS\\_consultation.pdf](http://www.seai.ie/Renewables/Renewable_Energy_Policy/3_Revised_NCCS_consultation.pdf)

Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias. (2012). “ Guía para la elaboración de un Plan de Acción ”Sistema de Adhesión a la EACCEL”. 18-21. Retrieved



from

[http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/MedioAmbiente/Documentos/Areas/CambioClimático/EstrategiaAragonesaCambioClimáticoEnergíasLimpiasEACCEL/Sistema de adhesión/702\\_GUÍA EACCEL.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/MedioAmbiente/Documentos/Areas/CambioClimático/EstrategiaAragonesaCambioClimáticoEnergíasLimpiasEACCEL/Sistema de adhesión/702_GUÍA EACCEL.pdf)

Environmental Protection Agency. (2014). *Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for Biogenic Emissions from Selected Source Categories*. Recuperado el Abril de 2018. Retrieved from. <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/greenhouse-gas-emissions-estimation-methodologies-biogenic> [http://www.minem.gob.pe/giee/pdf/GUIA\\_SECUNDARIA\\_MEM.pdf](http://www.minem.gob.pe/giee/pdf/GUIA_SECUNDARIA_MEM.pdf)

Fletcher, S. R. (2004). CRS Report for Congress Global Climate Change : *Change*. 5-6. Retrieved from <http://fpc.state.gov/documents/organization/34818.pdf>

Galarza, C. (2016). Estimación de la Huella de Carbono según la ISO 14064-1 Alcance 1 y 2 de una Planta Productora de Concreto Premezclado y Prefabricado. Universidad Nacional Agraria La Molina. *Lima - Perú*, 5, 160–180. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2670/T01-G34-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gallo G., V. (31 de Mayo de 2012). *Medición de Huella de carbono y eficiencia energética en empresa papelera colombiana*. Retrieved from <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/3209/1/TAA01171.pdf>

Hernandez, E. (2008). El efecto invernadero. *Revista Biocenosis/Vol*, 1–4. Retrieved from <http://www.aie.org.ar/downloads/invernadero.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). México D.F: McGRAW - HILL.

Hidalgo, A. (2013). Guía Metodológica Cálculo del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Actividades y Eventos Corporativos. *Programa Acción Clima*. Retrieved from [http://www.cambioclimaticocr.com/multimedia/recursos/mod-2/Documentos/metodologia\\_huellacarbono\\_actividades\\_final2014.pdf](http://www.cambioclimaticocr.com/multimedia/recursos/mod-2/Documentos/metodologia_huellacarbono_actividades_final2014.pdf)

IPCC. (2003). *Intergovernmental Panel on Climate Change Good Practice Guidance for Land Use , Land-Use Change and Forestry*. (J. Penman, M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, ... F. Wagner, Eds.). Kamiyamaguchi Hayama, Kanagawa - Japan: the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC. Retrieved from [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf\\_files/GPG\\_LULUCF\\_FULL.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_files/GPG_LULUCF_FULL.pdf)

IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Retrieved from <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

IPCC. (2007). *Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability: contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel*. (M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, & C.E.Hanson, Eds.)*Genebra, Suíça*. Cambridge, UK. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=TNo-SeGpn7wC&oi=fnd&pg=PA81&dq=Climate+Change+2007:+Impacts,+Adaptation+and+Vulnerability.+Contribution+of+Working+Group+II+to+the+Fourth+Assessment+Report+of+the+Intergovernmental+Panel+on+Climate+Change&ots=vP2>

ISO 14064-1. (2006). *Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:en>

[www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=38700](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=38700)

Lai, S.-L., y Shu, L. H. (2014). Do-it-yourselfers as Lead users for Environmentally Conscious Behavior. *Procedia CIRP*, 15, 431–436. <http://doi.org/10.1016/j.procir.2014.06.078>

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2010). El Perú y el Cambio Climático, 204 pp. Retrieved from <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pernc2s.pdf>

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2013). Plan Nacional de Acción Ambiental, PLANAA 2011 - 2021. Recuperado el Abril de 2018. Retrieved from [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana\\_2011\\_al\\_2021.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf)

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2016). El Perú y el Cambio Climático. En *Tercera comunicación Nacional del Perú - Informe para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (págs. 65-189). Lima. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017). *Ley Marco de Cambio Climático*. Recuperado el Abril de 2018, de <http://www.minam.gob.pe/cambio-climatico-peru/por-que-una-ley-marco-de-cambio-climatico/>

Morales, K. L. (2013). *Calculo de la Huella de Carbono de la Corporación Financiera Nacional. Caso de estudio. Oficina Principal*. Recuperado en Febrero del 2018

National Aeronautics and Space Administration (NASA) & Goddard Institute for Space Studies (GISS). (2014). *Global Land-Ocean Temperature Index*. Retrieved from <http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

NOAA. (2015). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. Obtenido de <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

Ponce, R. R., & Rodríguez, D. A. (2016). *Determinación de la Huella de Carbono del Country Club el Bosque - Sede Chosica*. Recuperado el Abril de 2018, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2584/T01-P655-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Proyecto segunda comunicación sobre el cambio climático. (2009). *Segunda comunicación de cambio climático: Inventario Nacional Integrado de emisiones de gases de efecto invernadero*. Lima. Retrieved from [http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4d7a87df59640\\_INVENTARIO\\_NACIONAL\\_GEI.pdf](http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4d7a87df59640_INVENTARIO_NACIONAL_GEI.pdf)

