



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO  
PROCEDENTE DE LAS ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y  
DE TRANSPORTE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA  
S.A**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORES:**

**MELANY NICOLE GRANIZO VALLES**

**VALERIA MONSERRATH PÉREZ MAZÓN**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO  
PROCEDENTE DE LAS ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y  
DE TRANSPORTE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA  
S.A**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORES:** MELANY NICOLE GRANIZO VALLES

VALERIA MONSERRATH PÉREZ MAZÓN

**DIRECTOR:** ING. JUAN CARLOS GONZALES GARCÍA Ph.D

Riobamba – Ecuador

2023

**© 2023, Melany Nicole Granizo Valles & Valeria Monserrath Pérez Mazón**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

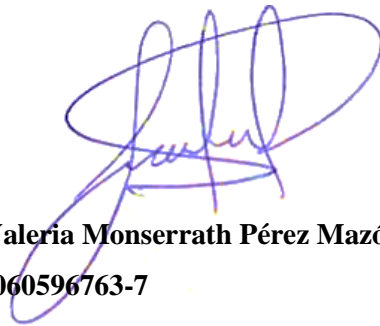
Nosotras, Melany Nicole Granizo Valles y Valeria Monserrath Pérez Mazón, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 04 de julio de 2023



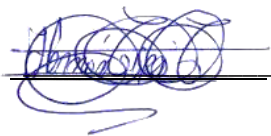

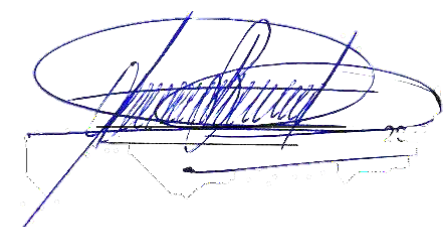
**Melany Nicole Granizo Valles**  
**060587078-1**



**Valeria Monserrath Pérez Mazón**  
**060596763-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PROCEDENTE DE LAS ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y DE TRANSPORTE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.**, realizado por las señoritas: **MELANY NICOLE GRANIZO VALLES** y **VALERIA MONSERRATH PÉREZ MAZÓN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Hernán Patricio Tixi Toapanta MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-07-04
Ing. Juan Carlos Gonzales García Ph.D <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2023-07-04
Ing. Andrés Agustín Beltrán Dávalos MSc. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2023-07-04

## DEDICATORIA

A Dios por mantenerme firme, por todas las bendiciones que ha derramado sobre mí y mi familia y porque en su infinita misericordia me ha permitido llegar a cumplir una de muchas metas personales. Con todo mi amor y cariño la dedico a mi pequeño angelito, mi hijo; llegaste en medio de este camino hacia la meta y me has dado la felicidad y fortaleza necesaria para no rendirme nunca, éste gran logro está inspirado en ti; a quien hoy es mi compañero de vida por estar siempre a mi lado y demostrarme que nunca es tarde para seguir adelante y sencillamente por ser especial en mi vida. A mis padres Antonio y Cristina, quienes me dieron la vida y me permitieron vivirla, por su apoyo incondicional para poder llegar a esta instancia de mis estudios y por nunca perder la fe en mí, gracias por siempre estar para mí. A mis hermanos por ser un gran ejemplo en la vida profesional.

Valeria

A Dios, quien guía el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres Cecilia y Marco quienes con su amor, esfuerzo y paciencia me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más, gracias por inculcar en mí varios valores, en especial el ejemplo de esfuerzo y valentía. A mis hermanos Brayan, Erick y Steven por su cariño y apoyo incondicional, por ser mi ejemplo e inspirarme a ser una profesional y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de mi vida. A la memoria de mi padrino Jorge Lupera, quién me guio desde mi niñez y estuvo en cada momento de mi vida siempre haciéndome saber lo orgulloso que estaba de cada logro, gracias por amarme como a una hija. A mi novio por su amor, apoyo y acompañamiento total durante estos últimos meses, tal como a mis grandes amigos de andanzas y estudios, que dejaron que esta caminata fuera más alegre.

Melany

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecemos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por habernos abierto las puertas de su seno científico y permitirnos ser parte de ella, así como también a los diferentes docentes que nos brindaron sus conocimientos en el transcurso de nuestra carrera. Agradecemos también a nuestros guías de tesis Ing. Juan Carlos González García e Ing. Andrés Agustín Beltrán por habernos guiado con sus conocimientos en el desarrollo de este proyecto investigativo. Nuestro agradecimiento también va dirigido al Gerente de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. y también a las personas que forman la Unidad del Medio Ambiente que nos guiaron con sus conocimientos, tiempo e información necesaria.

Melany & Valeria

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Limitaciones y delimitaciones.....	2
1.2.1. <i>Limitaciones</i> .....	2
1.2.2. <i>Delimitaciones</i> .....	3
1.3. Problema general de investigación.....	3
1.4. Problemas específicos de la investigación.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.6. Justificación.....	4
1.6.1. <i>Justificación teórica</i> .....	4
1.6.2. <i>Justificación metodológica</i> .....	5
1.6.3. <i>Justificación práctica</i> .....	5
1.6.4. <i>Hipótesis</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.2. Referencias teóricas.....	7
2.2.1. <i>Huella de carbono</i> .....	7
2.2.2. <i>Fuentes de emisión</i> .....	8
2.2.2.1. <i>Alcances</i> .....	8



2.2.2.2.	<i>Fuentes principales de emisiones GEI</i> .....	9
2.2.3.	<b><i>Huella de carbono de una organización</i></b> .....	10
2.2.3.1.	<i>Ventajas del cálculo de la huella de carbono corporativo</i> .....	10
2.2.3.2.	<i>¿Cómo reducir la huella de carbono en las empresas?</i> .....	11
2.2.4.	<b><i>Huella de carbono como indicador de sostenibilidad</i></b> .....	11
2.2.5.	<b><i>Parámetros que afectan las emisiones de carbono</i></b> .....	11
2.2.5.1.	<i>Datos de actividad</i> .....	12
2.2.5.2.	<i>Factor de emisión</i> .....	12
2.2.5.3.	<i>Potencial de calentamiento global</i> .....	12
2.2.6.	<b><i>Método de estimación</i></b> .....	13
2.2.7.	<b><i>Cambio climático</i></b> .....	15
2.2.8.	<b><i>Efecto invernadero</i></b> .....	16
2.2.9.	<b><i>Carbono neutro</i></b> .....	17
2.2.10.	<b><i>Base legal</i></b> .....	17
2.2.10.1.	<i>Lineamientos UNE-ISO 14:064-1</i> .....	17
2.2.10.2.	<i>Protocolo de gases de efecto invernadero</i> .....	18
2.2.10.3.	<i>Directrices del panel intergubernamental para el cambio climático (IPCC), diseño experimental</i> .....	20
2.2.11.	<b><i>Iniciativas desarrolladas-cálculo de la huella de carbono América Latina</i></b> .....	20
2.2.12.	<b><i>Gestión de la huella de carbono</i></b> .....	20
2.2.13.	<b><i>Enfoques para cuantificar la huella de carbono</i></b> .....	21
2.3.	<b>Empresa eléctrica Riobamba S.A de la provincia de Chimborazo</b> .....	23
2.3.1.	<b><i>Análisis de la situación actual de la EERSA</i></b> .....	23
2.3.2.	<b><i>Identificación general de la EERSA</i></b> .....	23
2.3.2.1.	<i>Misión</i> .....	24
2.3.2.2.	<i>Visión</i> .....	24
2.3.2.3.	<i>Organigrama estructural</i> .....	24
2.3.3.	<b><i>Identificación del área de estudio</i></b> .....	24
2.3.3.1.	<i>Iluminación</i> .....	25
2.3.3.2.	<i>Desechos generados en la EESA</i> .....	25

### **CAPÍTULO III**

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	28
3.1.	<b>Enfoque de investigación</b> .....	28
3.2.	<b>Diseño de la investigación</b> .....	28

3.2.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	28
3.2.2.	<i>Método de muestreo</i>	29
3.2.3.	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	29
3.3.	<b>Tipo de estudio</b>	29
3.4.	<b>Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra</b>	30
3.4.1.	<i>Población de estudio</i>	30
3.5.	<b>Tamaño de muestra</b>	30
3.6.	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b>	30
3.6.1.	<i>Procedimientos</i>	30
3.6.2.	<i>Procesamiento y análisis</i>	33
3.6.2.1.	<i>Inventario de emisiones</i>	33
3.6.2.2.	<i>Límites organizacionales</i>	33
3.6.2.3.	<i>Límites operacionales</i>	33
3.6.2.4.	<i>Año base para el cálculo de las emisiones de gases efecto invernadero</i>	34
3.6.2.5.	<i>Cuantificación de la huella de carbono</i>	34
3.6.3.	<i>Determinación del Alcance 1</i>	35
3.6.4.	<i>Determinación del Alcance 2</i>	38
3.6.5.	<i>Determinación del Alcance 3</i>	39
3.6.5.1.	<i>Consumo de agua</i>	39
3.6.5.2.	<i>Desechos</i>	39
3.6.5.3.	<i>Aceite usado</i>	40

## CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	42
4.1.	<b>Procesamiento, análisis e interpretación de resultados</b>	42
4.1.1.	<i>Alcance 1</i>	42
4.1.1.1.	<i>Consumo de combustible PPC</i>	45
4.1.2.	<i>Alcance 2</i>	47
4.1.3.	<i>Alcance 3</i>	49
4.1.3.1.	<i>Consumo de agua</i>	49
4.1.3.2.	<i>Consumo de agua PPC</i>	50
4.1.3.3.	<i>Desechos solidos</i>	50
4.1.3.4.	<i>Aceites usados</i>	51
4.1.4.	<i>Huella total</i>	51
4.2.	<b>Plan de acción</b>	53

<b>4.3.</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>59</b>
<b>4.4.</b>	<b>Comprobación de la hipótesis.....</b>	<b>59</b>

## **CAPÍTULO V**

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>

## **GLOSARIO**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Fuentes de información .....	9
<b>Tabla 2-2:</b> Resumen de las principales metodologías de cálculo de la huella de carbono .....	13
<b>Tabla 2-3:</b> Material reciclado en la EERSA.....	26
<b>Tabla 2-4:</b> Desechos peligrosos y/o especiales de la EERSA .....	26
<b>Tabla 3-1:</b> Variables de la investigación.....	28
<b>Tabla 3-2:</b> Alcances de emisiones de gases de efecto invernadero.....	32
<b>Tabla 3-3:</b> Consumo de combustible EERSA año 2021 .....	35
<b>Tabla 3-4:</b> Factores de emisión de CH <sub>2</sub> y N <sub>2</sub> O.....	36
<b>Tabla 3-5:</b> Factor de emisión de combustible en kg CO <sub>2</sub> /TJ .....	36
<b>Tabla 3-6:</b> Consumo de energía eléctrica EERSA 2021 .....	38
<b>Tabla 3-7:</b> Consumo de agua durante el año 2021 .....	39
<b>Tabla 3-8:</b> Factores de emisión y propiedades físicas de combustibles.....	41
<b>Tabla 4-1:</b> Factor de emisión de combustible en kg CO <sub>2</sub> /TJ .....	42
<b>Tabla 4-2:</b> Valores de VCN y lt/kg.....	42
<b>Tabla 4-3:</b> Factor de emisión de combustible en kg CO <sub>2</sub> /TJ .....	42
<b>Tabla 4-4:</b> Factor de emisión de combustible en kg CO <sub>2</sub> /TJ .....	43
<b>Tabla 4-5:</b> Determinación de toneladas de CO <sub>2</sub> .....	43
<b>Tabla 4-6:</b> Transformación a CO <sub>2</sub> equivalente por combustible.....	44
<b>Tabla 4-7:</b> Plan de Acción-Combustible.....	53
<b>Tabla 4-8:</b> Plan de Acción- Energía.....	55
<b>Tabla 4-9:</b> Plan de Acción- Agua.....	56
<b>Tabla 4-10:</b> Plan de Acción- Papel .....	57
<b>Tabla 4-11:</b> Plan de Acción- Residuos.....	58

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Organigrama estructural de la EERSA .....	24
<b>Ilustración 3-1:</b> Alcances y emisiones a través de la cadena de valor .....	34
<b>Ilustración 4-1:</b> Emisiones totales de CO <sub>2</sub> por tipo de combustible .....	45
<b>Ilustración 4-2:</b> Consumo per cápita anual de Diésel.....	45
<b>Ilustración 4-3:</b> Consumo per cápita anual de Gasolina.....	46
<b>Ilustración 4-4:</b> Emisiones totales de CO <sub>2</sub> por consumo de energía eléctrica en el año 2021...	47
<b>Ilustración 4-5:</b> Consumo per cápita anual de energía eléctrica.....	48
<b>Ilustración 4-6:</b> Emisiones totales de CO <sub>2</sub> por consumo de agua en el año 2021 .....	49
<b>Ilustración 4-7:</b> Consumo per cápita anual de agua.....	50
<b>Ilustración 4-8:</b> Toneladas generadas por cada alcance .....	51

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** FACTURAS DEL CONSUMO DE AGUA

**ANEXO B:** VISITA A AGENCIA GUAMOTE PARA

**ANEXO C:** LECTURAS DE MEDIDORES DE LA EERSA

**ANEXO D:** PLANOS EERSA

**ANEXO E:** ENCUESTA REALIZADA A LOS TRABAJADORES DE LA EERSA

## RESUMEN

En la presente investigación se determinó la huella de carbono de las actividades administrativas y de transporte de la Empresa Eléctrica Riobamba. Las principales fuentes que emiten GEI en la EERSA fueron aquellas generadas por el consumo de: agua, energía eléctrica, combustibles fósiles empleados para el transporte del personal, generación de desechos, para lo cual se utilizó metodologías y herramientas que fueron proporcionadas por la norma ISO 14064-1 y el IPCC, específicamente el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Se definió los límites de la organización, se seleccionó el año base de estudio, se diagnosticó las actividades administrativas de la empresa lo cual nos permitió identificar las principales fuentes de emisiones GEI y se clasificó sus actividades de acuerdo con los alcances especificados por el IPCC, posterior se realizó la cuantificación de las emisiones y por último las actividades para reducir las mismas. Para determinar la huella de carbono total de la EERSA se empezó con el cálculo de datos de consumo de las actividades que se realizan a nivel administrativo y aquellas asociadas al transporte: la huella de carbono total para la EERSA fue de 1298,12 tCO<sub>2</sub>eq durante el año 2021, la fuente que más aporta a la huella de carbono se debe al consumo de combustible de los vehículos, seguido del consumo de electricidad con una generación de 146.75 tCO<sub>2</sub>eq y la generación de desechos como los aceites usados con una generación de 14.19 tCO<sub>2</sub>eq. Ante esta situación se propuso un plan de acción enfocado en la reducción de tCO<sub>2</sub>eq en el que se sugiere la renovación del parque automotor, revisión técnica vehicular semestral y la capacitación al personal, todo ello encaminado a la adopción de conciencia ambiental esperando tener como resultado mitigar al menos el 30% de emisión de GEI a lo largo del tiempo.

**Palabras clave:** <HUELLA DE CARBONO>, <DIÓXIDO DE CARBONO>, <EMISIONES>, <PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO >, <FUENTES>, <GASES DE EFECTO INVERNADERO>.



1705-DBRA-UPT-2023

## ABSTRACT

The aim of the current research was to determine the carbon footprint of the administrative and transportation activities of Empresa Eléctrica Riobamba. The main sources of GHG emissions at EERSA were those generated by the consumption of water, electricity and fossil fuels which are used for the personnel transportation and waste generation. For this, it was necessary to apply methodologies and tools provided by the ISO 14064-1 standard and the IPCC, specifically the Greenhouse Gas Protocol. The limits of the organization were defined, the base year of the study was selected and the administrative activities of the company were diagnosed in order to identify the main sources of GHG emissions, for which its activities were classified according to the scopes specified by the IPCC, then the quantification of emissions was performed and finally the activities to mitigate them. To determine EERSA's total carbon footprint, it was necessary to calculate the consumption data for the activities carried out at administrative level and those associated with transportation: the total carbon footprint for EERSA was 1298.12 tCO<sub>2</sub>eq during 2021; the source generating higher levels of carbon footprint is the vehicle fuel consumption, followed by electricity consumption with a generation of 146.75 tCO<sub>2</sub>eq and the generation of waste such as used oils with a generation of 14.19 tCO<sub>2</sub>eq. Due to this situation, an action plan focused on the reduction of tCO<sub>2</sub>eq was proposed, suggesting the renewal of the vehicle fleet, six-monthly vehicle technical check and staff training, all this aimed to create environmental awareness, in the expectation of mitigating at least 30% of GHG emissions over time.

**Keywords:** <CARBON FOOTPRINT>, <CARBON DIOXIDE>, <EMISSIONS>, <INTERGOVERNMENTAL PANEL FOR CLIMATE CHANGE>, <SOURCES>, <GREENHOUSE GASES>.



**Lic. Paul Rolando Armas Pesántez Mgs.**

**060328987- 7**



## **INTRODUCCIÓN**

La determinación de la huella de carbono ha surgido como una herramienta fundamental en la lucha contra el cambio climático y la promoción de la sostenibilidad ambiental. Esta metodología se ha convertido en un pilar clave para evaluar el impacto de las actividades humanas en la emisión de gases de efecto invernadero y en la calidad del medio ambiente especialmente para las empresas. En este contexto, numerosos estudios y avances científicos han sido desarrollados para perfeccionar y estandarizar los métodos de cálculo de la huella de carbono, así como para identificar estrategias efectivas de reducción de emisiones.

A través de la revisión de investigaciones científicas, informes gubernamentales y publicaciones de organizaciones no gubernamentales, se evidencia una creciente preocupación por la medición precisa y confiable de la huella de carbono en diferentes sectores económicos, como la industria, el transporte, la agricultura y la generación de energía. Además, se han establecido normativas y protocolos internacionales, como la ISO 14064, que guían la estandarización de los cálculos y promueven la transparencia en la comunicación de resultados.

Este párrafo introductorio resalta la importancia de la determinación de la huella de carbono y cómo se ha convertido en un tema de interés tanto para la comunidad científica como para las empresas que buscan mejorar su desempeño ambiental. La inclusión de bibliografía referente a investigaciones, informes y estándares demuestra la base científica y técnica en la que se sustenta esta área de estudio. A partir de aquí, el texto podría adentrarse en aspectos específicos de la huella de carbono, como sus aplicaciones prácticas, desafíos y oportunidades para la mitigación del cambio climático.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del Problema

El cambio climático afecta en gran medida al planeta debido a las distintas actividades que realizamos en nuestra vida diaria. Esto ha generado preocupación internacional por las consecuencias generadas por el mismo y ha motivado a organizaciones e instituciones a tomar medidas para tratar de disminuir los gases de efecto invernadero, siendo así la huella de carbono un gran indicador del cambio climático.

El consumo de combustible es muy importante para el uso y operación de vehículos y maquinaria y es la principal fuente de emisión de dióxido de carbono en la atmósfera, de igual forma el uso de energía en los aparatos eléctricos, cuyo consumo genera una emisión de  $CO_2$  debido a la quema de combustible para la producción de energía. La Empresa Eléctrica Riobamba S.A. dentro de sus funciones administrativas requiere determinar el consumo de combustible y uso de energía eléctrica las 24 horas los 7 días a la semana para desarrollar con eficiencia todas sus actividades. A su vez, los funcionarios que pertenecen a esta empresa desconocen la Huella de Carbono que generan sus actividades debido a que previamente no se han realizado estudios similares.

El cálculo de la huella de carbono, mediante la aplicación de la metodología de Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), permitirá a la EERSA percibir la relación entre la huella de carbono generada por el consumo de energía, agua, insumos, entre otros, dentro de la institución. Este estudio responderá a situaciones de la institución, de este modo será un impacto revelador.

#### 1.2. Limitaciones y delimitaciones

##### 1.2.1. Limitaciones

Determinar la huella de carbono de una organización proporciona información específica, realista y estructurada sobre los diversos materiales o suministros que consume la institución, cualquiera que sea; papel bond, consumo de agua potable, energía eléctrica consumida y combustible necesario para el traslado, entre otros utilizados por los trabajadores y empleados de la EERSA. El análisis requerirá del uso de metodologías que han sido aplicadas previamente en organismos

nacionales e internacionales y que han dado buenos resultados, como: El protocolo de gases de efecto invernadero, Guías para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (Guevara Gladys et al., 2014).

