

**“CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA EMPRESA PETROLEUM  
TUBULAR INSPECTION INC, SUCURSAL DE COLOMBIA, BASE  
VILLAVICENCIO, BAJO LA METODOLOGIA DEL GHG PROTOCOL”**

**DIANA MAYERLI AMOROCHO GARCIA  
LUISA FERNANDA SANCHEZ TOVAR**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO QUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA  
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA  
2016**

**“CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA EMPRESA PETROLEUM  
TUBULAR INSPECTION INC, SUCURSAL DE COLOMBIA, BASE  
VILLAVICENCIO, BAJO LA METODOLOGIA DEL GHG PROTOCOL”**

**DIANA MAYERLI AMOROCHO GARCIA  
LUISA FERNANDA SANCHEZ TOVAR**

**Monografía Presentada Como Requisito Indispensable Para Optar Por El  
Título de Especialista en Ingeniería Ambiental**

**Director: MARTHA CRISTINA FORERO UZAHETA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO QUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA  
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA  
2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a todas las personas e instituciones que contribuyeron en el desarrollo de este proyecto. En primer lugar, a la Universidad Industrial de Santander por brindarnos todos los espacios necesarios para nuestra excelente formación académica y personal, a la Asociación de egresados de la universidad ASEDUIS y a todo su personal docente y administrativo por todas las enseñanzas personales y conocimientos.

A la empresa PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SUCURSAL DE COLOMBIA por brindarnos su apoyo, y facilitarnos los medios para la adquisición de la información lo cual permitió el éxito del presente trabajo de investigación.

A nuestras familias y amigos, por su apoyo, sus palabras, consejos y presencia incondicional en la realización exitosa de este proyecto.

## DEDICATORIA

Primeramente a dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por cada uno de sus consejos, enseñanzas pero sobre todo por su amor incondicional que me llena de motivaciones a diario para sacar adelante cada uno de mis proyectos, a mi mami gorda y mi nono por la motivación constante, a mi hermanito Julian por darle luz a nuestro hogar, a mi tío Tata por darme mi primer impulso a luchar por mis sueños y porque sé que desde el cielo me va seguir motivando y a todos y cada uno de mis familiares y amigos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este documento.

**Diana Mayerli Amorocho García.**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme permitido llegar a este punto y haberme ayudado a cumplir todos mis objetivos y por la sabiduría en el desarrollo de este proyecto. A mis padres Lucinio Sánchez y Marlen Tovar por haberme apoyado en todo este proceso, por sus enseñanzas y sus consejos, por su motivación que me ha permitido ser la persona que soy; a mis hermanos por estar siempre ahí conmigo. A mi compañera Diana Mayerli Amorocho que compartió momentos conmigo y aportó todo su conocimiento en este proyecto.

Y un agradecimiento especial a todas las personas que me estuvieron a mi lado e hicieron parte de esta ardua y gratificante experiencia.

**Luisa Fernanda Sánchez Tovar**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	19
1. MARCO TEORICO .....	20
1.1 CAMBIO CLIMATICO .....	20
1.2 EFECTO INVERNADERO .....	21
1.2.1 Gases efecto invernadero .....	22
1.3 ACUERDOS INTERNACIONALES SOBRE CAMBIO CLIMATICO .....	24
1.3.1 Protocolo de Kyoto.....	24
1.3.2 Acuerdo de París.....	25
1.4 CAMBIO CLIMATICO EN COLOMBIA.....	27
1.5 INICIATIVAS COLOMBIANAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMATICO .....	29
1.5.1 Inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI) – Colombia .....	30
1.5.2 Estrategía colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC) .....	32
1.5.3 Planes de Acción Sectorial de Mitigación (PAS).....	33
1.5.4 Compromisos voluntarios de acciones de mitigación en el marco de los acuerdos de Cancún (COP 16).....	35
2. MARCO CONCEPTUAL .....	36
2.1 HUELLA DE CARBONO .....	36
2.2 APLICACIONES DE LA HUELLA DE CARBONO .....	37
2.2.1 Huella de Carbono de una Organización .....	37
2.2.2 Huella de Carbono de un Producto.....	37
2.2.3 Huella de Carbono de Eventos .....	37
2.2.4. Huella de Carbono de Personas .....	38
2.3 FUENTES DE EMISIONES .....	38
2.4 METODOLOGIAS PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA.....	39
2.4.1 NORMA ISO 14064-1 GASES DE EFECTO INVERNADERO PARTE 1: ESPECIFICACIÓN CON ORIENTACIÓN, A NIVEL DE LAS ORGANIZACIONES .....	41
2.4.2 GHG PROTOCOL.....	42
3. METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO.....	46
3.1 DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES DE MEDICIÓN.....	47
3.1.1 Límite Organizacional.....	47
3.1.2 Límite Operacional .....	47

3.2	PERIODO DE BASE SELECCIONADO.....	47
3.3	FUENTES DE INFORMACION Y EXCLUSIÓN DE DATOS.....	48
3.4	SELECCIONAR METODO DE CÁLCULO.....	48
3.5	RECOLECTAR LOS DATOS DE ACTIVIDADES Y ELEGIR FACTORES DE EMISION.....	48
3.6	ESTIMACIÓN DE EMISIONES Y CALIDAD DE LA INFORMACION .....	50
3.6.1	Cálculo de Emisiones Energía Eléctrica .....	53
3.6.2	Incertidumbre de la Información.....	53
3.6.3	Cálculo de la incertidumbre.....	54
4.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA AL CÁLCULO DE LA EMPRESA. ..	56
4.1	DEFINICIÓN DE LOS LIMITES DE MEDICION PARA LA EMPRESA PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SUCURSAL DE COLOMBIA.....	56
4.1.1	Límite Organizacional.....	56
4.1.2	Límite Operacional .....	58
4.2	PERIODO DE BASE SELECCIONADO.....	58
4.3	FUENTES DE INFORMACION Y EXCLUSIÓN DE DATOS.....	59
4.3.1	Fuentes de Información .....	59
4.3.2	Información Excluida.....	60
4.4	SELECCIÓN DEL METODO DE CÁLCULO .....	61
4.5	RECOLECTAR LOS DATOS DE ACTIVIDADES Y ELEGIR FACTORES DE EMISION.....	61
4.6	ESTIMACIÓN DE EMISIONES Y CALIDAD DE LA INFORMACION .....	62
4.6.1	Cálculo de Emisiones.....	63
5.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	64
5.1	ESTIMACION DE EMISIONES ALCANCE 1 .....	66
5.2	ESTIMACION DE EMISIONES ALCANCE 2 .....	67
5.3	ESTIMACION DE EMISIONES ALCANCE 3 .....	68
6.	CONCLUSIONES. ....	72
7.	RECOMENDACIONES .....	74
	BIBLIOGRAFIA.....	77
	ANEXOS.....	81

## LISTA DE TABLAS

Pág.

TABLA 1. METODOLOGIAS DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO MÁS UTILIZADAS .....	40
TABLA 2. FACTORES DE EMISION .....	49
TABLA 3. EMISIONES DE CO2 ASOCIADO A COMBUSTIBLES LIQUIDOS .....	51
TABLA 4. EMISIONES DE CO2 ASOCIADO A COMBUSTIBLES GASEOSOS ...	52
TABLA 5. EMISIONES DE CO2 ASOCIADO A CONSUMO DE ENERGÍA .....	53
TABLA 6. INCERTIDUMBRES ESTADISTICAS.....	55
TABLA 7. RANGOS DE INTERPRETACIÓN.....	55
TABLA 8. LIMITES OPERACIONALES .....	58
TABLA 9. DATOS GENERALES .....	65
TABLA 10. RESUMEN INCERTIDUMBRES .....	71

## LISTADO DE GRAFICAS

Pág.

GRAFICA 1. EMISIONES CO2 POR ALCANCE .....	65
GRAFICA 2. EMISIONES ALCANCE 1 .....	66
GRAFICA 3. CONSUMO ENERGIA VS EMISIONES CO2 .....	67
GRAFICA 4. EMISIONES ALCANCE 3 .....	68
GRAFICA 5. EMISIONES POR TRANSPORTES.....	69
GRAFICA 6. EMISIONES TOTALES POR FUENTE.....	70

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1. EFECTO INVERNADERO.....	21
FIGURA 2. GASES DE EFECTO INVERNADERO .....	22
FIGURA 3. EMISIONES MUNDIALES DE GEI ANTROPÓGENOS .....	23
FIGURA 4. PAÍSES MÁS AFECTADOS POR EVENTOS EXTREMOS DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL MUNDO DESDE 1992 A 2011.....	28
FIGURA 5. EVOLUCIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN EN COLOMBIA	29
FIGURA 6. EMISIONES GEI DE COLOMBIA EN EL 2012 .....	31
FIGURA 7. EMISIONES GEI DE COLOMBIA POR SECTORES 2012 .....	31
FIGURA 8. SECTORES DE LA ECDBC.....	33
FIGURA 9. METODOLOGÍA DE IMPLANTACIÓN .....	42
FIGURA 10. RESUMEN DE ALCANCES Y EMISIONES (GHG PROTOCOL).....	45
FIGURA 11. PROCESOS DE MEDICION DE LA HUELLA DE CARBONO DEL AREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA DE ESTUDIO.....	46
FIGURA 12. OPERACION CÁLCULO DE LA HUELLA.....	50
FIGURA 13. DIAGRAMA DE LA EMPRESA.....	57

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. FACTORES DE EMISION DE CO2 TRANSPORTE TERRESTRE .....	81
ANEXO B. FACTORES DE EMISION PARA LA COMBUSTION ESTACIONARIA INDUSTIRA ENERGETICA .....	82
ANEXO C. FACTOR T-INCERTIDUMBRE .....	83
ANEXO D. FORMATO ENCUESTA MOVILIZACION PROVEEDORES .....	84
ANEXO E. PANTALLA DE INICIO HERRAMIENTA DE CALCULO .....	85
ANEXO F. FACTORES DE EMSION USADOS.....	85
ANEXO G. RESULTADOS ENCUESTAS TRANSPORTE EMPLEADOS .....	86
ANEXO H. RESULTADOS TRANSPORTE PERSONAL A REUNIONES .....	86
ANEXO I. INVENTARIO DE EQUIPOS Y CONSUMO .....	87

## GLOSARIO

**ATMOSFERA:** capa gaseosa de aproximadamente 10.000 km de espesor que rodea la litosfera e hidrosfera. Está compuesta de gases y de partículas sólidas y líquidas en suspensión atraídas por la gravedad terrestre. En ella se producen todos los fenómenos climáticos y meteorológicos que afectan al planeta, regula la entrada y salidos de energía de la tierra y es el principal medio de transferencia del calor.

**CICLO DEL CARBONO:** Término utilizado para describir el flujo de carbono a través de la atmósfera, océanos, biósfera terrestre y litósfera.

**DIÓXIDO DE CARBONO:** Gas que se produce de forma natural, y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, cambios en el uso de las tierras y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta. Es el gas de referencia frente al que se miden otros gases de efecto invernadero y, por lo tanto, tiene un potencial de calentamiento mundial de 1.

**DIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE (CO<sub>2</sub>EQ):** Concentración de dióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiactivo que una mezcla determinada de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero.

**EMISIÓN:** Fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva, electromagnética o sonora, que emanen como residuos o productos de la actividad humana o natural

**FACTOR DE EMISIÓN (FE):** Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de las últimas emisiones. Los factores de emisión se basan a menudo en una muestra de datos sobre mediciones, calculados como promedio para determinar una tasa representativa de las emisiones correspondientes a un determinado nivel de actividad en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento.

**GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI):** Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>), y ozono (O<sub>3</sub>) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre.

**INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM):** Entidad del gobierno de Colombia dependiente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se encarga del manejo de la información científica, hidrológica, meteorológica y todo lo relacionado con del medio ambiente en Colombia.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cambio beneficiosos, adverso, total o parcial del medio ambiente provocado por las actividades, productos o servicios de las actividades humanas.

**RADIACIÓN INFRARROJA:** Radiación emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Es conocida también como radiación terrestre o de onda larga. La radiación infrarroja tiene una gama de longitudes de onda (“espectro”) que es más larga que la longitud de onda del color rojo en la parte visible del espectro. El espectro de la radiación infrarroja es diferente a de la radiación solar o de onda corta debido a la diferencia de temperatura entre el Sol y el sistema Tierra-atmósfera.

## RESUMEN

**TITULO:** CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA EMPRESA PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC, SUCURSAL DE COLOMBIA, BASE VILLAVICENCIO, BAJO LA METODOLOGIA DEL GHG PROTOCOL <sup>1</sup>

**AUTORES:** DIANA MAYERLI AMOROCHO GARCÍA  
LUISA FERNANDA SÁNCHEZ TOVAR<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Impacto Ambiental, huella de carbono, calentamiento global, consumo sostenible

América Latina ya está sufriendo los efectos directos del calentamiento global, todo esto repercutirá en la agricultura, la seguridad alimentaria, el abastecimiento de agua, etc. Ante esta problemática parece fundamental gestionar un modelo de producción y consumo más sostenible, caracterizado por energías limpias y empleos verdes, como primer paso se puede optar por la medición de la huella de carbono que permite definir mejores objetivos, políticas de reducción de emisiones más efectivas e iniciativas de ahorros de costo mejor dirigidas.

Petroleum Tubular Inspection Inc, sucursal de Colombia es una compañía dedicada al alquiler de martillos hidráulicos estabilizadores, tubería y herramientas de perforación para la industria petrolera, uno de los mayores retos que debe enfrentar la compañía a pesar de cumplir con los parámetros ambientales verificados por el consejo Colombiano de seguridad bajo el registro uniforme de evaluación del sistema de gestión de seguridad, salud en el trabajo y ambiente para Contratistas del sector Hidrocarburos, es contribuir a la constante búsqueda de métodos para reducir los impactos ambientales que actualmente atraviesa el mundo, tomando en cuenta lo anterior la empresa busca adquirir un compromiso con el medio ambiente y una buena práctica inicial es el cálculo de la huella de carbono del área de mantenimiento de la compañía ubicada en la ciudad de Villavicencio, de tal forma que la empresa demuestre que está comprometida a reducir el impacto de sus operaciones diarias en medio ambiente.

---

<sup>1</sup> Monografía

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico- Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Ing Richard Díaz Guerreo

## ABSTRACT

**TITLE:** CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA EMPRESA PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC, SUCURSAL DE COLOMBIA, BASE VILLAVICENCIO, BAJO LA METODOLOGIA DEL GHG PROTOCOL <sup>3</sup>

**AUTHORS:** DIANA MAYERLI AMOROCHO GARCÍA  
LUISA FERNANDA SÁNCHEZ TOVAR <sup>4</sup>

**KEY WORDS:** Environmental impact, carbon footprint, global warming, sustainable consumption.

Latin America is already suffering the direct effects of global warming, all this has repercussions on agriculture, food security, water supply, etc. To this problem seems fundamental to manage a product and consumption model more sustainable using clean energies and green jobs. As a first step it can opt for the measurement of carbon footprint that allows setting better targets, reduce emission more effective and cost saving initiatives targeted.

Petroleum Tubular Inspection Inc., branch office of Colombia is a company dedicated to rent hydraulic hammer, pipeline and tools of drilling for the petroleum industry. One of the biggest challenge facing the company despite complying with environmental parameters verified by the Colombian security council under the registration uniform evaluation system security management, occupational health and environment for the hydrocarbons sector contractors is to contribute to the constant search for ways to reduce the environmental impacts that currently is facing the world. As mentioned previously, the company seeks to make a commitment to the environment. A good initial practice is to calculate the carbon footprint in the maintenance area of the company that is located in Villavicencio city. In this way Petroleum Tubular Inspection can be shown their compromise to reduce the impacts of their daily operations.

---

<sup>3</sup> Degree Project.

<sup>4</sup> Physical- Chemistry Engineering Faculty. Chemistry Engineering School. Director: Ing Richard Díaz Guerrero

## INTRODUCCIÓN

Considerando la importancia que tienen para el desarrollo económico los conceptos de sostenibilidad y sustentabilidad se han desarrollado diferentes metodologías para la mitigación del cambio climático entre las cuales está cálculo de la Huella de Carbono. A través de su análisis, las organizaciones pueden disminuir los niveles de contaminación durante los procesos productivos. Además, la reducción de las emisiones de GEI incrementa la eficiencia energética e hídrica de cualquier actividad disminuyendo costos económicos para las organizaciones. Es por esto que en este trabajo se describen las principales fuentes de los GEI emitidos por la compañía Petroleum Tubular Inspection en la base de Villavicencio tomando como año base del 2015.

Para la elaboración de los cálculos correspondientes se empleó la metodología del GHG Protocol, el cual es internacionalmente aceptado para la medición del impacto de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel empresarial. Su cálculo dio inicio con los datos suministrados por la compañía, los cuales fueron procesados para verificar consistencia, nivel de incertidumbre y designación bajo el esquema de Alcance 1, 2 o 3 excluyendo algunos datos que se describen en el desarrollo de la metodología. Los Factores de Emisión (FE) oficiales fueron calculados y empleados para convertir los consumos de electricidad, combustibles y otros generadores de GEI en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1 CAMBIO CLIMATICO

El cambio climático es una realidad inequívoca reconocida no sólo desde las esferas científicas sino además políticas por cuanto sus causas y consecuencias dependen del modelo de desarrollo. El aumento de la temperatura promedio del planeta producto de la acumulación de gases emitidos por las actividades humanas de producción, extracción, asentamiento y consumo, viene alterando todos los ciclos atmosféricos planetarios que tienen expresiones locales muy concretas, tales como, el ascenso del nivel del mar, el aumento en la intensidad, magnitud y frecuencia de eventos climáticos extremos como huracanes, lluvias torrenciales, sequías, heladas, entre otros.<sup>5</sup>

El cambio climático es un problema de carácter global, exponencial y persistente. Es global porque más allá de los primeros impactos ambientales que afectaban sólo a áreas locales o regionales, el cambio climático afecta a todo el planeta. Este supone un importante factor adicional de presión sobre la capacidad de los sistemas naturales para proporcionar, de manera sustentable, los bienes y servicios necesarios para el desarrollo económico y social; en particular, para el abastecimiento de agua dulce, aire, alimentos, energía, salud y empleo.

Las potenciales consecuencias del cambio climático no son uniformes en todo el planeta y dependen de diversos factores. La intensidad y la distribución de los efectos del cambio climático variarán dependiendo de la vulnerabilidad de cada región. Por falta de recursos para paliar sus efectos, los países menos desarrollados serán los más vulnerables.