Radu, A. L., Scriciu, M. A., y Caracota, D. M. (2013). Carbon Footprint Analysis: Towards a Projects Evaluation Model for Promoting Sustainable Development. *Procedia Economics and Financ*

Reyes, L., y Iju, A. (2007). Efecto Invernadero y Cambio Climático Rol de CONAM en el MDL, 85–95. Retrieved from [http://cd4cdm.org/Latin America/Peru/First National Workshop/EfectoInvernadero&CambioClimatico\\_Reyes&Iju.pdf](http://cd4cdm.org/Latin America/Peru/First National Workshop/EfectoInvernadero&CambioClimatico_Reyes&Iju.pdf)

- Rodas, S. (2014). *Estimación y Gestión de la Huella de Carbono del Campus Central de la UNiversidad Rafael Landivar*. Universidad Rafael Landivar. Retrieved from <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/15/Rodas-Sofia.pdf>
- Royal Society and the US National Academy of Sciences. (2014). *Climate Change Evidence & Causes*. Retrieved from <http://dels.nas.edu/resources/static-assets/exec-office-other/climate-change-full.pdf>
- Sabaliauskaitė, K., y Kliaugaitė, D. (2014). Resource Efficiency and Carbon Footprint Minimization in Manufacture of Plastic Products, *1*(1), 25–34. Retrieved from <http://www.eejournal.ktu.lt/index.php/erem/article/view/6587>
- Schneider, H., y Samaniego, J. (2010). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. *Colección Documentos de Proyectos*, 46. Retrieved from <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/pe/2010/04586.pdf>
- Sirotiuk, P. V., & Viglizzo, E. F. (2013). Estimación de la Huella de Carbono del proceso de Panificación en la cadena de agroindustrial del trigo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 1-6.
- Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (Junio de 2012). *Guía metodológica para la aplicación de la Norma ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero en Organizaciones*. Recuperado el Junio de 2018, de [http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/uneiso14064/es\\_def/adjuntos/PUB-2012-019-f-C-001.pdf](http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/uneiso14064/es_def/adjuntos/PUB-2012-019-f-C-001.pdf)
- Tamiotti, L., Teh, R., Kulaçoğlu, V., Olhoff, A., Simmons, B., y Abaza, H. (2009). *Trade and Climate Change*. *Nature* (Vol. 468). Switzerland. <http://doi.org/10.1038/468905a>

Toro, A., Gomera, A., Aguilar, J., Guijarro, C., Antúnez, M., y Vaquero, M. (2014). La huella de carbono de la UCO, 22 p.p. Retrieved from <http://www.uco.es/servicios/dgppa/images/sepa/huellaC2013.pdf>

UNDP, y BCPR. (2013). Climate Risk Management for Agriculture in Peru : Focus on the Regions of Junín and Piura, 50 p.p. Retrieved from [http://www.iisd.org/pdf/2013/crm\\_peru.pdf](http://www.iisd.org/pdf/2013/crm_peru.pdf)

UNFCCC. (1998). Kyoto Protocol To the United Nations Framework Kyoto Protocol To the United Nations Framework. *Review of European Community and International Environmental Law*, 7, 214–217. <http://doi.org/10.1111/1467-9388.00150>

UNFCCC. (2012). Fact sheet the Kyoto Protocol, (December 1997), 1–8. Retrieved from [https://unfccc.int/files/press/backgrounders/application/pdf/fact\\_sheet\\_the\\_kyoto\\_protocol.pdf](https://unfccc.int/files/press/backgrounders/application/pdf/fact_sheet_the_kyoto_protocol.pdf)

UNFCCC. (2014). *Historia de la UNFCCC*. Recuperado el 28 de julio de 2014, de United Nation Framework Convention on Climate Change: [http://unfccc.int/portal\\_espanol/informacion\\_basica/la\\_convencion/historia/items/6197.php](http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/la_convencion/historia/items/6197.php)

United Nations. (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. *Review of European Community and International Environmental Law*, 1(3), 270–277. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9388.1992.tb00046.x>

Valderrama, J. O., Espíndola, C., y Quezada, R. (2011). Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias, 4(3), 3–12. <http://doi.org/10.4067/S0718-50062011000300002>.

- Vargas, P. (2009). El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú, 1–59. Retrieved from <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2009/Documento-de-Trabajo-14-2009.pdf>
- Vidal, M. (2010). Huella de carbono, la primera medida, 65. Retrieved from [http://ecodes.org/documentos/Ecodes\\_HC\\_Ser Responsable.pdf](http://ecodes.org/documentos/Ecodes_HC_Ser%20Responsable.pdf)
- Wintergreen, J., & Delaney, T. (2010). *ISO 14064, International Standard for GHG Emissions Inventories and Verification*. Obtenido de <http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei16/session13/wintergreen.pdf>
- World Bank. (2010). *Emission of CO2 (Kt)*. Recuperado el 20 de julio de 2014, de [http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT/countries?order=wbapi\\_data\\_value\\_2010%20wbapi\\_data\\_value%20wbapi\\_data\\_value-last&sort=desc](http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT/countries?order=wbapi_data_value_2010%20wbapi_data_value%20wbapi_data_value-last&sort=desc)
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), & World Resources Institute (WRI). (2004). A Corporate Accounting and Reporting Standard. *Greenhouse Gas Protocol*, 1–110. Retrieved from <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/ghg-protocol-revised.pdf>
- World Resources Institute. (2008). *GHG Protocol tool for mobile combustion. version 2.0*. A Corporate Accounting and Reporting Standard. *Greenhouse Gas Protocol*, 1–110. Retrieved from <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/ghg-protocol-revised.pdf>
- Zelenski, J. M., Dopko, R. L., y Capaldi, C. A. (2015). Cooperation is in our nature: Nature exposure may promote cooperative and environmentally sustainable behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 42, 24–31. <http://do.org/10.1016/j.jenvp.2015.01.005>