Si la responsabilidad de las acciones y procesos realizados no va acompañada del seguimiento de las autoridades correspondientes de la institución, el ciclo de contaminación continuará y los efectos serán nocivos para el medio ambiente, si no existe una política de mitigación de impactos.

### **1.2.2. Delimitaciones**

El estudio se realizará en los dos edificios administrativos de La Empresa Eléctrica Riobamba S.A, seis agencias de recaudación en la ciudad de Riobamba; la agencia matriz ubicada en las calles Juan Larrea 22-60 y Primera constituyente, sede Terminal ubicada en la Av. La Prensa y Rey Cacha, sede Oriental ubicada en el Mercado Oriental en la Av. Cordovez y Espejo, sede Dolorosa que se encuentra en la Av. Eloy Alfaro y Av. Leopoldo Freire; y sede Mayorista ubicada en el Mercado Mayorista en la Av. Leopoldo Freire y Bucarest, para el respectivo análisis se tomará en cuenta los insumos como: papel bond, energía eléctrica, diésel y gasolina para transporte, sin embargo al no existir un sistema digital que contabilice el uso de las materias o insumos mensuales o anuales, por lo que deberá hacerse de forma manual, para así contar con información correspondiente al año 2021 que sea lo más real posible.

### **1.3. Problema general de investigación**

¿El consumo de recursos naturales en empresa eléctrica Riobamba SA constituye un aporte significativo en la huella de carbono de la institución?

### **1.4. Problemas específicos de la investigación**

- ¿Cuáles son las actividades realizadas por el personal administrativo de la EERSA que pueden intervenir en la huella de carbono?
- ¿Qué cálculos se aplicarán para la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de la EERSA?
- ¿Cómo influirá un plan de acción para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la EERSA?

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo general***

Determinar la huella de carbono correspondiente a las actividades administrativas y de transporte de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- Diagnosticar la situación institucional referente a las actividades realizadas por trabajadores, personal del área administrativa y de transporte de la EERSA a través del cálculo de las emisiones de dióxido de carbono.
- Identificar las fuentes de emisión y establecimientos que aportan mayor cantidad de gases de efecto invernadero en la EERSA.
- Proponer un plan de acción ambiental para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por la EERSA.

## **1.6. Justificación**

### ***1.6.1. Justificación teórica***

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A de la Provincia de Chimborazo tiene el interés de realizar la presente investigación para de esta manera estar al tanto de la cantidad de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido a la atmósfera debido a las actividades diarias que realiza la misma y de esta forma, aportar mejoras a la Guía de Buenas Prácticas Ambientales que permitan una reducción de la huella de carbono por parte de los funcionarios de dicha empresa, al igual que su concientización y responsabilidades ambientales.

Uno de los beneficios que justifica la realización de la presente investigación es mejorar la imagen corporativa relacionada con los conceptos de sostenibilidad y responsabilidad medioambiental, permitiendo diferenciarse y posicionarse como empresa que se adecúe a los estándares ambientales normativos, siendo los principales beneficiados de esto la ciudadanía de la ciudad de Riobamba.

### ***1.6.2. Justificación metodológica***

Para lograr nuestros objetivos planteados se procederá en primer lugar a recolectar datos de la organización, mediante encuestas, inventarios y documentos necesarios que nos proporcionen la información necesaria, una vez recolectados todos los datos procederemos hacer el cálculo mediante fórmulas y conversiones en Excel.

Por último, una vez determinado el porcentaje de la huella de carbono y determinada la fuente de mayor emisión, contribuiremos con el planteamiento de un posible plan de acción para disminuir las emisiones de GEI en la organización.

### ***1.6.3. Justificación práctica***

Este trabajo de investigación se basa en dar a conocer el porcentaje de emisiones de GEI que produce la EERSA mediante el cálculo de la huella de carbono, el resultado de la investigación permitirá tomar las medidas necesarias en las actividades diarias para disminuir el impacto que generan las mismas y mejorar las estrategias que se manejan en dicha institución.

### ***1.6.4. Hipótesis***

Durante el año 2021 el mayor aportante a la huella de carbono de la empresa eléctrica Riobamba SA ese debe a las actividades de transporte.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

El ser humano ha estado presente en el planeta desde hace 200.000 años, y durante todo este tiempo la Tierra ha soportado la peor presión por parte del hombre. Según la Jornada del campo, “Nada es comparable con lo ocurrido en los últimos 100 años. En este lapso, que equivale solamente al 0,05% con respecto a toda la historia de la humanidad, la población humana se incrementó más de cuatro veces en el año 1900 y el 2000, al pasar de 1,6 millones a más de 6 mil millones”. El consumo de energía, la extracción y el consumo de metales, el transporte, el consumo y la producción de desechos, los materiales, las sustancias, la radiación, el consumo de agua, las modificaciones del genoma y todo tipo de eliminación de desechos también aumentan cada año.

El cambio climático, provocado por la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), es uno de los principales temas de discusión de nuestro tiempo y existen evidencias que demuestran que el calentamiento global ha sido producto de las actividades humanas. La revolución industrial marcó un antes y un después en la sociedad, debido al consumo energético asociado principalmente a la actividad productiva, al transporte y generación de electricidad donde la fuente principal de energía son los combustibles fósiles, trayendo como consecuencia la emisión de CO<sub>2</sub>, el principal GEI. Esto ha desencadenado un desequilibrio en el clima de manera mundial ya que todo el carbono contenido en el combustible pasa a la atmósfera y los organismos vegetales no son capaces de reconvertirlo en glucosa u otra molécula con energía, así como el almidón para los requerimientos metabólicos de los organismos animales y preservar de este modo el balance de los componentes atmosféricos.

Actualmente, existen dos enfoques metodológicos para el cálculo de la huella de carbono, uno para empresas y otro para productos (Teixidó, 2011).

El proyecto estará enfocado en el cálculo de la huella de carbono corporativa, que en este caso es la EERSA, donde se agregará datos relativos a los consumos energéticos y de transporte de la institución, con el fin de convertirlos en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes.

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A cuenta actualmente con dos edificios administrativos en los cuales laboran aproximadamente 215 funcionarios, cinco agencias de recaudación en la ciudad de Riobamba y 7 agencias a nivel provincial. Cabe recalcar que dispone también de 127 vehículos aproximadamente en funcionamiento, los cuales son utilizados por todo el personal para diferentes actividades diarias.

Es por ello que la presente investigación se va a establecer en torno a la huella corporativa, donde se determinará el CO<sub>2</sub> equivalente generado en las instalaciones mencionadas anteriormente.

## **2.2. Referencias teóricas**

### ***2.2.1. Huella de carbono***

La huella de carbono es un indicador que mide el impacto ambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero expresado en unidades de dióxido de carbono equivalente, que se liberan a la atmósfera como resultado de las acciones humanas. Incluye todas las actividades o eslabones del proceso que describen el ciclo de vida de un producto, desde la materia prima utilizada hasta la fase de residuo.

El cálculo de la huella de carbono es una gran medida de control al problema de las emisiones de gases de efecto invernadero debido a que muchas empresas lo están aplicando a nivel corporativo y constituye una innovación y reconocimiento en el área ambiental, en gran parte, las acciones propuestas están encaminadas al consumidor y productor de esta forma, los consumidores se convierten en una especie de auditor y demandante de los bienes y servicios asociados a menores emisiones de gases de efecto invernadero (Recalde María et al., 2018).

En el Protocolo de Kioto se consideran los siguientes GEI:

- Dióxido de carbono
- Hexafluoruro de azufre
- Hidrofluorocarbonos
- Metano
- Óxido nitroso
- Perfluorocarbonos

### **2.2.2. Fuentes de emisión**

Al determinar las emisiones de carbono, es importante distinguir entre emisiones directas, indirectas e implícitas (Rudnick, 2009):

- **Emisiones directas**

Aquellas creadas a partir del consumo de combustibles fósiles, consumo de electricidad e insumos (fertilizantes o materias primas). Las emisiones de la gestión de residuos también se incluyen en esta clasificación.

- **Emisiones indirectas**

Son los provenientes de la extracción y transporte de combustibles, y de la producción y transporte de insumos y residuos.

- **Emisiones involucradas**

Estos son aquellos que son inherentes al significado físico del producto o insumo y corresponden al contenido de carbono filtrable, por ejemplo, dióxido de carbono de una bebida no alcohólica.

#### **2.2.2.1. Alcances**

El cálculo de la huella de carbono de una empresa o producto a menudo, por una variedad de razones, excluye ciertas fuentes de emisiones. En algunos casos, las excepciones incluían evitar dobles contabilizaciones, en otros, con que el aspecto excluido no es relevante en términos de emisiones, y en otros con que la información sobre las emisiones de una determinada fuente no estaba disponible (o es muy difícil o costosa de conseguir) (Frohmann & Olmos, 2013).

Determinar qué fuentes considerar y cuáles excluir se conoce como establecer límites (o alcances) para la medición. Es una práctica común definir límites de escala por cobertura o alcance. Muy a menudo, el trabajo se realiza desde tres niveles o "campos" de cobertura.



Estos se definen de la siguiente manera en el caso de una empresa:

- **Alcance 1:** incluye todas las emisiones directas de GEI, es decir, aquellas provenientes de fuentes propiedad o controladas por la empresa, como ejemplo tenemos las emisiones de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., los mismos que son propiedad de una entidad o a su vez están controladas por la misma.
- **Alcance 2:** Incluye emisiones indirectas de GEI, especialmente los relacionados con el consumo energético de la empresa.
- **Alcance 3:** Incluye también emisiones indirectas. Se contempla el ciclo de vida de un producto, con toda su cadena productiva o también conocido como “de la cuna hasta la tumba”, es decir, integra los insumos que la empresa utiliza en sus operaciones y lo que sucede con sus productos al salir de la empresa.

#### 2.2.2.2. Fuentes principales de emisiones GEI

- **Dióxido de carbono:** Combustibles fósiles, deforestación, cemento
- **Metano:** Rellenos sanitarios, fermentación entérica, arroz, CF
- **Óxido nitroso:** CF, fertilizantes, fibras sintéticas, estiércol
- **Hidrofluorocarbonos:** Gases refrigerantes, fundición de aluminio, producción de semiconductores
- **Perfluorocarbonos:** Producción de aluminio, producción de semiconductores
- **Hexafluoruro de azufre:** Distribución y transmisión de electricidad, disyuntores, producción de magnesio

**Tabla 2-1:** Fuentes de información

FUENTE DE EMISIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Uso de electricidad	Horas/kw en cta. de electricidad
Uso de gas natural	m <sup>3</sup> en cuenta de gas
Uso de agua	m <sup>3</sup> en cuenta de agua
Tratamiento de aguas	m <sup>3</sup> de agua tratada en cta. de agua
Combustible vehículos	Litros de combustible en boletas y facturas
Transporte de empleados	Pasajes, cálculo distancia y combustible
Residuos y reciclaje	m <sup>3</sup> o toneladas información recolector residuos

Fuente: Frohmann, 2013

### **2.2.3. *Huella de carbono de una organización***

La huella de carbono de una organización pretende describir el impacto que genera la misma en relación con las emisiones de GEI hacia la atmósfera.

Esto también se considera como una herramienta de información para determinar el desempeño ambiental de una entidad u organización a todas las partes interesadas, también juega un papel importante como indicador para tomar acciones y reducir las emisiones producidas por distintas actividades que se desarrollan en la misma.

Existen algunos métodos para calcular e identificar la cantidad de emisiones de GEI de las entidades u organizaciones, tenemos así la ISO 14064 en conjunto con el GHG Protocolo.

Medir la HC de un producto o hacer un inventario de los gases de efecto invernadero de una empresa implica hacer un ejercicio de contabilidad de emisiones. El objetivo final es generalmente reducir dichas emisiones, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático.

De hecho, al conocer los niveles de emisiones de su producto o empresa, el productor puede tomar medidas para reducirlos. Debido a que la medición de HC es una herramienta que se ha implementado de diferentes maneras y a diferentes velocidades, las mediciones no siempre se informan públicamente y no se toman medidas inmediatas para reducirlas, mediante mitigación o compensación. A menudo transcurre el tiempo entre la medición de las emisiones y la determinación de las medidas de reducción o compensación, retrasando el período de comunicación pública de sus resultados. Esto se debe principalmente a que después de que se midieron los HC por primera vez, las empresas decidieron ajustar algunos procesos de fabricación y registrar las emisiones y reevaluar los resultados antes de tomar medidas adicionales.

La medición de emisiones puede tener otros propósitos. Un buen sistema de registro y organización del proceso productivo, resultante de la medición, así como una mayor eficiencia energética, aumenta la productividad de la empresa y la hace más competitiva en el mercado.

#### **2.2.3.1. *Ventajas del cálculo de la huella de carbono corporativo***

Se puede decir que el cálculo de esta es una herramienta con dos puntos: en primera reducir los costos de servicios básicos y optar por métodos sustitutos más viables y en segundo lugar disminuir las emisiones de GEI. Mencionando otras ventajas, se tendría:

- Ser parte de esquemas voluntarios nacionales, regionales o privados.
- Mejorar la imagen y el posicionamiento de la empresa en el área ambiental, esto también puede otorgarles reconocimientos por ser un ente que se preocupa por las emisiones de GEI y también disminuirlos si la empresa opta por ello.
- Atraer nuevas oportunidades de negocio: nuevos inversionistas, clientes que tengan también el objetivo de trabajar de manera sostenible en todos los negocios.

#### 2.2.3.2. *¿Cómo reducir la huella de carbono en las empresas?*

- Mejorando la eficiencia energética
- Consumiendo energía renovable y participando en la transición energética
- Realizando algunas campañas de sensibilización
- Implementando una estrategia de responsabilidad social empresarial, la cual permitirá que todos los empleados sean partícipes de la misma y sean educados en materia ambiental.
- Invirtiendo en proyectos ambientales.
- Comparando las toneladas de CO<sub>2</sub> en el mercado internacional de emisiones.

#### 2.2.4. *Huella de carbono como indicador de sostenibilidad*

La huella de carbono es uno de los indicadores más aceptados para identificar, resumir y dar a conocer con precisión el impacto ambiental generado por la obtención de un producto o el seguimiento de un proceso. Se la relaciona al cambio climático por ser un componente institucional esencial de la responsabilidad social. Este indicador sirve de gran ayuda en el desarrollo de proyectos y permite tener crear medidas de mitigación del cambio climático.

#### 2.2.5. *Parámetros que afectan las emisiones de carbono*

La huella de carbono se ve directamente afectada por una serie de parámetros que deben estar claramente definidos. Lo mismo ayuda a hacer un cálculo preciso. En particular, se necesitan datos sobre actividad, factores de emisión y potencial de calentamiento global.

#### *2.2.5.1. Datos de actividad*

Se refiere a las emisiones que se generan por actividad que se ha identificado en un período de tiempo, y por lo general se realiza permanentemente. El consumo de combustible, se asocia al uso de dispositivos móviles en quema y sus unidades de energía son expresadas en toneladas Joule. En el consumo de energía eléctrica, los datos se obtienen en kilovatio cada hora.

#### *2.2.5.2. Factor de emisión*

Si optamos por una medición de GEI que sea directa, el método más utilizado y recomendado es “factores de emisión documentados”. Los datos para el cálculo de las emisiones son los factores de emisión según las actividades que se realizan, los cuales cuentan con valores determinados para cada actividad.

Las emisiones generadas por el consumo de combustible se calculan utilizando los factores de emisión publicados. Las emisiones producto del consumo de electricidad se calculan utilizando los factores de emisión, mismos que son proporcionadas por la red eléctrica. Otras emisiones, como el transporte son calculados a partir de factores de emisión publicados o de terceros

#### *2.2.5.3. Potencial de calentamiento global*

Toda emisión de gas de efecto invernadero impacta negativamente a la atmósfera en diferente medida. El potencial de calentamiento global o en inglés Global Warming Potential se refiere a la absorción de la radiación infrarroja de un gas y el tiempo que el mismo permanece en la atmósfera. Este indicador es empleado para calcular en periodos de 20, 50 o 100 años, el Protocolo de Kioto lo calcula para 100 años porque este es el valor más común. El potencial de calentamiento global lo compara con un gas que tenga volumen igual al del dióxido de carbono en el mismo período de tiempo, por lo que el potencial de calentamiento global del dióxido de carbono siempre es 1. Por ejemplo, más de un período de tiempo. En 100 años, el PCG del metano tendrá un valor de 25, esto significa que 1 tonelada de CH<sub>4</sub> emitida equivale a 25 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. La unidad de medida para expresar el potencial de calentamiento global de un gas de efecto invernadero es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente.

## 2.2.6. Método de estimación

**Tabla 2-2:** Resumen de las principales metodologías de cálculo de la huella de carbono

Actividad	UNE-EN ISO 14064	GHG Protocol Alcance 1 y 2	GHG Protocol Alcance 3	Estándar de producto del GHG Protocol	PAS 2050	Bilan Carbone	PAS 2060-2010
<b>Desarrollado por</b>	International Organization for Standardization	World Business Council for Sustainable Development – World Resources Institute	World Business Council for Sustainable Development – World Resources Institute	World Business Council for Sustainable Development – World Resources Institute	British Standard Institute	ADEME	British Standard Institute
<b>Uso</b>	Inventario de emisiones, huella de carbono	Inventario de emisiones, huella de carbono	Huella de carbono	Cuantificación y reporte huella de carbono	Huella de carbono	Huella de carbono	Huella de carbono y compensación de emisiones
<b>Recomendaciones de reducción</b>	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí
<b>Recomendaciones de compensación</b>	No	No	No	No	No	No	Sí
<b>Tiene en cuenta las reducciones de GEI</b>	Sí	No	No	Sí	Sí	No	No
<b>Gases incluidos</b>	Todos los GEI	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>	Todos los GEI	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>
<b>Límites</b>	Organización	Organización	Organización	Producto	Producto	Organización	Organización
<b>Alcance</b>	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3
<b>Uso internacional</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí

Fuente: Frohmann & Olmos, 2013

Al igual que con las directrices de buenas prácticas de 1996 y del IPCC, el enfoque metodológico más común es incorporar información sobre el alcance de la actividad humana con factores medibles de emisión o absorción multiplicados por los valores obtenidos de una determinada actividad. Estos se denominan factores de emisión.

Si ponemos un ejemplo, el consumo de combustible sería un dato de actividad y el CO<sub>2</sub> emitido por el consumo de combustible sería el factor de emisión. En ocasiones se puede modificar la ecuación para incluir factores de estimación distintos a los factores de emisión. En los casos en que existan retrasos debidos, por ejemplo, al tiempo de descomposición de las sustancias en los vertederos o una la fuga de refrigerante de los refrigerantes, se incluyen en primer orden otros métodos, como el compostaje.

La guía de 2006 también permite métodos de modelado más complejos, especialmente en niveles más altos. Aunque esta ecuación simple se usa ampliamente, las pautas de 2006 también incluyen métodos de balance de masa, como los que se usan en el campo AFOLU para estimar las emisiones. El dióxido de carbono regresa al carbono a partir de la biomasa viva y la materia orgánica muerta (IPCC, 2006).

El dióxido de carbono procedente de la combustión o descomposición de materiales biológicos de vida corta extraídos de sus campos de cultivo se declara cero en el sector de la energía y los residuos. En el campo de AFOLU, utilizando un enfoque de Nivel 1 para productos de vida corta, suponiendo que las emisiones se equilibren mediante el secuestro de carbono antes de la cosecha, dentro de la incertidumbre en las estimaciones, cómo las emisiones netas son cero. Si la estimación de nivel superior muestra que estas emisiones no se compensan con la eliminación de carbono de la atmósfera, estas emisiones o eliminaciones netas deben incluirse en las estimaciones de emisiones y absorciones para este sector. AFOLU, utilizando estimaciones de cambios en las reservas de carbono.

Son tres los grandes azotes que hoy sacuden a la población, los más comunes son: la pobreza, el cambio climático y la ignorancia. Los desastres naturales son los encargados de recordarnos, día tras día, su insistencia en que juntos hemos construido un orden mundial cada vez más tambaleante. Por lo tanto, conocer el valor de la huella de carbono es el primer paso para tomar medidas ambientales, definiendo la combinación deseada de emisiones, variabilidad temporal y espacial y potencial de absorción (Guerra, 2007).

