

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**Trabajo de fin de carrera titulado:**

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE  
CARBONO A LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO 2012”**

**Realizado por:**

**OSCAR GABRIEL ENRÍQUEZ PUYOL**

**Director del proyecto:**

**M.Sc. FRANCISCO NEIRA**

**Como requisito para la obtención del título de:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**2012-2013**

## **DECLARACION JURAMENTADA**

Yo, OSCAR GABRIEL ENRÍQUEZ PUYOL, con cédula de identidad # 171708339-6, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Oscar Gabriel Enríquez Puyol  
C.C.: 171708339-6

## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO A LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO 2012”**

Realizado por:

**OSCAR GABRIEL ENRÍQUEZ PUYOL**

como Requisito para la Obtención del Título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

ha sido dirigido por el/la Profesor (a)

**FRANCISCO NEIRA BRITO**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Francisco Neira

# **DECLARATORIA PROFESORES TRIBUNALES**

## **LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**FRANCISCO NEIRA**

**ALONSO MORETA**

**ANTONIO VILLARUEL**

Después de revisar el trabajo presentado, por el alumno **NOMBRE COMPLETO DEL ALUMNO**

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador

**FRANCISCO NEIRA**

**ALONSO MORETA**

**ANTONIO VILLARUEL**

Quito, 25 de septiembre de 2013

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios, por ser el pilar en mi vida y darme las fuerzas necesarias en los momentos más difíciles. A mis padres Óscar y Paulina, quienes siempre han creído en mí y me han brindado su apoyo incondicional en toda la carrera estudiantil. A mis hermanos Mathías y Jossías por ser mis compañeros de toda la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales porque me ha brindado por medio de sus profesores, todos los conocimientos intelectuales y destrezas para llegar a ser un buen profesional y sobre todo una buena persona.

A la Empresa Eléctrica Quito, en la persona del Dr. Marcelo Chango M., Director de Participación Socio Ambiental, por la apertura para la elaboración del presente trabajo y por permitirme cada día aprender y desarrollarme en el ámbito laboral y profesional.

## INDICE DEL CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	9
INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 PRONÓSTICO.....	11
1.2 CONTROL DE PRONÓSTICO.....	11
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	11
1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	11
1.5 OBJETIVO GENERAL.....	12
1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.7 JUSTIFICACIONES .....	12
1.8 MARCO TEORICO .....	12
1.8.1 ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA .....	12
LA HUELLA DE CARBONO DEL PROGRAMA FACE DE FORESTACIÓN DEL ECUADOR PROFAFOR S.A. Y EL CAMINO HACIA SU NEUTRALIDAD .....	13
CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (EPMAPS) – EDIFICIO MATRÍZ A Y B, Y LA UNIDAD DE OPERACIONES NORTE DE SANEAMIENTO.....	13
1.8.2 ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA .....	14
1.9 MARCO CONCEPTUAL .....	14
HUELLA DE CARBONO .....	14
CAMBIO CLIMÁTICO .....	15
EFECTO INVERNADERO .....	16
GASES DE EFECTO INVERNADERO .....	16
NORMA ISO 14064.....	17
GHG PROTOCOL / PROTOCOLO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO ....	17
DIRECTRICES DEL PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC) .....	17
1.10 HIPÓTESIS .....	18
1.10.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES .....	18

CAPÍTULO II.....	19
MÉTODO.....	19
NORMA ISO 14064 -1 .....	20
METODOLOGÍA GHG PROTOCOL.....	21
DIRECTRICES DEL PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC) .....	24
2.1 NIVEL DE ESTUDIO.....	25
2.2 MODALIDAD DE INVESTIGACION .....	25
2.3 MÉTODO .....	25
2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	26
2.5 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION.....	26
2.6 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS .....	26
2.7 PROCESAMIENTO DE DATOS .....	26
CAPITULO III.....	27
HUELLA DE CARBONO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.....	27
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO .....	28
3.1.1 MISIÓN.....	28
3.1.2 VISIÓN .....	28
3.1.3 ORGANIGRAMA .....	28
3.1.4 ORGANIGRAMA POR INFRAESTRUCTURA .....	30
3.1.5 ACTIVIDADES QUE REALIZA LA EEQ .....	31
3.2 INVENTARIO DE EMISIONES .....	31
3.2.1 LIMITES ORGANIZACIONALES.....	31
3.2.2 LIMITES OPERACIONALES .....	31
3.2.3 AÑO BASE PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO .....	32
3.2.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIONES .....	32
3.2.4.1 Emisiones por consumo de diesel para generación. ....	33
3.2.4.2 Emisiones por consumo de diesel y gasolina para transporte. ....	34
3.2.4.3 Emisiones por consumo de electricidad.....	35

3.2.4.4 Emisiones por consumo de papel .....	36
3.2.4.5 Emisiones por consumo de agua potable .....	38
3.2.4.6 Total de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero EEQ .....	39
3.2.4.7 Emisiones de GEI por empleado de la EEQ .....	40
CAPÍTULO IV.....	41
DISCUSIÓN.....	41
4.1 CONCLUSIONES.....	42
4.2 RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA .....	43

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Consumo de Diesel para generación año.....	33
Tabla 2. Emisiones de GEI por diesel de generación 2012.....	34
Tabla 3. Emisiones de GEI por consumo de gasolina y diesel para transporte 2012.....	35
Tabla 4. Emisiones de GEI por consumo de gasolina y diesel para transporte 2012.....	35
Tabla 5. Tipo de papel consumido en kilogramos EEQ - 2012.....	37
Tabla 6. Consumo de agua potable (m <sup>3</sup> ) por edificios de la EEQ 2012.....	38
Tabla 7. Total de emisiones de GEI de la Empresa Eléctrica Quito.....	39

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología MC3.....	14
Figura 2. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor .....	22
Figura No. 3 Estructura Orgánica de la Empresa Eléctrica Quito. ....	29
Figura No. 4 Comparación consumo de diesel de la EEQ 2012.....	34
Figura No. 5 Total de emisiones de GEI, EEQ 2012 .....	39

## **RESUMEN**

La Empresa Eléctrica Quito (EEQ) es una institución que se encarga de generar, distribuir y comercializar energía eléctrica en un área de concesión, que comprende la provincia de Pichincha y parte de las provincias del Napo, Imbabura, Cotopaxi y Sucumbíos. Al desarrollar estas actividades se generan al ambiente emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), entre los cuales está fundamentalmente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La EEQ actualmente contempla el desarrollo y ejecución de prácticas que permitan hacer visible una gestión social y ambientalmente responsable en cumplimiento con sus objetivos como empresa. Sin embargo, no se han realizado estudios referidos al cálculo de la huella de carbono.

Para el cálculo de la huella de carbono de la empresa se consideraron las emisiones producidas por los consumos de: papel, agua potable, energía eléctrica, diesel para transporte, diesel para generación y gasolina, considerando metodologías y herramientas impartidas por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y la norma ISO 14064-1, las cuales están bajo las directrices del IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). La huella de carbono total de la Empresa Eléctrica Quito en el año 2012 fue de 14 976 tCO<sub>2</sub>e.

### **Palabras clave**

Huella de carbono; gases de efecto invernadero (GEI); dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); Empresa Eléctrica Quito

## **ABSTRACT**

Empresa Eléctrica Quito (EEQ) is an institution that is responsible for generation, distribution and sale of electricity in a concession area, comprising the Pichincha province and the provinces of Napo, Imbabura, Cotopaxi and Sucumbíos. In developing these activities are generated at ambient emissions of greenhouse gases (GHGs), among which is primarily carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). The EEQ currently includes the development and implementation of practices to make visible social and environmentally responsible management in accordance with its objectives as a company. However, there have been no studies on the calculation of the carbon footprint.

To calculate the carbon footprint of the company were considered emissions from the consumption of paper, water, electricity, transportation diesel, diesel and gasoline generating, considering methodologies and tools taught by Gas Protocol Greenhouse Effect and ISO 14064-1, which are under the guidelines of the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). The total carbon footprint of Empresa Eléctrica Quito in 2012 was 14 976 tCO<sub>2</sub>e.

### **Key words**

Carbon footprint, greenhouse gases (GHG) carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), Empresa Eléctrica Quito

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

Planteamiento general global. Los problemas ambientales a nivel mundial han ido en crecimiento como efecto del crecimiento acelerado de la población, incremento de la pobreza y el inadecuado manejo industrial como causas fundamentales de la destrucción del planeta.

La humanidad ha logrado grandes avances sociales, industriales y tecnológicos para sobrevivir a un mundo complejo, permitiendo así llevar a cabo una transformación en su calidad de vida. Cada uno de estos avances ha significado, sin embargo, una serie de problemas que afectan al ambiente.

De acuerdo a Sans & Ribas (1989) uno de estos problemas es sin duda alguna el cambio climático, donde una de las variables que lo provocan es la contaminación del aire, la cual se debe a la emisión de cualquier sustancia a la atmósfera produciendo efectos indeseables sobre las personas o el medio.