---

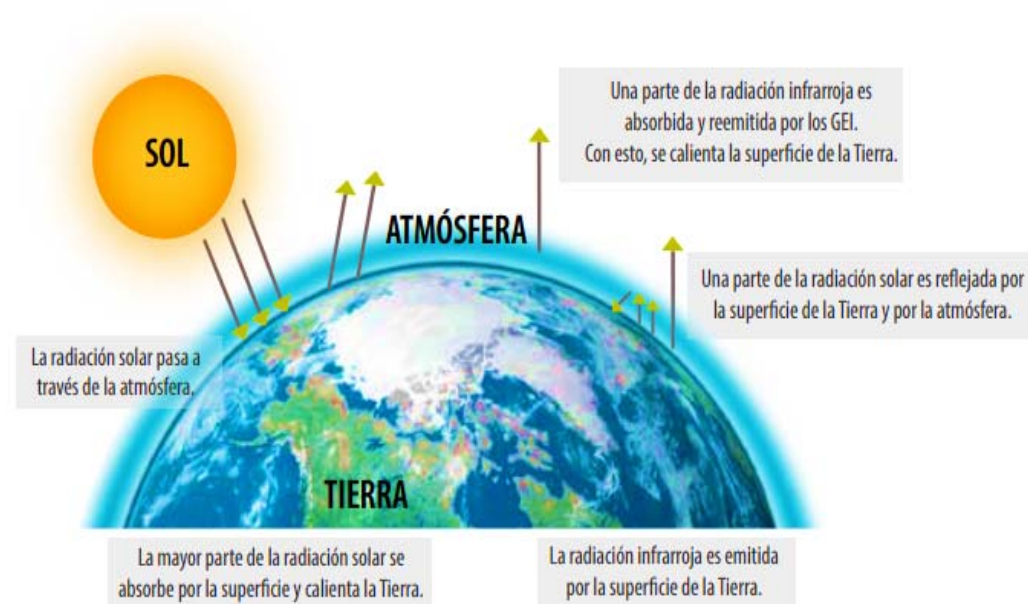
<sup>5</sup> Primer informe bienal de actualización de Colombia. Informe ejecutivo.

## 1.2 EFECTO INVERNADERO

El efecto invernadero es un proceso natural que hace posible la vida en la superficie terrestre. El fenómeno permite mantener su balance energético. El planeta debe remitir al espacio, en forma de calor, la energía recibida del sol que calienta la superficie de la tierra.

La radiación solar que penetra la superficie terrestre es distribuida por toda la tierra a través de las corrientes marinas y los vientos, otra parte es absorbida por los suelo y por los seres vivos que mediante procesos naturales como la fotosíntesis y la respiración absorben y liberan CO<sub>2</sub>, el saldo restante en el balance energético es reflejado hacia el exterior, con una longitud de onda correspondiente a los rayos infrarrojos tal como se muestra en la **Figura 1**.

**FIGURA 1. EFECTO INVERNADERO.**

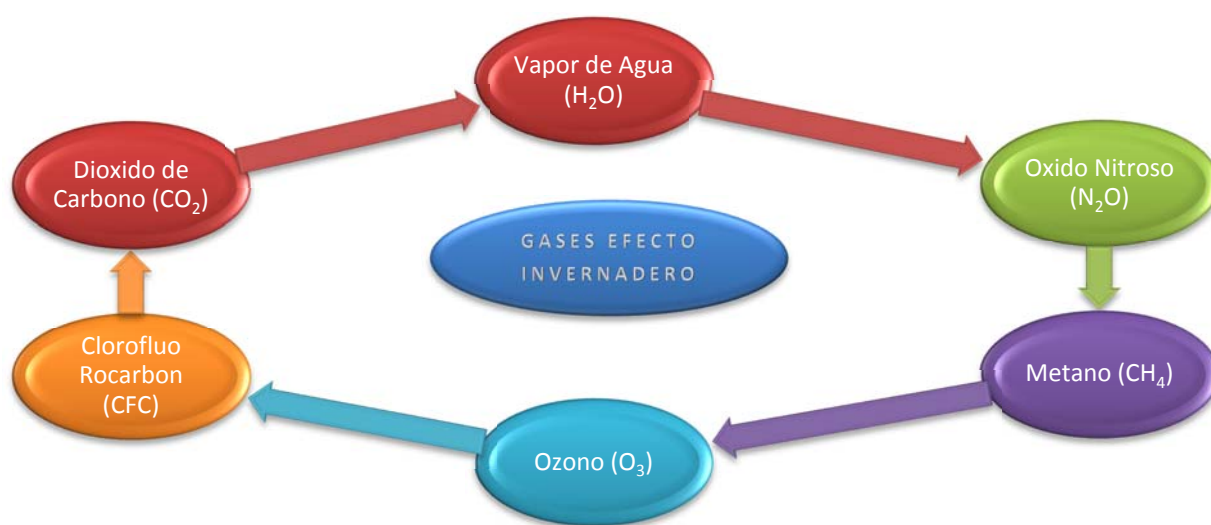


Fuente: RODRÍGUEZ Manuel, MANCE Henry, BARRERA Ximena, GARCÍA Carolina. Cambio climático: lo que está en juego. 2015

### 1.2.1 Gases efecto invernadero

Los Gases de efecto invernadero (GEI) son compuestos que se encuentran en la atmósfera en concentraciones muy pequeñas, (**Figura 2**), pero a partir de la revolución industrial, la expansión del sector agropecuario y las actividades humanas han generado un incremento en la tasa los (GEI) donde la biosfera y los océanos no pueden asimilar. Estos incrementos por encima de los niveles naturales ocasionan el aumento del efecto invernadero. Es decir, que los GEI absorben el calor de los rayos solares impidiendo la liberación de estos hacia la atmósfera.

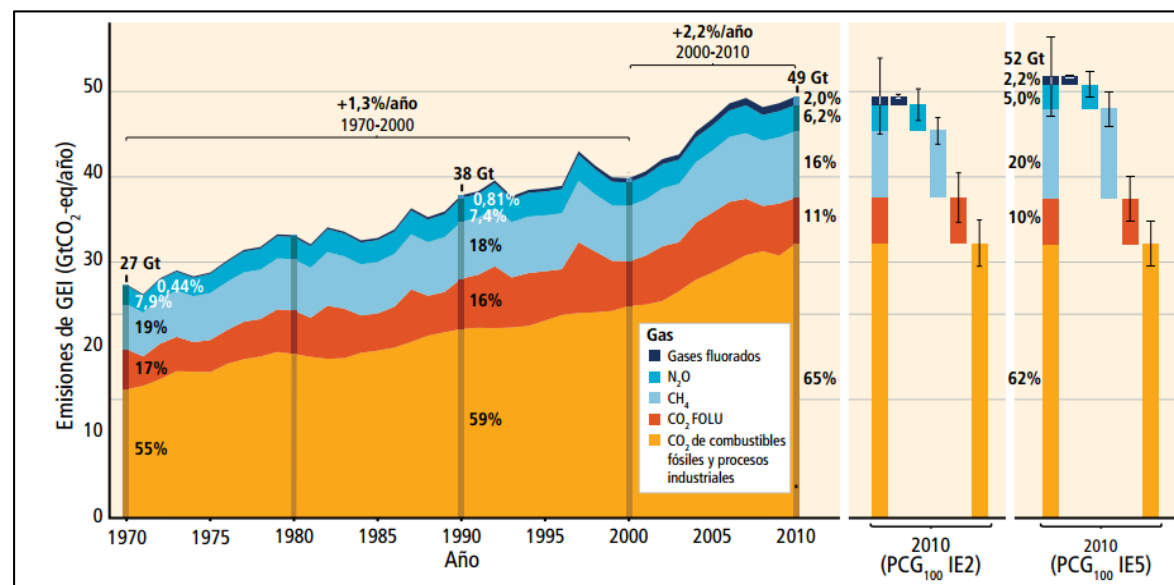
**FIGURA 2. GASES DE EFECTO INVERNADERO**



Por ejemplo, el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el GEI antropógeno más importante. Sus emisiones anuales aumentaron en torno a un 80% entre 1970 y 2004, proveniente de los procesos industriales y el uso de los combustibles fósiles acentuando el problema del efecto invernadero. Sin embargo, el CO<sub>2</sub> no es el único responsable del cambio climático, las emisiones de los GEI se han incrementado alrededor del 70% desde 1970 al 2004.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (**Figura 3**) el aporte de los GEI se compone de: dióxido de carbono (50%), metano (30%) y óxido nitroso (19%); quedando el 1% para el resto de gases que causan efecto de invernadero y no están dentro del Protocolo de Montreal, como los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (CFC) y halocarbonos y hexafluoruro de azufre (IDEAM, 2008c). Es importante mencionar que las emisiones de metano son producidas principalmente por la cría de ganado y actividades agropecuaria, las emisiones de óxido nitroso se derivan principalmente del uso de agroquímicos en la agricultura. En la se observan los porcentajes de emisiones antropogénicas de los GEI desde el año 1970.

**FIGURA 3. EMISIONES MUNDIALES DE GEI ANTROPÓGENOS**



Fuente: IPCC, Cambio climático 2014: Informe de síntesis. (2014)

El Cuarto informe de evaluación del IPCC, menciona que las concentraciones de GEI y aerosoles, cobertura del suelo y radiación solar alteran el balance de energía del sistema climático y son conductores del cambio climático, ya que estos afectan la absorción, la dispersión y la emisión de radiación dentro de la atmósfera y en la superficie terrestre, es así que el aumento gradual de la temperatura global es atribuida a estos gases de efecto invernadero.

### **1.3 ACUERDOS INTERNACIONALES SOBRE CAMBIO CLIMATICO.**

La comunidad internacional empezó a tomar en serio el tema del cambio climático al final de 1990, cuando se empezó a hablar de la creación de un convenio mundial de Naciones Unidas que tratara, lo que llevo a la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (European Commission 2002).

En 1992 se firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), donde fue ratificado por 194 países. Este fue creado para cumplir un objetivo final, el cual es la estabilización de las concentraciones en la atmósfera de los gases de efecto invernadero a un nivel que evite la interferencia peligrosa de las actividades humanas sobre el sistema climático.

En la convención establece lo que se denomina “responsabilidades comunes pero diferenciadas”, lo que significa que los países ricos y pobres contribuyen al efecto invernadero, pero los países desarrollados tienen la responsabilidad de tomar medidas de mitigación que demuestren su claro compromiso de resolver el problema, mientras que las naciones en desarrollo tienen una responsabilidad secundaria. (Rodríguez y Mance, 2009).

#### **1.3.1 Protocolo de Kyoto**

El Protocolo de Kyoto, el cual se estableció en 1997, obliga a los países desarrollados a reducir sus emisiones en el periodo 2008-2012 en un promedio de 5,2% en relación con el nivel de emisiones que tenían en 1990. Los países menos desarrollados se comprometían, en principio, únicamente a realizar un inventario de todas sus emisiones de GEI. Los países pertenecientes al Protocolo de Kioto se comprometieron a alcanzar diferentes objetivos, como la reducción, la estabilización y/o el incremento limitado. La Unión Europea se comprometió a reducir la emisión de GEI, el monto de la reducción total que debía alcanzar 424 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> para el primer periodo del compromiso.

Asimismo, el protocolo establece el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) como un instrumento de para lograr que los países cumplan con los compromisos pactados. Por medio del MDL los países desarrollados pueden compensar sus emisiones domésticas mediante la inversión en proyectos para la reducción de emisiones en los países en desarrollo. Así, ofrece interesantes oportunidades a los países en desarrollo que quieren moverse hacia una economía limpia de manera voluntaria con apoyo financiero externo. Así, por ejemplo, un proyecto común es capturar el metano –un poderoso GEI– que se produce en los rellenos sanitarios de las grandes ciudades, y a partir de él generar energía eléctrica.<sup>6</sup>

### **1.3.2 Acuerdo de París.**

El objetivo global del acuerdo de París es mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático; Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

A continuación se nombran algunos artículos del actual acuerdo de París.

- Para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura, los países que forman parte del acuerdo se deben proponer a lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que los países en desarrollo tardarán más tiempo en lograrlo y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor

---

<sup>6</sup> Rodríguez Manuel, Mance Henry. Cambio climático: lo que está en juego. 2009

información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza

- Cada Parte deberá preparar, comunicar y mantener las sucesivas contribuciones determinadas a nivel nacional que tenga previsto efectuar. Las Partes procurarán adoptar medidas de mitigación internas, con el fin de alcanzar los objetivos de esas contribuciones.
- Las Partes que son países desarrollados deberían seguir encabezando los esfuerzos, adoptando metas absolutas de reducción de las emisiones para el conjunto de la economía. Las Partes que son países en desarrollo deberían seguir aumentando sus esfuerzos de mitigación, y se las alienta a que, con el tiempo, adopten metas de reducción o limitación de las emisiones para el conjunto de la economía, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales.
- Las Partes reconocen la importancia de evitar, reducir al mínimo y afrontar las pérdidas y los daños relacionados con los efectos adversos del cambio climático, incluidos los fenómenos meteorológicos extremos y los fenómenos de evolución lenta, y la contribución del desarrollo sostenible a la reducción del riesgo de pérdidas y daños.
- Las Partes que son países desarrollados deberán proporcionar recursos financieros a las Partes que son países en desarrollo para prestarles asistencia tanto en la mitigación como en la adaptación, y seguir cumpliendo así sus obligaciones en virtud de la Convención.
- Las Partes deberán cooperar en la adopción de las medidas que correspondan para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso público a la información sobre el cambio climático, teniendo presente la importancia de estas medidas para mejorar la acción en el marco del presente Acuerdo.

El acuerdo de París adopta los estilos de vida y pautas de consumo y producción sostenibles, en un proceso encabezado por las Partes que son países desarrollados, es una contribución importante a los esfuerzos por hacer frente al cambio climático.

#### **1.4 CAMBIO CLIMATICO EN COLOMBIA**

Colombia es un país que se ve constantemente afectado por eventos hidrometeorológicos extremos en gran parte del territorio, inundaciones, deslizamientos, granizadas y las olas de calor que se han incrementado en los últimos años son algunos impactos que han afectado las actividades económicas y a las personas que viven en la zona. (IDEAM, 2001).

Durante los últimos años Colombia encontrado evidencias del cambio climático. En la Segunda Comunicación Nacional se reporta que entre los años de 1971 a 2000 el país ha aumentado su temperatura media de 0.13°C por década. Los departamentos en los que se están presentando los mayores aumentos son: Córdoba, Valle, Sucre, Antioquia, La Guajira, Bolívar y Chocó con 0.14°C/década; Santander y Norte de Santander con 0.16°C/década; Cauca, San Andrés y Tolima con 0.18°C/década y Caquetá con 0.23°C/década; indicando de alguna manera que son lugares que han sentido mayormente el global sobre el territorio nacional. (IDEAM, 2010).

Según el IDEAM en Colombia los sectores que más emisiones de GEI aportaron en el 2004 fueron: Agricultura (38%); Energía (37%); y Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura –Uscuss– (14%). Seguidos por: Residuos sólidos (6%) y Procesos industriales (5%). Al sumar las emisiones totales de los módulos de Agricultura con los de Uscuss, es evidente el aporte que tiene el sector agropecuario (Aprox. 50%) de las emisiones totales<sup>7</sup>

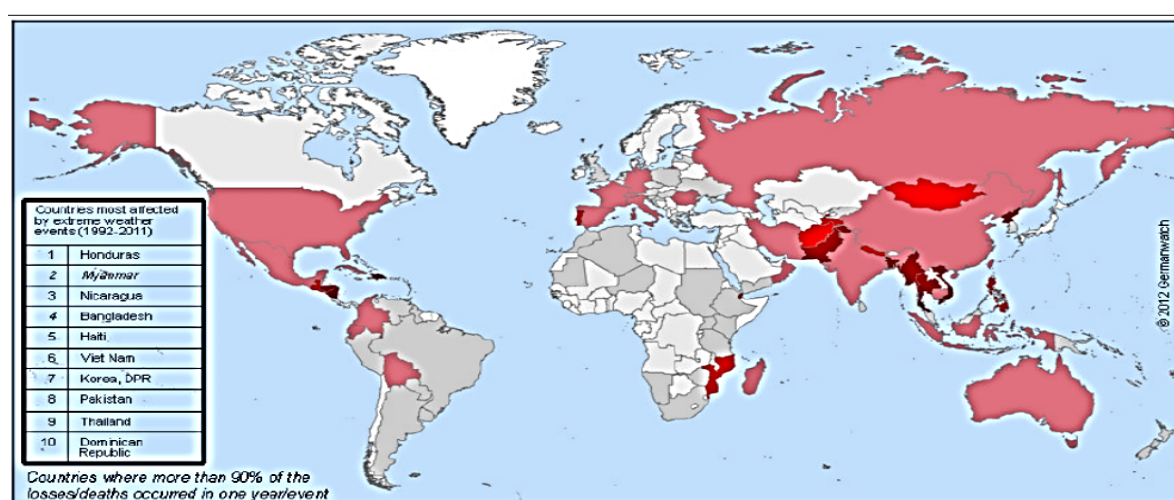
---

<sup>7</sup> Segunda comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático. Inventario nacional de emisiones, Gases de efecto Invernadero. 2009

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural el sector agrícola se ha visto fuertemente afectado debido a la ocurrencia de eventos climáticos extremos especialmente durante las fases del Fenómeno El Niño y La Niña. La agricultura depende del régimen de lluvias y comportamiento de temperatura, lo que se ocasiona inundaciones y deslizamientos en terrenos donde se cultiva, proliferación de plagas y expansión de enfermedades, cambios en los ciclos vegetativos de los cultivos, cambios en los ciclos de plagas, mayor estacionalidad de la producción, pérdidas en la producción. (Mery, 2013)

La organización Germanwatch en su octavo informe sobre el Índice de riesgo climático global hace un análisis de los países más afectados por eventos extremos de variabilidad climática en el mundo desde 1992 a 2011, Honduras, Myanmar and Nicaragua han sido identificados como los más afectados en un periodo de 20 años, seguidos por Bangladesh, Haiti and Viet Nam. En la **Figura 4** se observa los países que mayor impacto han tenido por eventos extremos atribuidos al cambio climático, allí Colombia se encuentra entre los países más impactados.<sup>8</sup>

**FIGURA 4. PAÍSES MÁS AFECTADOS POR EVENTOS EXTREMOS DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL MUNDO DESDE 1992 A 2011.**



Fuente: FONADE, IDEAM. Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sector. (2013)

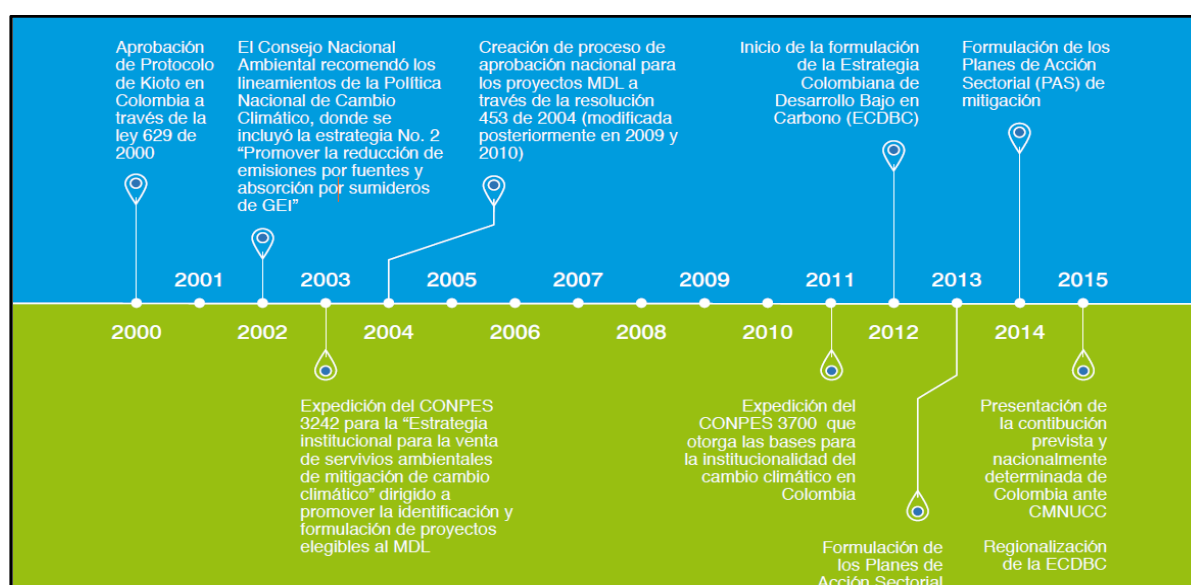
<sup>8</sup> Harmeling & Eckstein, 2013. Global climate risk index 2013. Who suffers most from extreme weather Events? Weather-related loss events in 2011 And 1992 to 2011. Germanwacht. Alemania.