## Anexo 2. Herramienta de recolección y cálculo de la huella de carbono

HUELLA DE CARBONO 2017 - Productos Unión



**CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VEHÍCULOS PROPIOS**

Consumo de combustible en vehículos propios, la información que se solicita de esta actividad son:

- ▶ Tipo de combustible que el vehículo
- ▶ La unidad en que se mide (galones, litros, etc...).
- ▶ Cantidad de combustible consumido (de acuerdo a la unidad).

Unidad vehicular	Combustible	Unidad	2017												
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	

Figura 32. Hoja de cálculo para el consumo de combustible

HUELLA DE CARBONO 2017 -  
Productos Unión



**CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA RED  
NACIONAL**

2017											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]	Consumo de en. eléctrica [kwh]

Figura 33. Hoja de cálculo para el consumo de energía eléctrica

### Anexo 3. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Población	Metodología	Estadística
<p><b>General:</b></p> <p>¿Cuál es la contribución de la Huella de Carbono en el alcance 1 y 2, del centro de producción “Productos Unión”?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar la Huella de Carbono en el alcance 1 y 2, en el centro de producción “Productos Unión”, utilizando la metodología del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la norma ISO 14064-1:2006</p>	<p>Medición de la Huella de Carbono, en el alcance 1 y 2, del centro de producción “Productos Unión”, utilizando la metodología del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la norma ISO 14064-1:2006</p>	<p>Emisiones totales de GEI generadas al año por el centro de producción “Productos Unión</p>	<p>Cantidad de emisiones totales de GEI generadas al año por el centro de producción “Productos Unión expresadas en toneladas de CO2 equivalente.</p>	<p>Centro de producción “Productos Unión” el cual contó durante el año de estudio con 150 trabajadores.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Tipo descriptiva. Según Hernández, Fernández &amp; Baptistas (2010), los estudios de tipo descriptivos realizan la medición de sus variables de estudio.</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>No experimental de corte transversal, debido a que no presentó manipulación de las variables; y los instrumentos de medición se aplicaron en un solo momento. (Hernández et. al, 2010).</p>	<p>La estadística es de tipo descriptiva a través de los gráficos y tablas arrojados a partir de la recolección de datos durante el periodo (01 de enero – 31 de diciembre) del 2017, los cuales fueron procesados en la hoja de cálculo de la Huella de carbono.</p>

Problema	Objetivo	Variables	Dimensiones	Indicadores	Población	Metodología	Estadística
<p><b>Específicos:</b></p> <p>¿Cuáles son los criterios metodológicos para el cálculo de la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión”?</p>	<p><b>Específicos:</b></p> <p>-Definir los criterios metodológicos para el cálculo de la huella de carbono del centro de producción “Productos Unión”</p>	<p>Criterios metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono</p>	<p>Metodología de cálculo de la Huella de Carbono (GHG Protocol y Norma ISO 14064-1:2006)</p>	<p>-Selección del Año base -Definición del límite Organizacional -Definición del límite operacional -Identificación de las Fuentes de Emisión -Recopilación de Información -Cálculo de la Huella de Carbono</p>	<p>Centro de producción “Productos Unión” el cual contó durante el año de estudio con 150 trabajadores</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Tipo descriptiva. Según Hernández, Fernández &amp; Baptistas (2010), los estudios de tipo descriptivos realizan la medición de sus variables de estudio.</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>No experimental de corte transversal, debido a que no presentó manipulación de las variables; y los instrumentos de medición se aplicaron en un solo momento. (Hernández et. al, 2010).</p>	<p>La estadística es de tipo descriptiva a través de los gráficos y tablas arrojados a partir de la recolección de datos durante el periodo (01 de enero – 31 de diciembre) del 2017, los cuales fueron procesados en la hoja de cálculo de la Huella de carbono.</p>

Problema	Objetivo	Variables	Dimensiones	Indicadores	Población	Metodología	Estadística
<p><b>Específicos</b></p> <p>¿Cuál es la contribución de las emisiones de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) generados en el alcance 1 y 2?</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>-Determinar las emisiones de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) generados en los alcances 1 y 2.</p>	<p>Medición de las Emisiones de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) generados en los alcances 1 y 2.</p>	<p>Emisiones de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)</p>	<p>Cantidad de emisiones de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) generados en los alcances 1 y 2 expresados en toneladas de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>), tonelada de Metano (tCH<sub>4</sub>) y tonelada de Óxido Nitroso (tN<sub>2</sub>O)</p>	<p>Centro de producción “Productos Unión” el cual contó durante el año de estudio con 150 trabajadores</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Tipo descriptiva. Según Hernández, Fernández &amp; Baptistas (2010), los estudios de tipo descriptivos realizan la medición de sus variables de estudio.</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>No experimental de corte transversal, debido a que no presentó manipulación de las variables; y los instrumentos de medición se aplicaron en un solo momento. (Hernández et. al, 2010).</p>	<p>La estadística es de tipo descriptiva a través de los gráficos y tablas arrojados a partir de la recolección de datos durante el periodo (01 de enero – 31 de diciembre) del 2017, los cuales fueron procesados en la hoja de cálculo de la Huella de carbono.</p>