Una de las causas de este cambio climático es el incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI). Estos gases reducen la eficiencia con la cual la Tierra re-emite la energía recibida al espacio, desembocando en un aumento de la temperatura normal del planeta (Martínez & Fernández, 2000).

Este aumento de la temperatura ha generado muchos impactos dañinos al ambiente como: cambios en el clima, deshielo de glaciares, sequías, entre otras no menos importantes. Provocando así una preocupación a nivel mundial por todos estos hechos para poder contrarrestar las secuelas negativas que afecten a toda forma de vida.

Es importante mencionar que los mayores generadores de los gases de efecto invernadero son las corporaciones, empresas, industrias, fábricas, entre otras, en especial de los países desarrollados, las cuales deben tomar entonces medidas estrictas para reducir dichas emisiones hacia la atmósfera.

La Empresa Eléctrica Quito es una institución que se encarga de generar, distribuir y comercializar energía eléctrica a los habitantes de la ciudad de Quito. Al desarrollar estas actividades se generan al ambiente emisiones, entre las cuales están fundamentalmente las de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La empresa actualmente contempla el desarrollo y ejecución de prácticas que permitan hacer visible una gestión social y ambientalmente responsable en cumplimiento con sus objetivos estratégicos como una de las empresas más grande del país en el sector eléctrico, que está dando las pautas para contribuir al cuidado y protección del ambiente con un manejo racional. Sin embargo, que ha desarrollado algunos programas y proyectos que permiten contribuir a disminuir los efectos del cambio climático, no ha desarrollado por diferentes razones, estudios específicos para determinar el cálculo de la huella de carbono, objeto del presente estudio.

## **1.1 PRONÓSTICO**

Con información consistente, veraz y adecuada sobre los distintos insumos consumidos por la institución, como son: papel bond, agua potable, electricidad, combustible, entre otros, ocupados por los trabajadores y por la central termoeléctrica, se podrá realizar el cálculo de la huella de carbono de la Empresa Eléctrica Quito, mediante la aplicación de la metodologías comúnmente usadas: El protocolo de gases de efecto invernadero desarrollada por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), el estándar de la Organización Internacional de Estandarización ISO 14064-1 para organizaciones, así como las Guías para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2006), que han dado excelentes resultados en otros sectores generadores del desarrollo del país.

## **1.2 CONTROL DE PRONÓSTICO**

Con el cálculo de la huella de carbono, a futuro se modificarán los planes de manejo ambiental que permitan una reducción eficiente de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera, por parte de la Empresa Eléctrica Quito.

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La aplicación de la metodología de Gases de Efecto Invernadero y la Norma ISO 14064-1 para el cálculo de la huella de carbono a la Empresa Eléctrica Quito, permitirá comprender la relación entre la huella de carbono y el consumo de insumos como: papel bond, agua potable, energía eléctrica, diesel para transporte, diesel para generación y gasolina. Es importante mencionar que los cálculos correspondientes a energía eléctrica hacen referencia, exclusivamente a las actividades administrativas desarrolladas por cada uno de los empleados en las instalaciones de la Empresa Eléctrica Quito, y no, de la generación producida por las Centrales de Generación pertenecientes a la empresa.

## **1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero de la Empresa Eléctrica Quito?

¿Qué metodologías y guías internacionales se aplicarán para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de la Empresa Eléctrica Quito?

¿Qué acciones y estrategias permitirán reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provocado por los autoconsumos de los empleados de la Empresa Eléctrica Quito?

## **1.5 OBJETIVO GENERAL**

Aplicar la metodología de Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y la Norma ISO 14064-1 para el cálculo de la huella de carbono a la Empresa Eléctrica Quito al año base 2012, lo que permitirá reducir el consumo de electricidad, papel, agua potable, gasolina y diesel por parte de los empleados.

## **1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.6.1** Identificar las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero de la Empresa Eléctrica Quito.
- 1.6.2** Calcular las emisiones de gases de efecto invernadero de la Empresa Eléctrica Quito, cumpliendo metodologías y guías internacionales, tales como: la Norma ISO 14064-1 y el Protocolo de GEI, considerando las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para inventario de GEI.

## **1.7 JUSTIFICACIONES**

La investigación y aplicación de metodologías que se pretende realizar servirá a la Empresa Eléctrica Quito para que conozca la cantidad toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que emite a la atmósfera y así, realizar acciones para minimizar y reducir las emisiones generadas por el consumo.

Es importante mencionar que la Empresa Eléctrica Quito en coordinación con la Dirección de Participación Socio Ambiental, lleva a cabo programas y gestiones socio ambientales. Sin embargo, no se ha realizado un estudio sobre la huella de carbono empresarial, es por esto que es de gran relevancia desarrollar este estudio.

## **1.8 MARCO TEORICO**

### **1.8.1 ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA**

Actualmente, a nivel nacional existen muy pocas investigaciones y estudios sobre el cálculo de la huella de carbono para empresas y organizaciones.

Sin embargo, las empresas, corporaciones, organizaciones nacionales, preocupadas por la problemática ambiental en el planeta, actualmente están desarrollando múltiples estudios, programas y proyectos que se relacionen con las buenas prácticas ambientales, que ayuden a

contrarrestar los impactos notorios en el ecosistema. A continuación se detallan dos iniciativas desarrolladas en la ciudad de Quito, en base al cálculo de la huella de carbono empresarial y huella ecológica.

#### LA HUELLA DE CARBONO DEL PROGRAMA FACE DE FORESTACIÓN DEL ECUADOR PROFAFOR S.A. Y EL CAMINO HACIA SU NEUTRALIDAD

El cálculo de la huella de carbono de la empresa PROFAFOR S.A. ejecutado por Herrera (2012) consideró las emisiones producidas por el transporte aéreo, transporte terrestre, el consumo de energía eléctrica y consumo de papel, identificadas como las principales fuentes de emisiones de GEI. La metodología y herramientas utilizadas fueron el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), (Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte), la norma ISO 14064-1 con orientación a nivel de organizaciones y las directrices del IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), estas son aceptadas y usadas internacionalmente.

La huella de carbono total de la empresa en el año 2009 fue de 54,64 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e), considerando que en Ecuador, según las estadísticas del Banco Mundial se emite 2 (tCO<sub>2</sub>e) al año per cápita, y para lo cual se consideraron medidas de reducción de emisiones relacionadas con el consumo de papel, eficiencia energética y eficiencia en transporte, además de medidas de compensación que le permitiría a la empresa llegar a ser carbono neutral.

#### CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (EPMAPS) – EDIFICIO MATRÍZ A Y B, Y LA UNIDAD DE OPERACIONES NORTE DE SANEAMIENTO.

La metodología implementada por Andrade & Défaz (2012) para calcular la huella ecológica de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, es la denominada: Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3 v12.2) desarrollado por Doménech (2010).

La MC3 utiliza el “enfoque mixto”, enfocados en la organización y el producto. El cálculo es entonces: a) “bottom-up” para los productos de entrada (a partir de los recursos consumidos se calcula la huella de la organización) y b: “top-down” para los productos de salida ( a partir de la huella de la organización se calcula la huella de los productos o servicios). Es decir que la metodología MC3 permite el cálculo de la huella de carbono y huella ecológica simultáneamente. (Carbonfeel, 2012).

Figura 1. Metodología MC3



Fuente: Estándares 2010 de huella de carbono MC3

El resultado del cálculo de la huella ecológica de los Edificios Matriz A y B, y de la Unidad de Operaciones Norte de Saneamiento fue de: 1 377,83 hectáreas globales (hag). Y el cálculo de huella de carbono fue de: 3 274,73 toneladas de CO<sub>2</sub>.

## 1.8.2 ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA

El cálculo de la huella de carbono a la Empresa Eléctrica Quito, considerará el análisis de la información generada por la EEQ y la aplicación de la misma metodología implementada para la Empresa PROFAFOR S.A, realizada por (Herrera, 2012).

## 1.9 MARCO CONCEPTUAL

### HUELLA DE CARBONO

UK Carbon Trust (2008) señala: “Es la totalidad de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>, etc...) emitidos por efecto directo e indirecto de un individuo, organización, evento o producto”.

“La huella de carbono por tanto identifica la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero que son liberadas a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad, nos permite identificar todas las fuentes de emisiones de GEI y establecer, fundado en este conocimiento, medidas de reducción efectivas” (WRI, et al., 2005).

### **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO A LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO 2012**

El objetivo de su cálculo es incentivar a la sociedad (personas y empresas) a convertirse en entidades “neutras en carbono”, es decir, productoras de cero emisiones netas de gases de efecto invernadero ([www.huelladecarbono.com](http://www.huelladecarbono.com)).

“El análisis de huella de carbono, abarca todas las etapas del desarrollo de la actividad y da como resultado un dato que puede ser utilizado como indicador ambiental global de la actividad y como punto de referencia básico, para el inicio de actuaciones de reducción de consumo de energía” (WRI, et al., 2005).