Aunque Colombia no es uno de los responsables principales de haber causado el problema del cambio climático, su contribución llega a 0,3% del total de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera. Los datos de los impactos locales son alarmantes: la mitad del país se vería afectado negativamente debido a cambios en el patrón de precipitaciones (lluvias); la infraestructura turística de la Isla de San Andrés sufriría consecuencias negativas al desaparecer 17% de su territorio; casi la totalidad de los nevados y glaciares desaparecerían completamente, así como el 75% de los páramos.<sup>9</sup>

### 1.5 INICIATIVAS COLOMBIANAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMATICO

Colombia está implementando iniciativas en diversos ámbitos para mitigar el cambio climático que respaldan acuerdos y están representadas en acciones concretas que ayuden a reducir las emisiones e incrementar la mitigación para lograr la adaptación a los impactos que produce, o se espera produzca, el cambio climático en el territorio.

**FIGURA 5. EVOLUCIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN EN COLOMBIA**



Fuente: IDEAM, Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia ante la CMNUCC - Resumen Ejecutivo. 2015

<sup>9</sup> Greenpeace Colombia. Cambio climático, Futuro negro para los paramos. (2009)

### 1.5.1 Inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI) – Colombia

El inventario nacional de GEI, es la cuantificación de la cantidad de GEI emitidas hacia la atmosfera como productos de fuentes antropogénicas y de la cantidad de absorciones por sumideros de carbono, ocurridas en un país durante un periodo de tiempo específico. Los resultados se presentan desagregados por cada GEI y por las diferentes actividades fuentes de emisión.

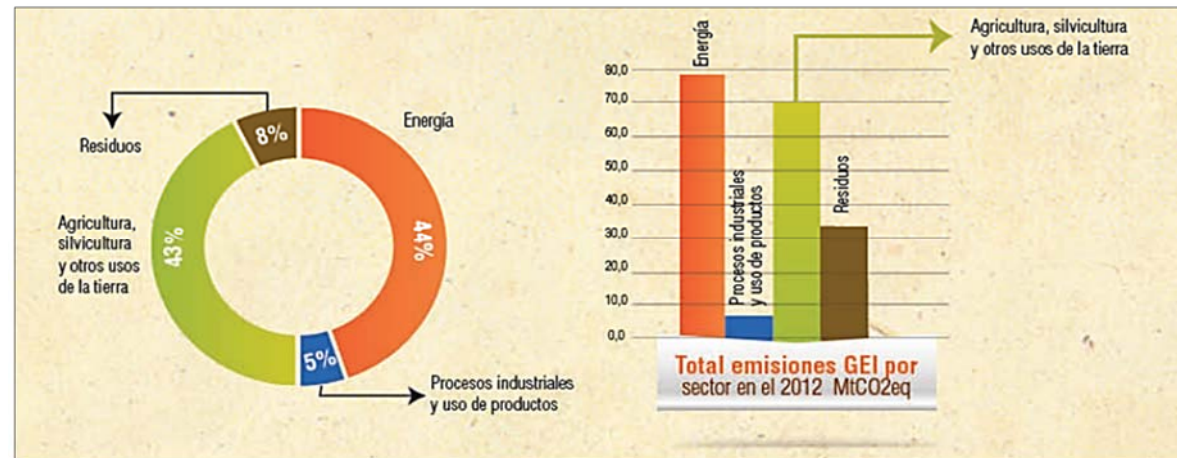
Colombia remite informes periódicos a la Convención Marco de Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC) llamadas Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático.

Estos informes, cuya elaboración es liderada por el IDEAM, sintetizan los avances del país en materia de análisis de vulnerabilidad, medidas de mitigación y adaptación, emisiones de gases de efecto invernadero y acciones de educación, formación y sensibilización de públicos frente al Cambio Climático. El país se comprometió a reportar periódicamente su informe bienal de actualización (IBA) en cada uno de los cuatro módulos contemplados en el IPCC. Estos son:

- **Energía:** Se contabilizan las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O que se generan en las actividades de extracción, procesamiento, producción, almacenamiento y distribución de combustibles. **IPPU (Procesos industriales y uso de productos):** Incluyen emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC-32, HFC-134<sup>a</sup>, HFC-152 Y SF<sub>6</sub> generadas como resultados de la reacción entre materias primas empleadas en diferentes procesos químicos.
- **AFOLU (Agricultura, silvicultura y otros usos de tierra):** Se estiman las emisiones y absorciones antropogénicas ocurridas en las “tierras gestionadas” y que están asociadas al uso de la tierra.
- **Residuos:** Se reportan las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generadas en la disposición, tratamiento y gestión de residuos sólidos y aguas residuales. Se dividen en eliminación de desechos sólidos, incineración abierta de desechos y tratamiento y eliminación de aguas residuales.

El gobierno colombiano calculo el inventario nacional para el año 2012 (Figura 6), el cual comprende las estimaciones de las emisiones antropogénicas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los GEI. En la (Figura 7) se observa en detalle los resultados obtenidos para cada sector.

**FIGURA 6. EMISIONES GEI DE COLOMBIA EN EL 2012**



Fuente: IDEAM, Tercera comunicación nacional de cambio climático: Inventario nacional de gases de efecto invernadero, Bogotá. 2015

**FIGURA 7. EMISIONES GEI DE COLOMBIA POR SECTORES 2012**

Cantidad de emisiones por subcategoría en Gg de CO <sub>2</sub> eq		Participación de sectores		
1.A ACTIVIDADES DE QUEMA DE COMBUSTIBLE	68.405,20	ENERGÍA	44% 77.784,2	El sector transporte terrestre, fluvial y aéreo para viajes nacionales (1A3), contribuye con el: 38%
1.B EMISIONES FUGITIVAS PROVENIENTES DE LA FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLE	9.379,00			
3.B TIERRA	36.300,10	AFOLU	43% 76.311,6	Las principales emisiones se deben al uso de tierras forestales convertidas a pastizales (3B3) con el: 36%
3.A GANADERÍA	22.798,50			
3.C FUENTES AGREGADAS Y EMISIONES DE NO CO <sub>2</sub> PROVENIENTES DE LA TIERRA	17.213,00			
4.A ELIMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	8.343,00	RESIDUOS	8% 14.296,9	Las emisiones de CH <sub>4</sub> generadas por la disposición final de residuos sólidos en tierra representan el mayor aporte en esta categoría con el: 58%
4.D TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	5.592,20			
4.C INCINERACIÓN E INCINERACIÓN ABIERTA DE DESECHOS	361,7			
2.A INDUSTRIA DE LOS MINERALES	5.186,00	IPPU	5% 9.865,4	Las emisiones se generan principalmente en la producción de cemento (2A1) con una participación de: 45%
2.C INDUSTRIA DE LOS METALES	2.903,10			
2.F USO DE PRODUCTOS SUSTITUTOS DE LAS SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO	888,8			
2.B INDUSTRIA QUÍMICA	766,5			
2.G MANUFACTURA Y UTILIZACIÓN DE OTROS PRODUCTOS	118,4			

Fuente: IDEAM, Primer informe bienal de actualización de Colombia ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático, 2015

### 1.5.2 Estrategía colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC)

La ECDBC es un programa de desarrollo de corto, mediano y largo plazo que busca desligar el crecimiento de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional a través de la implementación de planes, proyectos y políticas que maximicen la carbono-eficiencia de las actividades económicas del país y que, a su vez, contribuyan al desarrollo social y económico nacional.<sup>10</sup> La ECDBC cuenta con cinco componentes:

- 1. Escenarios:** El primer componente tiene como objetivo identificar y formular alternativas sectoriales de desarrollo bajo en carbono, mediante estudios de costos de reducción de emisiones y del trabajo en mesas con expertos sectoriales.
- 2. Diseño de los Planes de Acción Sectorial:** Tiene como objetivo principal el desarrollo de planes sectoriales de desarrollo bajo en carbono conocidos como Planes de Acción Sectoriales - PAS, compuestos de acciones, programas, medidas y políticas que estarán priorizadas teniendo en cuenta cuatro aspectos principales: contribución a los objetivos de desarrollo del sector, potencial de reducción de emisiones de GEI, co- beneficios económicos, sociales y ambientales, y costos de implementación.
- 3. Implementación y desarrollo de los planes:** Estrategias de implementación de los PAS.
- 4. Construcción de capacidades:** Fortalecimiento de Ministerios para la formulación e implementación de los PAS.
- 5. Plataforma de comunicación y de cooperación internacional:** Socializar a través de diversos medios de comunicación los avances de la ECDBC así como consolidar una red de cooperantes internacionales

---

<sup>10</sup> Estrategia colombiana de desarrollo bajo el carbono. Gobierno de Colombia

### 1.5.3 Planes de Acción Sectorial de Mitigación (PAS)

La ECDBC ha producido ocho (8) Planes de Acción Sectorial de Mitigación (PAS) que son el conjunto de acciones para reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) frente a una línea base de emisiones proyectadas (**Figura 5**).

Los PAS Identifican prioridades de mitigación y sus medios de implementación y las priorizan, teniendo en cuenta los co-beneficios (productividad, reducción de costos, transferencia de tecnología, reducción de riesgo de afectación por barreras no arancelarias, generación de empleo, mejoras en calidad de aire y salud, entre otros).

**FIGURA 8. SECTORES DE LA ECDBC**



Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO, Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono

El portafolio de planes de acción sectorial de Mitigación para el Cambio Climático de Colombia que están en proceso de formulación son: <sup>11</sup>

- **Sector agropecuario:** Implementar estrategias de mitigación de GEI en el sector panelero, en la ganadería bovina y el café de Colombia.
- **Sector de energético:** Mejorar y modernizar los sistemas de alumbrado público en diferentes ciudades de Colombia a través de la optimización del diseño y el incremento en la eficiencia energética de las luminarias y transformar el sector de refrigeración doméstica en Colombia a través de la introducción de refrigeradores eficientes y libres de HFC al mercado, el establecimiento de un programa de sustitución de refrigeradores domésticos y la gestión adecuada de los residuos de refrigeradores al final de su vida útil.
- **Sector de transporte:** Recuperación de metano de fugas, venteo y quemas de la cadena del petróleo y gas y fomentar la utilización de bicicletas como alternativa de movilidad. También se busca el fortalecimiento del sector a través del desarrollo de programas de capacitación y educación dirigidos a los conductores de los vehículos, operarios e involucrados en toda la cadena de operación, con el fin de avanzar hacia la formalización, profesionalización y desarrollo de buenas prácticas del sector.
- **Sector Industrial:** Eficiencia energética en pequeñas y medianas empresa.
- **Sector doméstico:** Actualización y desarrollo de políticas nacionales que permitan implementar proyectos de gestión integral de residuos, en el marco del servicio público de aseo, que sean replicables a nivel nacional y permitan lograr metas de reducción de emisiones de GEI.

---

<sup>11</sup> IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERIA. Primer informe bienal de actualización de Colombia ante la CMNUCC – Resumen ejecutivo. 2015

#### **1.5.4 Compromisos voluntarios de acciones de mitigación en el marco de los acuerdos de Cancún (COP 16)**

Colombia adquirió 3 compromisos voluntarios<sup>12</sup>

1. “Garantizar como mínimo la participación de la generación de energía eléctrica renovable, en un porcentaje no inferior al 77% de la capacidad instalada total al año 2020, dentro de la matriz energética”.
2. “Estimular el crecimiento de biocombustibles como el etanol y el biodiesel sin amenazar los bosques naturales ni la seguridad alimentaria de ningún colombiano, fortaleciendo la participación de estos combustibles en el mercado nacional hasta lograr en el 2020 mezclas obligatorias de por lo menos 20% del total del volumen de combustible empleado”.
3. Reducir la deforestación en la Amazonía colombiana a cero para el 2020.

---

<sup>12</sup> IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEÍA. Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia ante la CMNUCC - Resumen Ejecutivo. 2015

## 2. MARCO CONCEPTUAL.

### 2.1 HUELLA DE CARBONO

La huella de carbono es una de las formas más simples que existen de medir el impacto o la marca que deja una persona, producto o empresa sobre el planeta. Es un recuento de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que son liberadas a la atmósfera debido a nuestras actividades cotidianas o a la comercialización de un producto. Por lo tanto la huella de carbono es la medida del impacto que provocan las actividades del ser humano en el medio ambiente y se determina según la cantidad de emisiones de GEI producidos, medidos en unidades de dióxido de carbono equivalente. Hoy día, casi todas las actividades que realizamos (movilidad, alimentación, etc.) y bienes que poseemos y utilizamos (bienes de consumo, hogar, etc.) implican consumir energía, lo que significa contribuir a las emisiones a la atmósfera.

A través de su análisis, las organizaciones pueden reducir los niveles de contaminación mediante un cálculo estandarizado de emisiones que tienen lugar durante los procesos productivos. Se trata de un mecanismo para que la empresa disponga de un indicador del impacto ambiental asociado a sus actividades.

La huella de carbono se mide en masa (g, kg, Ton) de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e o CO<sub>2</sub>eq). Una vez conocido el tamaño y la huella, es posible implementar una estrategia de reducción y/o compensación de emisiones, a través de diferentes programas, públicos o privados, representando el primer paso en el establecimiento de un programa de reducción de emisiones. La utilización de metodologías contrastadas para el cálculo de la huella de carbono ofrece un mayor grado de credibilidad a los resultados obtenidos y permiten la comparabilidad de resultados entre empresas o productos/servicios.

## **2.2 APLICACIONES DE LA HUELLA DE CARBONO**

La huella de carbono puede ser medida para diferentes ámbitos como:

### **2.2.1 Huella de Carbono de una Organización**

También llamada inventario de GEIs corporativo, mide las emisiones de GEIs derivadas de todas las actividades de una organización. El principal instrumento de comunicación, es el Informe de Emisiones, que presenta múltiples sinergias con las Memorias de Responsabilidad Social Corporativa. Nos aporta la información acerca de los Gases de Efecto invernadero emitido por la actividad de una entidad o emplazamiento. Su reporte esta dado en Toneladas o Kilogramos de CO2 equivalentes.

### **2.2.2 Huella de Carbono de un Producto**

Nos aporta la información sobre la cantidad de Gases de efecto invernadero emitidos a lo largo del ciclo de vida de un producto. Su cálculo es expresado en Toneladas o kilogramos de COS por Toneladas o Kilogramo de producto que estamos analizando Para la estimación de las emisiones de GEI asociadas a la producción de un producto o servicio, independiente de la herramienta que se utilice, es necesario evaluar el ciclo de vida del producto o servicio considerado.

### **2.2.3 Huella de Carbono de Eventos**

Nos aporta información sobre la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos en la organización y desarrollo de un evento. Sus resultados son expresados en Toneladas o Kilogramos de CO2 Equivalentes.

#### 2.2.4. Huella de Carbono de Personas

Nos aporta información sobre la cantidad de Gases de efecto Invernadero emitidos por la actividad cotidiana de una persona natural. Su resultado es expresado en Toneladas o Kilogramos de CO2 equivalentes. Medir las emisiones puede tener objetivos adicionales. Un buen sistema de registro y organización del proceso productivo, generado a raíz de la medición, así como una mayor eficiencia energética, aumentan la productividad de una empresa y la hacen más competitiva en el mercado doméstico y el internacional. Por otra parte, los productos “verdes” certificados como tales, gozan de ventajas en términos de marketing y a veces reciben un precio mayor

### 2.3 FUENTES DE EMISIONES

El primer paso para medir la huella de carbono es la identificación de las fuentes de emisión que serán consideradas. Una primera distinción útil es entre emisiones directas e indirectas.

- **Emisiones directas** son aquellas que provienen de fuentes que son propiedad de la entidad que reporta (ya sea una empresa u otra institución) o controladas por ésta, como por ejemplo, consumo eléctrico, combustibles fósiles, embalajes, entre otras.
- **Emisiones indirectas** son aquellas que ocurren como consecuencia de las actividades de la entidad que reporta, pero que provienen de fuentes que no son propiedad de ésta ni tampoco controladas por ella como suele ser el transporte o las relacionadas con el uso o reciclaje del producto cuando ya está en poder del consumidor.

El cálculo de la huella de carbono de una empresa o producto, por diversas razones, suele excluir algunas fuentes de emisiones.

En algunos casos, las exclusiones tienen que ver con 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 está disponible (o es muy difícil o costosa de obtener).

## **2.4 METODOLOGIAS PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA**

El cálculo de la huella de carbono actualmente es muy utilizado, este proceso posee también sin duda un componente marketing: contribuye a “darse una buena imagen” acerca de los ciudadanos, consumidores y las grandes cadenas de distribución, las cuales empiezan a señalar la huella de carbono de ciertos productos (ADEME 2009). Actualmente existen una gran cantidad de metodologías y normas para abordar el cálculo de la huella de carbono. Las metodologías que mayormente se utilizan son de tres tipos

- **GUIAS GENERALES:** Normas ISO que representan estándares de referencia para el cálculo de CO<sub>2</sub> (norma ISO 14040 sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida; norma BS ISO 14064-1:2006 tiene como objetivo dar credibilidad y aseguramiento a los informes de emisión de GEI y a las declaraciones de reducción o eliminación de GEI. Esta norma puede ser usada por cualquier organización; en la parte 1 se detallan los principios y requerimiento para el diseño, desarrollo, gestión y elaboración de un informe de huella de carbono (OSE, 2010).
- **GUIAS ESPECIFICAS:** PAS 2050, Bilan Carbone® o GHG Protocol, proveen guías minuciosa para empresas interesadas en cuantificar e informar de sus emisiones de GEI.
- **HERRAMIENTAS DE CALCULO:** Utilizadas para las actividades específicas como el transporte o el comportamiento del consumidor.

A continuación se ofrecen una relación de las metodologías más utilizadas.