Así, a diario, diferentes países están poniendo en marcha mecanismos para hacer frente al cambio climático, estableciendo políticas de Certificados de Emisión Reducida, y finalmente

compensando a las naciones industrializadas por el desarrollo (más contaminante) en nuestro país, el mercado de carbono es nombrado desde el año 2003; Esto significa que se han desarrollado proyectos para mecanismos de desarrollo limpio (MDL), y han aumentado continuamente hasta el día de hoy, como Ecuador que quiere obtener 4.6 millones de dólares cada año. Diez años debido a más de 400,000 toneladas de emisiones de carbono, gracias al proyecto nacional sobre el uso de casas de ahorro, bajo consumo de electricidad. Es importante destacar que, en la actualidad, se presentan alrededor de 80 proyectos MDL al entorno tropical de que la agencia es responsable de la aprobación o rechazo, ya que la cantidad de dinero fue implementado por la iniciativa estatal de la industria y el sector privado, por eso este es el mercado evolucionando claramente; donde el país puede beneficiarse de este mercado con proyectos de energía eléctrica.

En ese sentido, enfatizó que para el 2020 Ecuador cambiará “totalmente” su matriz energética para reducir la importación de combustibles para la generación eléctrica, reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y una producción más estable pueda satisfacer la demanda, entre otras cosas (Sánchez, 2011).

### **2.2.7. Cambio climático**

En el Art. 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, define el cambio climático como “...atribuible de manera directa o indirectamente a las actividades humanas que cambian la composición de la atmósfera global y aumentan la variabilidad natural del clima a lo largo del tiempo...” (Zamora, 2015).

Al calentamiento global se lo asocia con el cambio climático, considerando también el aumento de temperaturas globales, es decir los océanos y también a la atmosfera. Este comportamiento es el resultado de la actividad industrial, el cual ha generado gran cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero. Para combatir el calentamiento global y disminuir los efectos del cambio climático, la Convención Marco de las Naciones Unidas estableció el Protocolo de Kioto, aquí los miembros se comprometen a reducir y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (Larios, 2008).

Los gases de efecto invernadero (GEI) que provocan el calentamiento global son: el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso, así como tres gases industriales fluorados:

hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y el hexafluoruro de azufre. Evidencia del cambio climático en Ecuador.

“El cambio climático es un tema ambiental muy importante que se enfrenta la población actual, aunque no han tomado medidas por su responsabilidad de emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del tiempo, en nuestro país aún están adoptando políticas y medidas que ayuden a disminuir las concentraciones de estos gases de efecto invernadero y la creciente cantidad de sumideros de carbono” (Tapia, 2015).

El cambio climático y los eventos extremos están estresando el ecosistema amazónico, aumentando su vulnerabilidad. La región se ha visto afectada por temperaturas medias más altas, aunque en mayor o menor medida en las diferentes regiones, mientras que los niveles de precipitación están cambiando, aunque la tendencia al respecto sigue sin estar clara.

Ecuador ha firmado y ratificado la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto. A pesar de estos esfuerzos institucionales y legales, Ecuador aún carece de políticas nacionales y sectoriales; En la planificación nacional, regional y local, los aspectos relacionados con el cambio y la variabilidad climática no se tienen plenamente en cuenta.

También existe una falta de regulación regulatoria y financiera con respecto a los mercados de carbono, en particular con respecto a los mecanismos de desarrollo limpio (Betancourt & Aguilar, 2008).

#### **2.2.8. Efecto invernadero**

El efecto invernadero se produce cuando la energía del sol que llega a la tierra, dicha energía está formada por altas frecuencias que llegan más allá de la atmósfera. La energía que es emitida por la tierra es menor y es absorbida por los gases, lo cual nos da como resultado el efecto invernadero, la energía se queda retenida y hace que la temperatura aumente.

Este efecto invernadero libera gases de efecto invernadero de origen antropogénico, no todos producen calentamiento global, pero la intensidad de los mismos depende de la radiación y el tiempo que son retenidos en la atmósfera.



### **2.2.9. *Carbono neutro***

El término "carbono neutral" se refiere a una situación en la que las emisiones netas de gases de efecto invernadero emitidas al medio ambiente son cero. El objetivo final es no afectar las concentraciones naturales de gases de efecto invernadero en la atmósfera (SUIA, 2015).

Es cierto que en el planeta se están siguiendo sistemas de cuantificación de carbono que son similares a los sistemas de contabilidad de efectivo. Parte de la economía de nuestro país opera "en blanco", es decir, se desarrolla de acuerdo a un proceso formal y supervisado. Pero otra parte importante se desarrolla en un círculo informal desprovisto de todo control. La falta de pago de impuestos es un ejemplo de informalidad. En un mundo que avanza hacia el principio de la gobernanza ambiental global, los costos ambientales requieren un análisis de seguimiento interno.

Un ejemplo de este tipo de iniciativas a escala internacional es el enfoque o mecanismo conocido como REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation), con diversos grados de enfoque de gestión en la región. Controles gubernamentales, que buscan crear incentivos económicos para los propietarios, mejorar la gestión forestal y reducir sus emisiones (Viglizzo, 2011, p.47).

### **2.2.10. *Base legal***

Existen dos estándares principales para la cuantificación y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero, que son los más reconocidos y utilizados para calcular la huella de carbono de las organizaciones: la ISO 14064-1 Gases de Efecto Invernadero Parte 1: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI y especificación orientada a nivel de organizaciones, para cuantificación e informe de emisiones y remociones de gas efecto invernadero, una alianza de multipartes de empresas, Organizaciones no gubernamentales, gobiernos y otras entidades. Por otro lado, se cuenta también con las Directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, en las que se habla de parámetros sobre la huella de Carbono que deben ser tomados en cuenta.

#### **2.2.10.1. *Lineamientos de la UNE-ISO 14:064-1***

Esta norma nos menciona todas las especificaciones que corresponden a las empresas y su reporte de emisiones de GEI. Detalla también los principios y requisitos para la presentación de informes de inventarios, diseño, gestión, desarrollo de GEI. Encontramos además los requisitos que

permiten a las distintas organizaciones establecer los límites de las emisiones, mitigar y definir acciones que permita gestionar de mejor manera los GEI

Los principios básicos para garantizar la veracidad de la información de GEI son: relevancia, precisión, complementariedad, consistencia, y transparencia.

#### *2.2.10.2. Protocolo de gases de efecto invernadero*

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero es una herramienta internacional utilizada para calcular y reportar emisiones. Se sabe que fue la primera iniciativa encaminada a la contabilización de emisiones, dirigentes gubernamentales y empresariales la propusieron para cuantificar, gestionar y comprender las emisiones de gases de efecto invernadero. Este protocolo brinda a países un instrumento de gestión ayudando a sus empresas a competir en el mercado global y a la vez motiva a los gobiernos a que tomen decisiones sobre el cambio climático (Estévez, 2013).

Según, la iniciativa del Protocolo de GEI comprende dos estándares distintos:

- *Estándar Corporativo de reporte y contabilidad del Protocolo de gas efecto invernadero*, proporciona una guía a las instituciones que buscan reportar y cuantificar las emisiones.
- *Estándar de cuantificación de proyectos del Protocolo de gas efecto invernadero*, permiten cuantificar las reducciones de emisión de gases de efecto invernadero provenientes de sus proyectos que son específicos.

**Principios de contabilidad y reporte de los GEI.** - Intentan fortificar y orientar, ofreciendo una información veraz, también debe contar con confiabilidad realista de las emisiones de GEI de una empresa.

**Determinación de los Límites Organizacionales.** - Se opta por enfoques distintos que están orientados a fortalecer las emisiones de GEI: participación accionaria y enfoques de control.

**Determinación de los límites operacionales.** - Incluye la identificación de las emisiones asociadas a su operación, las cuales pueden ser directas o indirectas.

**Identificación y Cálculo de las Emisiones de GEI.** - Al establecer el límite del inventario, las empresas calculan las emisiones de gases de efecto invernadero de la siguiente manera:

- Elegir un método de cálculo
- Enviar datos de emisiones.
- Identificación de las fuentes
- Recolectar información sobre las actividades y elegir factores de emisión.
- Utilizar herramientas de cálculo.

**Gestión de Calidad del Inventario.** - Se basan en objetivos y expectativas plantados de forma institucional que deben guiar el diseño de su inventario corporativo, la implementación de un sistema de gestión de la calidad y el manejo adecuado de la incertidumbre del inventario.

**Contabilidad de Reducciones de Emisiones de GEI.** - Al calcular la reducción de emisiones de la empresa, los cambios en el inventario de emisiones actual están relacionados a un año base previamente establecido.

**Reporte de Emisiones de GEI.** - Se proporciona información completa, consistente, transparente y precisa. Desarrollar un inventario riguroso y completo de GEI lleva tiempo, pero a la vez los conocimientos y habilidades necesarios mejoran significativamente con la experiencia obtenida.

**Verificación de Emisiones de GEI.** - Se refiere a una evaluación objetiva de la exactitud e integridad de los datos reportados de gases de efecto invernadero y si estos datos son consistentes con los principios establecidos previamente para el cálculo y reporte de gases de efecto invernadero.

**Determinación del Objetivo de Emisiones de GEI.** - Deja que permanezcan en el escenario de atención los objetivos más importantes, y se relacionan funcionalmente con decisiones de carácter técnico y de producción.

### *2.2.10.3. Directrices del panel intergubernamental para el cambio climático (IPCC), diseño experimental*

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ha propuesto Directrices para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, que proporcionan métodos acordados internacionalmente para estimar los inventarios de gases de efecto invernadero y presentar informes a la CMNUCC (IPCC, 2006).

Los gases de efecto invernadero a continuación están incluidos en estas directrices: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, HFC, NF<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC, SF<sub>5</sub>, CF<sub>3</sub>, SF<sub>6</sub> Éteres halogenados (p ej., C<sub>4</sub>F<sub>9</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, CHF<sub>2</sub>OCF<sub>2</sub>OC<sub>2</sub>F<sub>2</sub>OCHF<sub>2</sub>, CHF<sub>2</sub>OCF<sub>2</sub>OCHF<sub>2</sub>) y otros

### *2.2.11. Iniciativas desarrolladas para el cálculo de la huella de carbono en América Latina*

En América Latina no existen proyectos o procesos regulatorios para la reducción de GEI que se encarguen de medir, concientizar y el fortalecimiento institucional, con respecto a lo último tenemos el ejemplo de algunos países como Brasil, que en el 2006 creó su propio mercado de carbono. El presidente en ese entonces, Lula da Silva firmó El Plan Nacional sobre el Cambio Climático el cual se firmó en una ley federal. En Argentina y Colombia no se han demostrado avances a nivel institucional, pero algunas empresas locales y multinacionales han tenido algunas iniciativas en esta materia.

### *2.2.12. Gestión de la huella de carbono*

- **Análisis del estado inicial:** es de gran importancia que las organizaciones conozcan los objetivos internos ya que este análisis ayuda a determinar el enfoque de la huella de carbono y su debida gestión.
- **Cuantificación de la huella de carbono:** se recomienda la elaboración de un inventario de GEI mediante la selección de un método de cálculo, identificación de las fuentes de emisión, recolección de datos, elección de factores de emisión y tener conocimiento de las principales fuentes de emisión.
- **Análisis de riesgos y oportunidades:** luego de haber calculado el valor de la huella de carbono y determinado las principales fuentes de emisión, es recomendable realizar un análisis de los riesgos y oportunidades que ésta representa y así avanzar en la eficiencia de los procesos y el mejoramiento del uso de recursos.

- **Plan de mitigación:** medidas y estrategias para evitar o disminuir las emisiones de GEI a la atmósfera, ya sea mediante reducciones directas y/o compensación con la compra de bonos de carbono.
- **Comunicar:** es importante que la empresa dé a conocer sus nuevas metas, el logro de los diferentes objetivos que se han propuesto y las acciones tomadas. Esta es una forma de demostrar el compromiso que tiene la organización con el medio ambiente y la sustentabilidad.

### ***2.2.13. Enfoques para cuantificar la huella de carbono***

La huella de carbono puede abordarse de acuerdo al enfoque o alcance específico. Existen diferentes protocolos o metodologías reconocidas internacionalmente. Estos enfoques son básicamente los siguientes:

#### **Enfoque corporativo**

Evalúa la huella de carbono de una organización en un periodo de tiempo establecido, por lo general un año calendario. Para una correcta gestión, la huella de carbono institucional divide las emisiones de gases de efecto invernadero en 3 alcances.

La huella de carbono de una empresa se emplea para informar cómo le está yendo en respuesta al cambio climático y los grupos de interés, como pueden ser los proveedores, clientes, inversionistas, gobierno y otros.

#### **Enfoque de ciclo de vida de un producto o servicio**

Evaluar la huella de carbono de productos, bienes y/o servicios a lo largo de la cadena de valor, incluyendo su uso o consumo y fin de vida. Teniendo un gran impacto y desarrollo en Europa y Japón, donde el etiquetado de productos es una tendencia creciente y se está extendiendo a grandes pasos hacia otros países, principalmente países exportadores.

La metodología más reconocida para evaluar de la huella de carbono de producto es la Especificación para la evaluación del ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero de bienes y servicios desarrollada por la BSI Group a petición del Gobierno del Reino Unido.

## **Enfoque personal**

Evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) directas e indirectas de una persona en un período determinado de tiempo. Usado como un indicador de la incidencia de las acciones personales a fenómenos del cambio climático. Para su determinación es necesario conocer los hábitos de consumo de una persona y en base al resultado se podrá modificar las principales fuentes de emisión sin alterar el desarrollo de su diario vivir.

La elaboración de una calculadora de huella de carbono ciudadana por parte de la oficina de cambio climático que consiste en una herramienta interactiva para que cualquier ciudadano pueda calcular rápidamente su huella de carbono, cuantificando el impacto de sus actividades, consumos o hábitos. Una vez finalizado el cálculo, la herramienta entrega una identificación de las principales fuentes de emisiones, y adjunta prácticos consejos y recomendaciones para la reducción de emisiones y la eficiencia en el uso de recursos.

## **Enfoque en eventos**

Se refiere a las estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero del uso de electricidad, transporte humano, cocina, productos de papel y otras fuentes de emisión durante la planificación y ejecución de un evento o actividad. Frecuentemente, la finalidad para la realización de estos cálculos es la neutralización de las emisiones de GEI mediante la compra de bonos de carbono y su posterior certificación como evento carbono neutral. Esto contribuye a la optimización de recursos y la incorporación de las temáticas ambientales en toda clase de actividades.

Algunos eventos notables que han neutralizado sus emisiones de GEI son: la Conferencia de las Partes 16 en Cancún (México), la feria Carbón Expo, el evento de lanzamiento de la segunda comunicación nacional de Chile, el festival Lollapalooza, entre muchos otros.

## **Enfoque territorial**

Se evalúa las emisiones de GEI de un área específica, cuyos límites corresponden a los geográficos o político-administrativos. Es esencial determinar un territorio acotado (comuna, región, isla u otro) y cuantificar sus emisiones. Esto brinda la oportunidad de determinar el impacto global del cambio climático en una región o área específica y se puede implementar posteriormente planes de mitigación a escala más efectiva.

## **Enfoques específicos por Industria**

Se evalúa las emisiones de GEI de un sector productivo o manufacturero específico, permitiendo así determinar su impacto y contribución al fenómeno del cambio climático. Las emisiones de GEI son cuantificadas en todas las etapas de producción y su resultado y análisis puede incentivar la optimización de los procesos productivos y el uso de materias primas. Teniendo ventajas competitivas al convertir más eficientes las actividades productivas.

### **2.3. Empresa Eléctrica Riobamba S.A de la Provincia de Chimborazo**

#### ***2.3.1. Análisis de la situación actual de la EERSA***

La EERSA administra el territorio y por tanto es una institución que promueve la sostenibilidad desde sus bases y tiene el compromiso con la sociedad y más aun con el medio ambiente. La institución está orientada a la sostenibilidad, administrando adecuadamente los recursos usados y prioriza el cumplimiento de la normativa nacional. La empresa prioriza las siguientes áreas de trabajo ambiental:

- Reducir el impacto ambiental causado por actividades directas o indirectas de la institución.
- Cumplir la legislación ambiental vigente en la República de Ecuador.
- Promover la educación ambiental dentro del territorio
- Mejora continua a los procesos y procedimientos establecidos en la institución.
- Comunicación y formación.

#### ***2.3.2. Identificación general de la EERSA***

La EERSA se encuentra ubicado en la Provincia de Chimborazo, cuenta con agencias de recaudación en distintos cantones de la misma y su sede matriz ubicada en:

- País: Ecuador
- Provincia: Chimborazo
- Cantón: Riobamba
- Parroquia: Lizarzaburu
- Sector: Centro de la ciudad

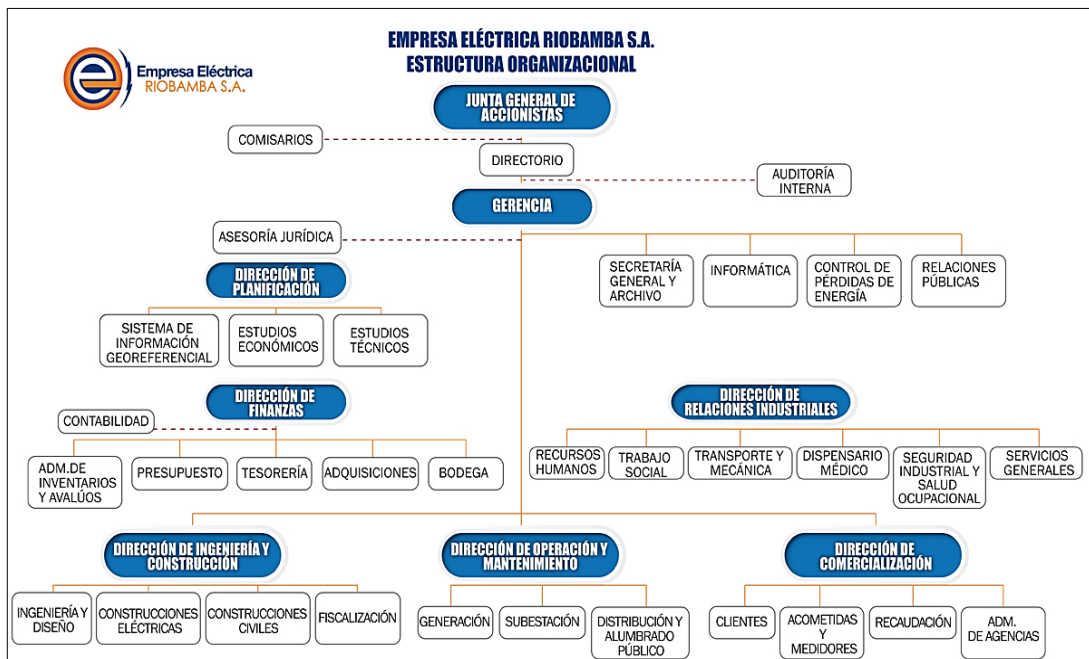
### 2.3.2.1. Misión

Suministrar el servicio público de energía eléctrica en el área de concesión con calidad, efectividad, transparencia y calidez preservando el ambiente y contribuyendo al desarrollo socioeconómico.

### 2.3.2.2. Visión

Ser una empresa referente a nivel nacional en el suministro de energía eléctrica, acorde a los avances tecnológicos, con talento humano competente y comprometido, responsabilidad social y cuidado del ambiente.

### 2.3.2.3. Organigrama estructural



**Ilustración 2-1:** Organigrama estructural de la EERSA

Fuente: EERSA

### 2.3.3. Identificación del área de estudio

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A. cuenta con tres edificios administrativos, dos en la ciudad de Riobamba y uno en el cantón Alausí, en los cuales laboran aproximadamente 215 funcionarios, en Riobamba están ubicados en las calles Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente y el edificio antiguo ubicado en las calles Primera Constituyente 22-60 y García Moreno; cuenta con doce



agencias de recaudación en la ciudad de Riobamba, la agencia matriz ubicado en las calles Juan Larrea y Primera Constituyente; agencia Terminal ubicada en la Av. La Prensa y Rey Cacha; agencia Oriental ubicada en el Mercado Oriental en la Av. Cordovez y Espejo; agencia Dolorosa que se encuentra en la Av. Eloy Alfaro y Av. Leopoldo Freire; agencia Mayorista ubicada en el Mercado Mayorista en la Av. Leopoldo Freire y Bucarest; agencia Guano ubicada en el parque central; agencia Chambo ubicada en el parque central; agencia Alausí ubicada en la 9 de Octubre entre García Moreno y Villalba; agencia Pallatanga ubicada en la Av. José Velasco Ibarra e Irvin Aiken; agencia Cumandá ubicada en la Av. de los puentes y Jaime Cabrera; agencia Chunchi ubicada en el Mercado Central; agencia Guamote ubicada en las calles José María Plaza y Mariano Curicama.