La huella de carbono es la medida en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e). El dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) permite que los diferentes gases de efecto invernadero sean comparados en una base similar relativa a una unidad de CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub>e es calculada multiplicando las emisiones de cada uno de los seis gases de efecto invernadero por su potencial de calentamiento global anual (Herrera, 2012).

Los principales tipos de huella de carbono son:

**Organizacional:** Las emisiones de todas las actividades a través de la asociación, inclusive el uso de la energía de edificios, procesos industriales y vehículos de compañía.

**Producto:** Las emisiones sobre la vida entera de un producto o el servicio, de la extracción de materias primas y derecho industrial para su uso y final reúso, reciclando o la disposición (Carbontrust, 2011).

En el estudio se va a considerar la huella de carbono organizacional, los cálculos se realizarán para las emisiones de gases de efecto invernadero de las diferentes actividades.

## CAMBIO CLIMÁTICO

El término “cambio climático” según López (2009), surgió a mediados de los años setenta en un artículo de una revista muy conocida llamada Science, haciendo énfasis en las palabras calentamiento global, después de que algunos investigadores y científicos trabajaran en la descripción de la variabilidad del clima pasado, presente y futuro. De modo que, a partir de esa ocasión se empezó a utilizar indistintamente los términos cambio climático y calentamiento global, lo que no siempre era correcto. Así pues, a finales del siglo pasado, la preocupación de los gobiernos del mundo industrializado comenzó a notarse provocando la creación en 1988 del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) con el fin de canalizar los trabajos provenientes de miles científicos que buscaban consensos internacionales. El IPCC desarrolló su primer reporte dos años después de su creación, en el que se alertaba al mundo sobre el calentamiento global como detonante del cambio climático, relacionando estos términos, es decir, que el calentamiento de la Tierra es causa del cambio climático.

Ahora, es importante conocer el significado de lo que es realmente el cambio climático, es por esto que se han recogido varias definiciones que ayudarán a aclarar este tema. Según la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC, por sus siglas en inglés) se define al cambio climático como la “variación del clima, atribuido directa o indirectamente a actividades humanas, el cual altera la composición de la atmósfera global y representa un añadido a la variabilidad climática natural observada a través de periodos comparables entre sí” (UNFCCC, 2007).

Por otro lado, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) determina que el cambio climático es “cualquier variación en el clima a través del tiempo, tanto por razones naturales como actividades humanas” (IPCC, 2007b).

### EFECTO INVERNADERO

El Sol constantemente emite radiaciones de onda corta hacia la superficie de la Tierra, las cuales son distribuidas mediante circulaciones oceánicas y atmosféricas como parte de un proceso de equilibrio térmico, en la que una de las radiaciones llamadas de onda larga, entendida como calor, es remitida naturalmente hacia el espacio de manera que se mantiene un balance entre la energía que ingresa y sale del planeta. Esta compensación natural que realiza el planeta puede ser alterada por tres razones: **i)** variación de energía recibida del Sol, **ii)** desigualdad de distribución sobre la tierra y, **iii)** interferencia de la energía de onda corta remitida al espacio. Según los científicos del IPCC, este último es la causa para que exista el cambio climático, ya que el incremento y concentración de gases de efecto invernadero (GEI) generados por fuentes antropogénicas como: quema de combustibles fósiles, deforestación incendios forestales, tiraderos de basura, entre otros, es cada vez más alta. Esta acumulación de GEI en la atmósfera interfiere la ruta de la energía que trata de escapar al espacio, provocando el calentamiento del planeta (López, 2009).

### GASES DE EFECTO INVERNADERO

Son un grupo minoritario de gases que forman parte de la atmósfera, y que pueden ser de origen natural o provenir de actividades humanas, poseen la propiedad de absorber y emitir radiación proveniente de la superficie de la Tierra (López, 2009).

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, además del vapor de agua, los seis gases de efecto invernadero (GEI) son:

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)

Además, es importante mencionar que las emisiones mundiales de GEI causadas por actividades humanas han aumentado, desde la era preindustrial, en un 70% entre 1970 y 2004. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el GEI antropógeno más importante, ya que en 1970 y 2004, sus emisiones anuales aumentaron en aproximadamente 80%, pasando de 21 a 38 gigatoneladas (Gt), y en 2004 representaban un 77% de las emisiones totales de GEI antropógenos. Durante el reciente decenio 1995-2004, la tasa de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq fue mucho mayor (0,92 GtCO<sub>2</sub>-eq anuales) que el período anterior de 1970-1994 (0,43 GtCO<sub>2</sub>-eq anuales) (IPCC, 2007).

#### NORMA ISO 14064

ISO (la Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de Normalización<sup>1</sup> (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las Normas Internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) en todas las materias de Normalización electrotécnica.

#### GHG PROTOCOL / PROTOCOLO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Esta iniciativa es una alianza multipartita de empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), gobiernos y otras entidades, convocada por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), ONG radicada en Estados Unidos, y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD). La Iniciativa fue lanzada en 1998 con la misión de desarrollar estándares de contabilidad y reporte para empresas aceptados internacionalmente y promover su amplia adopción (WRI et al., 2005).

Esta metodología ofrece estándares y lineamientos para empresas y otras organizaciones interesadas en preparar un listado de emisiones de gases de efecto invernadero, cubre la contabilidad y el reporte de los seis GEI previstos en el Protocolo de Kioto – bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido de nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

#### DIRECTRICES DEL PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC)

Las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero constituyen el resultado de la invitación efectuada por la Convención Marco de las Naciones

---

<sup>1</sup> Es un soporte muy efectivo al impulsar a constituir estándares internacionales de calidad, a nivel público o estatal su desempeño es de vital importancia al dotar al estado de suficientes instrumentos de control en las políticas relacionadas con el medio ambiente, la salud, la agricultura y particularmente el sector de los consumidores.

Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para actualizar las Directrices, versión revisada en 1996, IPCC 1997 y la orientación de buenas prácticas GPG 2000, IPCC 2000, además de la orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (GPG-LULUCF, IPCC, 2003). En estas se brindan metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de gases de efecto invernadero e informarlos a la CMNUCC.

Los gases que están cubiertos por las Directrices del 2006 son:

- Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )
- Metano ( $\text{CH}_4$ )
- Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )
- hidrofluorocarbonos (HFC)
- perfluorocarbonos (PFC)
- hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ )
- trifluoruro de nitrógeno ( $\text{NF}_3$ )
- trifluorometil pentafluoruro de azufre ( $\text{SF}_5\text{CF}_3$ )
- Éteres halogenados
- Y otros halocarbonos no cubiertos por el Protocolo de Montreal

## **1.10 HIPÓTESIS**

Los altos consumos de los empleados de la Empresa Eléctrica Quito correspondientes a energía eléctrica, agua potable, papel, gasolina y diesel, harían que su huella de carbono sea grande.

### **1.10.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES**

Variable huella de carbono: consiste en calcular los gases de efecto invernadero producidos por los empleados de la Empresa Eléctrica Quito.

Variable consumos: Los insumos que los empleados de la Empresa Eléctrica Quito consumen al año son: papel bond, agua potable, energía eléctrica, diésel para transporte, diésel para generación y gasolina.

Variable independiente: Consumos

Variable dependiente: Huella de carbono

## **CAPÍTULO II.**

### **MÉTODO**

Existen metodologías y estándares considerados para el cálculo de la huella de carbono organizacional y empresarial como son: la ISO 14064 parte 1, GhG Protocol y las directrices del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC). A continuación se describen cada una de las metodologías.

### NORMA ISO 14064 -1

Los principios fundamentales para asegurarse de que la información relacionada con los GEI es cierta e imparcial son: relevancia, consistencia, complementariedad, precisión y transparencia.

De acuerdo a estos principios, la norma considera los siguientes aspectos:

#### **DISEÑO Y DESARROLLO DEL INVENTARIO DE GEI**

##### **Límites de la Organización**

Se incluye la guía para el nivel de la organización sobre la aplicación de los enfoques de control y participación para consolidar las emisiones y/o remociones de GEI en la instalación.

##### **Límites Operativos**

Dentro de los límites operativos se identifican las emisiones y remociones directas, indirectas y otras emisiones indirectas.