**TABLA 1. METODOLOGIAS DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO MÁS UTILIZADAS**

<b>METODOLOGIA</b>	<b>AMBITO Y APLICACIÓN</b>	<b>ENFOQUE</b>
<b>Carbon Disclosure Project (CDP)</b>	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Ampliamente adoptada	Organización
<b>WBCSD/WRI GHG Protocol, Corporate Standard</b>	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Ampliamente Reconocida; base para otros estándares	Organización
<b>ISO 14064: 2006 (Partes 1 and 3)</b>	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Estándar internacional verificable	Organización
<b>French Bilan Carbone</b>	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo. Ampliamente reconocida	Organización
<b>DEFRA Company GHG Guidance</b>	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo. Ampliamente reconocida	Organización
<b>UK Carbon Reduction, Commitment (CRC)</b>	Aplicación obligatoria y de ámbito europeo. Cubre a los pequeños emisores	Organización
<b>US EPA Climate Leaders, Inventory Guidance</b>	Aplicación voluntaria y de ámbito USA. Provee incentivos	Organización
<b>US GHG Protocol Public, Sector Standard</b>	Aplicación voluntaria y de ámbito USA y al sector público	Organización
<b>PAS 2050</b>	Aplicación voluntaria. Procedencia UK	Producto
<b>KOREA PCF</b>	Aplicación voluntaria. Metodología creada en Corea	Producto
<b>Carbon Footprint Program</b>	Aplicación voluntaria. Procedencia Japón	Producto
<b>Carbon Index Casino</b>	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia	Producto
<b>Greenext</b>	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia	Producto
<b>Climate Certification System</b>	Aplicación voluntaria. Procedencia Suecia	Producto
<b>Climatop</b>	Aplicación voluntaria. Procedencia Suiza	Producto
<b>GHG Protocol- Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard</b>	Aplicación voluntaria. Ámbito Global	Producto
<b>BP X30-323</b>	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia	Producto
<b>ISO 14067</b>	Aplicación voluntaria. Ámbito Global	Producto

Fuente: ERM 2010

Tomando en Cuenta el alcance del presente proyecto, se realizará una descripción más detallada de las metodologías más utilizadas en el cálculo de la huella de carbono para organizaciones y sus diferencias.

#### **2.4.1 NORMA ISO 14064-1 GASES DE EFECTO INVERNADERO PARTE 1: ESPECIFICACIÓN CON ORIENTACION, A NIVEL DE LAS ORGANIZACIONES**

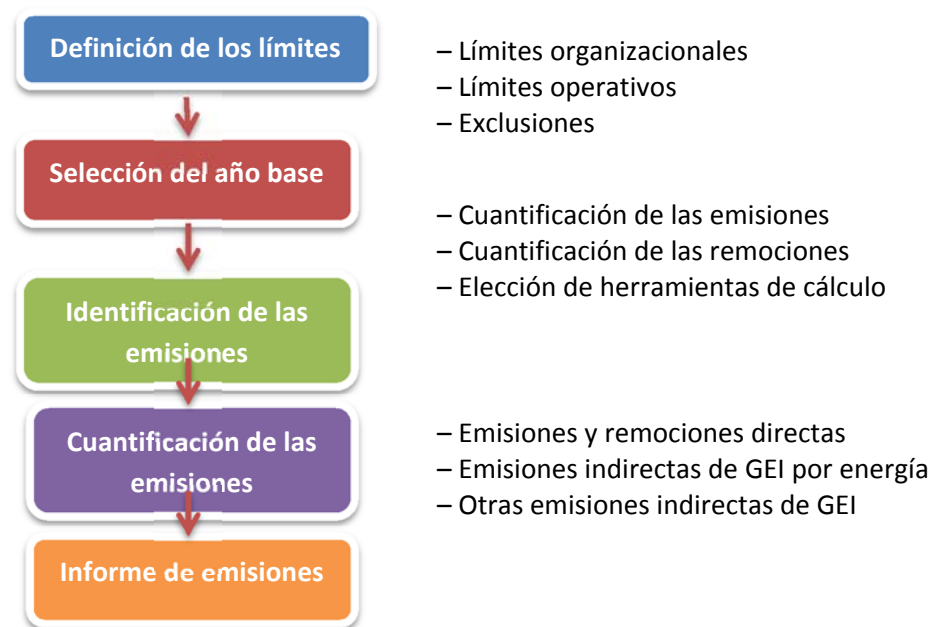
El hecho de que la metodología 14064-1 sea una norma ISO presenta una serie de ventajas respecto al resto de referencias mencionadas; la finalidad principal de las normas ISO es orientar, coordinar, simplificar y unificar los usos para conseguir menores costes y efectividad y son el fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la misma. Además, deben aprobarse por un Organismo de Normalización reconocida.

Así, garantizan unos niveles de calidad y seguridad que permiten a cualquier empresa posicionarse mejor en el mercado y constituyen una importante fuente de información para los profesionales de cualquier actividad económica. Por tanto, la implantación y verificación de la ISO 14064-1 dota a las organizaciones de diversos beneficios frente a otras, tanto interna como externamente:

- Su correcta implantación garantiza la coherencia, la transparencia y la credibilidad en la cuantificación de GEI, permitiendo a las organizaciones identificar y gestionar sus responsabilidades medioambientales relacionadas con los GEI. Además, al tratarse de un sistema de gestión reconocido a nivel internacional, facilita su interpretación global.
- También facilita el desarrollo e implementación de estrategias de gestión de los GEI. Esto permite a las organizaciones conocer su situación actual e identificar oportunidades de mejora en lo que a emisiones de GEI se refiere.
- A nivel externo, la verificación ayuda a los inversores y clientes a tomar decisiones, dado que las organizaciones verificadas muestran un mayor compromiso tanto interno como hacia la sociedad en general.

Cabe mencionar, además, que todas las normas ISO presentan una estructura muy similar, lo que facilita su integración con otros sistemas de gestión de los que la organización pueda disponer. Por lo tanto, la verificación de la ISO 14064 por parte de una organización garantiza el cumplimiento de sus metas en lo que a reducciones de emisiones se refiere, lo que le permite mantener, e incluso mejorar, su situación en el mercado.

**FIGURA 9. METODOLOGÍA DE IMPLANTACIÓN**



#### 2.4.2 GHG PROTOCOL

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) es la herramienta internacional para el cálculo y comunicación del inventario de emisiones. Ha sido desarrollado entre el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Tiene una metodología extensa y complicada, pero eficaz para la obtención de las emisiones de los GEI directos e indirectos.

Utiliza una visión intersectorial y contabiliza las emisiones, de cualquier sector. Incluso permite el tratamiento de todas las emisiones indirectas que se producen a partir de fuentes que no son propiedad de la empresa, como las actividades de extracción de materias primas y su transporte. Las organizaciones deberán elegir justificadamente un año de base (o de referencia para marcar objetivos de reducción) a partir del cual los datos de emisiones fiables están disponibles

La metodología establece una línea base para la evaluación y análisis de las emisiones GEI, da las pautas para reportar las emisiones, reducciones y capturas de éstos gases y establece las emisiones directas e indirectas de una organización, a través de los siguientes tres alcances que se describen a continuación:

- **Alcance 1:** Emisiones directas de GEI Provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad o están controlados por la empresa, así como, las provenientes de la producción química en equipos de proceso propios o controlados por la empresa. A continuación se detalla:
  - Generación de electricidad, calor o vapor: Estas emisiones resultan de la combustión de combustibles en fuentes fijas: calderas, hornos, turbinas, etc.
  - Procesos físicos o químicos: La mayor parte de estas emisiones resultan de la manufactura o el procesamiento de químicos y materiales, como cemento, aluminio, ácido adípico, manufactura de amoníaco y procesamiento de residuos.
  - Transporte de materiales, productos, residuos y empleados. Estas emisiones resultan de la combustión de combustibles en fuentes móviles que son propiedad o están controladas por la empresa: camiones, trenes, barcos, aviones, autobuses y automóviles.

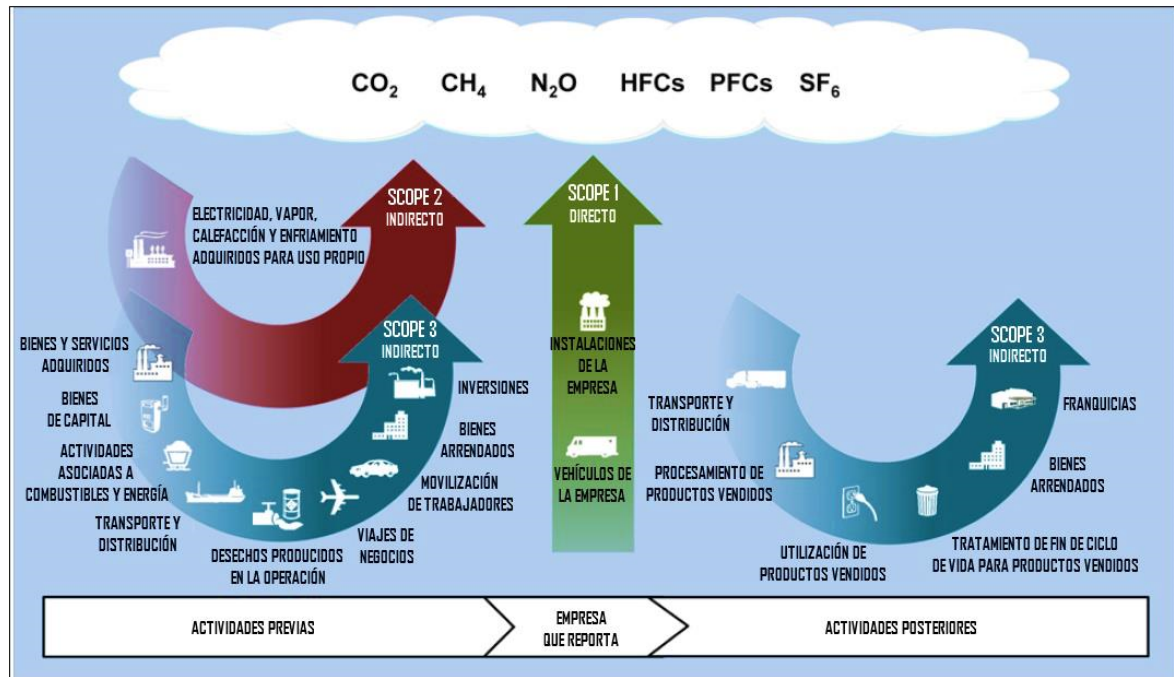
- Emisiones fugitivas. Estas emisiones resultan de liberaciones intencionales o no intencionales, como fugas en las juntas, sellos o empaques de los equipos; emisiones de metano provenientes de minas de carbón y emisiones de hidrofluorocarbonos (HFCs) durante el uso de equipo de aire acondicionado y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

- **Alcance 2:** Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad. Emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa (electricidad adquirida y consumida, se define como la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa).

Para muchas empresas, la electricidad adquirida representa una de las fuentes más importantes de emisión de GEI, y la oportunidad más significativa de reducir dichas emisiones. Contabilizar las emisiones de alcance 2 permite a las compañías valorar los riesgos y oportunidades asociadas a los cambiantes costos de electricidad y emisiones de GEI. Otra razón importante por la que las empresas dan seguimiento a estas emisiones es que la información puede requerirse para algunos programas de GEI.

- **Alcance 3:** Otras emisiones indirectas. Es una categoría opcional de reporte, que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por ésta. Algunos ejemplos de actividades del alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos.

FIGURA 10. RESUMEN DE ALCANCES Y EMISIONES (GHG PROTOCOL)

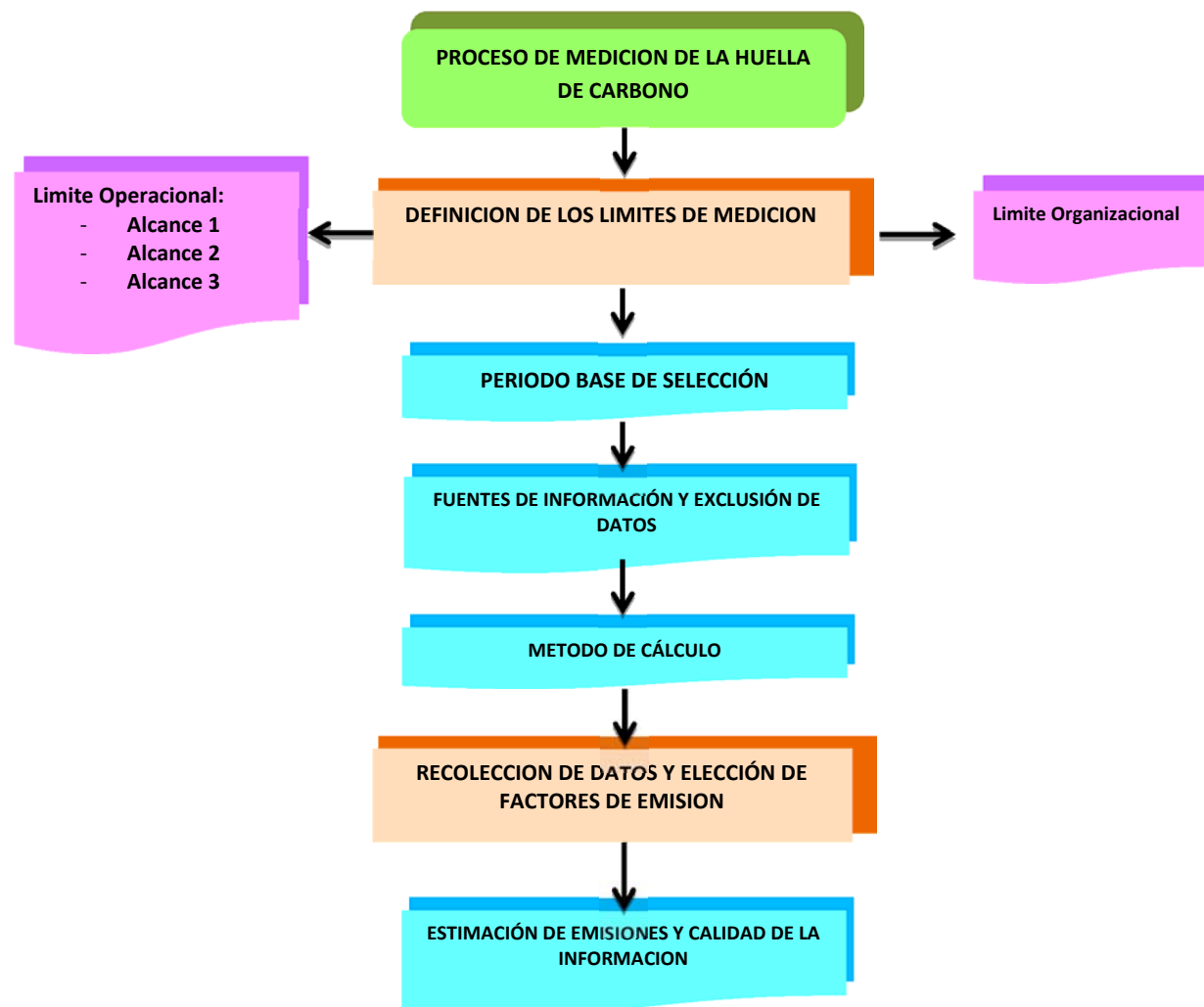


Fuente: GHG PROTOCOL

### 3. METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO.

Una vez recolectada la información necesaria, esta investigación toma un rumbo de tipo Cualitativa, y Explicativa. A partir de la revisión de la literatura y el perfil de la empresa en la cual se realiza el análisis, se propone como método de medición el marco contable GHG Protocol desarrollado por el consejo Mundial empresarial para el desarrollo sostenible y el instituto de recursos Mundiales. A partir del protocolo se plantea el siguiente proceso de medición de la huella de carbono corporativa.

**FIGURA 11. PROCESOS DE MEDICION DE LA HUELLA DE CARBONO DEL AREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA DE ESTUDIO**



### **3.1 DEFINICIÓN DE LOS LIMITES DE MEDICION**

Conforme a lo descrito en el protocolo GEI, para establecer los límites del inventario es necesario establecer tanto los límites organizacionales como los operacionales, de igual forma es necesario tener claro el contexto empresarial de tal forma que se puedan determinar las emisiones asociadas a sus actividades y su clasificación según el alcance.

#### **3.1.1 Limite Organizacional**

El límite organizacional se refiere al alcance que determinan las operaciones que son propiedad o están bajo control de la organización o empresa que reporta. Se deben determinar las instalaciones de las que es propietaria la organización, y aquellas que controla, ya sea de forma financiera u operativa. Las organizaciones deben realizar el inventario de emisiones considerando su participación accionaria o del control que ejercen sobre las operaciones

#### **3.1.2 Límite Operacional**

Corresponde a los límites que determinan las emisiones directas e indirectas asociadas a operaciones que son propiedad o están bajo control de la organización a cargo del inventario y el reporte.<sup>13</sup>

### **3.2 PERIODO DE BASE SELECCIONADO**

Este corresponde al periodo de tiempo inicial determinado por la empresa para realizar la medición de huella de carbono y depende de la información disponible para la recolección de la misma.

---

<sup>13</sup> BCSD; WRI. 2004. The greenhouse gas protocol. A corporate accounting and reporting standard (revised edition), 116 pp

### **3.3 FUENTES DE INFORMACION Y EXCLUSIÓN DE DATOS**

Los datos deben incluir información de todas las actividades de la empresa definidas en el alcance organizacional, puesto que esto garantizará que la medición de la huella de carbono corporativa incluya las actividades realizadas por la empresa. En esta etapa se recomienda que se utilicen datos de fuentes de información primaria, suministradas por la empresa, debido a que estos datos provienen directamente de recolecciones realizadas por la empresa, si no es posible pueden ser tomados de fuentes secundarias, sin embargo estos pueden que no reflejen la realidad de la empresa.

### **3.4 SELECCIONAR METODO DE CÁLCULO**

El GHG Protocol se vale de los factores de emisión para realizar los cálculos de las emisiones CO<sub>2</sub> derivadas de la actividad de una empresa, según los tipos de consumos de energías realizados, es decir empleo de combustibles fósiles y energía eléctrica.

### **3.5 RECOLECTAR LOS DATOS DE ACTIVIDADES Y ELEGIR FACTORES DE EMISION**

En esta parte del proceso es necesario establecer el consumo directo e indirecto de energía, para ello se debe conocer las cantidades de combustibles empleados y los consumos de energía eléctrica reportados en la operación de la empresa. Para la recopilación de datos se realizan varias tareas:

- Revisión de los registros contables de consumo de, energía y papel
- Realización de encuestas (para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por los medios de transporte empleados
- Revisión de las fichas técnicas de los equipos

Los factores de emisión son instrumentos que permiten hacer cálculos de la cantidad de emisiones de un determinado contaminante a partir de la fuente que se evalué.

Estos factores cambian según el tipo de combustible y la actividad analizada, por ejemplo, según los sectores a evaluar como los dedicados a la generación de energía o sectores dedicados a procesos industriales. La determinación de los factores de emisión de CO<sub>2</sub> de los combustibles en Colombia se realiza con base en la metodología establecida en el documento “Metodología Simplificada para el Cálculo de la línea base para proyectos de Pequeña Escala” de la unidad de Planeación Minero Energética.<sup>14</sup> En la siguiente tabla se muestran los factores de emisión de carbono para los combustibles más comunes, suministrados por la UPME (basados en metodología propuesta por la metodología IPCC), la International Energy Agency y el estudio de Calm y Hourahan (2001).