Cabe recalcar que dispone también de 127 automóviles aproximadamente en funcionamiento, mismos que son usados por el personal para diferentes actividades diarias. El alcance de nuestra investigación serán todos los lugares descritos anteriormente.

#### *2.3.3.1. Iluminación*

No contar con una correcta iluminación en el lugar de trabajo puede provocar cansancio y fatiga ocular, generando así dolores de cabeza, pérdida de productividad, irritabilidad entre otros problemas. La iluminación inadecuada en el espacio de trabajo genera el síndrome de fatiga visual el cual afecta el 75% de personas que utilizan computadoras o pantallas, esto es un tema de salud laboral que se debe atender oportunamente (Van Bommel & Van den Belt, 2020).

En la EERSA la mayor parte del personal de cada departamento desarrolla su trabajo en computadoras durante toda la jornada de trabajo, los edificios cuentan con ventanales grandes que permiten el ingreso de luz natural. Con el ahorro de energía eléctrica no sólo disminuirá los valores a pagar sino también ayudaremos a reducir la contaminación ambiental, también reducirá la huella de carbono empresarial.

#### *2.3.3.2. Desechos generados en la EESA*

### **Programa de reciclaje**

La EERSA en conjunto con la Unidad de Medio Ambiente se preocupan siempre por el impacto ambiental que producen los desechos generados en las instalaciones de la misma, es por ello que han creado programas de reciclaje en conjunto con un convenio de cooperación interinstitucional

firmado con ASORMALIN (Asociación de Recicladores Manos que Limpian) y con la Fundación REDES CON ROSTRO.

Por medio del programa de reciclaje se ha logrado dar una nueva oportunidad al papel, cartón y plástico, también se ubicaron estaciones de recolección diferenciada en las instalaciones de la EERSA y se realizan campañas de concientización ambiental mediante los canales informativos.

En el año 2021 la EERSA entregó las siguientes cantidades de material reciclado a ASORMALIN

**Tabla 2-3: Material reciclado en la EERSA**

<b>Material</b>	<b>Peso Kg</b>
Papel	1179
Cartón	1542
Plástico	206

Fuente: EERSA, 2021

### **Desechos peligrosos y especiales**

Todas las actividades que realiza la empresa eléctrica en toda la provincia de Chimborazo generan desechos, por lo cual se debe realizar una correcta gestión de los mismos. En primer lugar, se almacenan temporalmente todos estos desechos peligrosos y/o especiales en una bodega adecuada y luego se procede a entregarlos a un gestor ambiental.

En el año 2021 se gestionaron las siguientes cantidades de desechos peligrosos y/o especiales:

**Tabla 2-4: Desechos peligrosos y/o especiales de la EERSA**

<b>Nombre de desecho (listado Nacional)</b>	<b>Cantidad (Kilogramos)</b>	<b>Cantidad (Toneladas)</b>
Filtros usados de aceite mineral	247	0,247
Cartuchos de tinta o tóner usados	56	0,056
Baterías usadas plomo ácido	523	0,523
Neumáticos usados o partes	0	0
Aceite mineral usado o gastado	4811	4,811

Fuente: EERSA, 2021

## **Combustible**

Mediante datos proporcionados por la EERSA, existen alrededor de 127 vehículos institucionales, los mismos que son utilizados para transporte del personal en distintas actividades diarias, así como también para trabajos programados en distintos lugares de la provincia.

El combustible usado es diésel y gasolina, para el diésel se estima alrededor de 38 vehículos y para la gasolina 89 vehículos.

## **Agua de uso humano**

Una institución con conciencia ambiental debe tener una correcta gestión de este recurso, para ello nos enfocamos en la cantidad diaria de agua que el personal usa para lavar sus manos y las descargas de los sanitarios dentro de su jornada laboral.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de investigación

Por el método de investigación cuantitativa, ya que las variables en estudio son mudables estadísticas y según la manipulación de variables, no experimental de tipo transversal porque la toma de datos será en un solo único momento, además es no experimental ya que no se procederá a manipular nuestras variables de estudio sino el impacto de las mismas hacia el planeta.

#### 3.2. Diseño de la investigación

##### 3.2.1. Según la manipulación o no de la variable independiente

**Tabla 3-1:** Variables de la investigación

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
<b>Variable independiente:</b> Actividades de transporte.	Actividad referente al uso de combustible y diésel de los vehículos que dispone la EERSA	Informes ambientales de la EERSA.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Encuestas</li><li>• Inventario</li><li>• Registros</li></ul>
<b>Variable dependiente:</b> Huella de carbono del año 2021	Conjunto de gases de efecto invernadero que son emanados a la atmósfera por efecto de determinadas actividades como el consumo de agua, energía eléctrica, generación de desechos.	Inventario de emisiones GEI	<ul style="list-style-type: none"><li>• Directrices Del Panel Intergubernamental Para el Cambio Climático (IPCC)</li><li>• UNE-ISO 14:064-1</li><li>• GHG Protocol/Protocolo De Gases De Efecto Invernadero</li></ul>

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

### **3.2.2. Método de muestreo**

- Búsqueda y localización de fuentes informativas, asociada a lecturas y consultas de la materia.
- Definición de la estructura del proyecto, incluyendo datos técnicos para desarrollar el trabajo.
- Búsqueda y recolección de la información necesaria para los cálculos a realizar.

### **3.2.3. Técnicas de recolección de datos**

- Para la recolección de datos se realizarán las siguientes actividades
- Encuestas sobre temas afines al proyecto de investigación
- Petición de documentos de la organización sobre inventario de vehículos, combustible ocupado en el año 2021, energía eléctrica usada en el año 2021, generación de desechos y consumo de agua en el año 2021.

## **3.3. Tipo de estudio**

Documental: este tipo de estudio es una estrategia de la que se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades teóricas y empíricas usando para ello diferentes tipos de documentos, de los que se realizará una revisión de diferentes fuentes bibliográficas o documentales de la EERSA, predominando el análisis, la interpretación, las opiniones, las conclusiones y recomendaciones de la autora (Kalla, 2011).

De campo: Los estudios de campos son investigaciones que se realizan en el medio ambiente donde se desarrolla el problema que se va a investigar, siendo aplicable a la evaluación de la HC ya que, permite la participación real del investigador en la institución, desde el mismo lugar donde se generan las emisiones y se puede realizar la evaluación y cuantificación de las mismas (ARAYA, 2009).

Descriptiva: el objeto es describir las características esenciales de conjuntos de fenómenos homogéneos, utilizando criterios sistemáticos que permitan establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio y proporcionar información sistemática y comparable con la de otras fuentes (Albán, etc., 2020).

### **3.4. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra**

#### **3.4.1. Población de estudio**

La población de la cual se obtendrá los datos necesarios para proceder con el análisis es la EERSA en Riobamba y sus agencias de recaudación ubicados en la provincia de Chimborazo.

### **3.5. Tamaño de muestra**

Para el desarrollo de la presente investigación se trabajará en conjunto con la Empresa Eléctrica Riobamba S.A, la cual cuenta con dos edificios administrativos y cinco agencias de recaudación en la ciudad de Riobamba y siete agencias de recaudación ubicados en la provincia de Chimborazo, con un número aproximado de 215 funcionarios los cuales laboran en la parte administrativa y de campo por las distintas actividades que realiza dicha organización.

- Energía eléctrica (kW/h): 215 trabajadores
- Papel bond (kg): 215 trabajadores.
- Diésel para transporte (gal): 38 vehículos.
- Gasolina para transporte (gal): 89 vehículos.
- Desechos (Kg): 215 trabajadores

### **3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación**

#### **3.6.1. Procedimientos**

Para el desarrollo de esta investigación se aplicó una metodología asociada a la recolección, procesamiento y análisis de la información correspondiente a emisiones de gases de efecto invernadero, siendo así se utilizó la norma UNE-ISO 14:064-1 en conjunto con el protocolo de gases de efecto invernadero para la recopilación de información, y, para el cálculo y análisis de la huella de carbono se utilizará los lineamientos establecidos en las directrices del panel intergubernamental para el cambio climático en conjunto con el protocolo de gases de efecto invernadero. Consideramos necesario establecer dos etapas las cuales se detallan a continuación.

## **Etapa I**

### **Recolección de información e identificación de fuentes de emisiones de GEI**

Para la recolección de información se aplicaron los siguientes parámetros:

- Indagación y determinación de fuentes informativas, basadas en consultas de la materia (información secundaria).
- Definición de aspectos técnicos para el desarrollo del análisis.
- Búsqueda y recolección de información requerida para realizar los cálculos, para esto se solicitará la documentación necesaria del año 2021, del cual se espera obtener:
  - Facturas de consumo eléctrico y de agua potable del año 2021 perteneciente a los edificios administrativos y agencias de recaudación de la EERSA.
  - Combustible utilizado por los vehículos de la EERSA.
  - Encuestas físicas y online a los trabajadores del área administrativa de la EERSA.

Además, para obtener una mayor exactitud en el cálculo de la huella de carbono se categorizan todas las fuentes de emisión de GEI dentro de la EERSA, para lo cual se las puede clasificar de acuerdo a la fuente.

## Alcances de emisiones GEI

**Tabla 3-2:** Alcances de emisiones de gases de efecto invernadero

	<b>Descripción</b>
<b>Alcance 1</b>	<b>Emisiones directas de GEI.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fuentes de propiedad y controladas por la organización.</li><li>• Por ejemplo: fuentes de combustión fija y equipos móviles utilizados en tareas como poda de césped o vehículos propios de la institución.</li></ul>
<b>Alcance 2</b>	<b>Emisiones indirectas de GEI.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gastos realizados por la organización para abastecer de energía eléctrica.</li><li>• Otras emisiones indirectas.</li></ul>
<b>Alcance 3</b>	<b>Es de carácter opcional.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Por ejemplo: papel, desechos sólidos y líquidos, computadoras, sillas.</li></ul>

**Fuente:** Quinto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo de trabajo III, 2006

Para estimar las emisiones de la EERSA, se aplicó la metodología propuesta por el IPCC, según las directrices del 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Se puede decir que esta cuantificación es indirecta debido a que la contabilización de las emisiones se realizó mediante la recopilación de datos generados a partir del consumo de recursos.

### **Etapa II**

Cálculo general para la huella de carbono, para cuantificar la huella de carbono corporativa se aplican factores de emisión respaldados por entidades confiables, como son: el IPCC, la comisión europea y algunos ministerios nacionales e internacionales; también es posible utilizar inventarios e informes anuales nacionales (Carabalí & Zabala, 2016).



### **Ecuación 1:**

$$\text{Emisiones de GEI t GEI} = \text{Dato de actividades} * (\text{FE})$$

Donde:

**FE:** Factor de Emisión

### **3.6.2. *Procesamiento y análisis***

#### *3.6.2.1. Inventario de emisiones*

Para elaborar el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero se revisó información de consumo por parte de los trabajadores de la EERSA.

Determinando los límites organizacionales y operacionales, siguiendo los lineamientos de acuerdo al GHG Protocol y a la ISO 14064-1.

#### *3.6.2.2. Límites organizacionales*

Para el cálculo de la huella de carbono se contabilizarán las emisiones de GEI atribuibles a las actividades sobre las cuales ejerce control, basándose en el siguiente criterio:

- Control operacional: Una empresa tiene el control operacional si tiene la completa autoridad para inducir y aplicar sus políticas y prácticas de operación en la fuente.

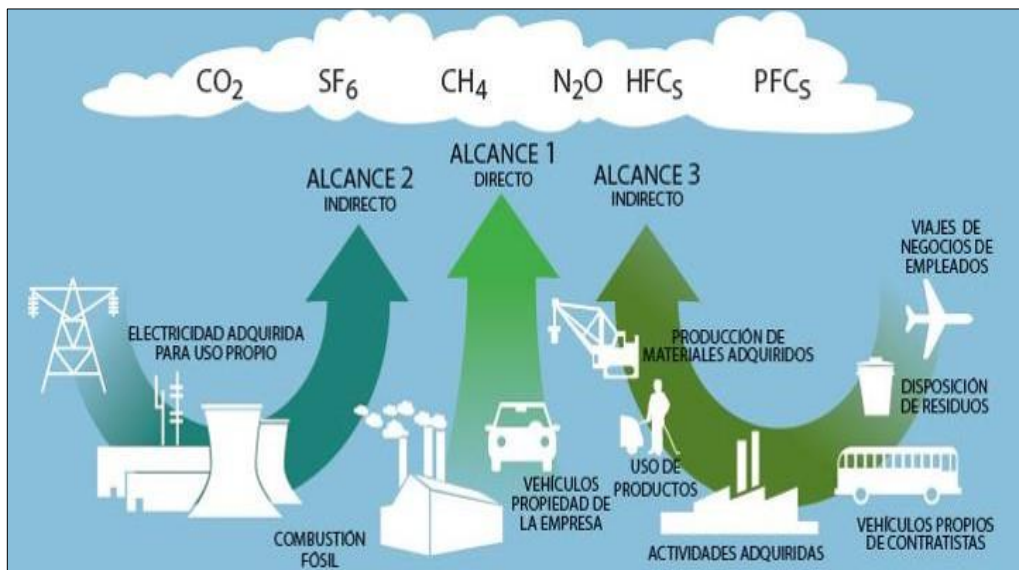
#### *3.6.2.3. Límites operacionales*

Los límites operacionales son acciones que se realizan para establecer las diferencias entre las emisiones de gases de efecto invernadero que se generan directamente en la empresa, de aquellas emisiones indirectas que son consecuencias de las actividades de la empresa, pero son generadas por otras entidades u organizaciones. Se han considerado los siguientes límites operacionales para la EERSA.

Alcance 1, emisiones directas provenientes del uso de combustible, utilizado para la movilización de técnicos y personal administrativo, se consideran los automotores propios de la empresa, evaluados según el diésel y la gasolina consumida.

Alcance 2, emisiones indirectas que provienen del consumo de energía eléctrica por las actividades administrativas de los empleados de la EERSA.

Alcance 3, emisiones indirectas provenientes del consumo de papel y la generación de desechos sólidos.



**Ilustración 3-1:** Alcances y emisiones a través de la cadena de valor

**Fuente:** Ministerio para la Transición Ecológica, 2017

#### 3.6.2.4. Año base para el cálculo de las emisiones de gases efecto invernadero

El año base para nuestro cálculo de las emisiones GEI es del año 2021, debido a que la información y consumos de dicho año son completos y no es tan lejana a la actualidad.

#### 3.6.2.5. Cuantificación de la huella de carbono

Las instituciones calculan las emisiones de GEI utilizando directrices del IPCC. Para el caso de la EERSA, las emisiones corresponden a combustión móvil relacionada con la gasolina y diésel utilizados en los vehículos de la institución el cual se denomina alcance 1, el alcance 2 es la combustión fija perteneciente al uso de energía eléctrica y el alcance 3 compuesto por el consumo de papel y la generación de desechos.

### 3.6.3. Determinación del Alcance 1

**Tabla 3-3:** Consumo de combustible EERSA año 2021

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>CONSUMO ANUAL (Gal)</b>	<b>GASOLINA (l)</b>	<b>DIESEL (l)</b>
Agencias	14008,28	54886,27	2760,32
Acometidas y medidores	8689,18	34930,97	
Centro de control	37251,47	79357,69	89990,90
Generación	659,75	2999,26	
Transportes	6143,41	25905,39	2023,11
CPD	308,51	1402,50	
Talento humano	230,25	1046,72	
Obras civiles	3736,04	14715,05	2269,32
fiscalización	1512,81	6877,35	
Asesoría jurídica	475,34	2160,93	
Telecomunicaciones - Subestaciones	1174,63	4707,19	632,78
Seguridad industrial	821,24	3164,38	569,07
Control perdidas	3131,54	7828,19	6408,08
Diseño eléctrico	2685,63	12209,14	
Construcciones eléctricas	5883,73	1264,25	25483,72
Trabajos de electrificación	1331,03		6050,97
Cortes y reconexiones	827,01	3759,65	
Facturación	2495,83	11346,25	
Estudios técnicos	411,29	1869,75	
Clientes	1251,18	5687,97	
Supervisión de trabajos electrificación	572,30	2601,74	
Director	302,52	1375,26	
Medio ambiente	4273,32	18158,45	1268,46
Finanzas	219,39	997,37	
Distribución	1780,82	3740,97	4354,81
Unidad SIG	1148,98	3168,31	2055,03
Servicios generales	756,55	3439,36	
Distribución y alumbrado publico	121,90		554,18

Relaciones publicas	493,23	2242,29	
Bodega	345,57	1570,97	
Dirección	27,03	122,87	
Gerente	1148,51	5221,23	
Auditoria	150,76		685,38
Subdirector	259,35		1179,04
<b>TOTAL</b>		318757,73	146285,15

Fuente: EERSA, 2021

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

Los datos de la tabla anterior nos indican el consumo de combustible de los vehículos utilizados para el transporte y movilización de los trabajadores de la EERSA. Cabe recalcar que la información proporcionada es el consumo anual en galones de cada departamento. La EERSA cuenta con vehículos que funcionan a diésel y gasolina, siendo necesario diferenciarlas entre sí, ya que cada uno posee su factor de emisión.

También es necesario obtener un valor en toneladas del metano y el óxido nitroso que son otros GEI importantes en el Ecuador. Para lo cual se utilizan F-E documentados del IPCC.

**Tabla 3-4:** Factores de emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O

Combustible	Factor de emisión (kg/TJ)	
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Diésel	3,9	3,9
Gasolina	3,8	5,7

Fuente: Informe V2-CH<sub>3</sub> Mobile Combustión IPCC, 2022

Para realizar el cálculo es necesario conocer el poder calorífico inferior de los combustibles utilizados en la EERSA.

**Tabla 3-5:** Factor de emisión de combustible en kg CO<sub>2</sub>/TJ

Combustible	PCI (Kcal/kg)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
Diésel	10 100	850
Gasolina	10 157	730

Fuente: Lenin Marcelo Vargas Tipán, & Christian Rene Gómez Yáñez, 2017

Para transformar las toneladas de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O a t CO<sub>2</sub> equivalente se utiliza los valores del potencial de calentamiento atmosférico. Para lo cual se plantea la siguiente formula:

$$\textit{Toneladas de CO}_2\textit{eq.} = \textit{toneladas de GEI} \times \textit{PCA}$$

Donde:

**Toneladas de GEI:** valores totales de cualquier GEI.

**PCA:** potencial de calentamiento atmosférico específico de cada GEI.

### 3.6.4. Determinación del Alcance 2

La información necesaria para la determinar este alcance fue proporcionada por la EERSA, se revisó documentación y archivos del año 2021 de los edificios administrativos y agencias de recaudación en Chimborazo.

**Tabla 3-6:** Consumo de energía eléctrica EERSA 2021

<b>Lugar</b>	<b>Consumo kW/h</b>
Edificio Matriz	197801
Edificio Antiguo	80660
Agencia Pallatanga	5241
Agencia Oriental	1517
Agencia Guano	2353
Agencia Chambo	815
Agencia Mayorista	1116
Agencia Cumandá	3558
Agencia Guamote	16953
Agencia Chunchi	1742
Agencia Terminal Terrestre	2130
Agencia Condamine	975
Agencia Alausí	4378
<b>SUMA</b>	<b>319239</b>

Fuente: EERSA, 2021

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

Para determinar las toneladas de dióxido de carbono producidas por el consumo de energía eléctrica se procedió a utilizar la siguiente ecuación:

**Ecuación 2:**

$$t \text{ CO}_2 = \text{Consumo de energía eléctrica} * \text{Factor de emisión}$$

La EERSA nos proporcionó información de los consumos anuales de cada agencia y edificio en kW/h para lo cual se transformó a MW/h para luego multiplicar por el factor de emisión. Según (MAE, 2012, p.16), el factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, del margen combinado para proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos es de 0,4597 tCO<sub>2</sub>/MWh.

### 3.6.5. Determinación del Alcance 3

#### 3.6.5.1. Consumo de agua

Los datos de agua potable consumida por los empleados y trabajadores de la EERSA en el año 2021 fueron obtenidos por las facturas de la institución, los cuales dan mes a mes y corresponden a 5753,06 m<sup>3</sup>, mismos que se describen a continuación:

**Tabla 3-7:** Consumo de agua durante el año 2021

AGENCIA/EDIFICIO	CONSUMO (m <sup>3</sup> )
Alausí	86,08
Chunchi	530,08
Guamote	27,71
Chambo	58,59
Colta	183,51
Riobamba	4867,08
<b>TOTAL</b>	<b>5753,06</b>

**Fuente:** Facturas EERSA, 2021

**Realizado por:** Granizo, M & Pérez, V, 2023

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes al consumo de agua potable, se utiliza la productividad anual promedio cuyo valor es 1426,83 m<sup>3</sup>/ha/año, ya que se considera que el 10% de la precipitación es generada por evapotranspiración. Además, se usa el factor de absorción de bosques (3 tCO<sub>2</sub>/ha) (Peñafiel Villarreal et al., 2012).