#### **CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES Y REMOCIONES DE GEI**

Dentro de sus límites de organización, la organización debe cuantificar y documentar las emisiones y remociones de GEI completando las siguientes fases, según sea aplicable:

- Identificación de fuentes y sumideros de GEI
- Selección de la metodología de cuantificación
- Selección y recopilación de datos de la actividad de GEI
- Selección o desarrollo de los factores de emisión o remoción de GEI
- Cálculo de las emisiones y remociones de GEI

#### **COMPONENTES DEL INVENTARIO DE GEI**

- Remociones y emisiones de GEI
- Actividades operacionales que reducen o incrementan las emisiones o remociones de GEI
- Inventario de año base de GEI
- Evaluación y reducción de la incertidumbre

## **MANEJO DE LA CALIDAD DEL INVENTARIO DE GEI**

- Manejo de la información de GEI
- Retención y archivo de documentos

## **REPORTE DE GEI / PLANIFICACIÓN Y CONTENIDO DEL REPORTE**

- Rol organizacional en la verificación de las actividades
- Preparación para la verificación
- Manejo de la verificación
  - ✓ Plan de verificación para la organización
  - ✓ Proceso de verificación
  - ✓ Competencia de los verificadores
  - ✓ Verificación de declaración

## **METODOLOGÍA GHG PROTOCOL**

La guía metodológica considera los siguientes aspectos:

### **Principios de contabilidad y reporte de los GEI**

Estos principios intentan fortalecer y ofrecer orientación, de tal manera que la información reportada sea verdadera y creíble, y que represente una confiabilidad realista de las emisiones de GEI de una empresa. La contabilidad y el reporte de GEI deben basarse en principios como relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión.

### **Metas Empresariales y Diseño de Inventarios**

Tiene objetivo mejorar la comprensión de las emisiones de GEI de una empresa a través del levantamiento de un inventario de GEI que refleja una visión empresarial. Las empresas frecuentemente citan las siguientes cinco metas de negocios como razones para desarrollar un inventario de GEI:

- Manejo de residuos de GEI e identificación de oportunidades de reducción.
- Reporte público y participación en programas voluntarios de GEI.
- Participación en programas de reporte obligatorio
- Participación en mercados de GEI.
- Reconocimiento por actuación temprana

## Determinación de los Límites Organizacionales

Para reportes corporativos es posible utilizar dos enfoques distintos orientados a consolidar las emisiones de GEI: el de participación accionaria y los enfoques de control.

## Determinación de los límites operacionales

Esto involucra identificar emisiones asociadas a sus operaciones clasificándolas como emisiones directas o indirectas, y seleccionar el alcance de contabilidad y reporte para las emisiones indirectas.

### Alcance 1: Emisiones directas de GEI

Las emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa.

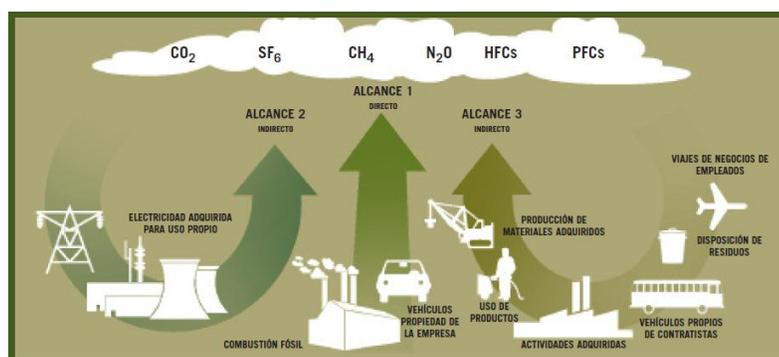
### Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad

El alcance 2 incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida.

### Alcance 3: Otras emisiones indirectas

El alcance 3 es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Estas emisiones son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa.

Figura 2. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor



Fuente: WRI *et al.*, 2005.

## Seguimiento de las Emisiones a través del Tiempo

Frecuentemente, las empresas experimentan cambios estructurales significativos, en la forma de adquisiciones, desinversiones y fusiones. Estos cambios alteran el perfil histórico de emisiones de la empresa, lo que dificulta las comparaciones a lo largo de tiempo.

### **Identificación y Cálculo de las Emisiones de GEI.**

Una vez que el límite del inventario ha sido establecido, las empresas generalmente calculan las emisiones de GEI utilizando los siguientes pasos:

- Identificar fuentes de emisiones de GEI
- Seleccionar un método de cálculo de emisiones de GEI
- Recolectar datos sobre sus actividades y elegir factores de emisión.
- Aplicar herramientas de cálculo.
- Enviar los datos de emisiones de GEI al nivel corporativo.

### **Gestión de Calidad del Inventario**

El *ECCR* reconoce que tales razones están en función de los propios objetivos y expectativas de la empresa, los cuales deben orientar el diseño de su inventario corporativo, la instrumentación de un sistema de gestión de calidad y el tratamiento adecuado de la incertidumbre en el inventario.

### **Contabilidad de Reducciones de Emisiones de GEI.**

Las reducciones en las emisiones corporativas se calculan comparando cambios en el inventario se emisiones actuales de la empresa en relación a un año base establecido con anterioridad.

### **Reporte de Emisiones de GEI**

Un reporte creíble de emisiones de GEI presenta información relevante, completa, consistente, precisa y transparente. Si bien lleva tiempo desarrollar un inventario corporativo de emisiones de GEI riguroso y completo, el conocimiento y las habilidades para hacerlo mejorarán notablemente con la experiencia obtenida.

### **Verificación de Emisiones de GEI**

Es una valoración objetiva de la precisión e integridad de la información sobre GEI reportada, y de la conformidad de esta información con los principios de contabilidad y reporte de GEI previamente establecidos.

### **Determinación de un Objetivo de Emisiones de GEI**

Permite que ciertos asuntos se mantengan en el escenario de atención de los objetivos de alto nivel, y se relacionan de manera funcional con decisiones técnicas y de producción.

Además, El GhG Protocol ofrece a través de su página web, herramientas de apoyo para la realización de los cálculos.

## DIRECTRICES DEL PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC)

Las estimaciones de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero se dividen en sectores principales, que son grupos de procesos, fuentes y sumideros relacionados:

- Energía
- Procesos industriales y uso de productos (IPPU)
- Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)
- Desechos
- Otros (p. ej., emisiones indirectas de la deposición de nitrógeno proveniente de fuentes no agrícolas)

Cada sector comprende categorías individuales (p. ej. transporte) y sub categorías (p. ej. automóviles)

El abordaje metodológico más común consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominado datos de la actividad o AD, del inglés activity data) con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria. Se los denomina factores de emisión (EF, del inglés, emission factors). Por consiguiente, la ecuación básica es:

$$\text{Emisiones} = \text{AD} * \text{EF}$$

Donde:

AD = Datos de la actividad; kW/h, kg, gal, m<sup>3</sup>

En este estudio se realizarán cálculos de cada uno de los insumos consumidos por año, como son:

- Energía eléctrica (kW/h)
- Papel bond (kg)
- Diesel para transporte (gal)
- Diesel para generación (gal)
- Gasolina (gal)
- Agua potable (m<sup>3</sup>)

EF = Factor de emisión, supone la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad”. Estos factores varían en función de la actividad que se trate.

Como resultado de esta fórmula obtendremos una cantidad (g, kg, ton) determinada de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq).

Es necesario mencionar que se usarán las dos metodologías en coordinación, ya que prácticamente tienen los mismos principios, diferenciando a la ISO 14064-1 del Protocolo de GEI algunos requisitos adicionales, el más notable es que las emisiones deben ser calculadas y deben ser informadas por sitio, que la incertidumbre debe ser calculada y debe ser informada y que el informe de evaluación (o una declaración de comprobación) debe ser hecho público.

Tanto la ISO 14064-1 y el Protocolo de GEI consideran las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para inventario de GEI.

## 2.1 NIVEL DE ESTUDIO

**Explicativo:** Permitirá identificar las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, es decir las causas

**Correlacional:** La relación entre los consumos de los empleados de la Empresa Eléctrica Quito y la huella de carbono es proporcional; es decir, si los consumos aumentan la huella de carbono de igual manera se incrementará.

## 2.2 MODALIDAD DE INVESTIGACION

**Proyecto de desarrollo:** Se encarga de aplicar la metodología adecuada de cálculo de la huella de carbono, con el fin de cubrir la necesidad de la Empresa Eléctrica Quito de requerir este estudio.

**Proyecto especial:** La aplicación de la metodología de cálculo de la huella de carbono a la Empresa Eléctrica Quito, permitirá recomendar acciones y estrategias que ayuden a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, controlando los autoconsumos de los empleados de la EEQ.

## 2.3 MÉTODO

Método Inductivo – Deductivo: se ha escogido este método porque los resultados del cálculo de la huella de carbono a la EEQ, permitirán a los empleados de la empresa reducir sus autoconsumos, y por lo tanto minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Al igual que Herrera, (2011), Para realizar el cálculo de la huella de carbono de la Empresa Eléctrica Quito, se considerará la Norma ISO 14064-1 y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero elaborado por el World Resource Institute (WRI) y World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) impresa en el 2005, además de las herramientas

desarrolladas por el GHG Protocol para cada una de las fuentes. La Norma ISO, el protocolo y las herramientas están desarrolladas considerando los parámetros del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

## **2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para el estudio se evaluarán los consumos de 1724 empleados distribuidos en edificios, subestaciones, agencias urbanas y rurales. También se evaluarán el consumo de Diesel de generación por parte de la Central Termoeléctrica Gualberto Hernández.