Problema	Objetivo	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Población	Metodología	Estadística
<p><b>Específico:</b></p> <p>¿Cuál es el comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) en los alcances 1 y 2?</p>	<p><b>Específico:</b></p> <p>Comparar el comportamiento de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) en los alcances 1 y 2.</p>	<p>Medición de las emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) en los alcances 1 y 2.</p>	<p>Emisiones de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) en el Alcance 1 y 2</p>	<p>Cantidad de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) generado en los alcances 1 y 2, expresadas en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.</p>	<p>Centro de producción “Productos Unión” el cual contó durante el año de estudio con 150 trabajadores</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Tipo descriptiva. Según Hernández, Fernández &amp; Baptistas (2010), los estudios de tipo descriptivos realizan la medición de sus variables de estudio.</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>No experimental de corte transversal, debido a que no presentó manipulación de las variables; y los instrumentos de medición se aplicaron en un solo momento. (Hernández et. al, 2010).</p>	<p>La estadística es de tipo descriptiva a través de los gráficos y tablas arrojados a partir de la recolección de datos durante el periodo (01 de enero – 31 de diciembre) del 2017, los cuales fueron procesados en la hoja de cálculo de la Huella de carbono.</p>

**Anexo 4. Visita in situ a las instalaciones del centro de producción “Productos Unión”**



*Figura 34. Cámara de Fermentación*



*Figura 35. Área de horneado*



## Anexo 5. Correos de Coordinación para la medición de la Huella de Carbono en el centro de producción "Productos Unión"



Figura 36. Correo de Coordinación – Reunión con Jefe de Gestión de Calidad

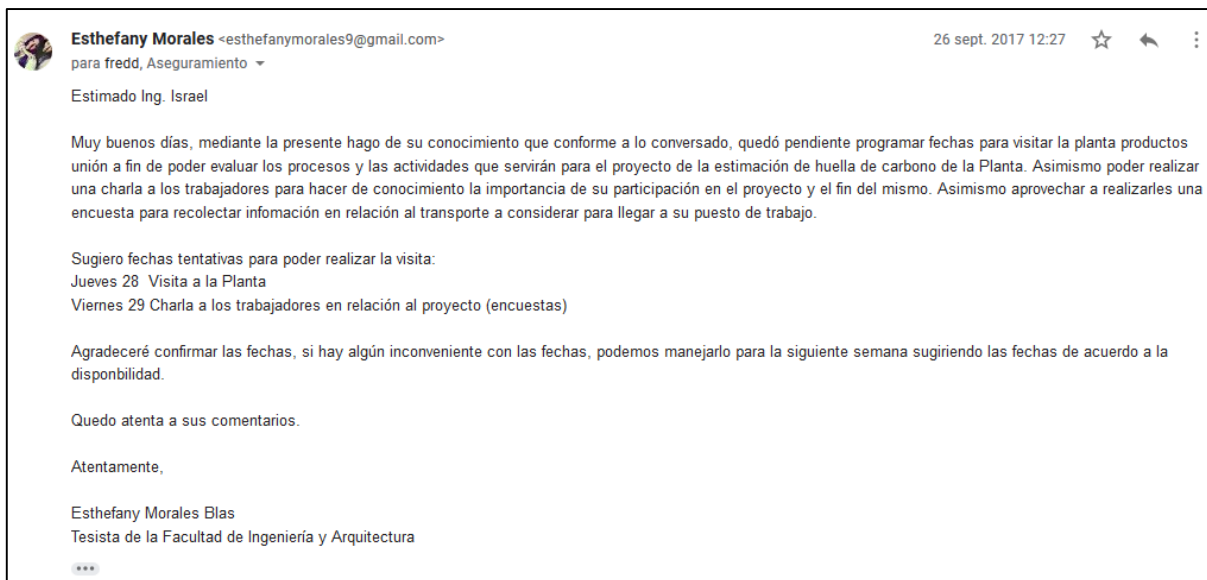
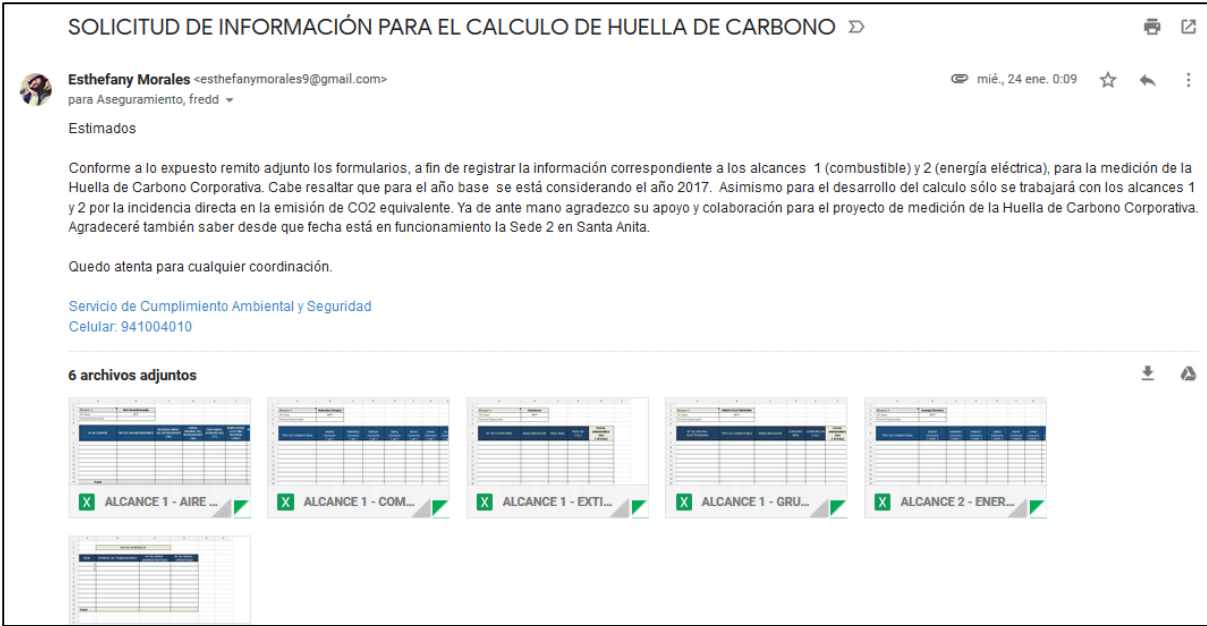