#### 3.6.5.2. Desechos

Para realizar los cálculos se realiza por el método por defecto, mismos que son cálculos simples para determinar datos de generación de emisiones de CO<sub>2</sub> en base a los desechos sólidos (papel, textiles, cartón, residuos orgánicos, etc.). Se suma las emisiones de todos los residuos, respectivamente, y calcula la emisión general de GEI equivalentes de CO<sub>2</sub>.

El modelo por defecto más simple sugerido en las guías nos menciona que el CH<sub>4</sub> se libera en el mismo año en que los desechos se disponen en el vertedero, lo cual no es realmente lo que sucede, pero proporciona una primera aproximación a las emisiones reales.

El método por defecto se basa en la siguiente ecuación:

**Ecuación 3:**

$$CH_4_{emitido} = RSU_f * FCM * COD * COD_f * \frac{16}{12} - R) * (1 - OX)$$

**Ecuación 4:**

$$COD_{Fraccion\ en\ peso} = 0,4 A + 0,17 B + 0,15 C + 0,3 D$$

**Donde:**

- **RSUF:** (Total de residuos sólidos municipales dispuestos en el vertedero, Kg/año)
- **FCM:** Factor de corrección para el metano, fracción= para vertederos no gestionados y no controlados es= 0,4
- **COD:** Carbono orgánico degradable fracción= A: Fracción en peso de los RSU que corresponden al papel y los textiles; B: Fracción en peso de los RSU que corresponden a los desechos de jardín; C: Fracción en peso de los RSU que corresponden a restos de alimentos; D: Fracción en peso de los RSU que corresponden a madera y paja.
- **R:** Metano recuperado=0
- **COD<sub>f</sub>:** Fracción de COD biodegradada= 50%; 0,5.
- **F:** Fracción de CH<sub>4</sub> en el gas en el vertedero= el valor por defecto es 0,5.
- **OX:** Factor de oxidación=metano oxidado en las capas superiores del vertedero, el valor por defecto es 0.

**3.6.5.3. Aceite usado**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a los procesos de combustión se calculan mediante la aplicación de la siguiente fórmula

**Ecuación 5:**

$$Emisiones\ de\ CO_2 = Consumo * Poder\ calórico\ interior * Factor\ de\ Emisión * Factor\ de\ oxidación$$

Los factores de oxidación por defecto que han sido recogidos en las metodologías del IPCC 2006 asumen un valor de 1 para todos los combustibles. Los valores de PCI y FE se obtuvieron de la siguiente tabla.



**Tabla 3-8:** Factores de emisión y propiedades físicas de combustibles

<b>Combustible</b>	<b>Factor de emisión kg CO<sub>2</sub>/GJ<sub>PCI</sub></b>	<b>Poder Calórico Interior PCI GJ/ton</b>
Aceites usados	73,4	40,2

Fuente: IPCC, 2016

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

##### 4.1.1. Alcance 1

” Los factores de emisión de CO<sub>2</sub> se basan en el contenido de carbono del combustible y deben representar el 100% de oxidación del carbono combustible” (IPCC, 2006, p.16).

**Tabla 4-1:** Factor de emisión de combustible en kg CO<sub>2</sub>/TJ

Combustible	FE (kgCO <sub>2</sub> /TJ)
Diésel	72,600
Gasolina	69,300

Fuente: Informe de emisión del sistema nacional interconectado de Ecuador, 2012

Para convertir el factor de emisión expresado en Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> en Kg CO<sub>2</sub>/lt, se deben considerar el Valor Calorífico Neto – VCN – (MJ/kg) y el factor de litros por kilogramo (lt/kg) de cada combustible.

**Tabla 4-2:** Valores de VCN y lt/kg

Combustible	VCN (TJ/kg)	Fuente	lt/kg	Fuente
Diésel	$4,148 \times 10^{-5}$	(MAE), 2012, p.11)	$1,350 \times 10^{-3}$	(IEA, 204, p. 181)
Gasolina	$4,148 \times 10^{-5}$		$1,185 \times 10^{-3}$	

Fuente: Informe factor de emisión del sistema nacional interconectado de Ecuador, 2012

Los factores de emisión de CO<sub>2</sub> expresados en Kg CO<sub>2</sub>/lt son los siguientes:

**Tabla 4-3:** Factor de emisión de combustible en kg CO<sub>2</sub>/TJ

Combustible	FE (kg CO <sub>2</sub> /lt)
Diésel	2.2307
Gasolina	2.4257

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

**Tabla 4-4:** Factor de emisión de combustible en kg CO<sub>2</sub>/TJ

Combustible	FE (kg CO <sub>2</sub> /lt)	FE (t CO <sub>2</sub> /lt)
Diésel	2.2307	$2.230 \times 10^{-3}$
Gasolina	2.4257	$2.425 \times 10^{-3}$

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

Se emplea la ecuación general para el cálculo de emisiones de carbono, se procede a obtener el valor de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 4-5:** Determinación de toneladas de CO<sub>2</sub>

Combustible	Volumen (lt)	FE (t CO <sub>2</sub> /lt)	t CO <sub>2</sub>
Diésel	146285.15	$2.230 \times 10^{-3}$	326,22
Gasolina	318757,73	$2.425 \times 10^{-3}$	772,99

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

Para transformar el volumen de combustible consumido en el año 2014 a toneladas de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, se realiza los siguientes cálculos:

- **Para el diésel:**

$$10100 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * \frac{850 \text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} * \frac{4.1868 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}} * \frac{1 \times 10^{-9} \text{ TJ}}{1 \text{ kJ}} = 3,5943 \times 10^{-5} \frac{\text{TJ}}{\text{l}}$$

- **Metano:**

$$3.5943 \times 10^{-5} \frac{\text{TJ}}{\text{l}} * \frac{3.9 \text{ kgCH}_4}{\text{TJ}} * \frac{146285.15 \text{ l}}{1} * \frac{1 \text{ tCH}_4}{1000 \text{ kgCH}_4} = 2.05 \times 10^{-3} \text{ tCH}_4$$

- **Óxido de nitrógeno:**

$$3.5943 \times 10^{-5} \frac{\text{TJ}}{\text{l}} * \frac{3.9 \text{ kgCH}_4}{\text{TJ}} * \frac{146285.15 \text{ l}}{1} * \frac{1 \text{ tN}_2\text{O}}{1000 \text{ kgN}_2\text{O}} = 2.05 \times 10^{-3} \text{ tN}_2\text{O}$$

- **Para la gasolina:**

$$10157 \frac{kcal}{kg} * \frac{730kg}{m^3} * \frac{1 m^3}{1000 l} * \frac{4.1868 kJ}{1 kcal} * \frac{1 \times 10^{-9} TJ}{1 kJ} = 3.1043 \times 10^{-5} \frac{TJ}{l}$$

- **Metano:**

$$3.1043 \times 10^{-5} \frac{TJ}{l} * \frac{3.8 kgCH_4}{TJ} * \frac{318757.73 l}{1} * \frac{1 tCH_4}{1000 kgCH_4} = 3.76 \times 10^{-2} tCH_4$$

- **Óxido de nitrógeno:**

$$3.1043 \times 10^{-5} \frac{TJ}{l} * \frac{5.7 kgCH_4}{TJ} * \frac{318757.73 l}{1} * \frac{1 tN_2O}{1000 kgN_2O} = 5.64 \times 10^{-2} tN_2O$$

Se transforma las toneladas de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O a t CO<sub>2</sub> equivalente utilizando la siguiente formula:

$$\text{Toneladas de CO}_2\text{eq.} = \text{toneladas de GEI} \times \text{PCA}$$

Al multiplicar los valores obtenidos anteriormente, obtendremos la transformación de CO<sub>2</sub> equivalente.

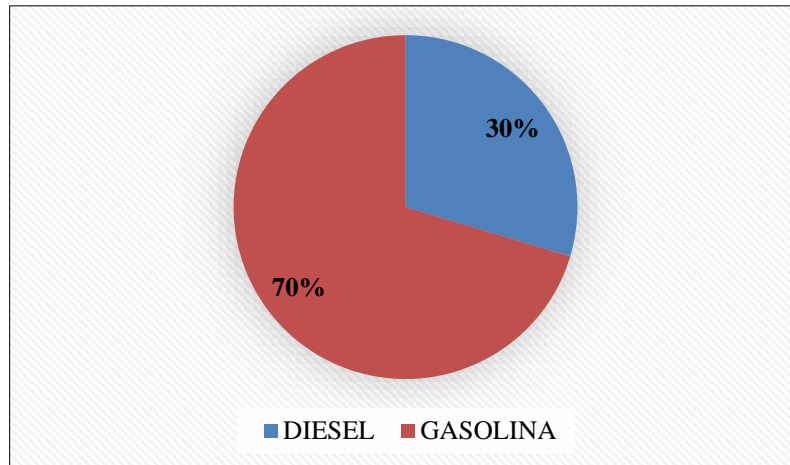
**Tabla 4-6:** Transformación a CO<sub>2</sub> equivalente por combustible

<b>DIESEL</b>									
<b>t CO<sub>2</sub></b>	<b>PCA</b>	<b>t CO<sub>2</sub>EQ</b>	<b>t CH<sub>4</sub></b>	<b>PCA</b>	<b>t CO<sub>2</sub>EQ</b>	<b>t N<sub>2</sub>H</b>	<b>PCA</b>	<b>t CO<sub>2</sub>EQ</b>	<b>Total</b>
326,22	1	326,22	0,0205	21	0,4306	0,0205	310	6,36	333,00
<b>GASOLINA</b>									
<b>t CO<sub>2</sub></b>	<b>PCA</b>	<b>t CO<sub>2</sub>EQ</b>	<b>t CH<sub>4</sub></b>	<b>PCA</b>	<b>t CO<sub>2</sub>EQ</b>	<b>t N<sub>2</sub>H</b>	<b>PCA</b>	<b>t CO<sub>2</sub>EQ</b>	<b>Total</b>
772,99	1	772,99	0,0376	21	0,7896	0,0564	310	17,49	791,26

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

Como se puede observar, por la combustión móvil correspondiente al transporte que realizan los funcionarios de la institución se generó un total de 1124.27 toneladas de CO<sub>2</sub>eq en el año 2021.

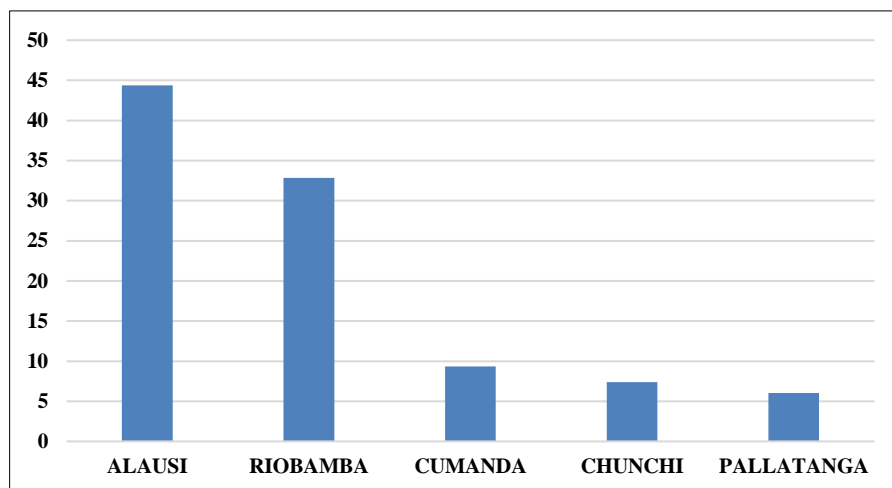
De acuerdo al resultado obtenido, a las emisiones generadas por los vehículos de la institución corresponde el 30% a los de diésel y el 70% a los de gasolina.



**Ilustración 4-1:** Emisiones totales de CO<sub>2</sub> por tipo de combustible

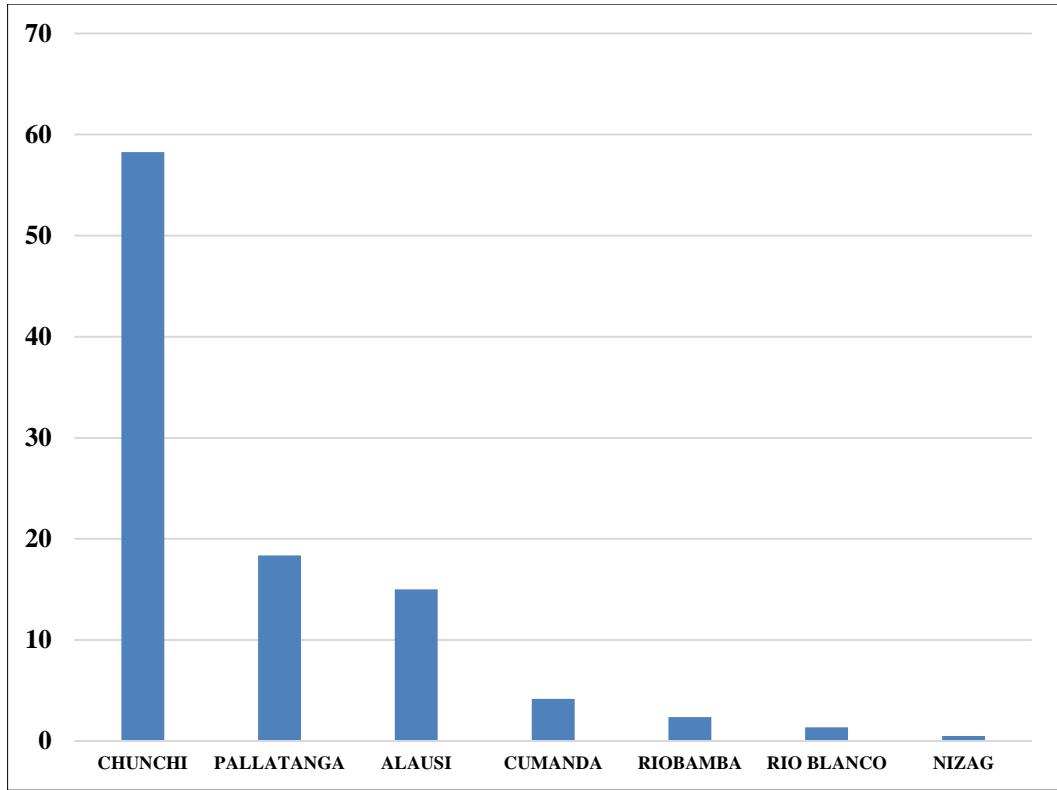
Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

#### 4.1.1.1. Consumo de combustible PPC



**Ilustración 4-2:** Consumo per cápita anual de Diésel

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023



**Ilustración 4-3:** Consumo per cápita anual de Gasolina

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

Para la ilustración 2 y 3 se realizó cálculos para determinar el valor per cápita donde se observa que el personal de la agencia de Alausí realiza un mayor consumo de diésel de 4126,69 galones mismo que representa el 44,36%, mientras que la agencia de Chunchi consume 31589,63 galones de gasolina, representando el 58,28% del total, siendo la agencia que mayor consumo realiza en relación con todos los establecimientos de la EERSA.

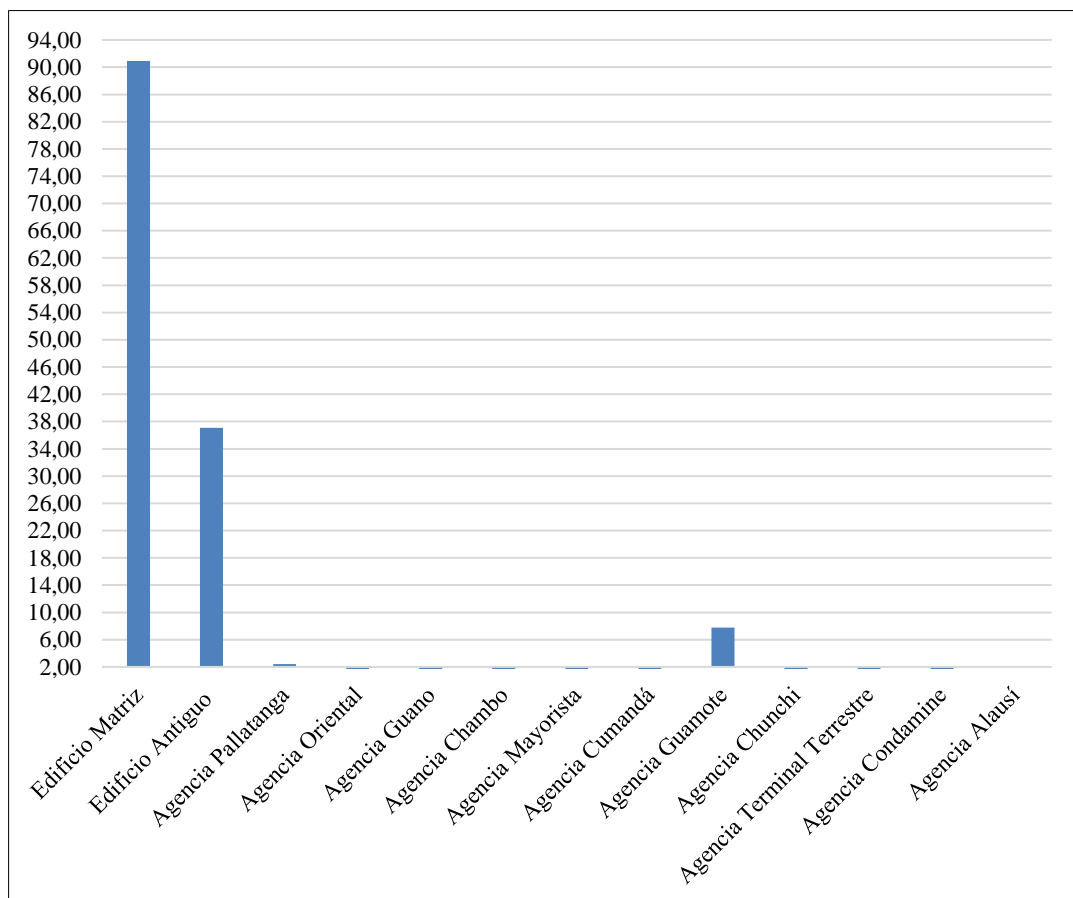
#### 4.1.2. Alcance 2

Las emisiones correspondientes al consumo eléctrico en la EERSA se encuentran estimadas en el alcance 2. Los datos se obtuvieron de la siguiente manera:

**Consumo EERSA 2021** = 319239 kW/h

$$319239 \frac{kW}{h} * \frac{\frac{1MW}{h}}{1000 \frac{kW}{h}} = 319,239 \frac{MW}{h}$$
$$t \text{ CO}_2 = 319,239 \frac{MW}{h} * 0,4597 t \frac{CO_2}{MWh}$$
$$t \text{ CO}_2 = 146,75$$

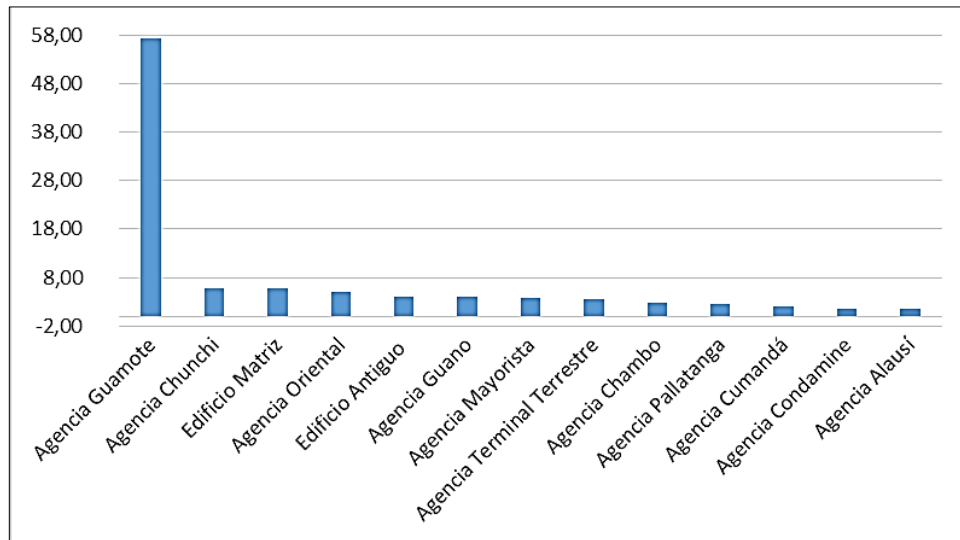
En la ilustración mostrada a continuación se observa que la fuente que mayor aporta a la generación de CO<sub>2</sub> por consumo de energía eléctrica es el edificio matriz.