## **2.5 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

Para el desarrollo de la aplicación de la metodología de cálculo de la huella de carbono a la Empresa Eléctrica Quito, se coleccionarán datos e información proporcionados por la institución y se registrarán de manera sistematizada en hojas de cálculo (Microsoft Excel). Este instrumento permitirá realizar operaciones como sumas, multiplicaciones, transformaciones, promedios, tablas entre otras más. De igual manera se utilizarán herramientas desarrolladas por el GHG Protocol.

## **2.6 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS**

Con las hojas de cálculo (Microsoft Excel), se asegurará que los datos e información sean sistematizados con exactitud y precisión.

Las herramientas desarrolladas por el GHG Protocol son confiables, ya que están basadas en normas internacionales.

## **2.7 PROCESAMIENTO DE DATOS**

Los datos recolectados y obtenidos por parte de la Empresa Eléctrica Quito, serán procesados mediante el paquete Microsoft Office (Word y Excel).

### **CAPITULO III.**

## **HUELLA DE CARBONO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.**

### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO**

La Empresa Eléctrica Quito es la institución encargada de apoyar el desarrollo del Distrito Metropolitano de Quito, suministrando energía eléctrica para dinamizar el desarrollo productivo y mejorar la calidad de vida de sus habitantes; actualmente y en función de los planes de desarrollo y crecimiento de la ciudad, se encuentra ejecutando el Plan de Expansión 2010 - 2015, siendo el objetivo principal el de suministrar energía suficiente y sustentable que permita la satisfacción del cliente.

#### **3.1.1 MISIÓN**

Proveer a Quito y al área de concesión, del servicio público de electricidad, de manera eficiente y con responsabilidad social y ambiental, contribuyendo a la satisfacción de sus necesidades de desarrollo.

#### **3.1.2 VISIÓN**

Ser referente en el contexto nacional y regional, por la calidad y eficiencia en la prestación del servicio público de electricidad y por su aporte al desarrollo sostenible de la comunidad.

#### **3.1.3 ORGANIGRAMA**

El organigrama que se presenta a continuación, representa la estructura orgánica actual de la Empresa Eléctrica Quito.

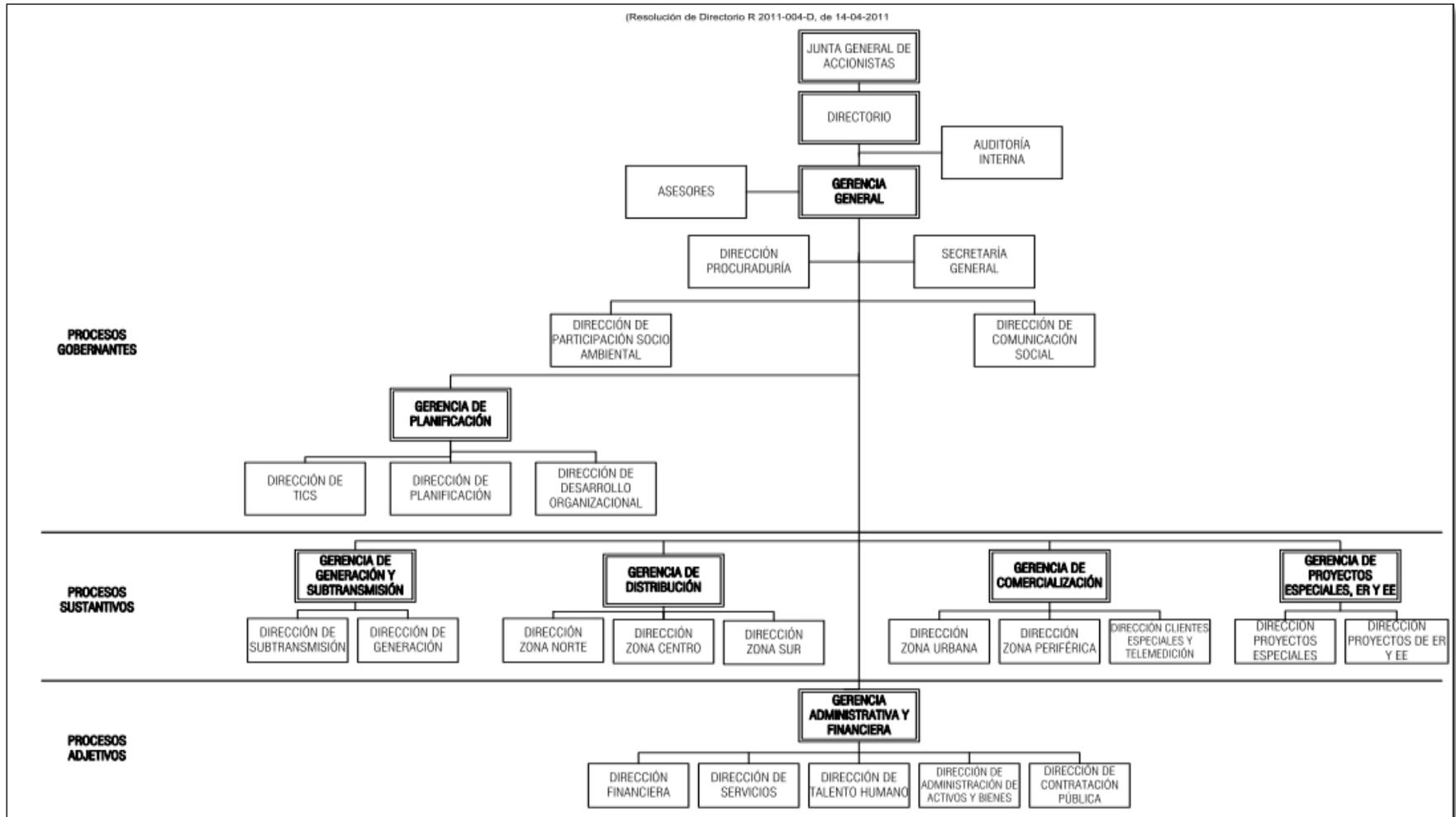
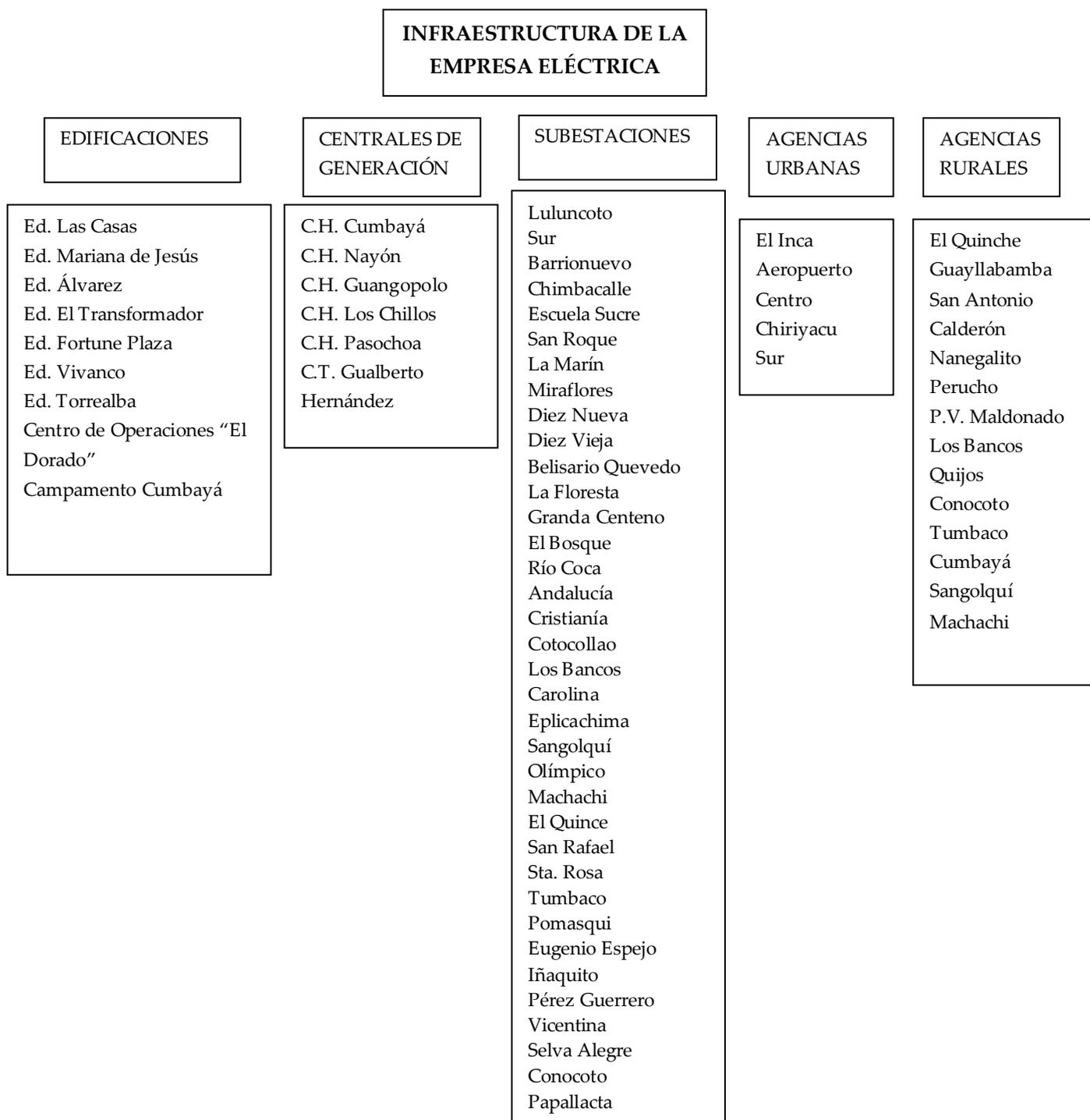


Figura No. 3 Estructura Orgánica de la Empresa Eléctrica Quito.