**TABLA 2. FACTORES DE EMISION**

COMBUSTIBLE	PROPIEDAD	VALOR	UNIDADES
<b>ACPM (12)</b>	LHV	42,37	MJ/kg
	Factor emisión CO <sub>2</sub>	73.920	kg/TJ
	Densidad 15°C	842,5	kg/m <sup>3</sup>
<b>Oil crude (12)</b>	LHV	39,64	MJ/kg
	Factor emisión CO <sub>2</sub>	79.019	kg/TJ
	Densidad 15°C	816	kg/m <sup>3</sup>
<b>Gas Natural Genérico (12)</b>	LHV	33,8	MJ/Nm <sup>3</sup>
	Factor emisión CO <sub>2</sub>	55.10	kg/TJ
<b>Gas Propano(12)</b>	LHV	123,88	MJ/kg
	Factor emisión CO <sub>2</sub>	66.254	kg/TJ
	Densidad 15°C	0,507	Adimensional
<b>Gasolina (12)</b>	LHV	42,44	MJ/kg
	Factor emisión CO <sub>2</sub>	74.570	kg/TJ
	Densidad 15°C	723,5	kg/m <sup>3</sup>

FUENTE: UPME, Unidad de Planeación Minero Energético. Factores de Emisión para los Combustibles Colombianos FECOC (2003).

<sup>14</sup> UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA DEL MINISTERIO DE MINAS. Metodología Simplificada para el Cálculo de la Línea base para Proyectos de pequeña escala, Bogotá 2005

### 3.6 ESTIMACIÓN DE EMISIONES Y CALIDAD DE LA INFORMACION

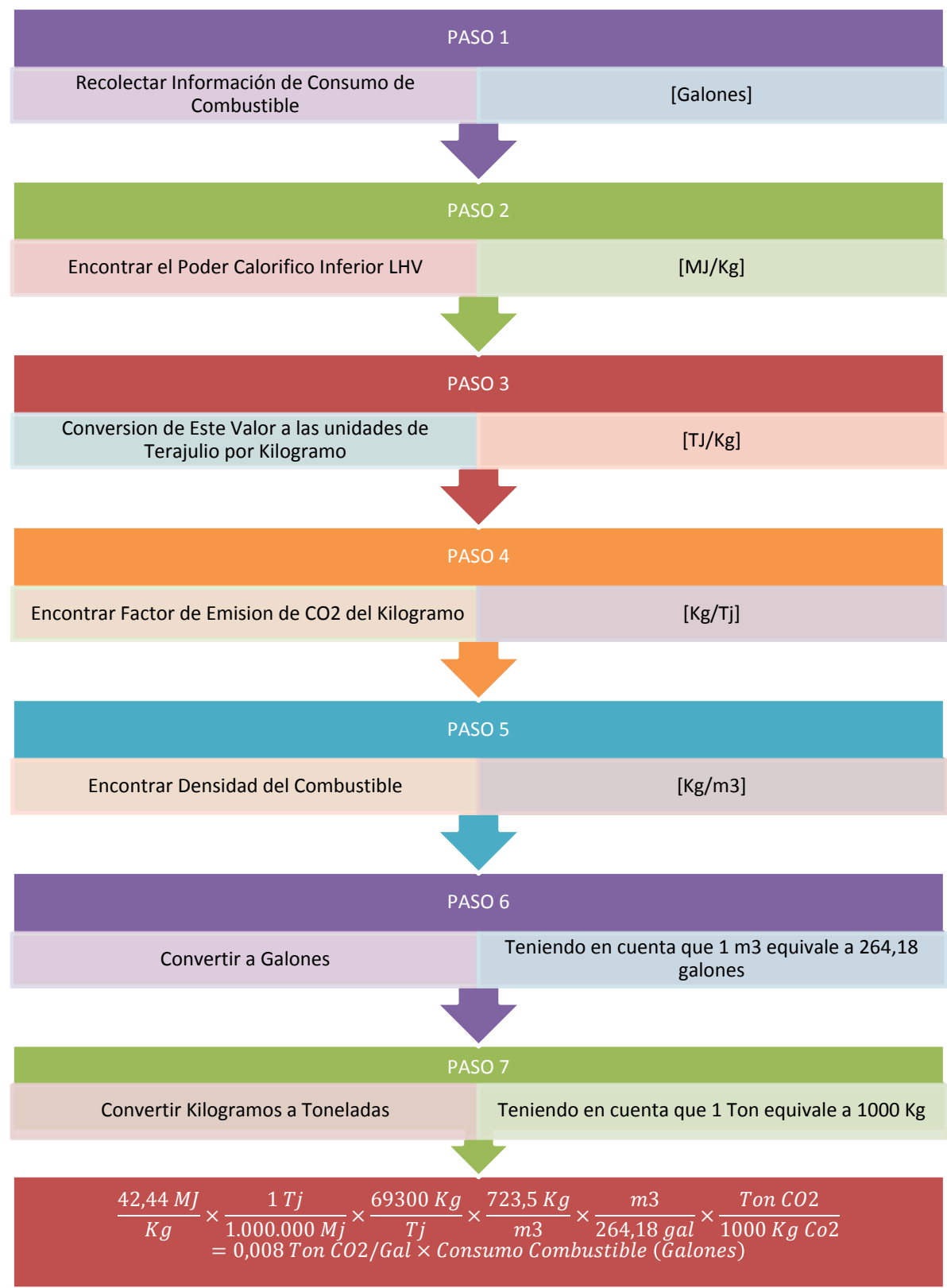
Para el cálculo de las emisiones de GEI en la empresa evaluada, se emplea el proceso del GHG Protocol definido para consumo eléctrico y consumo de combustible. Este proceso indica que se deben convertir a unidades de CO2 los gastos energéticos globales de la compañía, para así ser totalizados y constituir un único indicador, que puede ser calculado por distintos periodos, lo más común es que sea anual.

FIGURA 12. OPERACION CÁLCULO DE LA HUELLA

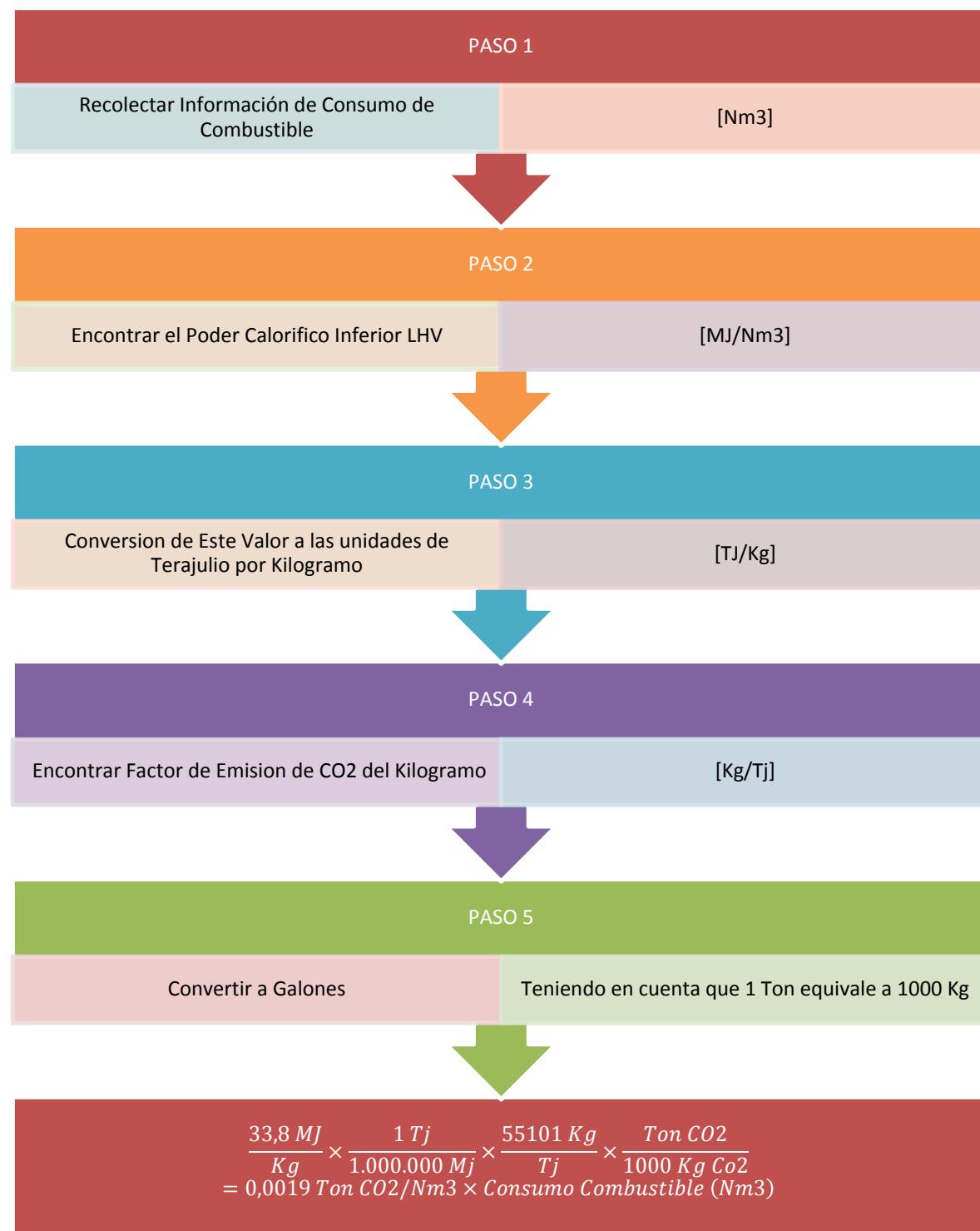


A continuación, se presentan unos sencillos pasos para el cálculo de las emisiones de CO2 tanto para los combustibles líquidos y gaseosos.

**TABLA 3. EMISIONES DE CO2 ASOCIADO A COMBUSTIBLES LIQUIDOS**



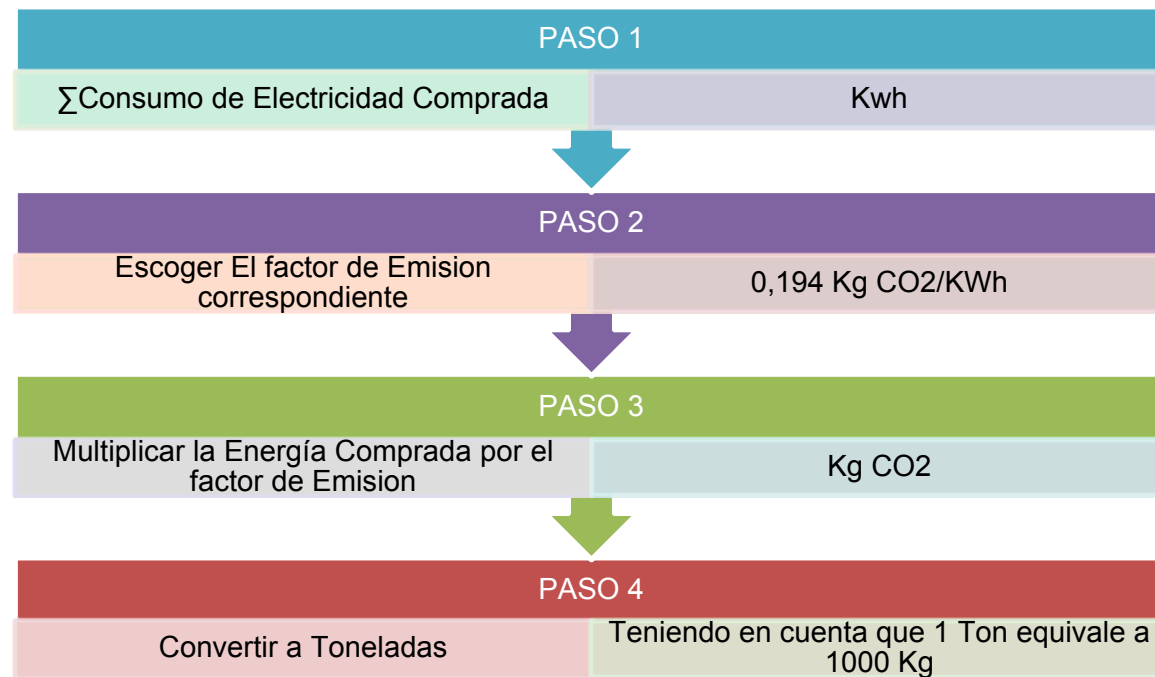
**TABLA 4. EMISIONES DE CO2 ASOCIADO A COMBUSTIBLES GASEOSOS**



### 3.6.1 Cálculo de Emisiones Energía Eléctrica

En la siguiente tabla se describen los pasos realizados para el cálculo de las emisiones de CO2 por consumo de energía adquirida.

**TABLA 5. EMISIONES DE CO2 ASOCIADO A CONSUMO DE ENERGÍA**



### 3.6.2 Incertidumbre de la Información

Las incertidumbres asociadas a los inventarios de GEI pueden ser clasificadas en incertidumbre científica e incertidumbre de la estimación.

- **La incertidumbre científica:** surge cuando la ciencia de los procesos existentes de emisión y/o remoción de GEI no ha sido comprendida por completo. Por ejemplo, muchos factores directos e indirectos asociados a valores de potencial de calentamiento global (PCG) que son utilizados para combinar estimaciones de emisiones para varios GEI implican una incertidumbre científica significativa.

Analizar y cuantificar tal incertidumbre científica es extremadamente problemático, y puede estar más allá de los medios o capacidades de la mayoría de los programas de inventario de las empresas.

- **La incertidumbre de la estimación:** surge cada vez que se cuantifican emisiones de GEI. Por lo tanto, todas las estimaciones sobre emisiones o remoción están asociadas a la incertidumbre de la estimación. La incertidumbre de la estimación puede, a su vez, dividirse en dos categorías: incertidumbre del modelo e incertidumbre de los parámetros
  - **La incertidumbre del modelo:** es aquella asociada a las relaciones matemáticas, ecuaciones o modelos utilizados para caracterizar los vínculos entre parámetros y procesos de emisión.
  - **La incertidumbre de los parámetros:** se refiere a la incertidumbre asociada a la cuantificación de los parámetros utilizados como insumos (datos de actividad o factores de emisión) en los modelos de estimación.

### 3.6.3 Cálculo de la incertidumbre

Las emisiones de los GEI pueden medirse directa e indirectamente. El enfoque indirecto generalmente implica el uso de un modelo de estimación (datos de actividades y factor de emisión), mientras que el enfoque directo requiere que las emisiones a la atmósfera sean medidas directamente por alguna forma de instrumentación. Los principales pasos para el cálculo de la incertidumbre son:

**Paso 1:** *Preparación de la información.*

**Paso 2:** *Cuantificación de las incertidumbres estadísticas.* Los aspectos que se tiene en cuenta son:

**TABLA 6. INCERTIDUMBRES ESTADISTICAS**

CALCULO	FORMULA																
Calcular el promedio de la muestra de los datos	$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$																
Calcular la desviación estándar de la muestra de datos	$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$																
Escoger el nivel de confianza e identificar el factor t de la muestra de datos: El IPCC sugiere un nivel de confianza del 95%.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Numero de mediciones (n)</th> <th>Factor t (95%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>4,3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2,78</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>2,37</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2,26</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>2,01</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1,98</td> </tr> <tr> <td>∞</td> <td>1,96</td> </tr> </tbody> </table>	Numero de mediciones (n)	Factor t (95%)	3	4,3	5	2,78	8	2,37	10	2,26	50	2,01	100	1,98	∞	1,96
Numero de mediciones (n)	Factor t (95%)																
3	4,3																
5	2,78																
8	2,37																
10	2,26																
50	2,01																
100	1,98																
∞	1,96																
Calcular la incertidumbre y el intervalo resultante	$\bar{x} - \frac{s \times t}{\sqrt{n}}; \bar{x} + \frac{s \times t}{\sqrt{n}}$																

**Paso 3:** *Combinación de las incertidumbres estadísticas de los aspectos.*

$$\sqrt{a^2 + b^2}$$

Este enfoque sólo es válido si las incertidumbres siguen una distribución normal y si las incertidumbres individuales son de menos de 60%.

**Paso 4:** *Analizar los resultados.*

**TABLA 7. RANGOS DE INTERPRETACIÓN**

Data Accuracy	High	Good	Fair	Poor
Intervals as percent of mean value	± 5%	± 15%	± 30%	More than 30%

#### **4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA AL CÁLCULO DE LA EMPRESA.**

En este capítulo se aplicará la metodología planteada en el capítulo 3 para cálculo la huella de carbono de la empresa PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SURCURSAL DE COLOMBIA.