**Ilustración 4-4:** Emisiones totales de CO<sub>2</sub> por consumo de energía eléctrica en el año 2021

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

- **Consumo de energía eléctrica PPC**



**Ilustración 4-5:** Consumo per cápita anual de energía eléctrica

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

Para la ilustración 4-5 se realizó cálculos para determinar el valor per cápita donde se observa que el personal de la Agencia de Guamote tiene un mayor consumo de energía con un valor de 16953 KW/h el cual representa el 57,29% de consumo en relación con todos los establecimientos de la EERSA.



### 4.1.3. Alcance 3

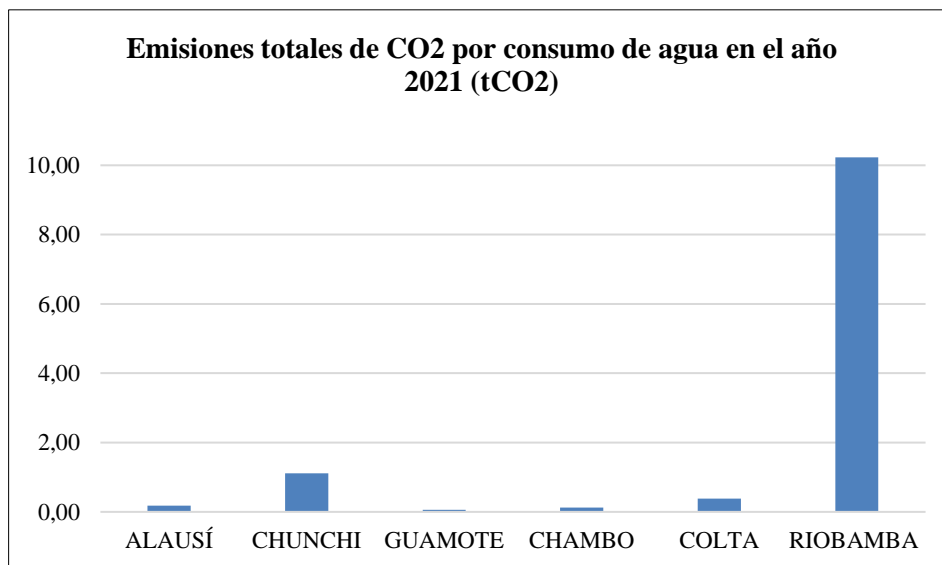
#### 4.1.3.1. Consumo de agua

Se calculó las emisiones generadas por el consumo de agua por parte de los trabajadores de la institución como se muestra a continuación:

Cálculos:

$$5743,06m^3 \times \frac{\frac{ha}{año}}{1426,83m^3} \times 3 \frac{tCO_2}{ha} = 12,1 tCO_2 \text{ año}$$

El consumo de agua potable refleja una emisión de 12,1 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en el año 2021.

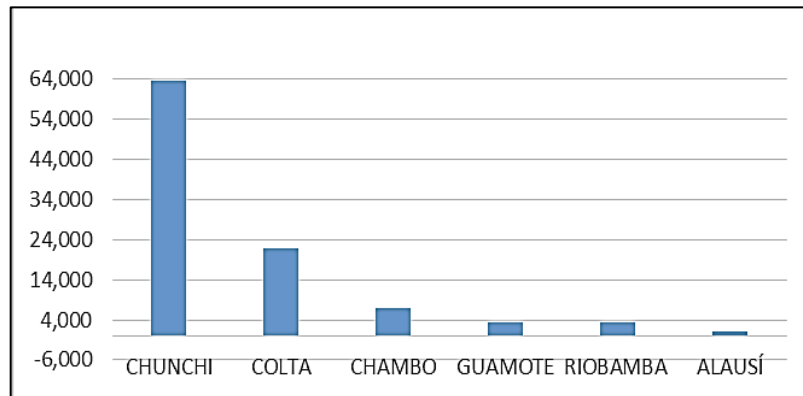


**Ilustración 4-6:** Emisiones totales de CO<sub>2</sub> por consumo de agua en el año 2021

**Realizado por:** Granizo, M & Pérez, V, 2023

En la ilustración 4-6 se observa que la fuente que mayor aporta para a la huella de Carbono son los que se encuentran ubicados en la ciudad de Riobamba, es decir, los dos edificios administrativos y las agencias de recaudación.

#### 4.1.3.2. Consumo de agua PPC



**Ilustración 4-7:** Consumo per cápita anual de agua

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

Para la ilustración 4-7 se realizó cálculos para determinar el valor per cápita donde se observa que el personal de la Agencia Chunchi tiene un mayor consumo de agua potable con un valor de 53,08 m<sup>3</sup> el cual representa el 63,45% de consumo en relación con todos los establecimientos de la EERSA.

#### 4.1.3.3. Desechos solidos

Para obtener el valor de CO<sub>2</sub> equivalente se utilizó la ecuación 4 para luego dicho valor reemplazar en la ecuación 3 mencionada anteriormente en la metodología, se reemplazaron los datos y se obtuvo lo siguiente.

$$COD_{Fraccion\ en\ peso} = 0,4 A + 0,17 B + 0,15 C + 0,3 D$$

$$COD_{Fraccion\ en\ peso} = 0,4 (2,3) + 0,17 (0) + 0,15 (0) + 0,3 (0)$$

$$COD_{Fraccion\ en\ peso} = 0,92$$

$$CH_4\ emitido = RSU_f * FCM * COD * COD_f * \frac{16}{12} - R * (1 - 0X)$$

$$CH_4\ emitido = 3308,68 * 0,4 * 0,92 * 0,5 * 1,33 * (1 - 0)$$

$$CH_4\ emitido = 809,7\ kg$$

$$809,7 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 0,809 \text{ ton CO}_2$$

#### 4.1.3.4. Aceites usados

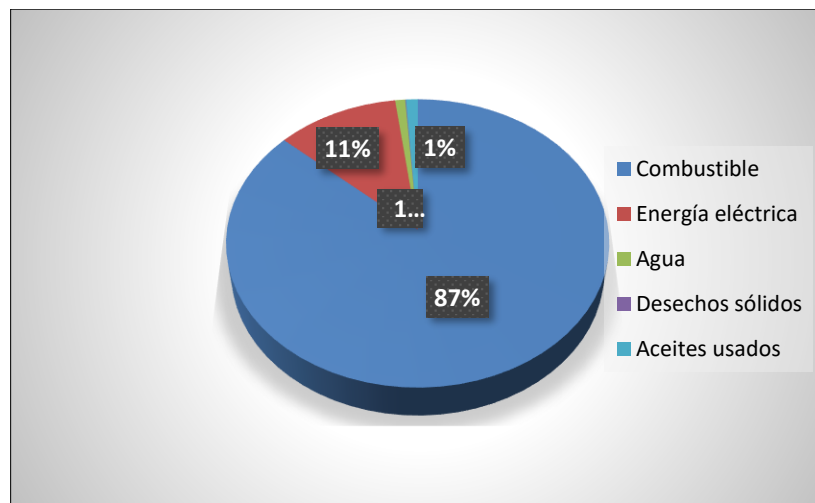
Los valores para este apartado se obtuvieron de la siguiente manera:

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 4,811 \text{ ton} * 40,2 \frac{\text{GJ}}{\text{ton}} * 73,4 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{GJ PCI}} * 1 * \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}}$$

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 14,19 \text{ ton CO}_2$$

#### 4.1.4. Huella Total

Al obtener los valores obtenidos de los alcances, se puede obtener el valor resultante total de la huella de carbono de la EERSA para el año 2021.



**Ilustración 4-8:** Toneladas generadas por cada alcance

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

Como se observa en la ilustración 4-8, el Alcance 1 es el que demuestra una cuantificación más elevada, ya que posee un valor de 1124,27 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente; el Alcance 2 medido es 146,75 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente y finalmente el Alcance 3 reporto un valor menor de 27,1 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Al incorporar los 3 alcances en una operación matemática se obtiene un total de 1298,12 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente y si dividimos este valor para el personal o población del año 2021, es posible determinar la H-C personal, así:

$$H - C = \frac{1298,12 \text{ toneladas } CO_2}{215 \text{ trabajadores}} = 6,04 \text{ toneladas } CO_2 \text{ Trabajador}$$

Se puede demostrar que, durante el año 2021 cada individuo genero 6040 kg de dióxido de carbono, debido a las actividades administrativas y/o de transporte desempeñado dentro de la institución.

## 4.2. Plan de acción

Se desarrolló una propuesta de plan de acción enfocado en los alcances estudiados en la presente investigación, cada plan se enfoca en minimizar la generación de emisiones de gas efecto invernadero, los mismos que aportan a la Huella de Carbono institucional.

**Tabla 4-7:** Plan de Acción-Combustible

<b>PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL – ALCANCE 1</b>				
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>				
<b>ALCANCE</b>				
El plan de acción para la reducción de la huella de carbono aplica para el personal del Edificio Matriz y Edificio Antiguo de la EERSA en Riobamba				
<b>RESPONSABLE</b>				
EERSA				
<b>DOCUMENTO REFERENCIA</b>				
IPCC				
<b>OBJETIVO</b>				
Reducir el consumo de combustible (gasolina y diésel) de la EERSA en Chimborazo.				
<b>ACCIÓN</b>	<b>BENEFICIO</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>META</b>
Elaborar rutas para la movilización	Si dos o más técnicos de cada dirección, se movilizaran para el mismo sector, utilizaran el mismo vehículo disminuyendo el uso de combustible por viaje.	(# rutas realizadas/ # rutas programadas) *100	Informes de Estudio de movilización interna	Reducir el 30% del consumo de combustible con respecto al año anterior
Cambiar de marcha	Para circular a menos de 2500 rpm en los vehículos de gasolina y por debajo del 2000 rpm en los de gasoil. Esto nos permite ahorrar un 15 % de combustible y, por tanto, de emisiones.	((consumo mes anterior (gal) – consumo mes actual (gal)) / consumo mes anterior (gal) * 100	Facturas del pago de combustible	

Renovación del parque automotor	Permitirá reemplazar los vehículos de periodos anteriores que generan mayor cantidad de emisión de CO <sub>2</sub> por vehículos híbridos y/o eléctricos que son más amigables con el ambiente.	(# Vehículos renovados / # Total de vehículos) *100	Facturas de compra de estos sistemas.	
Realizar una revisión técnica vehicular de manera semestral	Llevar un control riguroso del funcionamiento de los motores de los vehículos, reduciendo así las emisiones de GEI	(# revisiones realizadas / # revisiones programadas) *100	Registro y Control de la Revisión técnica vehicular	
Capacitación al personal acerca de la Conducción amigable con el ambiente	La capacitación vial con una conducción eco-amigable aparte de brindar seguridad al personal, también proporciona métodos que permiten reducir las emisiones de CO <sub>2</sub> y otros GEI	(# funcionarios capacitados / # Total funcionarios) * 100	Registros de asistencias a charlas y capacitaciones	

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

**Tabla 4-8:** Plan de Acción- Energía

<b>PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL – ALCANCE 2</b> <b>CONSUMO DE ENERGÍA</b>				
<b>ALCANCE</b>				
El plan de acción para la reducción de la huella de carbono aplica para todas las instalaciones de los edificios y agencias de la EERSA en Chimborazo				
<b>RESPONSABLE</b>				
EERSA				
<b>DOCUMENTO REFERENCIA</b>				
IPCC				
<b>OBJETIVO</b>				
Reducir el consumo de energía de la EERSA en Chimborazo.				
<b>ACCIÓN</b>	<b>BENEFICIO</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>META</b>
Implementación de Paneles Solares	Es un sistema de innovación en las instalaciones de la EERSA y pionero en el uso de energías limpias que generan beneficios ambientales y económicos.	(Consumo del año actual – Consumo del año anterior) / Consumo del año anterior * 100	Registro y Control de Mantenimiento de Equipos	Reducir el consumo de energía eléctrica al menos un 50% con respecto al año pasado
Colocación de luces LED en espacios que mantienen encendidas más de 4 horas al día la iluminación	Las luces LED que permiten un ahorro de 8 veces que las bombillas halógenas y duran hasta 10 veces más que los focos incandescentes.	(# Equipos ahorradores / # Total de equipos) * 100	Facturas de compra de las luces.  Facturas del pago del servicio eléctrico.	

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

**Tabla 4-9:** Plan de Acción- Agua

<b>PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL – ALCANCE 3</b> <b>CONSUMO DE AGUA</b>				
<b>ALCANCE</b>				
El plan de acción para la reducción de la huella de carbono aplica para todas las instalaciones de los Edificios matriz y antiguo de la EERSA en Riobamba				
<b>RESPONSABLE</b>				
EERSA				
<b>DOCUMENTO REFERENCIA</b>				
IPCC				
<b>OBJETIVO</b>				
Reducir el consumo de agua de la EERSA en Chimborazo.				
<b>ACCIÓN</b>	<b>BENEFICIO</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>META</b>
Llevar un control del ahorro de consumo de agua	Con la información obtenida se realiza la gestión respectiva con el objeto de reducir o mantener el nivel de consumo y hacer seguimiento a los indicadores	$((\text{consumo mes anterior (m}^3) - \text{consumo mes actual (m}^3)) / \text{consumo mes anterior (m}^3) * 100$	Facturas del pago de servicio de agua potable	Reducir un 50% del consumo de agua potable con respecto al año anterior
Instalar sistemas de baja descarga y ahorradores	Al reemplazar un grifo o un sanitario, se dará prioridad a seleccionar dispositivos ahorradores o de bajo consumo de agua en cada descarga o uso, como es el sistema de WC stop para los tanques de reserva, el cual economiza un 70 % de agua.	$(\# \text{ Equipos ahorradores} / \# \text{ Total de equipos}) * 100$	Facturas de compra de estos sistemas.	

**Realizado por:** Granizo, M & Pérez, V, 2023



**Tabla 4-10:** Plan de Acción- Papel

<b>PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL – ALCANCE 3</b>				
<b>CONSUMO DE PAPEL</b>				
<b>ALCANCE</b>				
El plan de acción para la reducción de la huella de carbono aplica para todas las instalaciones de los Edificios matriz y antiguo de la EERSA en Riobamba				
<b>RESPONSABLE</b>				
EERSA				
<b>DOCUMENTO REFERENCIA</b>				
IPCC				
<b>OBJETIVO</b>				
Reducir el consumo de papel en la EERSA en Chimborazo.				
<b>ACCIÓN</b>	<b>BENEFICIO</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>META</b>
Establecer controles de impresión	Por medio de software con la capacidad de contabilizar el número de impresiones y la relación de archivos a imprimir, evitando el uso de material fuera de lo permitido laboralmente, permitirá llevar un control más eficiente de papel por persona.	(consumo mes anterior – consumo mes actual) / consumo mes anterior * 100	Registros del consumo de papel.	Lograr para el año 2023 la reducción de Papel a 5 resmas per cápita
Concientizar al personal acerca del Reciclaje	Se incentivará al personal a realizar el reciclado de papel para aquella documentación que es interna al igual que realizar una clasificación adecuada para el papel reciclado y su destino final, reduciendo así el consumo de papel	(# funcionarios capacitados / # Total funcionarios) * 100	Registros de asistencias a charlas y capacitaciones	

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

**Tabla 4-11:** Plan de Acción- Residuos

<b>PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL – ALCANCE 3</b>				
<b>RESIDUOS</b>				
<b>ALCANCE</b>				
El plan de acción para la reducción de la huella de carbono aplica para todas las instalaciones de los Edificios matriz y antiguo de la EERSA en Riobamba				
<b>RESPONSABLE</b>				
EERSA				
<b>DOCUMENTO REFERENCIA</b>				
IPCC				
<b>OBJETIVO</b>				
Reducir la generación de desechos en la EERSA en Chimborazo.				
<b>ACCIÓN</b>	<b>BENEFICIO</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>META</b>
Dar el correcto tratamiento de todo tipo de residuos con gestores ambientales autorizados o en su defecto con los organismos responsables de sanidad ambiental cantonal.	Aquellos residuos inorgánicos que por su naturaleza, origen o composición puedan ser valorizados o reutilizados podrán ser entregados a recicladores o enviados a un relleno sanitario, mientras que los residuos orgánicos para que tenga una correcta disposición final deberán ser enviados a un relleno sanitario autorizado.	Informes ambientales realizados por el Departamento del Ambiente	Registro fotográfico de los recipientes (tachos) para los desechos  Informes	Realizar una correcta disposición final de los desechos producidos y disminuir su producción en relación al año anterior
Capacitar al personal acerca de la clasificación adecuada de los desperdicios generados para su correcta ubicación.	Esto permitirá que el personal tenga conocimiento de la clasificación de los desechos desde su origen, almacenamiento y disposición final.	(# funcionarios capacitados / # Total funcionarios) * 100	Registros de asistencias a charlas y capacitaciones	

Realizado por: Granizo, M & Pérez, V, 2023

### **4.3. Discusión**

Lo que pretendimos con esta investigación fue identificar y cuantificar aquellas emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas por la EERSA durante el año 2021, específicamente de las actividades administrativas como de transporte. A continuación, se discutirán los principales hallazgos obtenidos en este estudio.

Un reporte anual que trata sobre la brecha de emisiones, menciona que, a pesar de que la crisis del COVID19 ralentizó momentáneamente la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en el año 2020, todavía el mundo está en camino a un aumento catastrófico de temperatura superior a los 3°C sobre los niveles preindustriales para este siglo. A partir del 2010, las emisiones de gases que causan el calentamiento global han registrado un crecimiento de 1,3% anualmente. El 2019 fue el año de mayor emisión y llegó a un 2,6% debido al gran aumento de incendios forestales.

Enfocándonos más en nuestro país, en Ecuador las emisiones de CO<sub>2</sub> en el 2021 han crecido 7,108 megatoneladas, lo que equivale a un 20,89% respecto a 2020. A nivel mundial, en el 2021 las emisiones han sido de 41,141 Megatoneladas, dentro del Rankin de países por emisiones de CO<sub>2</sub>, Ecuador estuvo en el número 124, mismo que está formado por 184 países, en el que se ordenan los países de menos a más contaminantes (Datos macro, 2021).

Se obtuvo un valor total 1298,12 toneladas de CO<sub>2</sub>EQ emitidas por la EERSA, de las fuentes de emisión, la que más contribuye a la huella de carbono es el consumo de combustibles, con un valor de 1124,27 toneladas de CO<sub>2</sub> emitido. Comparándolo con una investigación realizada en la tesis “DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO CORRESPONDIENTE A LAS ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y DE TRANSPORTE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS”, donde se obtuvo un valor total de 470,1 toneladas de CO<sub>2</sub> EQ, con una muestra y características de población similares, se puede deducir que se encuentra en un valor elevado.