### 3.1.4 ORGANIGRAMA POR INFRAESTRUCTURA

La importante demanda que la EEQ posee, ha obligado a que la Institución con el pasar del tiempo vaya incorporando nueva infraestructura, la misma que aloja a sus 1724 (año 2012) colaboradores en diferentes edificios, centrales de generación, agencias urbanas y rurales de recaudación y subestaciones. De tal modo, que el inventario de gases de efecto invernadero se realizará por cada una de las instalaciones a continuación detalladas.



### **3.1.5 ACTIVIDADES QUE REALIZA LA EEQ**

La Empresa Eléctrica Quito genera, distribuye y comercializa energía eléctrica en un área de concesión del orden de los 15 000 km<sup>2</sup>, esto en la provincia de Pichincha y parte de las provincias del Napo, Imbabura, Santo Domingo de los Tsáchilas, Cotopaxi y Sucumbíos. En la actualidad cuenta con 920 140 clientes, de los cuales, 84,72% corresponden al sector residencial, 12,5% al sector comercial, 1,64% al sector industrial y 1,14% a entidades oficiales, asistencia social y servicio comunitario. De modo que, para brindar este servicio tan necesario para el desarrollo y productividad del país la EEQ posee a nivel operativo cinco centrales hidroeléctricas y una central termoeléctrica, ésta última, la Central Termoeléctrica Gualberto Hernández, que basa su función en la quema de combustibles fósiles derivados del petróleo, es decir diesel para su generación. Además para ejecutar sus funciones como empresa es claramente necesaria una administración desarrollada en áreas de oficina, en donde sus empleados se encuentran distribuidos en varias edificaciones, las cuales se mencionaron anteriormente.

### **3.2 INVENTARIO DE EMISIONES**

Para el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero será necesaria la revisión de la información de consumos por parte de las acciones de los empleados, así como también del sistema operativo de la central termoeléctrica durante un año base establecido. Los lineamientos que se van a seguir en el inventario de emisiones para el cálculo de la huella de carbono, de acuerdo al GHG Protocol y a la ISO 14064-1, son las siguientes:

#### **3.2.1 LIMITES ORGANIZACIONALES**

La Empresa Eléctrica Quito es propietaria absoluta de todas sus operaciones, por lo tanto es económicamente independiente. Para el cálculo de la huella de carbono se considerará el enfoque de control y se contabilizará el 100% de las emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales ejerce el control.

#### **3.2.2 LIMITES OPERACIONALES**

En el caso de la Empresa Eléctrica Quito, se han considerado los siguientes límites operacionales:

Alcance 1, emisiones directas provenientes de la Central Térmica Gualberto Hernández, se considera solo a esta central, porque las demás centrales son hidroeléctricas generando una energía limpia. La central termoeléctrica emplea calor para generar electricidad. Este calor puede obtenerse tanto de combustibles fósiles: petróleo, gas natural o carbón, en el caso de la EEQ se utiliza crudo reducido de de petróleo al 92% centrifugado con diesel al 8% que se mezcla para ingresar a las unidades para generación. Además se considera los automotores propios de la empresa, que se evalúan según el diesel y la gasolina consumida.

Alcance 2, emisiones indirectas provenientes del consumo de electricidad por las actividades administrativas de los empleados de la EEQ.

Alcance 3, emisiones indirectas provenientes del consumo de agua potable.

### **3.2.3 AÑO BASE PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

Los datos e inventario que se usarán para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero serán las del año 2012, ya que, los insumos y consumos que realiza la Empresa Eléctrica Quito están registrados en un sistema automatizado integral llamado CITRIX, al cual tienen acceso ciertos funcionarios de la Empresa Eléctrica Quito con su clave respectiva y en el cual se ingresan mes a mes los consumos de papel, agua potable, energía eléctrica, diesel y gasolina para generación y transporte, así como también los desechos de papel, pilas, baterías y desechos peligrosos.

### **3.2.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIONES**

Una vez establecidos los límites del inventario, las empresas generalmente calculan las emisiones de GEI utilizando los siguientes pasos propuestos por el GHG Protocol:

- Identificar fuentes de emisiones de GEI
- Seleccionar un método de cálculo de emisiones de GEI
- Recolectar datos sobre sus actividades y elegir factores de emisión
- Aplicar herramientas de cálculo
- Enviar los datos de emisiones de GEI al nivel corporativo

La identificación de las fuentes de emisiones de GEI típicamente proviene de las siguientes categorías de fuentes:

**Combustión fija:** combustión de combustibles en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores, motores, flameadores, entre otros.

**Combustión móvil:** combustión de combustibles en medios de transporte, como automóviles, camiones, autobuses, trenes, aviones, buques, barcos, barcasas, embarcaciones, entre otros.

- Emisiones de proceso: emisiones de procesos físicos o químicos, como el CO<sub>2</sub> de la etapa de calcinación en la manufactura de cemento, el CO<sub>2</sub> del "cracking" catalítico en procesos petroquímicos, las emisiones de PFC en la fundición de aluminio, entre otros.
- Emisiones fugitivas: liberaciones intencionales y no intencionales, como fugas en las uniones, sellos, empaques, o juntas de equipos, así como emisiones fugitivas derivadas de pilas de carbón, tratamiento de aguas residuales, torres de enfriamiento, plantas de procesamiento de gas, entre otros.

En el caso de la Empresa Eléctrica Quito, las emisiones corresponden a combustión fija por medio del diesel utilizado en la Central Termoeléctrica Gualberto Hernández, que se entiende por alcance 1, y combustión móvil relacionada con la gasolina y diesel utilizados por los vehículos propios de la Empresa, correspondientes al alcance 3 de emisiones indirectas. Asimismo, las emisiones provocadas por el consumo de papel y energía eléctrica corresponden a combustión fija y son del alcance 2, de emisiones indirectas.

### 3.2.4.1 Emisiones por consumo de diesel para generación.

El dato obtenido del sistema automatizado que posee la Empresa Eléctrica Quito del consumo de diesel para generación de electricidad por parte de la Central Termoeléctrica Gualberto Hernández en el año 2012 es de 1 126 367 (un millón ciento veinte y seis mil trescientos sesenta y siete) galones de diesel, comparado con el consumo de diesel a nivel Nacional que es de 172,52 millones de galones, corresponde al 0.65%.

Tabla 1. Consumo de Diesel para generación año

MES	CONSUMO (galones)
Enero	70 171
Febrero	74 057
Marzo	72 890
Abril	83 482
Mayo	82 608
Junio	77 670
Julio	97 794
Agosto	119 085
Septiembre	114 344
Octubre	87 961
Noviembre	106 431
Diciembre	139 874
TOTAL	1 126 367

Elaborado por: Fuente propia

Para el cálculo se utilizó la herramienta GHG Emission Calculation Tool, Mobile Combustion, disponible en la página web del GHG Protocol.

Los resultados para las Emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes al consumo de diesel por parte de la Central Termoeléctrica Gualberto Hernández en el año 2012 fue de 11 449,77 (once mil cuatrocientos cuarenta y nueve con setenta y siete) toneladas de CO<sub>2</sub>e.