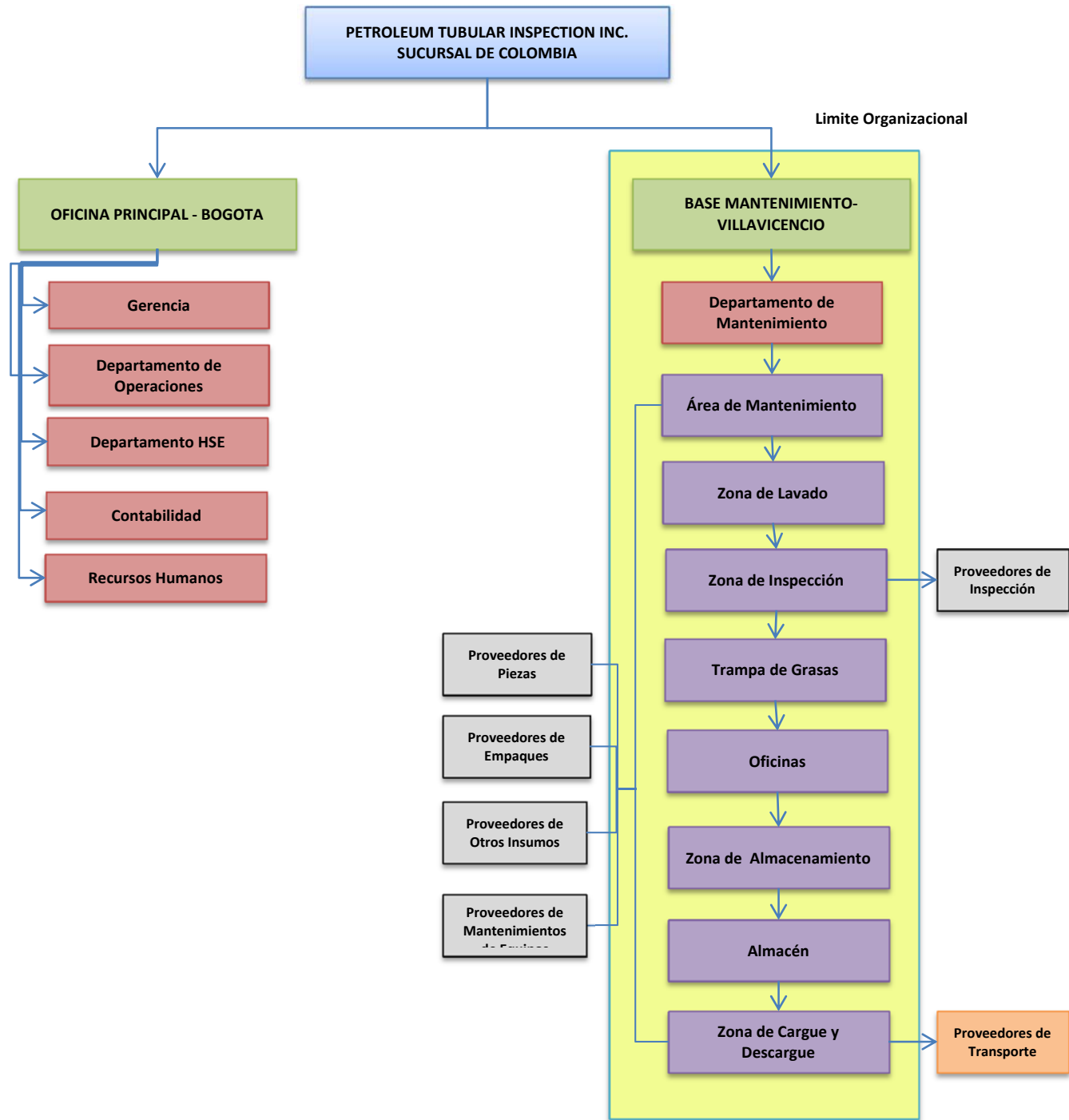
##### **4.1 DEFINICIÓN DE LOS LIMITES DE MEDICION PARA LA EMPRESA PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SUCURSAL DE COLOMBIA**

###### **4.1.1 Limite Organizacional**

Se establece como límite organizacional el “Enfoque de Control”, bajo el cual la empresa en estudio contabilizará las emisiones de GEI como resultado de sus actividades de mantenimientos de las herramientas realizadas en la base de Villavicencio. Y como “enfoque por cuota o Participación”, la empresa solo responderá por su aporte de las emisiones y/o remociones de GEI de la base de Villavicencio de la empresa en mención, es decir no se incluyen las generadas por terceros cuando desarrollan actividades a nombre de la empresa.

Tomando en cuenta lo anterior, la instalación incluida en este límite es la base de mantenimiento de la empresa situada en la ciudad de Villavicencio, como se detalla en la figura que se muestra a continuación:

FIGURA 13. DIAGRAMA DE LA EMPRESA



#### 4.1.2 Límite Operacional

Según la literatura consultada de acuerdo al protocolo de GEI en español, hay tres alcances principales para el cálculo de las emisiones, los cuales ya fueron explicados en el cuarto capítulo, para la aplicación a la base de mantenimiento de la empresa de estudio se tiene:

**TABLA 8. LIMITES OPERACIONALES**

<b>ALCANCE</b>	<b>FUENTE EMISION</b>	<b>FUENTE EMISION</b>	<b>CARGA AMBIENTAL</b>
<b>ALCANCE 1</b>	Emisiones Por Combustión Fija	Consumo de Combustible líquido: ACPM	Montacargas (10 Gal/ Mtto)
			Hidrolavadora (5 Gal/Mtto)
<b>ALCANCE 2</b>	Electricidad	Adquisición de Energía	Consumo de Energía eléctrica en la base
<b>ALCANCE 3</b>	Emisiones Por Combustión Móviles/Transportes	Consumo de Combustibles fósiles	Transporte herramientas
			Transportes de negocios
	Otras fuentes	Consumo de Papel	Transportes de los empleados a sus viviendas Resmas Papel oficio y/o carta

#### 4.2 PERIODO DE BASE SELECCIONADO

Con el propósito de caracterizar la huella de carbono de la base de Villavicencio de la empresa, PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SUCURSAL DE COLOMBIA seleccionó el año 2015 como año base para sus inventarios de GEI, debido a para año se tomó la decisión de realizar seguimiento al desempeño empresarial en torno a las emisiones de GEI.

Debido a la disponibilidad de información se escoge un periodo de evaluación de 12 meses a partir del 1 de Enero de 2015 hasta el 31 de Diciembre de 2015, como línea base para los cálculos.

Es importante aclarar que el año base se ajustará cuando se presente alguno de los siguientes casos que tengan un impacto significativo sobre las emisiones del año base:

- Cambios significativos o estructurales en la Empresa tanto a nivel de infraestructura como de la operación.
- Cambios en la metodología de cálculo, o mejoras en la precisión de los factores de emisión o de los datos
- Descubrimiento de errores significativos o de la acumulación.
- Estabilización de la industria petrolera

### **4.3 FUENTES DE INFORMACION Y EXCLUSIÓN DE DATOS**

#### **4.3.1 Fuentes de Información**

Para recolectar toda la información para dar cumplimiento a los 3 alcances se realizó una plantilla en Excel donde se detalla toda la información de emisiones de Co<sub>2</sub>, y una serie de encuestas para determinar el consumo de combustible por parte del transporte de los empleados, dentro de esta plantilla se podía encontrar:

- Consumo de Energía Eléctrica, mensual
- Consumo de Combustible de los equipos de la sede de Villavicencio
- Consumo de papel, tamaño y Origen, mensual
- Número de trabajadores relacionado con el transporte usado desde su hogar hasta las instalaciones

#### 4.3.2 Información Excluida

Durante la recolección de Información se determinó excluir algunos parámetros debido a que los datos suministrados son escasos o incluso por su irrelevancia dentro del conjunto.

- Aires Acondicionados: Los datos suministrados correspondían a la capacidad de refrigeración de los equipos, mas no a la cantidad de refrigerante respuesta por pérdidas durante el periodo de cálculo. Además que la base solo cuenta con un aire acondicionado siendo un valor mínimo para contabilizar. Por lo tal esta estimación será excluida y solo se tendrá en cuenta dentro del consumo eléctrico reportado mensualmente.
- Se excluyen las emisiones generadas por eventos de capacitación que son realizados en instalaciones ajenas a la entidad, lo anterior a que no es posible registrar el consumo energético de estos eventos.
- Se excluyen las emisiones generadas por el desplazamiento de las personas encargadas de la inspección de las herramientas y/o equipos y proveedores, ya que no son empleados propios de la empresa.
- Se excluyen las emisiones generadas por el transporte y fabricación de insumos para la compañía
- Se excluye personal contratista que labora esporádicamente en las instalaciones. Para Petroleum Tubular Inspection Inc Sucursal de Colombia, el personal que no labora tiempo completo en las instalaciones de la empresa no será considerado en el cálculo.
- Se excluyen las actividades y trabajos realizados con las herramientas que son alquiladas para otras compañías, lo anterior a que no se cuenta con información verídica de estas emisiones.

#### **4.4 SELECCIÓN DEL METODO DE CÁLCULO**

Por considerarse la manera más adecuada para la estimación de los GEI de acuerdo con la disponibilidad de información en la base de Villavicencio de la empresa, la metodología de cuantificación para el presente Inventario correspondió a la realización de cálculos basados en datos de la actividad de GEI multiplicados por los factores de emisión correspondientes.

Estos factores están sujetos a la información recolectada de fuentes confiables, oficiales y reconocidas para tomarlos como datos de referencia. Los cuales relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión. En general estos tuvieron como base los lineamientos de:

- IPCC Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, del inglés, Intergovernmental Panel on Climate Change)
- Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol).

#### **4.5 RECOLECTAR LOS DATOS DE ACTIVIDADES Y ELEGIR FACTORES DE EMISION**

Para la metodología empleada la medición del consumo energético de la empresa es importante en relación con la posterior medición y reducción de las GEI ya que la utilización de diversos combustibles y fuentes de energías son las principales generadoras de dióxido de carbono.

En esta parte del proceso es necesario establecer el consumo directo e indirecto de energía, para ello se debe conocer las cantidades de combustibles empleados y los consumos de energía eléctrica reportados en la operación de la empresa.

Las fuentes de información son:

- Sistemas de facturación (facturas y registros de medición) y contabilidad y reporte de compras o suministros.

- Los proveedores de energía y de servicios (especificaciones energéticas de maquinaria, bombillas, etc.)
- Revisión de las fichas técnicas de los equipos de la empresa localizados en la base de Villavicencio

Las emisiones del alcance 1 serán calculadas con base en las cantidades adquiridas de combustibles comerciales, utilizando los factores de emisión.

Las emisiones del alcance 2 se calcularán primordialmente a partir del consumo medido de electricidad y de los factores de emisión publicados por la red eléctrica de Colombia. Para las emisiones del alcance 3 se calcularán primordialmente a partir de los datos de las actividades de la empresa, como el uso de combustible o los kilómetros recorridos por pasajeros, despacho y retornos de herramientas, y factores de emisión publicados o de terceras partes.

Teniendo en cuenta las limitaciones actualmente existentes en la obtención de factores de emisión nacionales, por combustión de cada uno de los combustibles que generan gases efecto invernadero para el cálculo final de la huella de carbono se emplearon los factores de emisión de cada combustible independientemente de su uso en cada una de las fuentes móviles y/o estacionarias, en el anexo 1 se detallan los factores de emisión escogidos para el desarrollo de este estudio.

#### **4.6 ESTIMACIÓN DE EMISIONES Y CALIDAD DE LA INFORMACION**

Una vez calculado por consumo energético las emisiones de CO<sub>2</sub> (por tipo de energía y combustible empleado) se procede a totalizar los registros y consolidar un solo dato, que se constituye como el indicador de la huella total de la sede de Villavicencio de la empresa PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SUCURSAL DE COLOMBIA, en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente, de sus emisiones derivados de la operación conjunta.

#### 4.6.1 Cálculo de Emisiones

Para calcular el consumo de combustibles fósiles se realizaron encuestas que debían ser diligenciadas por los trabajadores que laboran en la base de Villavicencio de la compañía, se consolidó la información de consumo de combustibles líquidos (Gasolina y ACPM). En una primera encuesta se recolectó información de los trabajadores para llegar a sus sitios de trabajo, para calcular las emisiones se basó en la metodología planteada por Greenhouse Gas Protocol Initiative, GHG Protocol - Mobile Guide (21 de marzo de 2005) v 1,3., Esta metodología tiene en cuenta la preponderancia de las emisiones de CO<sub>2</sub> frente a las de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, esta misma metodología fue aplicada para el consumo de combustibles líquidos para el transporte de Herramientas y Personal y adicionalmente se contó con el apoyo de proveedores de transporte que prestan este servicio para la empresa.

Para el cálculo de consumo de combustible en equipos de la empresa se tuvieron en cuenta los mantenimientos realizados y las facturas de compra de estos combustibles basados en la metodología Green House Gas Protocol, direct emissions from stationary combustion, GHG protocol guidance, donde se comenta que adicionalmente al CO<sub>2</sub>, los contaminantes producto de la combustión estacionaria incluyen el CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC<sub>13</sub>, y SO<sub>2</sub>. Las emisiones de estos otros gases dependen, de las características del combustible, de la tecnología de la combustión, el equipo de control de contaminación asociado, condiciones ambientales, eficiencia de la combustión, prácticas de operación y mantenimiento, entre otros aspectos.

Basados en los recibos de energía generados durante 2015 se realizó el cálculo de las emisiones por consumo de energía eléctrica, expresada en unidades de Kilovatios hora para de esta manera determinar el factor a usar según la información de factores de emisión suministrado por el Sistema De Información Eléctrico Colombiano para el año 2015, este factor está dado en unidades de Kg CO<sub>2</sub>/KWh y se multiplica por el consumo de energía eléctrica total.

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS.

Petroleum Tubular Inspection Inc, sucursal de Colombia es una compañía dedicada al alquiler de martillos hidráulicos estabilizadores, tubería y herramientas de perforación para la industria petrolera, cuyo objetivo es facilitar las operaciones en el ámbito buscando la satisfacción del mercado mediante un servicio oportuno, eficiente, de calidad, con tecnología de punta y que cumpla con la legislación vigente en los aspectos que la industria exige; dando prioridad al cuidado del medio ambiente en todos nuestros procesos y apoyando de manera objetiva las demandas sociales.<sup>15</sup> .

Gracias a los resultados obtenidos se identificó que el mayor porcentaje de emisiones generadas por la empresa provienen del consumo de combustibles fósiles para el transporte de herramientas y del personal de la base de Villavicencio, es decir que esta variable es en la que en principio la empresa debe concentrar su mayor atención para la aplicación de programas o iniciativas que reduzcan la emisiones de gases efecto invernadero. El año base establecido (2015) representa un punto de partida para plantear las estrategias para minimizar las toneladas equivalentes de gases de efecto invernadero y así identificar las variables más críticas de cara a la reducción de dichos gases

Fruto del análisis realizado se llega a la conclusión que la base de Villavicencio de la empresa Petroleum Tubular Inspection Inc, sucursal de Colombia generó un total de 29,62 toneladas de CO<sub>2</sub>e durante el año 2015. Igualmente se observa que el mayor aporte a emisiones de GEI corresponde al alcance 3 representado un mayor porcentaje el transporte de personal y herramientas con un total de 27,09 Ton.

---

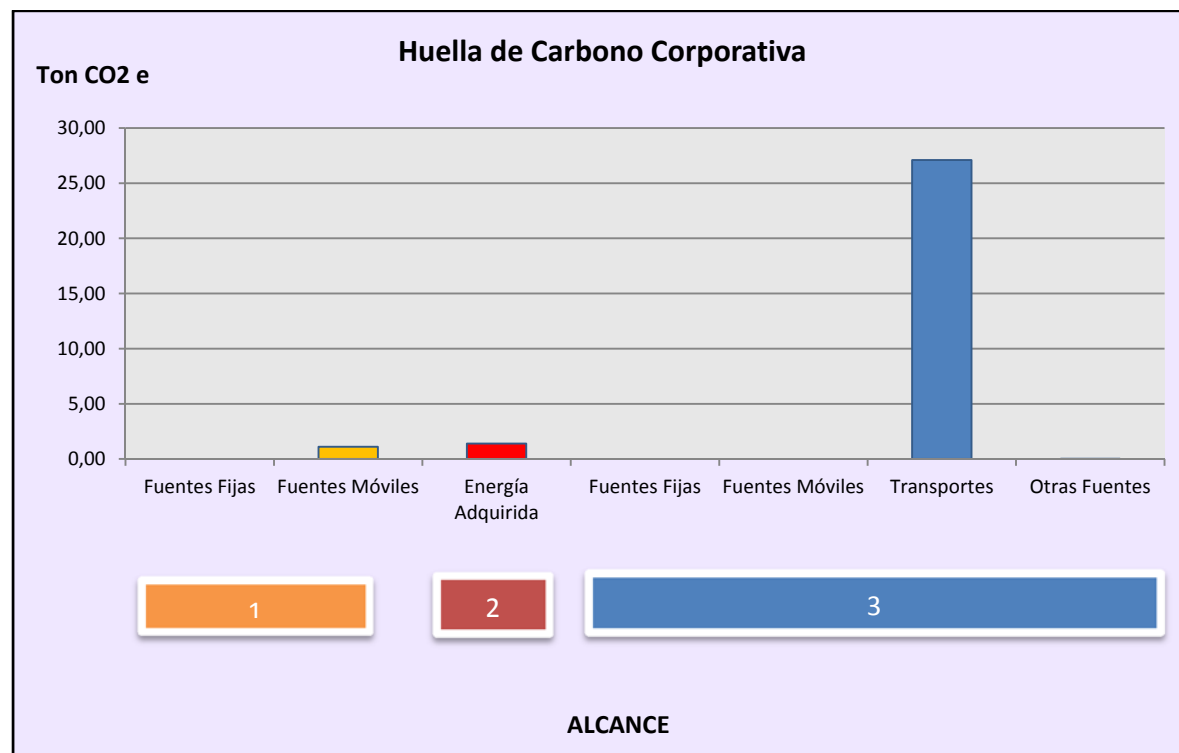
<sup>15</sup> MISION, Petroleum Tubular Inspection Inc Sucursal de Colombia

**TABLA 9. DATOS GENERALES**

FUENTES	TOTAL	CO2	CH4	N2O
<b>ALCANCE 1</b>	<b>1,1093</b>			
Fuentes Fijas	0,0000	0,00		
Fuentes Móviles	1,1093	1,11	4,49E-05	8,98E-06
<b>ALCANCE 2</b>	<b>1,4015</b>			
Adquisición de Energía	1,4015			
<b>ALCANCE 3</b>	<b>27,1077</b>			
Fuentes Fijas	0,0000			
Fuentes Móviles	0,0000			
Movilización de personas y Herramientas	27,0931			
Otras Fuentes	0,0145			
<b>TOTAL CO2 e (TON)</b>		<b>29,62</b>		

Se presentan gráficos de distribución de las emisiones para cada alcance, donde se muestra que el alcance 3 es el de mayor emisión ya que constituye el 91% de las emisiones anuales.

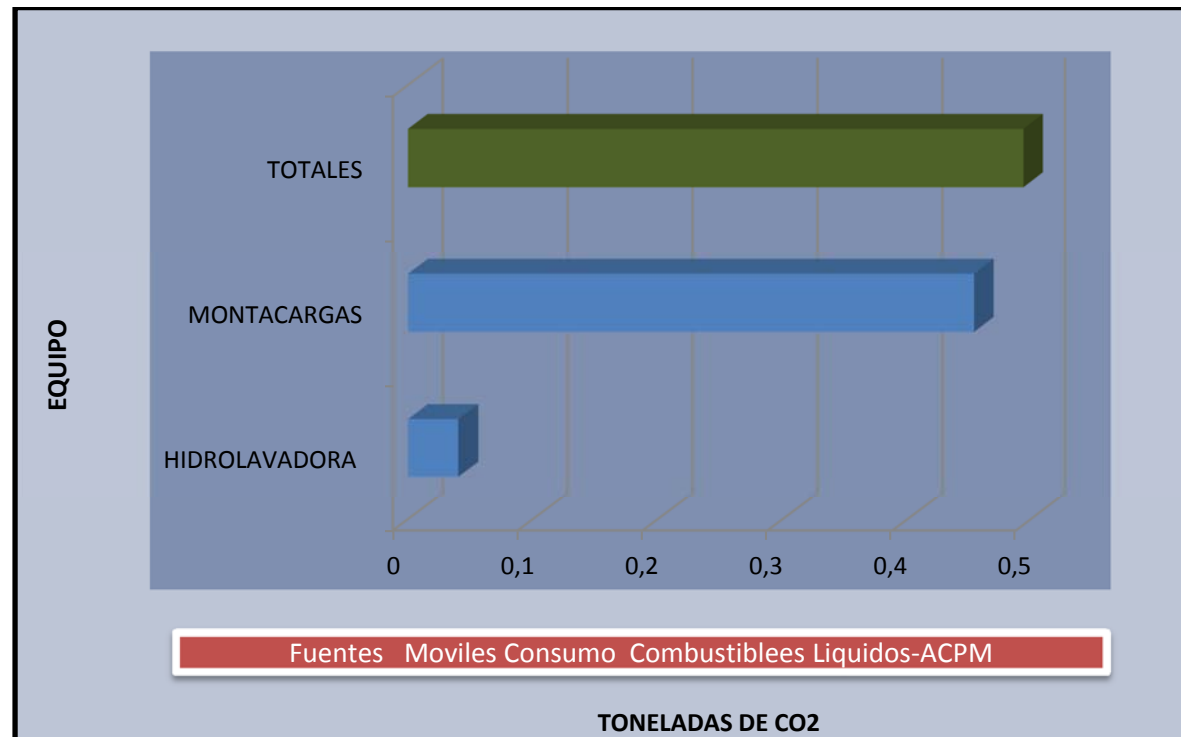
**GRAFICA 1. EMISIONES CO2 POR ALCANCE**



## 5.1 ESTIMACION DE EMISIONES ALCANCE 1

Para este alcance las actividades que aborda es el Consumo de combustibles Fósiles para fuentes móviles básicamente. En este caso solo aplica para el montacargas y la hidrolavadora con un consumo 5 Galones y 1 Galón respectivamente por cada mantenimiento, los cuales normalmente se realizan cada 15 días dependiendo de la actividad del equipo.