Figura 37. Correo de Coordinación – Visita al centro de producción



*Figura 38.* Correo de coordinación – Solicitud de información para la medición de la Huella de Carbono

## Anexo 6. Recolección de información por nivel de actividad

Tabla 20. Consumo por tipo de combustible en equipos móviles (unidades vehiculares)

Tipo de Combustible	Unidad	2017												TOTAL
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>DIESEL B5</b>	Gal	1913.003	1841.63	1864.966	1597.963	2036.247	1581.894	1620.851	1678.602	1699.904	1866.944	1938.261	1786.155	<b>21426.42</b>
<b>GASOHOL</b>	Gal	181.099	160.406	194.703	141.733	185.003	173.509	136.535	179.754	207.807	182.992	196.577	243.428	<b>2183.546</b>
<b>GLP</b>	Gal	54.334	27.929	38.535	18.491	23.471	0	0	9.766	9.656	0	9.652	0	<b>191.837</b>
<b>TOTAL</b>														<b>23801.803</b>

Tabla 21. Consumo por tipo de combustible en equipos fijos

Equipos	Cantidad	Tipo de Combustible	Unidad	2017												TOTAL	
				Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
<b>Horno Industrial</b>	9																
<b>Cocina industrial</b>	3	GLP	Gal	11843	13500	13255	6900	9420	8500	18448	13272	9000	14500	9551	10000	<b>138189</b>	
<b>Cámara de Fermentación</b>	1																

Anexo 7. Recibos del consumo de energía eléctrica

UNIVERSIDAD PERUANA UNION  
BERNARDO BALAGUER FDO NAÑA  
LURIGANCHO-CHOSICA - LIMA  
R.U.C.: 20138122256 TELEFONO: 940197447  
Recibo Nro.208340273 M - ENL-16728

**TELECREDITO**  
Bco Crédito

**LUZ DEL SUR**  
AV. CANAVAL Y MOREYRA 289 SAN ISIDRO  
RUC 20331898008 www.luzdelsur.com.pe

Nº SUMINISTRO **290201**

DATOS DEL SUMINISTRO			
Sucursal	CHOSICA	Conexión	Subterránea C5.3
Ruta	30-909-0049	Potencia	Contratada 500.00 KW
Tarifa	MT4	Facturación	Variable
Nivel Tensión	10 KV	Medidor	Trifásico
Sector Típico	1 (SE0133)		Electrónico 3 hilos

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS			
Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe
Cargo Fijo			3.16
Mant. y Reposición de Conexión			27.01
Consumo de Energía	0.1919	246100.00	47,226.59
Consumo de Energía Reactiva Inductiva	0.0418	55470.00	2,318.65
Potencia Generación Fuera de Punta	33.7590	797.00	26,905.92
Potencia Distribución Fuera de Punta	10.4000	800.00	8,320.00
Alumbrado Público			1,128.00
I.G.V.			15,467.29
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0081	246100.00	1,993.41
Compensación Energía/Potencia			(3,766.28)
Compensación Calidad Suministro			(473.02)
<b>SUBTOTAL DEL MES</b>			<b>99,150.73</b>
<b>TOTAL LUZ DEL SUR</b>			<b>99,150.73</b>

**REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO**

Historia de Consumo

Importe 2 Últimos meses Facturados  
Oct-17 S/ 123,838.14 Nov-17 S/ 129,463.19

Energía Activa (kW.h)			
		Horas Punta	Fuera Punta
Lectura Actual	(25/12/2017)	8568.300	33357.900
Lectura Anterior	(25/11/2017)	8523.600	33158.500
Diferencia entre lecturas		44.700	201.400
Factor de Medición		1000	1000
Consumo a facturar		44700.00	201400.00

Demanda (kW)			
		Horas Punta	Fuera Punta
Lectura Actual	(25/12/2017)	0.7970	0.7600
Lectura Anterior	(25/11/2017)	0.0000	0.0000
Diferencia entre lecturas		0.7970	0.7600
Factor de Medición		1000	1000
Potencia Registrada		797.0000	760.0000
Calificación			Fuera de Punta
Factor de Calificación		0.470	
N° Horas de punta		120 horas	