Tabla 2. Emisiones de GEI por diesel de generación 2012

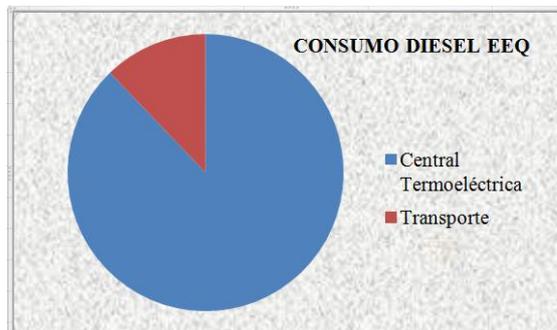
Fuente de emisión	Alcance	Consumo Diesel (galones)	Emisiones de GEI (toneladas métricas CO <sub>2</sub> e)
Central Termoeléctrica Gualberto Hernández	1	1 126 367	11 449,77

Elaborado por: Fuente propia

### 3.2.4.2 Emisiones por consumo de diesel y gasolina para transporte.

La Empresa Eléctrica Quito posee vehículos propios, los cuales consumen gasolina y diesel para su funcionamiento. Entre la flota terrestre que tiene la Empresa están por ejemplo: camionetas, autos 4x2, grúas, carros canastilla, entre otros. De la misma manera, la información de los consumos se encuentran registrados en el sistema CITRIX de la Empresa, estableciendo un consumo de 108 097 (ciento ocho mil noventa y siete) galones de gasolina. Asimismo, el consumo de diesel para transporte fue de 156 441 (ciento cincuenta y seis mil cuatrocientos cuarenta y uno) galones de diesel, este dato comparado con el consumo por parte de la Central Termoeléctrica corresponde al 12% aproximadamente detallado en la figura siguiente:

Figura No. 4 Comparación consumo de diesel de la EEQ 2012



Elaborado por: Fuente propia

Las siguientes Tablas nos muestran el consumo de diesel y gasolina utilizados para el transporte.

Tabla 3. Emisiones de GEI por consumo de gasolina y diesel para transporte 2012

<b>Consumo combustible (galones) EEQ -2012</b>		
<b>Mes</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Diesel</b>
Enero	8 913	12 763
Febrero	8 237	12 411
Marzo	9 509	13 256
Abril	8 553	12 321
Mayo	9 205	13 867
Junio	10 087	12 466
Julio	9 398	13 298
Agosto	8 579	13 375
Septiembre	9 444	13 735
Octubre	9 322	14 074
Noviembre	8 872	13 327
Diciembre	7 978	11 548
<b>TOTAL</b>	<b>108 097</b>	<b>156 441</b>

Elaborado por: Fuente propia

Para el cálculo, se utilizó la herramienta GHG Emission Calculation Tool, Mobile Combustion, disponible en la página web del GHG Protocol.

Tabla 4. Emisiones de GEI por consumo de gasolina y diesel para transporte 2012

<b>Fuente de emisión</b>	<b>Alcance</b>	<b>Consumo (galones)</b>	<b>Emisiones GEI (toneladas métricas CO<sub>2</sub>e)</b>
Gasolina para transporte	2	108 097	932,90
Diesel para transporte	2	156 441	1 590,25

Elaborado por: Fuente propia

### 3.2.4.3 Emisiones por consumo de electricidad

Para el inventario de las emisiones producidas por el consumo de energía eléctrica, la Empresa Eléctrica Quito lleva un registro de los consumos en kilovatios/hora de las diferentes instalaciones que posee, así como de edificios, agencias de recaudación, subestaciones, centrales de generación, entre otras.

El consumo total de energía eléctrica por parte de la Empresa Eléctrica Quito es de 1 750 144 (un millón setecientos cincuenta mil ciento cuarenta y cuatro) kW/h, cabe mencionar que el consumo promedio de electricidad de una familia de cuatro personas en la ciudad de Quito es de 2 400 (dos mil cuatrocientos) kW/h al año.

## **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO A LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO 2012**

Para calcular las toneladas de CO<sub>2</sub>e se requiere el factor de emisión, el Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, Ex Ante del margen combinado para proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos es de 0.4850 tCO<sub>2</sub>/MWh (MEER, MAE, CONELEC, CENACE, 2012).

Según el IPCC (2006), para el cálculo se utiliza la siguiente ecuación.

$$\text{Emisiones} = \text{Ce} * \text{FE}$$

Donde:

Emisiones= tCO<sub>2</sub> por consumo KW año-1

Ce= consumo de electricidad KW año-1

FE= factor de emisión<sup>2</sup>

Cálculos:

Para llevar a cabo el cálculo es necesario transformar las unidades de kW/h a MW/h, esto se lo puede realizar dividiendo la cantidad para 1000.

$$\frac{1\,750\,144 \text{ kW/h}}{1\,000} = \boxed{1\,750\,144 \text{ MW}}$$

Luego:

$$1\,750,144 \text{ MW} * 0,4850 \text{ tCO}_2/\text{MWh} = \boxed{848,82 \text{ tCO}_2\text{e}}$$

Las emisiones correspondientes al consumo de energía eléctrica es de 848,82 (ochocientos cuarenta y ocho con ochenta y dos) toneladas de CO<sub>2</sub>e.

#### 3.2.4.4 Emisiones por consumo de papel

El papel es un insumo muy importante en las diferentes actividades de oficina, al igual que los anteriores insumos, se tiene un registro de consumo, el cual asciende a la cantidad de 73 513,48 (setenta y tres mil quinientos trece con cuarenta y ocho) kilogramos, comparando con el Estudio de la Huella ecológica a la EPMAPS por Andrade & Défaz (2011), el consumo de papel de los Edificios Matriz A y B en el año 2011 fue de 23 577,51 (veinte y tres mil quinientos setenta y siete con cincuenta y uno) kilogramos.

---

<sup>2</sup> Es la masa estimada de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera por cada unidad de MWh de energía eléctrica generada.

Tabla 5. Tipo de papel consumido en kilogramos EEQ - 2012

TIPO DE PAPEL	CONSUMO (kg)
Block de 100 hojas tamaño A4 con logotipo EEQSA cuadriculado celeste	993,1
"Registro operación central Pasochoa"	16
Certificado medico	4,7
Datos de operación de línea de transmisión y nivel de agua Central Hidroeléctrica Pasochoa	7
Datos de operación de línea de transmisión y nivel de agua Central Hidroeléctrica Pasochoa	23,4
Papel bond 75 gr. A4 blanco	608,1
Papel bond 75 gr. Tamaño inen A3, blanco	49,6
Laser blanca tamaño A4 con logotipo impreso	202,6
Laser blanca tamaño A4, franja celeste, para copia	15 986,8
Resumen de producción y consumo" C.H. Guangopolo	7
Resumen de producción y consumo" C.H. Guangopolo	7
"Factura de consumo", tamaño A4, 75 kg, laser	55 598,5
"Informe diario de la casa de máquinas", Central Hidroeléctrica Los Chillos	9,3
"Solicitud de permiso"	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>73 513,4</b>

Elaborado por: Fuente propia

Para realizar los cálculos de emisiones por papel se ha utilizado la ecuación determinada por el IPCC (2006), en donde se establece que para la industrialización del papel es necesario para el blanqueamiento carbonato de sodio, y el cual se puede encontrar desde un 20% hasta un 70%, dependiendo del proceso de producción y el tipo de papel.

El factor de emisión utilizado para el cálculo es 0,47732 (ton CO<sub>2</sub>/ton Carbonatos) (IPCC-2006 Industrial Processes and Product Use, Capítulo 8). Factor por defecto del promedio de carbonatos utilizados para dar propiedades de blancura y flexibilidad al papel es 70%. A continuación, se encuentra la ecuación y los cálculos respectivos.

$$\text{Emisiones} = E_f * (C_p * 0,7)$$

Donde:

Emisiones = emisiones toneladas de CO<sub>2</sub>

E<sub>F</sub>= factor de emisión ton CO<sub>2</sub>/ ton carbonato de sodio

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO A LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO 2012**

Cp= consumo de papel (ton papel/ año)

La cantidad de 73 513,48 kg debe ser transformada a toneladas, y se desarrolla de la siguiente manera:

$$\text{Consumo de papel} = 73\,513,4844 \text{ kg} \quad \left| \frac{1 \text{ tonelada}}{1\,000 \text{ kg}} \right. = 73,51 \text{ toneladas papel}$$

$$\text{Emisiones} = 0,47732 \text{ ton CO}_2/\text{ton Carbonatos} * (73,51 \text{ ton papel} * 0,7)$$

Emisiones de CO <sub>2</sub> = 24,56 ton CO <sub>2</sub> e
--

Las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por el consumo de papel por parte de los empleados de la Empresa Eléctrica Quito, según los cálculos realizados son de 24,56 (veinte y cuatro con cincuenta y seis) toneladas de CO<sub>2</sub>e en el año 2012.

### 3.2.4.5 Emisiones por consumo de agua potable

Los datos de agua potable consumida por los empleados de la EEQ para actividades administrativas fueron obtenidos por la base de datos de la empresa, los cuales se dan mes a mes y corresponden a 61 686 m<sup>3</sup>.