GRAFICA 2. EMISIONES ALCANCE 1

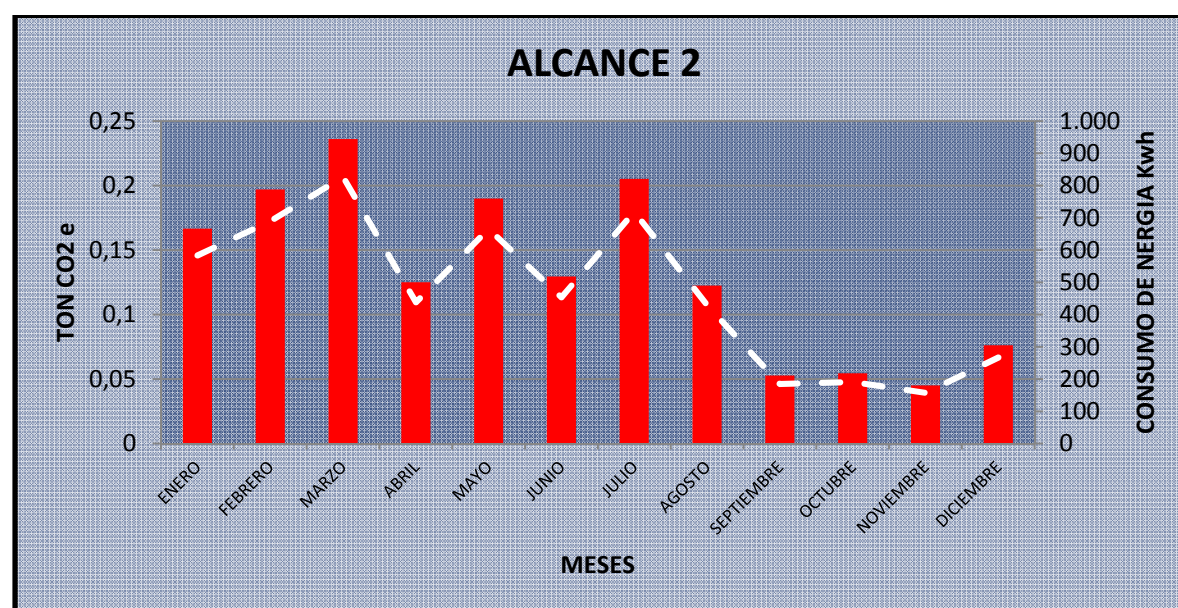


Como se identifica en la gráfica el único aporte de emisiones CO2 para el alcance 1 son las fuentes móviles donde resalta el consumo de ACPM para el montacargas con un total anual de 0.91 Ton CO2 e, contra el 1.11 Ton CO2e totales.

## 5.2 ESTIMACION DE EMISIONES ALCANCE 2

Otro de los parámetros a estandarizar para la herramienta de cálculo que se implementó era el tipo de energía usada dentro de las instalaciones de la base de Villavicencio de la empresa, obteniendo como resultado que el 100% de las instalaciones de la empresa usa energía eléctrica sin contar con formas de energía alternativa como lo son la eólica y la solar. Según lo anterior se grafica el consumo de energía eléctrica de la base por mes y sus emisiones tomando en cuenta el factor de emisión promedio durante el año 2015.

GRAFICA 3. CONSUMO ENERGIA VS EMISIONES CO2

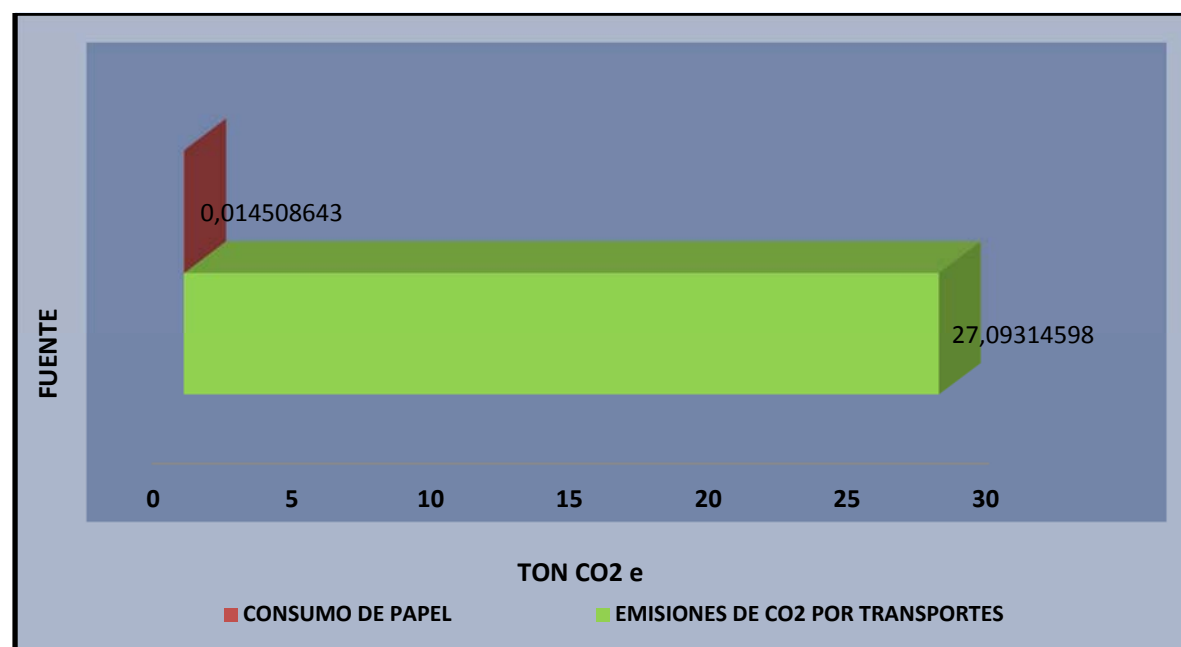


Evidentemente a mayor consumo de energía se tendrá mayores emisiones de CO2 al medio ambiente, igualmente se logra identificar que en el mes de Marzo la empresa emite el porcentaje más alto de GEI en lo que compete a consumo de energía eléctrica por un valor de 0,21 Ton de CO2 comparado con el valor total de 1,40 Ton CO2 anuales.

### 5.3 ESTIMACION DE EMISIONES ALCANCE 3

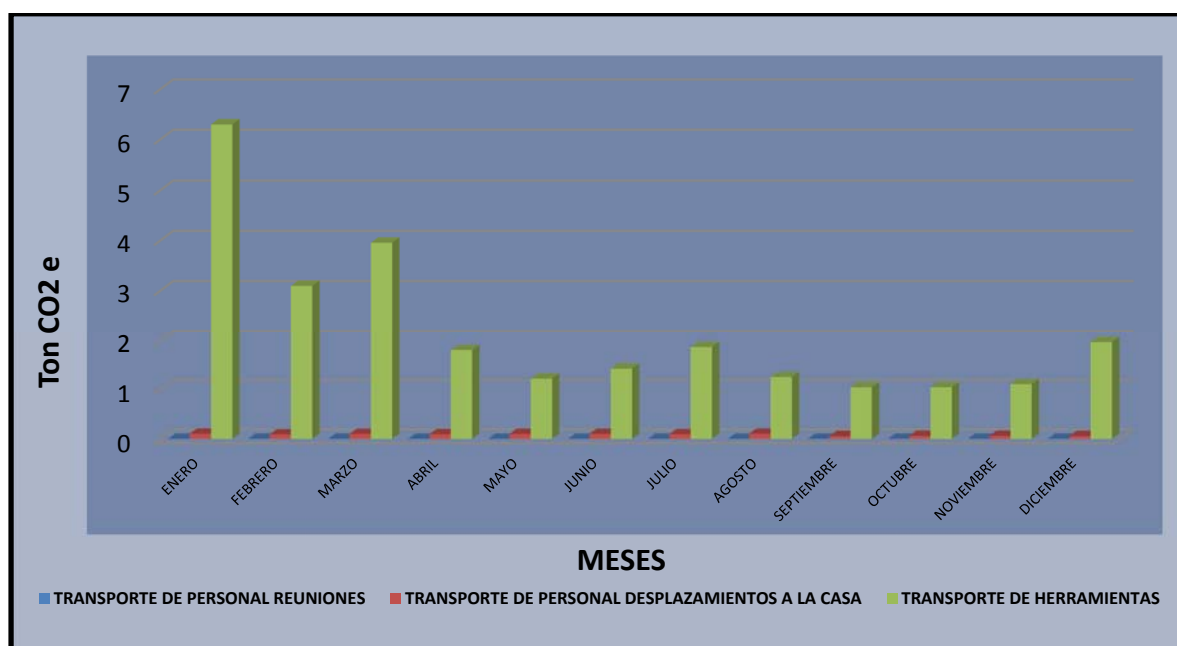
Como ya se mencionó dentro de las emisiones que corresponden al alcance 3 encontramos aquellas indirectas donde se destacan: El transporte de herramientas, Transporte de Personal para asistir a reuniones y los desplazamientos del personal desde sus casas hasta las instalaciones de la empresa; igualmente dentro de otras fuentes tenemos el consumo de papel con un porcentaje muy mínimo.

GRAFICA 4. EMISIONES ALCANCE 3



Tomando en cuenta que el mayor aporte de emisiones en este alcance está dado por el consumo de combustibles fósiles para los transportes, se realiza un desglose de este ítem según su consumo, entonces finalmente tenemos:

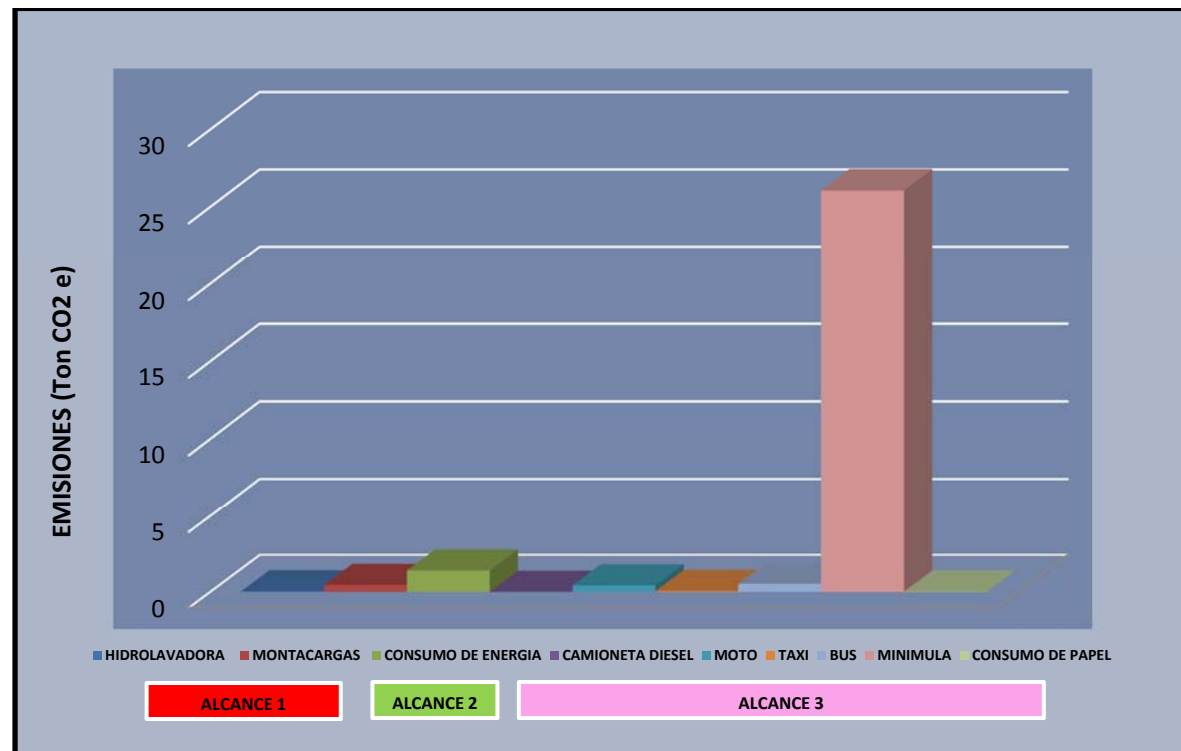
**GRAFICA 5. EMISIONES POR TRANSPORTES**



De la gráfica 5 podemos identificar que el mayor aporte de CO<sub>2</sub> corresponde al transporte de herramientas, que para este caso se realizan en patineta / minimulas con un rendimiento promedio de 2,28 Km/L de ACPM aproximadamente según información suministrada por los proveedores de transporte, igualmente el mes en el que se recorrieron más kilómetros es en el mes de Enero, por tal motivo es precisamente en este mes donde se tiene un mayor aporte de CO<sub>2</sub> con un total de 6,30 Ton Co<sub>2</sub>, comparados con el aporte anual con un valor de 26,07 Ton CO<sub>2</sub> anuales. Es importante aclarar que para el transporte de personal para asistir a reuniones propuestas por los clientes la movilización se realiza solo en camioneta DIESEL, por otro lado para el transporte de personal se realiza en diferentes medios, incluidos moto, taxi, bus, e incluso se verifica que muchos recorridos se realizan en bicicleta o a pie disminuyendo de esta forma las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Finalmente se grafican todas las fuentes, notando de esta forma el aporte de cada una de las fuentes al valor total de emisiones de GEI que produce la empresa, donde se comprueba que los transportes de herramientas es la que aporta más emisiones, seguido por el consumo de energía y consumo de combustible en transportes en bus utilizados por el personal para movilizarse de sus casas a la empresa, vale la pena destacar que 2 de los 3 trabajadores residen en Bogotá, por lo tanto recorren más kilometraje y por consiguiente producen más emisiones que el trabajador que vive en Villavicencio quien se moviliza en motocicleta.

**GRAFICA 6. EMISIONES TOTALES POR FUENTE**



Se presenta la siguiente tabla sobre el nivel de incertidumbre después de la representación gráfica de los resultados. Como se ha indicado previamente, los cálculos están basados en coeficientes por defecto o bien en valores proporcionados por el usuario. Un solo proyecto puede utilizar una combinación de ambos enfoques.

Por lo tanto, es difícil calcular la incertidumbre asociada a los valores finales, aquí se observan los valores de incertidumbre asociados y la combinación de estos basados en la metodología planteada por IPCC y adoptada por GHG PROTOCOL. Es importante destacar que el nivel aproximado de incertidumbre está afectado por el tipo de GEI contabilizado. Al final, se muestra una estimación.

**TABLA 10. RESUMEN INCERTIDUMBRES**

Alcance	Clasificación	Fuente de emisión de GEI	CARGA AMBIENTAL	UND	PROM	S	FACTOR T	INC DATOS	INC FE	(Ton CO2 e)	INC FUENTE	PRECISION DE LOS DATOS	% DEL TOTAL
Alcance 1	Fuentes Móviles	Consumo de combustibles líquidos	ACPM	gal	12,22	2,64	2,31	+/- 16,6%	+/- 20,0%	1,11	25,99%	NORMAL	3,74%
	SUBTOTAL FUENTES MOVILES									1,11	25,99%	NORMAL	3,74%
	TOTAL ALCANCE 1									1,11	25,99%	NORMAL	3,74%
Alcance 2	Adquisición Electricidad	Consumo Energía Electrica Base	Energía eléctrica adquirida	KWh	533,50	264,41	2,2	+/- 31,5%	+/- 10,0%	1,40	33,03%	POBRE	4,73%
	SUBTOTAL CONSUMO ELECTRICIDAD									1,40	33,03%	POBRE	4,73%
	TOTAL ALCANCE 2									1,40	33,03%	POBRE	4,73%
Alcance 3	Movilización de personas y Herramientas	Consumo de Combustible	Camioneta doble Cabina - ACPM	km	90,00	32,86	2,57	+/- 38,3%	+/- 5,0%	0,00	38,64%	POBRE	0,01%
			Motocicleta - Gasolina	km	433,83	204,75	2,57	+/- 35,0%	+/- 5,0%	0,43	35,37%	POBRE	1,44%
			Taxi - Gasolina	km	23,17	4,93	2,2	+/- 13,5%	+/- 5,0%	0,05	14,42%	BUENA	0,18%
			Bus local (aprox. 25 pers.) - ACPM	km	2.111,25	209,09	2,2	+/- 6,3%	+/- 5,0%	0,54	8,03%	BUENA	1,82%
			Patineta Minimula - ACPM	km	1.859,45	1348,12	2,2	+/- 46,0%	+/- 5,0%	26,07	46,31%	POBRE	88,02%
	SUBTOTAL TRANSPORTES									27,09	44,57%	POBRE	91,48%
	Otras Fuentes	Consumo de Papel	Resma carta	Resma	0,00	0	0	+/- 50,0%	+/- 50,0%	0,01	70,71%	POBRE	0,02%
			Resma Oficio	Resma	0,00	0	0	+/- 50,0%	+/- 50,0%	0,01	70,71%	POBRE	0,03%
	SUBTOTAL OTRAS FUENTES									0,01	50,15%	POBRE	0,05%
	TOTAL ALCANCE 3									27,11	44,55%	POBRE	91,52%
HUELLA DE CARBONO COPORTATIVA: Alcance 1+2+3									29,62	40,81%	POBRE	100%	

## 6. CONCLUSIONES.

- Para el año 2015 la información documentada de las actividades realizadas por la empresa Petroleum Tubular Inspection permite conocer las principales fuentes de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero. Dentro de las emisiones directas se encuentra el consumo de combustibles fósiles para fuentes móviles donde se resalta el consumo de ACPM para el montacargas y la hidrolavadora, dentro las emisiones indirectas se visualiza el consumo de energía eléctrica en la base de Villavicencio, transporte de personal para asistir a reuniones, los desplazamientos del personal desde sus casas hasta las instalaciones de la empresa, transporte de herramientas y el consumo de papel.
- Las emisiones de GEI por actividades indirectas diferentes al consumo eléctrico (Alcance 3) representan el mayor porcentaje a nivel global. Este grupo de emisiones representan el 91,52% del total de emisiones calculadas en este estudio, de lo cual el 88,02% corresponde a los transporte de herramientas.
- Las emisiones de GEI directas (Alcance 1) por motivo de consumo de ACPM para montacargas e hidrolavadora no constituyen un porcentaje representativo de emisiones ya que sólo registran un 3,74% del total.
- Los parámetros de medición seleccionados fueron obtenidos del GHG Protocolo debido a su sencillez en la aplicación, confiabilidad de los datos y que su aplicación para el cálculo de la huella de carbono de una organización.
- El uso de biomasa o energías alternativas en los procesos incluidos dentro de los límites operacionales fue nulo en la compañía evaluada

- En el segundo semestre del 2015 las emisiones de GEI producidos por el consumo de energía eléctrica y el combustible usado en los vehículos para transportar las herramientas se ven disminuidas por la crisis petrolera que se presentó durante este periodo
- El cálculo de la huella de carbono permite conocer el desempeño ambiental de la compañía y su indicador, de esta manera puede tomar decisiones certeras al momento de reducir las emisiones asociadas a las actividades realizadas por la compañía.
- Con la herramienta de calculo que se desarrolló durante la ejecución del trabajo e implementó para el año base 2015, la empresa puede estimar la huella de carbono año a año para revisar sus tendencias y el cumplimiento de las metas que se proponga para la reducción de los GEI y también de iniciar el proceso de recolección de la información correspondiente a las oficinas de la compañía establecidas en Bogotá.
- La metodología GHG Protocol es la más adecuada para el cálculo de la huella de carbono de la empresa PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SURCURSAL DE COLOMBIA, lo anterior a que es flexible y además permite la adaptación de su metodología a la organización, dejando abierta la posibilidad de elección de objetivos de reducción.