Energía Reactiva (kVAR.h)			
			Inductiva
Lectura Actual	(25/12/2017)		22096.200
Lectura Anterior	(25/11/2017)		21966.900
Diferencia entre lecturas			129.300
Factor de Medición			1000
Consumo Registrado			129300.00
Consumo a facturar			55470.00

Historia de Consumos y Demandas

	En	Fe	Mr	Ab	Mj	Jn	Jl	Ag	Se	Os	Nv	Dic
Consumo	38110	41270	35500	31400	35700	30300	28700	27900	29200	33200	30100	30100
Demanda	797.00	797.00	841.00	806.00	805.00	805.00	794.00	797.00	794.00	805.00	794.00	797.00

AGENTE DE RETENCION

PROVISIONADO

Ajuste sencillo mes anterior 0.01  
Ajuste sencillo mes actual -0.04

TOTAL A PAGAR - S/	<b>***99,150.70</b>
FECHA EMISIÓN	<b>31-DIC-2017</b>
FECHA VENCIMIENTO	<b>15-ENE-2018</b>
MENSAJES AL CLIENTE	

El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 2,708.18

Secuencia 00013  
Suministro 0290201 0  
Vencimiento 15-ENE-2018  
Cuenta 30-909-0049  
Tarifa MT4  
20171225 \*\*\*99,150.70  
CHOSICA \*\*\*99,150.70  
Total a Pagar \*\*\*99,150.70

S/ \*\*\*99,150.70

02902010 12000009915070

LUZ DEL SUR

Nº 30057

<https://www.luzdelsur.com.pe/ofvirtual/Suministro/Boleta?numsuministro=290201>

Figura 39. Recibo del consumo de energía del mes de diciembre

UNION PERUANA DE ENERGIA SALAGUER FDO NAÑA  
CHOSICA - LIMA  
TELÉFONO: 940197447  
M - ENL-16679

**LUZ DEL SUR**  
AV. CANAL Y MOREYRA 385 SAN ISIDRO - LIMA  
RUC 203188808 www.luzdelur.com.pe

**290201**

**DATOS DEL SUMINISTRO**

Conexión	Subterránea C5.3
Potencia	Contratada 500.00 KW
Facturación	Variable
Medidor	Trifásico
	Electrónico 3 hilos

**REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO**

Historia de Consumo

Importe 2 Últimos meses Facturados

Sep-17	S/ 120,243.59	Oct-17	S/ 123,838.14
--------	---------------	--------	---------------

**Energía Activa (kW.h)**

	Horas Punta	Fuera Punta
Actual (25/11/2017)	8523.600	33156.500
Anterior (25/10/2017)	8463.200	32913.800
Diferencia entre lecturas	60.400	242.700
Factor de Medición	1000	1000
Importe a facturar	60400.00	242700.00

**Demanda (kW)**

	Horas Punta	Fuera Punta
Actual (25/11/2017)	0.7760	0.7850
Anterior (25/10/2017)	0.0000	0.0000
Diferencia entre lecturas	0.7760	0.7850
Factor de Medición	1000	1000
Importe Registrado	776.0000	785.0000

Utilización Presente en Punta  
Factor de Calificación 0.590  
Horas de punta 130 horas

**Energía Reactiva (KVAR.h)**

	Inductiva
Actual (25/11/2017)	21966.900
Anterior (25/10/2017)	21805.800
Diferencia entre lecturas	161.100
Factor de Medición	1000
Importe Registrado	161100.00
Importe a facturar	70170.00

**Historia de Consumos y Demandas**

	S	Se	Te	Mi	Ab	Ma	Ju	Ji	Ag	Se	Oc	Nv
Consumo	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Demanda	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

**DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS**

Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe
Cargo Fijo			3.16
Mant. y Reparación de Conexión			27.08
Consumo de Energía	0.1906	303100.00	57,770.86
Consumo de Energía Reactiva Inductiva	0.0419	70170.00	2,940.12
Potencia Generación Presente en Punta	47.4084	785.00	37,215.59
Potencia Distribución Presente en Punta	10.3752	824.00	8,549.16
Alumbrado Público			1,128.00
I.G.V.			19,374.11
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0081	303100.00	2,455.11
<b>SUBTOTAL DEL MES</b>			<b>129,463.19</b>
<b>TOTAL LUZ DEL SUR</b>			<b>129,463.19</b>

**Gerencia Financiera**

Ajuste sencillo mes anterior 0.02  
Ajuste sencillo mes actual -0.01

**TOTAL A PAGAR S/ \*\*129,463.20**

**FECHA EMISIÓN 30-NOV-2017**      **FECHA VENCIMIENTO 15-DIC-2017**

**MENSAJES AL CLIENTE**

El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 3,311.34

00012  
0290201 0  
15-DIC-2017  
30-909-0049  
MT4  
\*\*129,463.20  
S/ \*\*129,463.20

**02902010 11000012946320**

Figura 40. Recibo del consumo de energía del mes de noviembre.