### **4.4. Comprobación de la hipótesis**

Se obtuvo un valor de 1298,12 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes producidos por la EERSA, comprobando así que el 87% de las emisiones corresponde a las producidas por el consumo de combustible. La huella per cápita es de 6,04 toneladas de CO<sub>2</sub> eq/año, este valor es superior al establecido por el banco mundial para cada ecuatoriano (2,4 toneladas/año).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- Se determinó que la huella de carbonó proveniente de las actividades administrativas y de transporte de los edificios administrativos y agencias de recaudación de la EERSA de la provincia de Chimborazo durante el año 2021 fue de 1298,12 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, se pretende que la información resultante sirva de base para el cálculo de la huella de carbono de años posteriores y permitirá conocer si existe disminución sustancial de al menos el 30% de emisión de GEI a lo largo del tiempo.
- Se diagnosticó la situación institucional referente a las actividades realizadas por trabajadores, personal del área administrativa y de transporte de la EERSA. Se logró identificar que dentro de las emisiones generadas por las fuentes que son propiedad de la empresa o ejercen un control sobre ellas, al igual que las actividades u operaciones que realizan dentro de las instalaciones, la combustión móvil de los vehículos utilizados para la movilización del personal representa el 86,61% de las emisiones GEI por la EERSA y respecto al consumo de energía eléctrica la mayor parte del horario laboral los equipos eléctricos siempre se encuentran prendidos al igual que las luminarias, siendo necesario que los mismos sean apagados durante el horario de almuerzo o si el personal no se encuentra en su oficina. Referente a la generación de desechos se obtuvo un valor mínimo ya que la empresa ya cuenta con un Programa de reciclaje y Gestión de desechos Peligrosos y Especiales. A la vez la producción de especies forestales y fruto maderables en viveros comunales, en el área de influencia de las Centrales de Generación Alao, Rio Blanco y Nizag, como medida de compensación.
- Se identificó las fuentes de emisión y establecimientos que aportan mayor cantidad de gases de efecto invernadero en la EERSA. Las fuentes de emisión son las comprendidas en el alcance 1, 2, 3 que corresponden al consumo de combustible por parte de los vehículos institucionales, uso de energía eléctrica, consumo de agua y generación de desechos en los edificios administrativos y agencias de recaudación de la provincia de Chimborazo. Se obtuvo valores para cada uno de los Alcances con el fin de determinar cuál era el que generaba mayor cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> y se determinó para el alcance 1 un valor de 1124.27 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, las fuentes directas son las que mayor relevancia presentaron en el 2021. Las principales actividades de la EERSA que generan emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente son el consumo de hidrocarburos (diésel-

gasolina) para la movilización del personal de la institución y el consumo de energía eléctrica. La huella de carbono de cada trabajador de la EERSA es de 6,04 toneladas de CO<sub>2</sub> eq/año. Este valor es superior al establecido por el banco mundial para cada ecuatoriano (2,4 toneladas/año), siendo necesario aplicar proyectos para alcanzar la neutralidad del carbono. Los valores de consumo per cápita mostraron que la agencia de Alausí consume mayor cantidad de diésel, Chunchi representa el mayor consumo de gasolina y agua potable y la agencia de Guamate realiza el mayor consumo de energía eléctrica.

- Se propuso un plan de acción ambiental para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por la EERSA, que se componen de los siguientes subplanes: consumo de combustible, consumo de energía eléctrica, consumo de agua, consumo de papel y generación de desechos. En base a la fuente que produce una mayor emisión de CO<sub>2</sub> realizamos un análisis más profundo en las acciones enfocadas en el consumo de combustible, proponiendo que la empresa realice revisiones técnicas vehiculares de manera semestral para llevar un control riguroso del funcionamiento de los motores de los vehículos, reduciendo así las emisiones de GEI; la renovación del parque automotor permitirá reemplazar los vehículos de periodos anteriores que generan mayor cantidad de emisión de CO<sub>2</sub> por vehículos híbridos y/o eléctricos que son más amigables con el ambiente. Todos los planes de acción se realizaron con el objeto de mitigar y reducir la huella de carbono corporativa.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que la EERSA acoja y ejecute el Plan de acción propuesto en la presente investigación.
- Los resultados de huella de carbono anual que se obtengan deberán ser analizados por la EERSA, los mismos que harán cambios o mejoras en; los sistemas de dotación de agua, uso racional de energía, mantenimiento programado a los vehículos, realizar charlas más continuas al personal sobre los avances en tema de edificio verde y carbono neutro.

## **GLOSARIO**

**Cambio climático:** cambio en la temperatura del planeta debido a las actividades antropogénicas a lo largo de los años.

**CO<sub>2</sub> eq:** medida expresada en toneladas de la cantidad de emisión de los diferentes gases de efecto invernadero.

**Emisión directa:** emisiones controladas por parte de una empresa y son de su propiedad.

**Emisión indirecta:** emisiones producto de actividades de una empresa, pero ocurren por fuentes de otras empresas.

**Emisiones:** descarga que puede ser continua o discontinua de materiales, sustancias o cualquier otro elemento hacia la atmósfera la cual puede ser producto de distintas fuentes.

**Factor de emisión:** se refiere a un valor asociado a la cantidad de contaminación emitida a la atmósfera y la actividad que genera emisiones.

**Gases de efecto invernadero:** gases ubicados en la atmósfera producto de las actividades diarias ya sean de origen natural o antropogénica que producen impactos como la radiación.

**Huella de carbono:** indicador ambiental que refleja la cantidad de gases efecto invernadero que emite una persona, animal, producto u organización.

**Indicador:** parámetros usados para reflejar el estado de un sistema complejo o medio a estudiar.

## BIBLIOGRAFÍA

**ARAYA, F. G.** *Metodología para la investigación geográfica* [blog]. [Consulta; 06 julio 2022], Disponible en: <http://fabiolagomez.blogspot.com/2009/12/glosario.html>

**CASTRO MOLINA.** *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. Babahoyo, Ecuador. *RECIMUNDO*, 2020. [Consulta; 06 julio 2022]. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>

**CARABALÍ, Jennifer & ZABALA Rolando.** Determinación de la huella de carbono correspondiente a las actividades administrativas y de transporte del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 74-108. [Consulta: 2023-02-01]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1490>

**DATOS MACRO.** *Ecuador – Emisiones de CO2* [blog]. Ecuador, 2021. [Consulta; 06 julio 2022]. Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/ecuador#:~:text=Las%20emisiones%20de%20CO2%20en,de%20menos%20a%20m%3%A1s%20contaminantes.>

**DE TAPIA, R., ROMÁN ORTEGA, F., FERNÁNDEZ, R., MARTÍN, A., SALVADO, M., & ESPINOSA, F.** *Manual sobre el protocolo de Kioto*. Salamanca: IBERDROLA, 2005.

**FROHMANN, A., & OLMOS, X.** *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático* [en línea]. Naciones Unidas, Santiago de Chile. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2013. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4101/S2013998rev1.pdf>

**GUEVARA Gladys, VERDESOTO Alexis, ESTHER Nelly,** ICLEI, C40 Cities, & World Resources Institute. *Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria* [en línea]. Estados Unidos. Creative Commons, 2014. [Consulta: 23 junio 2022]. Disponible en: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/GHGP\\_GPC%20%28Spanish%29.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf)



**I. E. A.** *Energy Statistic Manual* [en línea]. Francia, Paris. STEDI, 2004. [Consulta: 02 febrero 2023]. Disponible en: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/67fb0049-ec99-470d-8412-1ed9201e576f/EnergyStatisticsManual.pdf>

**IPCC.** *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. En N. Paciornik, & K. Rypdal, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* Japón: Instituto para las Estrategias Ambientales Globales, 2006, pp. Volumen 1; 5.

**KALLA, S.** *Estudio correlacional* [blog]. Explorable.com, 2011. [Consulta; 06 julio 2022]. Disponible en: <https://explorable.com/es/estudio-correlacional>

**LARIOS, J.** *Calentamiento global al borde del límite.* Córdoba, España: INET, 2008.

**MAE.** *Informe factor de emisión del sistema nacional interconectado de Ecuador al año 2012* [en línea]. Quito, Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2012. [Consulta: 02 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/Factor-de-emisi%C3%B3n-2013-PUBLICADO.pdf>

**MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA.** *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un Plan de mejora de una organización* [en línea]. España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2017. [Consulta: 25 junio 2022]. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia\\_huella\\_carbono\\_tcm30-479093.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf)

**PEÑAFIEL VILLARREAL, F., ANDRADE RIVADENEIRA, A. K., & DÉFAZ VISUETE, G. S.** Cálculo de la huella ecológica de la empresa pública metropolitana de agua potable y saneamiento (EPMAPS) - edificio matriz a y b, y la unidad de operaciones norte de saneamiento [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2012. pp. 213. [Consulta: 2023-03-11]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/410>

**RECALDE María, PÁEZ Juan, ZUMARRAGA Kerwin, HARO Ramiro, & ANDRADE Maritza.** *La huella del carbono y la campaña de marketing verde* [en línea]. Quito, Ecuador: El Conejo, 2018. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19411/1/La%20huella%20del%20carbono.pdf>

**RUDNICK, H.** “Controlar el Cambio Climático”. *Revista Universitaria* [en línea], 2009, (Chile) 103, pp. 26-31. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <http://web.ing.puc.cl/~power/mercados/huellacarb/conclusiones.html>

**TEIXIDÓ, C.M.** Implementación de técnicas moleculares para la detección y cuantificación del agente de biocontrol *Pantoea agglomerans* CPA-2. [En línea] (Tesis). (Doctorado) Unión Europea, Lleida, 2017, pp. 27. [Consulta: 2023-02-01]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/285968/Tlsm1de1.pdf;jsessionid=C23C6A4252B30A2E4C884A1F5A53129D?sequence=5>

**VARGAS TIPÁN Leni, & GÓMEZ YÁNEZ Christian.** Medición y evaluación de las emisiones de material particulado y opacidad en una flota de vehículos con motor ciclo diésel, utilizando una mezcla de diésel con 20% de queroseno. [En línea] (Tesis). (Maestría) EPN, Quito, Ecuador. 2017. pp. 45. [Consulta: 2023-02-01]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17596>

**VIGLIZZO, E. F.** “Huella de carbono, ambiente y agricultura en el Cono Sur de Suramérica”. PROCISUR, IICA [en línea], 2011, (Argentina), pp. 47. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b2087e/B2087e.pdf>

**ZAMORA MARTÍNEZ, M. C.** “Cambio climático”. *Revista mexicana de ciencias forestales*, n° 6 (2015), (México) pp. 04-07.



ANEXOS

ANEXO A: FACTURAS DEL CONSUMO DE AGUA



**EP EMAPAR**  
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

R.U.C.: 0660836910001  
**FACTURA**  
No. 001-091-000009870

NUMERO DE AUTORIZACION:  
130520210106608369100012001091000098704309976011

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION: 13/05/2021 11:48:57

AMBIENTE: Producción  
EMISION: Normal

CLAVE DE ACCESO:  


EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE RIOBAMBA  
Dir Mayor: EP EMAPAR - LONDRES 0750 Y JUAN FELIX PROAÑO  
Dir Seguridad EP EMAPAR - LONDRES 0750 Y JUAN FELIX PROAÑO

Obligado a llevar contabilidad: SI


Razón Social / Nombres y Apellidos: EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A RUC / CI: 069000512001  
Fecha Emisión: 13/05/2021 Guía Remisión:

Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Subsidio	Precio Sin Subsidio	Descuento	Precio Total
1	1.0	2105-consumo agua	83.75	15.7	100.45	0.00	83.75
2022	1.0	2105-servicio agua potable fijo	3.05	0.0	3.05	0.00	3.05
2023	1.0	2105-servicio alcantarillado fijo	2.14	0.0	2.14	0.00	2.14
2	1.0	2105-servicio alcantarillado variable	58.62	11.69	70.31	0.00	58.62
3	1.0	2105-servicio de aseo publico y recolección de basura	9.37	0.0	9.37	0.00	9.37

Información Adicional:  
Domicilio: LARREA 22 60 Y 1RA. CONSTITUYENTE  
email: facturas.electronicas@eersa.com.ec  
Telefono: 2960-045  
Concepto: Abril del 2021  
Cuenta: 15838 AV. 9 DE OCTUBRE Y SARAJEVO Barrio LA FLORIDA  
Recaudador: VERONICA MARLENE RAMIREZ ESCORZA

**TU GOBIERNO SUBSIDIA ESTE PRODUCTO**

Forma De Pago	Valor
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	158.93




**EPMAPACH**

R.U.C. 0660836080001  
**FACTURA**  
Nro. 001-001-000124163

NUMERO DE AUTORIZACION:  
0911202101066083608000120010010001241630000013412

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION: 09/11/2021 14:23:18

AMBIENTE: PRODUCCION  
EMISION: NORMAL

CLAVE DE ACCESO:  


EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA  
Direccion: GENERAL CORDOVA Y CAPITAN  
Matriz: RICAURTE  
Direccion: GENERAL CORDOVA Y CAPITAN  
Secundaria: RICAURTE

CONTRIBUYENTE ESPECIAL Nro.: 1234  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI


Razón Social/Nombres y Apellidos: EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A Identificación: 069000512001  
Fecha de Emisión: 09/11/2021

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant.	Descripción	Detalle Adicional	Precio Unitario	Subsidio	Precio Sin Subsidio	Descuento	Precio Total
14031001		1	SERVICIO DE AGUA POTABLE	Consumo(m3): 0	2.50	0.00	0.00	0	2.50
13011001		1	SERVICIO DE RECOLECCION DE BASURA		4.00			0	4.00
14033000		1	ALCANTARILLADO		0.77			0	0.77
13010001		1	SERVICIO SERVIDO ADMINISTRATIVO		0.60			0	0.60

**INFORMACION ADICIONAL**

EMAIL: egrunha@eersa.com.ec  
Codigo: 080123  
MES DE CONSUMO: OCTUBRE  
AÑO DE CONSUMO: 2021  
FECHA MAXIMA DE PAGO: 07/12/2021  
DIRECCION CLIENTE: AV. CHIMBORAZO  
CATEGORIA: 2 COMERCIAL  
Nro. MEDIDOR: 16361493  
Agente de Retención: 0001

Este documento no constituye un comprobante de pago.  
Considere la fecha pago y e vite la generación de intereses de mora y sanciones.




**GADMC ALAUSÍ**

R.U.C.: 0660000410001  
**FACTURA**  
No. 001-001-000453334

NUMERO DE AUTORIZACION:  
1008202101066000400012001001000453334124467812

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION: 2021-05-12T16:32:56-05:00

AMBIENTE: Producción  
EMISION: Normal

CLAVE DE ACCESO:  


GAD. MUNICIPAL DEL CANTÓN ALAUSÍ  
GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN ALAUSÍ

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

Dirección Matriz: AV. SDE JARMO DE RICAURTE ESQ  
Dirección Secundaria: AV. SDE JARMO DE RICAURTE ESQ

Razón Social / Nombres y Apellidos: EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A Identificación: 069000512001  
Fecha Emisión: 10/10/2021 Guía Remisión:  
Emisión: ALAUSÍ, SDE OCTUBRE ENTRE VALLALVA Y GARCIA MORSHO

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant.	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
3478	3478	1	ASEO PUBLICO	1.00	0.00	1.00
2007	2007	1	COSTO DE FACTURACION	1.00	0.00	1.00
2006	2006	1	COSTO DE EMISION	1.00	0.00	1.00
2005	2005	1	ALCANTARILLADO	0.50	0.00	0.50
2003	2003	1	CONSUMO DE AGUA	0.60	0.00	0.60
3028	3028	1	BASURA	0.50	0.00	0.50

Información Adicional

Subtotal 12%	0.00
Subtotal IVA 0%	4.00
Subtotal SIN IMPUESTOS	4.00
IVA 12%	0.00
VALOR TOTAL	4.00

Información Adicional:  
Direccion: ALAUSÍ, SDE OCTUBRE Pas. Medlar  
email: facturas.electronicas@eersa.com.ec  
Categoría: 4  
Nro. Medidor: 9 de Octubre  
Email: facturas.electronicas@eersa.com.ec  
Nro. Cuenta/Centro: 02-1205  
PERIODO: 2021-7

Forma De Pago	Valor
RETRIBUCIONALES SISTEMA FINANCIERO	4.00

**ANEXO B: VISITA A AGENCIA GUAMOTE PARA  
DE MUESTRAS RECOLECCIÓN**



## ANEXO C: LECTURAS DE MEDIDORES DE LA EERSA

Instalación Tratar Pasar a Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Visual instalación: 4003091355**

Perfil de carga Vista de cálculo Interfase RTP

Instalación 4003091355 Instalación no desconectada ValConcr  
 Sector 01 Servicios Electricos Aparatos  
 Punto de suministro 5003442013 RIOBAMBA, PRIMERA CONSTITUYENTE 23 HistApar  
 Contrato actual 3002767743 MIGRADO  
 Interloc.com.actual 1100348527 EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A. / JUAN LARREA 22-60  
 Grupo autoriz. 0600

Datos temporales

Válido de	Valdez a	ClCál	Tp.tarifa	Ramo	Sis...	ZonaT...	Contr.con...	E.. Un.
10.10.2015	31.12.9999	DIST	BTCGCD040				15-SINGIVO	150

Control de cálculo/lectura

Huso horario UTC-5 UTC-05 Referencia  
 Tipo período base Período anterior Período año anterior  
 Ctr.lectura Z001 Zona Accesible ID cal.festivos  
 Motivo bloq.lectura

Más información

Cl.instal.	MotGarantSumin	NivTensión	Autoconsumo	Baja tensión
0003		B		

Deregularización

Cl.serv.	Status desreg.	Stat.liberación

Punto notificación

Red	Nivel de red	EmprDistr	RIOBAMBA
0000141879	B7		

Válido de 10.10.2015 Tmpo. 00:00:00 Valdez a 31.12.9999 Tmpo. 23:59:59

Den.pto.notif. 1500077396

Escenar.sumin. No existen contratos/servicios

ES Notas de la instala

**Visual instalación: 4003201682**

Perfil de carga Vista de cálculo Interfase RTP

Instalación 4003201682 Instalación no desconectada ValConcr  
 Sector 01 Servicios Electricos Aparatos  
 Punto de suministro 5003524948 CUMANDÁ, AV LOS PUENTES HistApar  
 Contrato actual 3002866703 MIGRADO  
 Interloc.com.actual 1100348527 EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S. A. / JUAN LARREA 22-60  
 Grupo autoriz. 0600

Datos temporales

Válido de	Valdez a	ClCál	Tp.tarifa	Ramo	Sis...	ZonaT...	Contr.con...	E.. Un.
20.05.2022	31.12.9999	DIST	BTCGCD040				15-SINGIVO	150
07.01.2008	19.05.2022	DIST	BTCGSD040				15-SINGIVO	150

Control de cálculo/lectura

Huso horario UTC-5 UTC-05 Referencia  
 Tipo período base Período anterior Período año anterior  
 Ctr.lectura Z001 Zona Accesible ID cal.festivos  
 Motivo bloq.lectura

Más información

Cl.instal.	MotGarantSumin	NivTensión	Beneficio Público	Baja tensión
0011		B		

Deregularización

Cl.serv.	Status desreg.	Stat.liberación

Punto notificación

Red	Nivel de red	EmprDistr	RIOBAMBA
0000147942	B8		

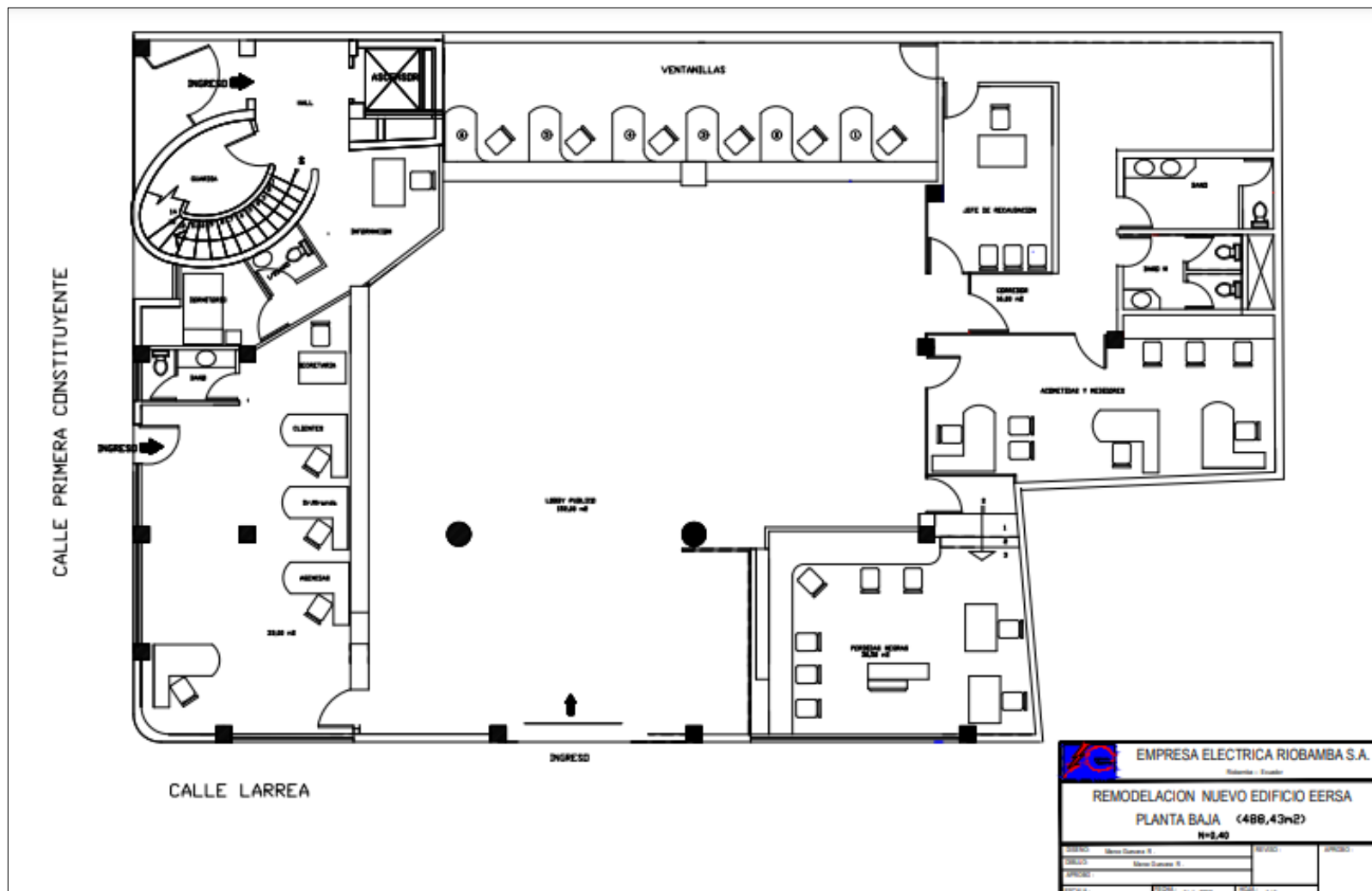
Válido de 07.01.2008 Tmpo. 00:00:00 Valdez a 31.12.9999 Tmpo. 23:59:59