Tabla 6. Consumo de agua potable (m<sup>3</sup>) por edificios de la EEQ 2012

EDIFICIOS	CONSUMO 2012 (m <sup>3</sup> )
LAS CASAS	6 075
ÁLVAREZ	1 752
MARIANA DE JESUS	8 553
NO DEFINIDO	36
AGENCIAS RURALES	2 528
SUBESTACIONES	11 301
CENTRALES DE GENERACIÓN	12 642
C.O. EL DORADO	18 726
SERVICIOS GENERALES	72
BODEGA PEREZ GUERRERO	1
<b>TOTAL</b>	<b>61 686</b>

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes al consumo de agua potable, se utiliza la productividad anual promedio cuyo valor es 1 426,83 m<sup>3</sup>/ha/año, ya que se considera que el 10% de la precipitación es generada por evapotranspiración (Doménech, Huella

Ecológica y Desarrollo Sostenible, 2007). Además, para el cálculo se usa el factor de absorción de bosques (3 tCO<sub>2</sub>/ha).

Cálculos:

$$61\,686 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} * \frac{\frac{\text{ha}}{\text{año}}}{1426,83 \text{ m}^3} * 3 \frac{\text{tCO}_2}{\text{ha}} = 129,70 \text{ tCO}_2$$

El consumo de agua potable refleja una emisión de 129,70 tCO<sub>2</sub>e en el año 2012.

### 3.2.4.6 Total de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero EEQ

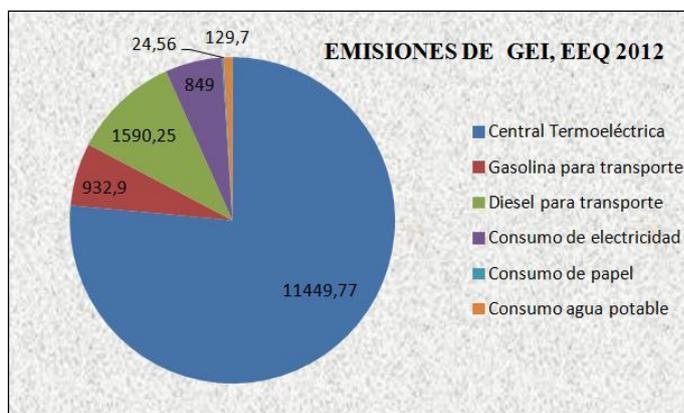
El total de emisiones de gases de efecto invernadero medidos en toneladas de CO<sub>2</sub> de la Empresa Eléctrica Quito es de: 14 976 toneladas de CO<sub>2</sub>e como se puede observar en la Tabla siguiente:

Tabla 7. Total de emisiones de GEI de la Empresa Eléctrica Quito

FUENTE DE EMISIÓN	EMISIONES DE GEI (Ton CO <sub>2</sub> e)
Central Termoeléctrica	11 449,77
Gasolina para transporte	932,90
Diesel para transporte	1 590,25
Consumo de electricidad	848,82
Consumo de papel	24,56
Consumo agua potable	129,70
<b>TOTAL DE EMISIONES</b>	<b>14 976</b>

Elaborado por: Fuente propia

Figura No. 5 Total de emisiones de GEI, EEQ 2012



Elaborado por: Fuente propia

### **3.2.4.7 Emisiones de GEI por empleado de la EEQ**

El número de empleados en el año 2012 en la Empresa Eléctrica Quito fue de 1 724, de modo que, las emisiones de gases de efecto invernadero de cada empleado fue de 8,69 toneladas de CO<sub>2</sub>, cabe aclarar que las emisiones per cápita de Ecuador son de 2 tCO<sub>2</sub>e.

## **CAPÍTULO IV.**

### **DISCUSIÓN**

## **4.1 CONCLUSIONES**

1. Las metodologías GHG Protocol y la Norma ISO 14064-1, aplicadas para el cálculo de huella de carbono de la Empresa Eléctrica Quito del año 2012, en base al análisis de la información se ajustaron y permitieron una buena evaluación y cuantificación.
2. Se determinó que el consumo de: energía eléctrica, agua potable, papel, combustibles como gasolina y diesel son las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero de la Empresa Eléctrica Quito.
3. De las fuentes de emisión, la que más contribuye a la huella de carbono es el consumo de diesel para la generación de electricidad en la Central Termoeléctrica Gualberto Hernández de la Empresa Eléctrica Quito, siendo esta de 1 126 367 (un millón ciento veinte y seis mil trescientos sesenta y siete) galones, estableciendo el 76%. Y las emisiones de GEI corresponden a 11 449.77 (once mil cuatrocientos cuarenta y nueve con setenta y siete) toneladas de CO<sub>2</sub>e en el año 2012.
4. Las emisiones de GEI para el consumo de gasolina utilizado en transporte son de 932.90 toneladas de CO<sub>2</sub>e. De igual manera, las emisiones de GEI de diesel para transporte es de 1 590.25 toneladas de CO<sub>2</sub>e.
5. Las emisiones de GEI correspondientes al consumo de energía eléctrica por parte de las actividades realizadas por trabajadores de la EEQ, son de 848.82 (ochocientos cuarenta y ocho con ochenta y dos) toneladas de CO<sub>2</sub>e.
6. El consumo de papel en la EEQ, genera una emisión de gases de efecto invernadero de 24.56 ton CO<sub>2</sub>e hacia la atmósfera.
7. El consumo de agua potable por parte de los empleados de la Empresa Eléctrica Quito proporciona una emisión de 129,70 tCO<sub>2</sub>e hacia la atmósfera.
8. El total de emisiones producidas por los consumos de la Empresa Eléctrica Quito en el año 2012 fue 14 976 toneladas de CO<sub>2</sub>e, comparados con la emisión del Distrito Metropolitano de Quito que fue en el año 2007 de 3 472 327 toneladas de CO<sub>2</sub>e, equivale al 0.43%.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

1. Para llevar a cabo un cálculo o estudio exacto de la huella de carbono corporativa es necesario incorporar otras variables como: el movimiento de los colaboradores desde sus hogares hacia el lugar de trabajo, manejo de pasivos ambientales, entre otros.

2. Es necesario realizar el cálculo todos los años para determinar si se ha reducido o aumentado las emisiones de GEI.
3. Para el cálculo de huella de carbono es necesario que a nivel de país se cuente con factores de emisión estandarizados a las características propias de la región y del sector eléctrico en particular.
4. La Empresa Eléctrica Quito deberá continuar y mantener sus planes y programas basados en buenas prácticas socio ambientales con el fin de reducir cada año su huella de carbono considerando el año 2012 como línea base.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Sans, R. & Ribas, P. (1989). *Ingeniería ambiental: Contaminación y tratamientos*. Barcelona: Marcombo S.A
- Martínez, J. & Fernández, A. (2000). *Cambio Climático: Una visión desde México*. México.
- Nebel, B. & Wright, R. (1999). *Ciencias Ambientales: Ecología y desarrollo sostenible*. México. Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- Jiménez, B. (2002). *La Contaminación Ambiental en México*. México. Editorial Limusa
- Martínez, S. & Rodríguez, M. (2005). *Tratamiento de aguas residuales con MATLAB*. México. Editorial REVERTE, S.A.
- The Carbon Trust Standard Rules v1.3 (June 2010).
- Madrid, A. (2009). *Energías Renovables: Fundamentos, tecnologías y aplicaciones*. Madrid. AMV Ediciones.
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. Madrid. Ediciones Antonio García Brage.
- Huella de carbono (2011) disponible en [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)
- Instituto de Recursos Mundiales (WRI), Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1998). Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Impreso en México, 2005.
- ISO 14064 – 1:2006.
- Observatorio de la Sostenibilidad en España, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Fundación Biodiversidad, Fundación General de la

Universidad de Alcalá (2011). Manual de cálculo y reducción de huella de carbono en el sector del comercio. España. Estudios Gráficos Europeos, S.A.

- Comisión técnica de determinación de factores de emisión de gases de efecto invernadero Ministerio del Ambiente – MAE, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable – MEER, Corporación Centro Nacional de Control de Energía – CENACE, Consejo Nacional de Electricidad – CONELEC. (2011). Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador al año 2011, Informe 2011. Quito, Ecuador.
- Moore, D. & Stechbart, M. (2011). *Análisis de la huella ecológica de la ciudad de Quito – 2009*. Secretaria de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Ecuador.
- Doménech, L. (2007). *Huella Ecológica y Desarrollo Sostenible*. España: AENOR
- Herrera, M. (2012). *Trabajo de Grado previo a la obtención del Título de Máster en Gestión Ambiental: la huella de carbono del programa Face de Forestación del Ecuador PROFAFOR S.A. y el camino hacia su neutralidad*. UISEK. Facultad de Ciencias Ambientales.
- Andrade, A. & Défaz, G. (2012). *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*. Universidad Central del Ecuador. Facultad e Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental.
- Orozco, C. (2009). *Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Ambiental. Aplicabilidad de proyectos de mecanismo de desarrollo limpio (MDL) del Protocolo de Kioto en Ecuador y su incentivo mediante la propuesta de una norma jurídica*. UISEK. Facultad de Ciencias Ambientales.
- López, V. (2009). *Cambio Climático y Calentamiento Global. Ciencia, evidencias, consecuencias y propuestas para enfrentarlos*. México. Ediciones Trillas.