UNIVERSIDAD PERUANA UNION  
 ERNARDO BALAGUER FDO NAÑA  
 JIRIGANCHO-CHOSICA - LIMA  
 U.C.: 20138122256 TELEFONO: 940197447  
 Cobro Nro.206122995 M - ENL-16557

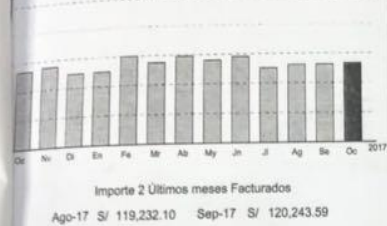


N° SUMINISTRO **290201**

DATOS DEL SUMINISTRO		
Sucursal	CHOSICA	Conexión
Ruta	30-909-0049	Potencia
Tarifa	MT4	Contratada
Nivel Tensión	10 KV	Facturación
Sector Típico	1 (SED133)	Medidor
		Sublínea
		Trifásico
		Electrónico 3 hilos

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS			
Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe
Cargo Fijo			3.17
Mant. y Reposición de Conexión			27.24
Consumo de Energía	0.1878	283200.00	53,184.96
Consumo de Energía Reactiva Inductiva	0.0422	65940.00	2,782.67
Potencia Generación Presente en Punta	46.0610	803.00	36,986.98
Potencia Distribución Presente en Punta	10.2900	864.00	8,890.56
Alumbrado Público			1,128.00
I.G.V.			18,540.64
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0081	283200.00	2,293.92
SUBTOTAL DEL MES			123,838.14
TOTAL LUZ DEL SUR			123,838.14

REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO



Energía Activa (kW.h)			
		Horas Punta	Fuera Punta
Lectura Actual	(25/10/2017)	8463.200	32913.800
Lectura Anterior	(25/09/2017)	8404.200	32689.600
Diferencia entre lecturas		59.000	224.200
Factor de Medición		1000	1000
Consumo a facturar		59000.00	224200.00

Demanda (kW)			
		Horas Punta	Fuera Punta
Lectura Actual	(25/10/2017)	0.8030	0.7870
Lectura Anterior	(25/09/2017)	0.0000	0.0000
Diferencia entre lecturas		0.8030	0.7870
Factor de Medición		1000	1000
Demanda Registrada		803.0000	787.0000
Calificación		Presente en Punta	
Factor de Calificación		0.570	
* Horas de punta		130 horas	

Energía Reactiva (kVAR.h)		
		Inductiva
Lectura Actual	(25/10/2017)	21805.800
Lectura Anterior	(25/09/2017)	21654.900
Diferencia entre lecturas		150.900
Factor de Medición		1000
Consumo Registrado		150900.00
Consumo a facturar		65940.00

Historia de Consumos y Demandas												
Nº	Di	En	Fe	Mr	Ab	My	Jun	Jl	Ag	Se	Oc	
201710	2844.00	2881.00	3187.00	3200.00	3140.00	2970.00	3030.00	2870.00	2780.00	2760.00	2830.00	
201709	286.00	286.00	287.00	287.00	281.00	244.00	283.00	245.00	288.00	287.00	284.00	803.00

Gerencia Financiera

Ajuste sencillo mes anterior 0.08  
 Ajuste sencillo mes actual -0.02

TOTAL A PAGAR S/	<b>**123,838.20</b>
FECHA EMISIÓN	FECHA VENCIMIENTO
<b>31-OCT-2017</b>	<b>15-NOV-2017</b>
MENSAJES AL CLIENTE	
El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 2,870.36	

Secuencia 00012  
 Suministro 0290201 0  
 Vencimiento 15-NOV-2017  
 Cuenta 30-909-0049  
 Tarifa MT4  
 20171025 \*\*123,838.20  
 CHOSICA  
 Total a Pagar \*\*123,838.20