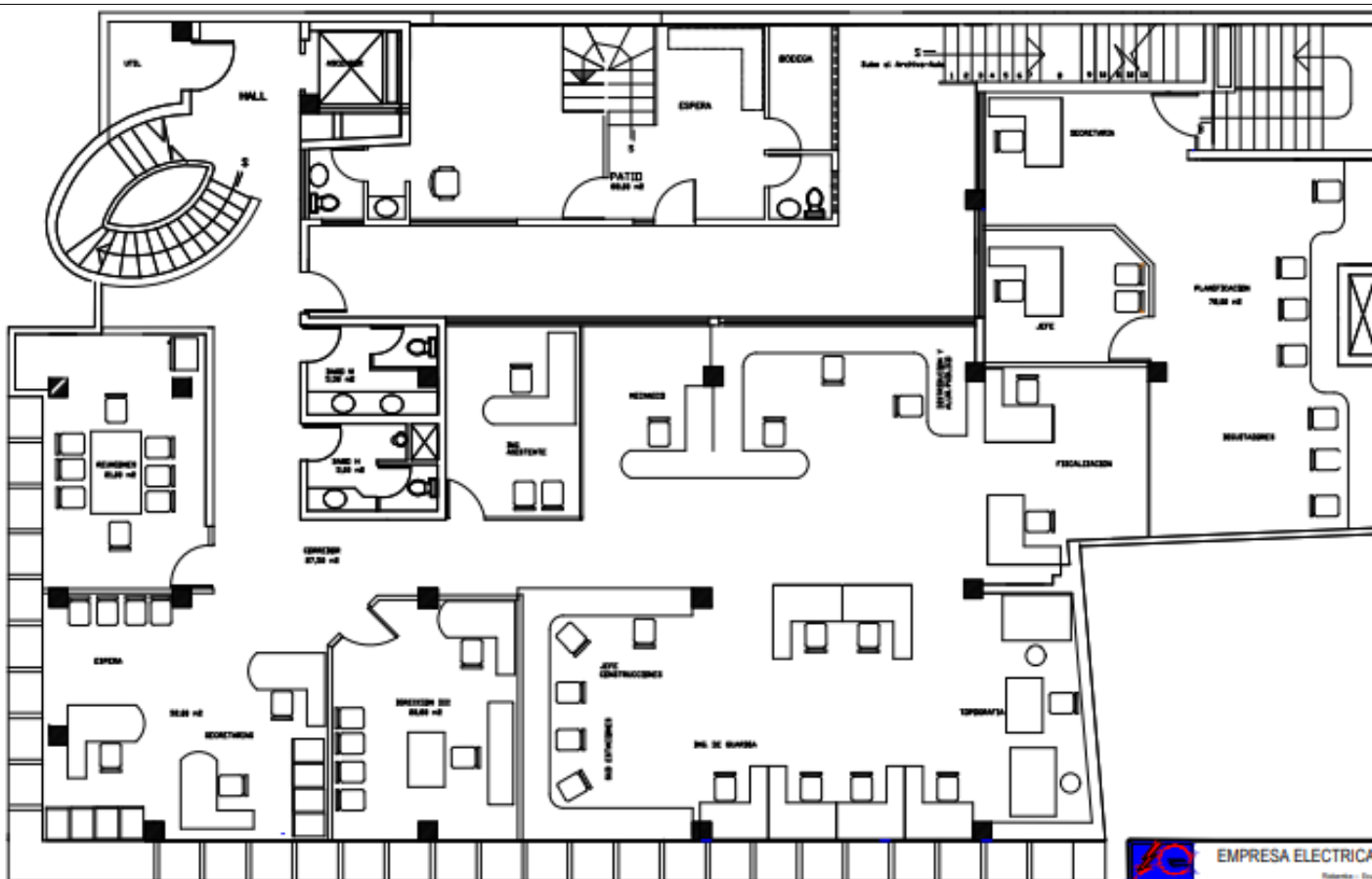
Den.pto.notif. 1501509546

Escenar.sumin. No existen contratos/servicios

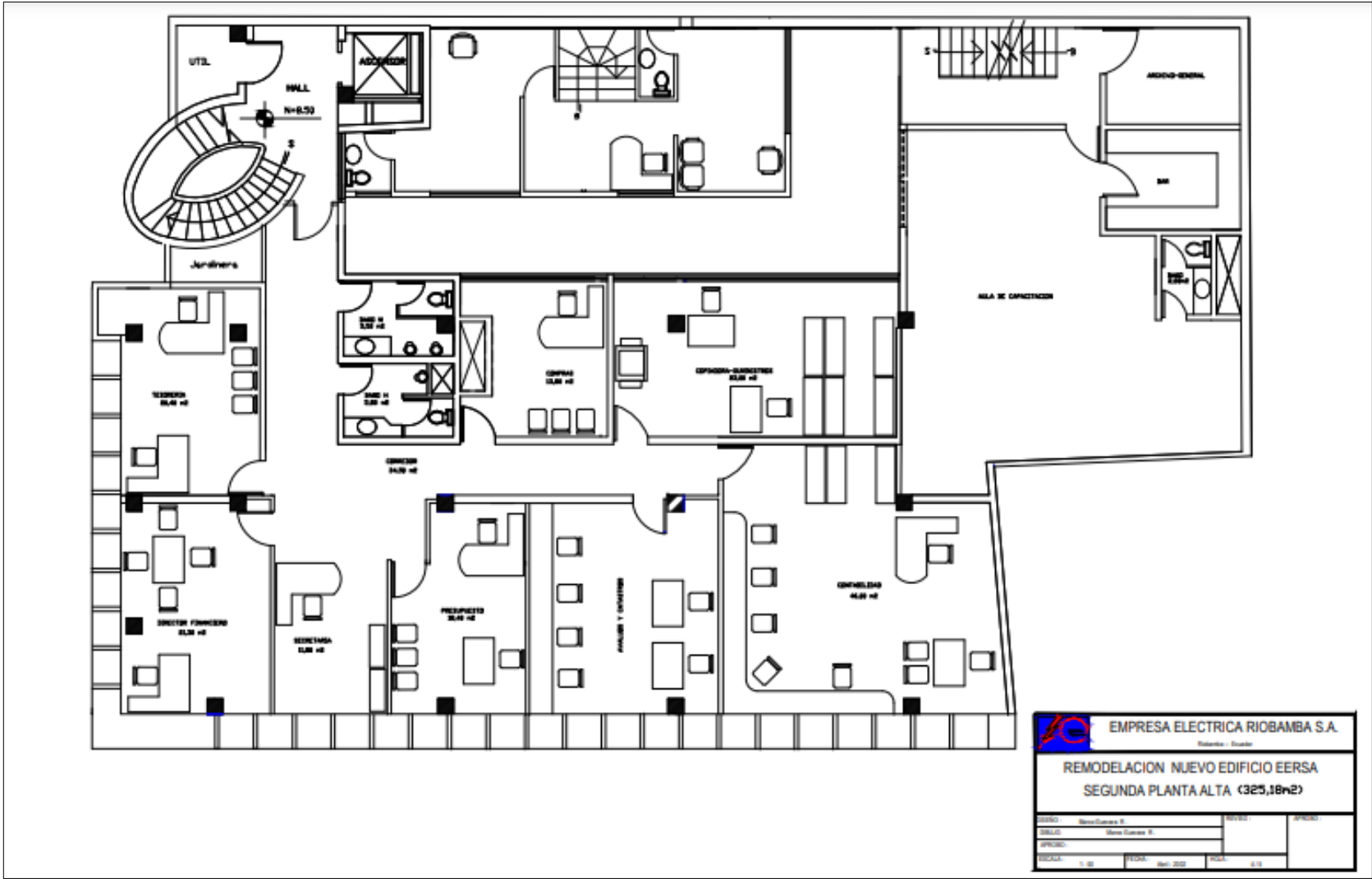
ES Notas de la instala

ANEXO D: PLANOS EERSA



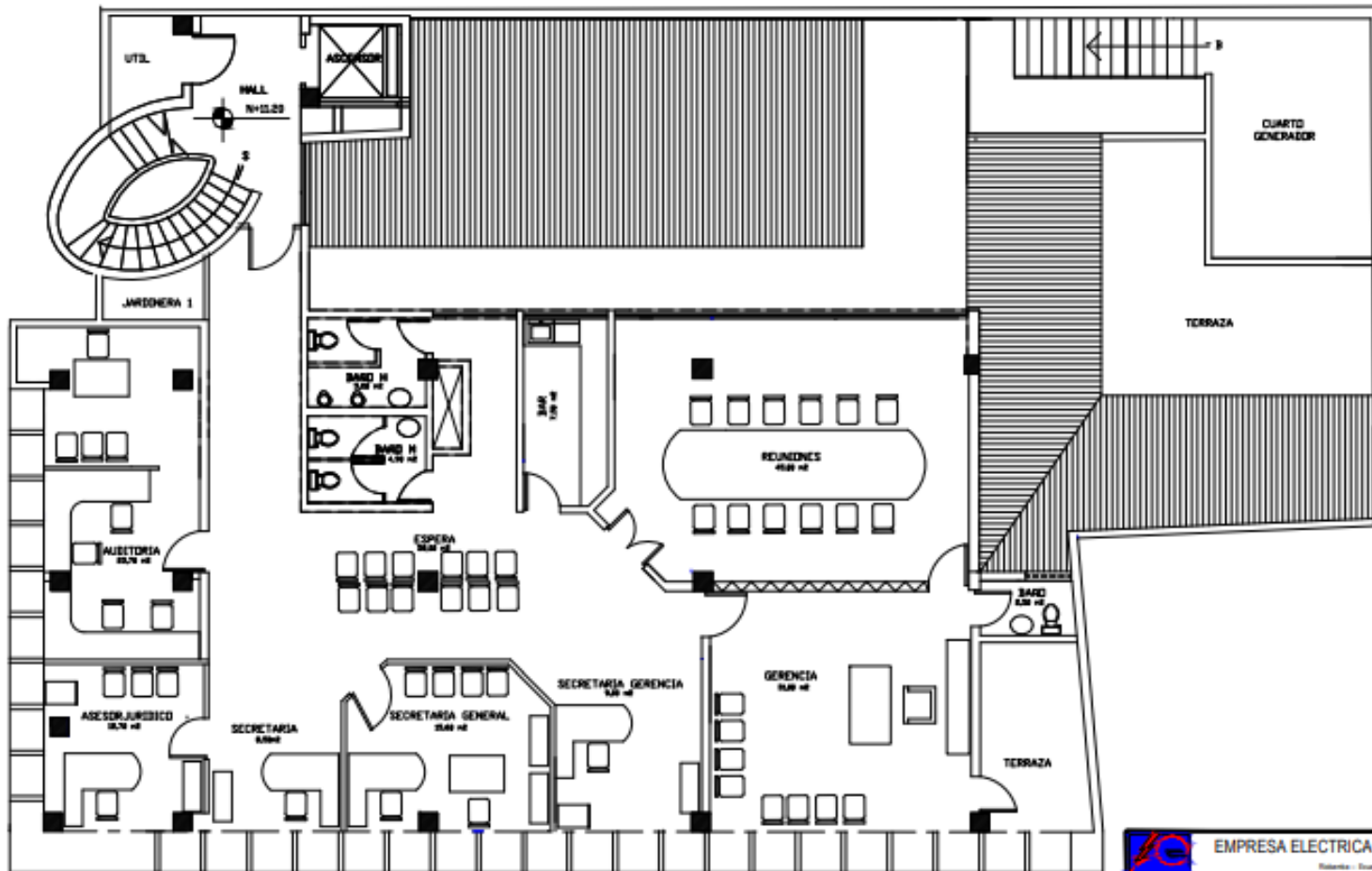


 <b>EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.</b> <small>Riobamba - Ecuador</small>	
<b>REMODELACION NUEVO EDIFICIO EERSA</b> <b>PRIMERA PLANTA ALTA (383,50m2)</b>	
DISEÑO: <small>Alonso Caceres S.</small> DIBUJO: <small>Alonso Caceres S.</small> APROBADO: ESCALA: 1:50	FECHA: <small>Jun 2005</small> HOJA: 1/1



 <b>EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.</b> Riobamba - Ecuador		<b>REMODELACION NUEVO EDIFICIO EERSA</b> <b>SEGUNDA PLANTA ALTA (325,18m2)</b>	

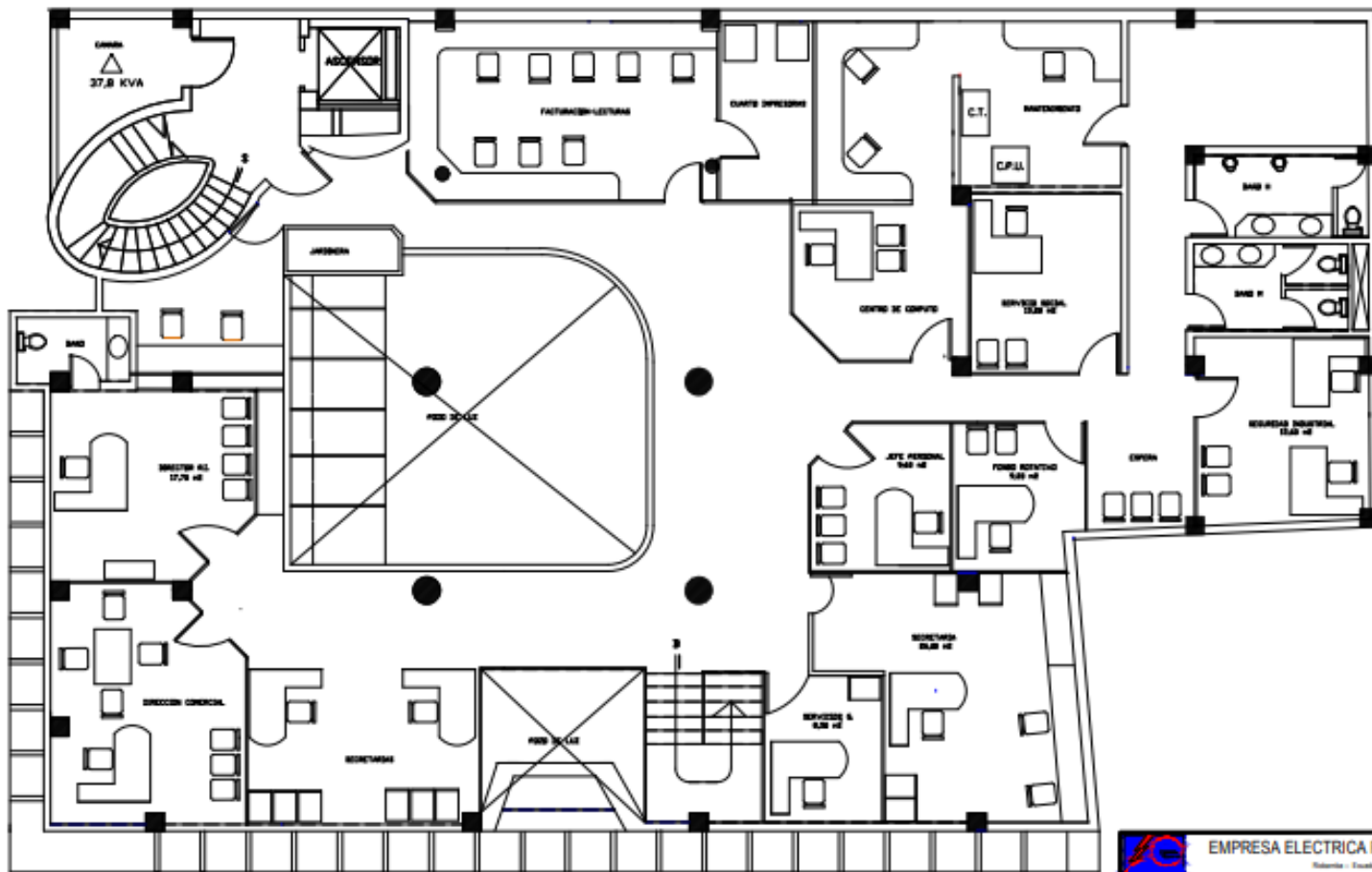




**EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.**  
 Riobamba - Ecuador

**REMEDIACION NUEVO EDIFICIO EERSA  
 TERCERA PLANTA ALTA (270,73m<sup>2</sup>)**

CLIENTE: <b>Mano Quiroga S.</b>	PROYECTO:	ARQUITECTO:
DISEÑO: <b>Mano Quiroga S.</b>		
INGENIERO:		
ESCALA: 1:50	FECHA: Abril 2002	PAG: 018



 <b>EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.</b> Riobamba - Ecuador	
<b>REMODELACION NUEVO EDIFICIO EERSA          PLANTA MEZANINE (426,49m2)</b>	
DISEÑO: Marco Quintero S. DISEÑO: Marco Quintero S. APROBADO: FECHA: 1.00	ESCALA: 1:50 FECHA: Mar 2022 PÁGINA: 2/3

ANEXO E: ENCUESTA REALIZADA A LOS TRABAJADORES DE LA EERSA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL  
ENCUESTA PARA MEDIR LA HUELLA DE CARBONO DE LA EERSA

1. EDAD 24 2. GÉNERO M
3. Departamento al que pertenece Talento Humano
4. ¿Cuál es su horario de trabajo? 08:00 A 17:00
5. ¿Cuenta con una computadora en su lugar de trabajo? SI  NO
6. Si la respuesta anterior fue SI, ¿cuántas horas usa su computador?  
(aproximadamente) 8 h
7. ¿Cuántas veces descarga el tanque de agua del inodoro? 3
8. ¿Cuántas veces se lava las manos en su jornada de trabajo? 5
9. En un promedio, ¿Cuántas hojas de papel usa en la semana? y ¿Cuántas envía al reciclaje?  
Usadas: 150  
Recicladas: 50
10. Durante su jornada de trabajo, para la iluminación requiere de:
  - a) Luz Solar
  - b) Energía eléctrica
11. Si la respuesta anterior fue energía eléctrica, ¿cuántas horas requiere de la misma?  
8 h
12. Durante su jornada de trabajo, ¿consume algún alimento? SI  NO
13. Si la respuesta anterior fue SI, ¿qué residuos genera?
  - a) Fundas
  - b) Envases de cartón
  - c) Botellas de plástico
  - d) Utensilios de plástico
  - e) Servilletas
  - f) Residuos orgánicos
  - g) Otros \_\_\_\_\_
14. ¿En su jornada laboral utiliza un vehículo institucional? SI  NO
15. Si la respuesta anterior fue SI, ¿cuántos kilómetros recorre diario?  
(aproximadamente) \_\_\_\_\_
16. ¿Qué combustible consume el vehículo? (Súper/Extra/Diésel)





epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 22 /12/ 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Melany Nicole Granizo Valles Valeria Monserrath Pérez Mazón
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería en Biotecnología Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniera en Biotecnología Ambiental
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1705-DBRA-UPT-2023