S/ **\*\*123,838.20**



LUZ DEL SUR

Figura 41. Recibo del consumo de energía del mes de octubre

**Anexo 8. Flujogramas de los procesos operacionales en el centro de producción  
“Productos Unión”**



*Figura 42.* Flujograma del proceso de panificación

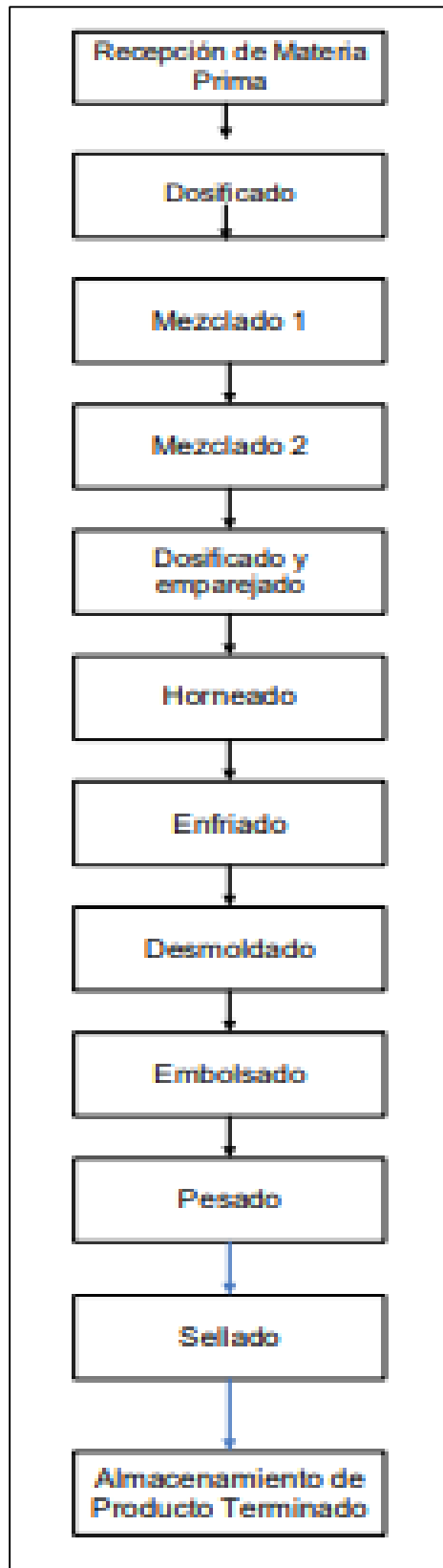


Figura 43. Flujo de producción de granola



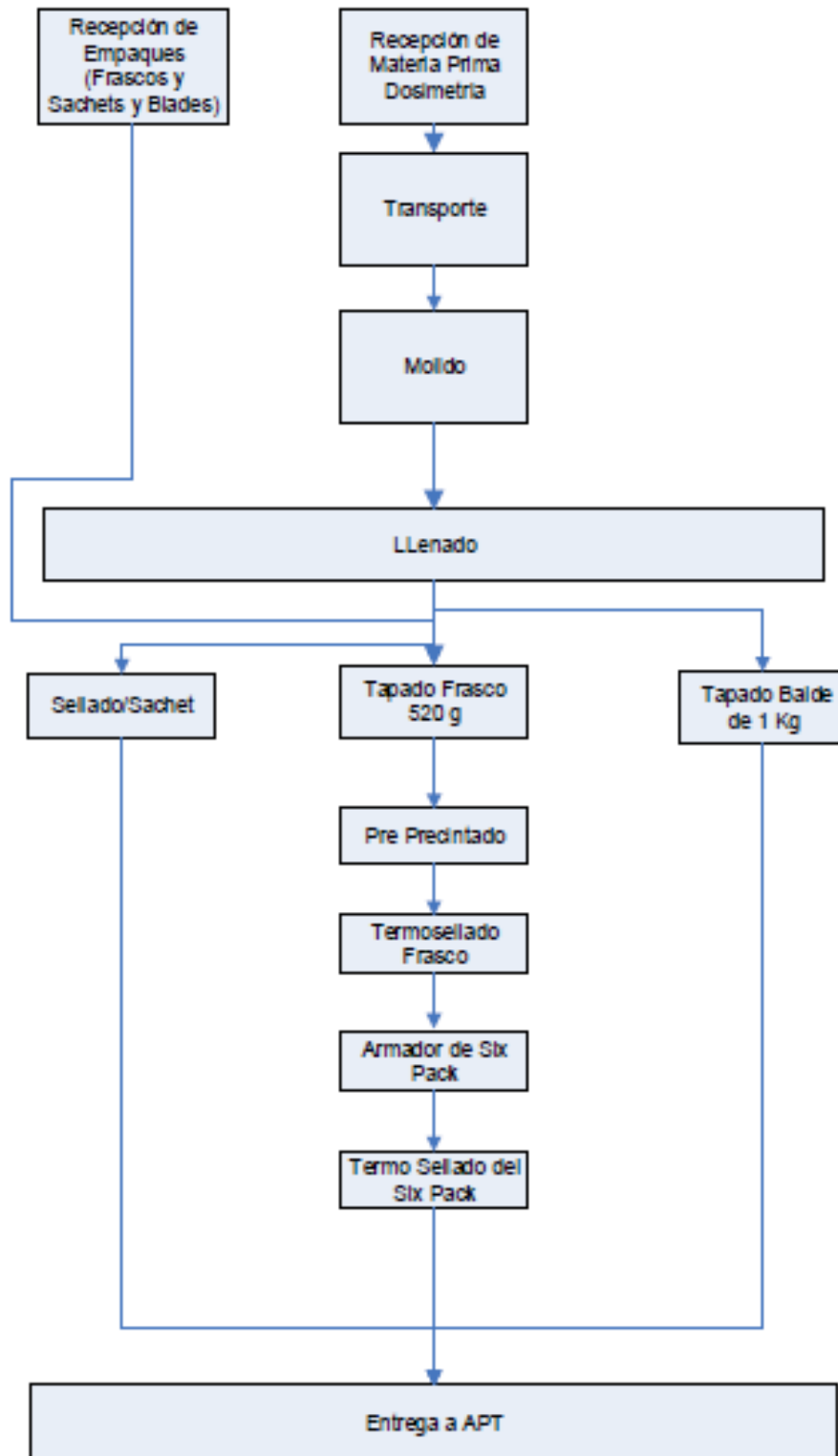



Figura 44. Flujograma del proceso de producción de untables (mantequilla de maní)



Figura 45. Flujograma de producción de bollerías

## Anexo 9. Constancia de Autorización para la ejecución del proyecto de investigación

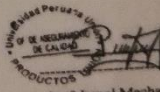


**CONSTANCIA**

Quien suscribe, el Centro de Aplicación de Producción de Bienes Productos Unión, hace constar por medio de la presente que la tesista Rita Esthefany Morales Blas de la EP Ing. Ambiental recibió autorización de nuestra institución para la realización del proyecto denominado "Determinación de la Huella de Carbono del centro de producción Productos Unión, mediante la metodología del Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO 14064-1:2006, durante el 01 de enero 2017 al 31 de diciembre 2017.

Se expide esta constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ñaña, 28 de noviembre de 2018

  
Ing<sup>o</sup> Israel Machaca Sucapuca  
Gestión de Calidad Productos Unión




Figura 46. Constancia de autorización para realizar el proyecto de investigación.