## 7. RECOMENDACIONES

- Es importante resaltar que para el alcance 2 que abarca la adquisición de energía eléctrica, los costos que asume cualquier compañía no sólo hace relación a la cantidad de energía que utilizó, sino que tiene en cuenta un otras variables tales como, costos fijos, plan de consumo, tipo de consumidor, tipo de energía, cantidad de energía, etc. o en el caso del diésel y gasolina el valor del litro es muy variable durante un año, dependiendo a los niveles de consumo, pero también al valor del dólar. Es por ello que se hace dificultoso el cálculo de las cantidades de energía utilizada por la empresa. Por lo tanto se recomienda almacenar la información mes por consumo para no hacer uso de los costos para realizar los cálculos.
- Se recomienda para análisis futuros definir al principio del año las personas responsables dentro de la organización para recolección de la información para que lleven los registros siguiendo los lineamientos y asegurando la trazabilidad de los mismos.
- Se recomienda que para futuras actualizaciones en los cálculos, la empresa cuente con una base de datos que se alimente mes a mes y además tenga en cuenta los cambios que se generan en la empresa. De esta forma sería más eficiente la aplicación de la metodología de cálculo contribuyendo a la disminución del nivel de incertidumbre. Además se debe ir actualizando los valores de factores de emisión en la medida que los estudios son más elaborados, éstos van cambiando, siendo cada vez más exactos.
- Una vez la industria petrolera estabilice sus operaciones se recomienda recalcular el año base, tomando en cuenta que estas emisiones aumentarían a mayor producción.

- Se recomienda para el 2017 comenzar con la gestión de la información de toda la compañía incluyendo las oficinas ubicadas en la ciudad de Bogotá y de esta forma poder determinar la huella de carbono de toda la compañía.

En cuanto a opciones de mitigación de las emisiones se puede considerar:

- Crear e implementar un programa de capacitación donde mencionen todos los temas relacionados a la huella de carbono, no solo de la compañía sino a nivel mundial con el objetivo de generar conciencia en cada uno de los funcionarios de la compañía y realizar su correcta divulgación a los proveedores y contratistas.
- Implementar un programa de participación activa de todos los trabajadores de la compañía para que se den propuestas colectivas enfocadas a la reducción de GEI desde cada una de las actividades que realizan.
- Tomando en cuenta que el mayor aporte de GEI está dado por el consumo de combustibles líquidos para el transporte de herramientas, se recomienda aprovechar al máximo cada uno de estos viajes de forma tal que en un solo viaje se puedan recoger las herramientas que se encuentran en varios equipos, disminuyendo de esta forma la cantidad de viajes realizados al mes y claramente las emisiones de GEI.
- Implementar un programa de compensación de emisiones de GEI mediante la siembra de árboles en predios declarados oficialmente para reforestación, este tipo de programas tendría beneficios no solo para la compañía sino beneficios ambientales y sociales, ya que se brindan oportunidades a las comunidades vulnerables de las regiones en donde están ubicadas las reservas forestales y se mantienen reservas hídricas que surten de agua potable a miles de familias.

- Incentivar el uso de luminarias eficientes tipo LED y sensores de movimiento para activación de luces en áreas poco concurridas, o de ser posible sectorizar las áreas de trabajo de tal forma que solo se iluminen las áreas que tienen personal laborando y no toda la sección.
- Realizar charlas de sensibilización a los empleados donde se recalque la importancia de apagar y desconectar en lo posible los dispositivos electrónicos al final de la jornada laboral.
- En caso de que se implementen estrategias para la reducción de la huella de carbono, es necesario cuantificar las medidas, costos y dejar evidencia de los cambios a fin de demostrar las reducciones de GEI.
- Establecer una política de compra de bienes con bajo aporte de carbono, como productos reciclados, o reutilizar materiales y equipos cuando sea factible.

## BIBLIOGRAFIA

- AENOR, Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones, 2012
- AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA, CO2 Emissions form fuel combustión 2012, Paris 2012
- ARANGO C., GUZMÁN E. y CORREA M. Producción Más Limpia en Colombia. Centro Nacional de Producción Más Limpia. 2000
- CEPAL, Cálculo y etiquetado de la huella de carbono, Lima, 2013
- CICA, Centro de Información sobre Contaminación de Aire Para la Frontera entre EE. UU. y México, TÉCNICAS PARA CALCULAR EMISIONES DE CATEGORÍAS DE FUENTES ÚNICAS EN SU GENERO EN MEXICALI, Julio 1999 México
- CMNUCC, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Nueva York el 9 de mayo de 1992. CMNUCC. 1992
- COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible.. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010
- COMITÉ DE MEDIO AMBIENTE, Asociación Española para la Calidad, España, Abril de 2013
- EDUKIDS. Catálogo de productos.

- FONDO FINANCIERO DE PROYECTOS DE DESARROLLO – FONADE E INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM. Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sector. (2013)
- GHG PROTOCOL, GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty.
- IBERDROLA. Calculadora de CO2 de viajes. [En línea] Iberdrola.
- ICONTEC, (2006). Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14064-1. Bogotá, Colombia
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELERIA. Inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI) de Colombia. Tercera comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia, Bogotá 2015.
- IDEAM, Primera Comunicación Nacional de Colombia ante la CMNUCC, 2001 Bogotá
- IDEAM, Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la CMNUCC, 2010 Bogotá
- IDEAM, Tercera comunicación nacional de cambio climático, 2015 Bogotá
- IPCC a Panel Intergubernamental para el Cambio Climático. Informe del primer grupo de trabajo (WGI): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Ginebra: Cambridge University Press. IPCC, Ginebra, Suiza. 2007
- IPCC b, Panel Intergubernamental para el Cambio Climático. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza 2007

- IPCC, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, USA 2006
- IPCC, Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
- MANUEL BECERRA, HENRY MANCE, XIMENA BARRERA, CAROLINA GARCIA, Cambio Climático lo que está en juego, Octubre de 2015 Bogotá
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización, versión 2, Madrid Abril de 2015.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA. NIVELES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR TIPO DE MOVILIDAD. [En línea] 30 de 03 de 2012.
- OSE, Observatorio de la Sostenibilidad en España, Manual de cálculo y reducción de huella de carbono en el sector del comercio
- REPAQ, Huella De Carbono: Concepto Y Metodologías Panorama Internacional
- SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE Subdirección de Políticas y Planes Ambientales, Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa en entidades públicas del Distrito Capital, 2013
- SIEL. Sistema De Información Eléctrico Colombiano, [En línea] 2015
- UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETIA DEL MINISTERIO DE MINAS. Metodología Simplificada para el cálculo de la línea base para proyectos de pequeña escala. Bogotá 2005.

- UPME, Factores De Emisión Del S.I.N. Sistema Interconectado Nacional Colombia 2014, Colombia 2014
- UPME, Metodología Simplificada para el Cálculo de la Línea base para Proyectos de pequeña escala, Bogotá 2005
- UPME, Unidad de Planeación Minero Energético. Factores de Emisión para los Combustibles Colombianos FECOC 2003.
- VISIÓN SOSTENIBLE S.A.S, Cálculo de Huella de Carbono Organizacional Superintendencia de Sociedades, Bogotá 14 de julio de 2015
- WALKER, W., BACCINI, M. NEPSTAD, N. HORNING, D. KNIGHT, E. BRAUN Y a. BAUSCH, Guía de Campo para la estimación de Biomasa y Carbono Forestal. Usa 2011.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT . Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte.
- WRI-WBCSD. GHG Protocol Initiative. World Business Council for Sustainable Development / World Resources Institute, 2010.

## ANEXOS

### ANEXO A. FACTORES DE EMISION DE CO2 TRANSPORTE TERRESTRE

<b>CUADRO 3.2.1</b>			
<b>FACTORES DE EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> POR DEFECTO DEL TRANSPORTE TERRESTRE Y</b>			
<b>RANGOS DE INCERTIDUMBRE <sup>a</sup></b>			
<b>Tipo de combustible</b>	<b>Por defecto (kg/TJ)</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
Gasolina para motores	69 300	67 500	73 000
Gas/Diesel Oil	74 100	72 600	74 800
Gases licuados de petróleo	63 100	61 600	65 600
Queroseno	71 900	70 800	73 700
Lubricantes <sup>b</sup>	73 300	71 900	75 200
Gas natural comprimido	56 100	54 300	58 300
Gas natural licuado	56 100	54 300	58 300

Fuente: Cuadro 1.4 del capítulo Introducción del Volumen Energía.

Notas:

<sup>a</sup> Los valores representan el 100 por ciento de oxidación del contenido de carbono del combustible.

<sup>b</sup> Véase el Recuadro 3.2.4 Lubricantes en la combustión móvil para obtener una orientación acerca de los usos de los lubricantes.

Fuente: IPCC, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, USA 2006

**ANEXO B. FACTORES DE EMISION PARA LA COMBUSTION ESTACIONARIA  
INDUSTRIA ENERGETICA**

CUADRO 2.2 (CONTINUACIÓN)										
FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO PARA LA COMBUSTIÓN ESTACIONARIA EN LAS INDUSTRIAS ENERGÉTICAS (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta)										
Combustible	CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O			
	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	
Alquitrán de hulla	n80 700	68 200	95 300	n 1	0,3	3	r 1,5	0,5	5	
Gases derivados	Gas de fábricas de gas	n44 400	37 300	54 100	n 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Gas de horno de coque	n44 400	37 300	54 100	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Gas de alto horno	n260 000	219 000	308 000	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Gas de horno de oxígeno para aceros	n182 000	145 000	202 000	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
Gas natural	56 100	54 300	58 300	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3	
Desechos municipales (fracción no perteneciente a la biomasa)	n 91 700	73 300	121 000	30	10	100	4	1,5	15	
Desechos industriales	n 143 000	110 000	183 000	30	10	100	4	1,5	15	
Óleos de desecho	n 73 300	72 200	74 400	30	10	100	4	1,5	15	
Turba	106 000	100 000	108 000	n 1	0,3	3	n 1,5	0,5	5	
Bioscombustibles sólidos	Madera / Desechos de madera	n112 000	95 000	132 000	30	10	100	4	1,5	15
	Lejía de sulfuro (licor negro) <sup>60</sup>	n95 300	80 700	110 000	n 3	1	18	n 2	1	21
	Otra biomasa sólida primaria	n100 000	84 700	117 000	30	10	100	4	1,5	15
	Carbón vegetal	n112 000	95 000	132 000	200	70	600	4	1,5	15
Bioscombustibles líquidos	Biogásolina	n70 800	59 800	84 300	r 3	1	10	0,6	0,2	2
	Biodiésel	n70 800	59 800	84 300	r 3	1	10	0,6	0,2	2
	Otros bioscombustibles líquidos	n79 600	67 100	95 300	r 3	1	10	0,6	0,2	2
Biomasa gaseosa	Gas de vertedero	n54 600	46 200	66 000	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Gas de digestión de lodos cloacales	n54 600	46 200	66 000	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Otro biogás	n54 600	46 200	66 000	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
Otros combustibles no listados	Desechos municipales (fracción perteneciente a la biomasa)	n100 000	84 700	117 000	30	10	100	4	1,5	15

<sup>60</sup>Incluye el CO<sub>2</sub> derivado de la biomasa emitido desde la unidad de combustión de licor negro y el CO<sub>2</sub> derivado de la biomasa emitido desde el horno de cal de la planta de kraft.  
n Indica un factor de emisión nuevo que no estaba presente en las Directrices del IPCC de 1996.  
r Indica un factor de emisión que se revisó a partir de las Directrices del IPCC de 1996.

Fuente: IPCC, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, USA 2006


### ANEXO C. FACTOR T-INCERTIDUMBRE

No of measurements n	t-factor for Confidence Level					
	68.27 <sup>(a)</sup>	90	95	95.45 <sup>(a)</sup>	99	99.73 <sup>(a)</sup>
2	1.84	6.31	12.71	13.97	63.66	235.8
3	1.32	2.92	4.3	4.53	9.92	19.21
4	1.2	2.35	3.18	3.31	5.84	9.22
5	1.14	2.13	2.78	2.87	4.6	6.62
6	1.11	2.02	2.57	2.65	4.03	5.51
7	1.09	1.94	2.45	2.52	3.71	4.9
8	1.08	1.89	2.36	2.43	3.5	4.53
9	1.07	1.86	2.31	2.37	3.36	4.28
10	1.06	1.83	2.26	2.32	3.25	4.09
11	1.05	1.81	2.23	2.28	3.17	3.96
12	1.05	1.8	2.2	2.25	3.11	3.85
13	1.04	1.78	2.18	2.23	3.05	3.76
14	1.04	1.77	2.16	2.21	3.01	3.69
15	1.04	1.76	2.14	2.2	2.98	3.64
16	1.03	1.75	2.13	2.18	2.95	3.59
17	1.03	1.75	2.12	2.17	2.92	3.54
18	1.03	1.74	2.11	2.16	2.9	3.51
19	1.03	1.73	2.1	2.15	2.88	3.48
20	1.03	1.73	2.09	2.14	2.86	3.45
25	1.02	1.71	2.06	2.11	2.8	3.34
30	1.02	1.7	2.05	2.09	2.76	3.28
35	1.01	1.7	2.03	2.07	2.73	3.24
40	1.01	1.68	2.02	2.06	2.71	3.2
50	1.01	1.68	2.01	2.05	2.68	3.16
100	1.005	1.66	1.98	2.025	2.63	3.08
∞	1	1.645	1.96	2	2.576	3

<sup>(a)</sup> For a quantity z described by a normal distribution with expectation  $\mu_z$  and standard deviation  $\sigma$ , the interval  $\mu_z \pm k\sigma$  encompasses  $p = 68.27, 95.45,$  and  $99.73$  percent of the distribution for  $k = 1, 2,$  and  $3,$  respectively.

Fuente: GHG PROTOCOL, GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty.

**ANEXO D. FORMATO ENCUESTA MOVILIZACION PROVEEDORES**

	<b>PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC</b> <b>SUCURSAL DE COLOMBIA</b> <b>ENCUESTA PERSONAL VILLAVICENCIO - NUEVA BASE</b>																																																																																																																																												
Nombre Encuestado: _____	Número Cédula: _____																																																																																																																																												
Cargo del Encuestado: _____	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width:33%;">Día</th> <th style="width:33%;">Mes</th> <th style="width:33%;">Año</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Día	Mes	Año																																																																																																																																									
Día	Mes	Año																																																																																																																																											
Dirección de Residencia: _____	Fecha de Diligenciamiento: _____																																																																																																																																												
POR FAVOR RESPONDER DE FORMA CLARA, LAS PREGUNTAS APLICAN PARA LA NUEVA BASE, SI TIENE ALGUNA OBSERVACION AL FINAL DE LA ENCUESTA																																																																																																																																													
<b>NUEVA BASE</b>	<p><b>1. ¿Cuántos Vehículos utiliza para llegar a las instalaciones donde laboraba?</b></p> <p>_____ Vehículos</p> <p><b>2. ¿Que recorridos realiza para desplazarse de su casa a las instalaciones de PTI?</b></p> <table style="width:100%;"> <tr> <td>Recorrido 1</td><td>_____</td><td>Recorrido 8</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 2</td><td>_____</td><td>Recorrido 9</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 3</td><td>_____</td><td>Recorrido 10</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 4</td><td>_____</td><td>Recorrido 11</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 5</td><td>_____</td><td>Recorrido 12</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 6</td><td>_____</td><td>Recorrido 13</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 7</td><td>_____</td><td>Recorrido 14</td><td>_____</td></tr> </table> <p><b>3. ¿Que Vehículo usa para hacer cada uno de los recorridos anteriores?</b></p> <table style="width:100%;"> <tr> <td>Recorrido 1</td><td>_____</td><td>Recorrido 8</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 2</td><td>_____</td><td>Recorrido 9</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 3</td><td>_____ a pie</td><td>Recorrido 10</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 4</td><td>_____ a pie</td><td>Recorrido 11</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 5</td><td>_____</td><td>Recorrido 12</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 6</td><td>_____</td><td>Recorrido 13</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 7</td><td>_____</td><td>Recorrido 14</td><td>_____</td></tr> </table> <p><b>4. ¿Cuántas veces por semana realiza cada recorrido?</b></p> <table style="width:100%;"> <tr> <td>Recorrido 1</td><td>_____ 1</td><td>Recorrido 8</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 2</td><td>_____ 1</td><td>Recorrido 9</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 3</td><td>_____ 1</td><td>Recorrido 10</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 4</td><td>_____ 1</td><td>Recorrido 11</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 5</td><td>_____ 1</td><td>Recorrido 12</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 6</td><td>_____ 1</td><td>Recorrido 13</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 7</td><td>_____</td><td>Recorrido 14</td><td>_____</td></tr> </table> <p><b>5. ¿Qué tipo de combustible consume en cada uno de los recorridos?</b></p> <table style="width:100%;"> <tr> <td>Recorrido 1</td><td>_____</td><td>Recorrido 8</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 2</td><td>_____</td><td>Recorrido 9</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 3</td><td>_____ motriz</td><td>Recorrido 10</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 4</td><td>_____ motriz</td><td>Recorrido 11</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 5</td><td>_____</td><td>Recorrido 12</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 6</td><td>_____</td><td>Recorrido 13</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 7</td><td>_____</td><td>Recorrido 14</td><td>_____</td></tr> </table> <p><b>5. ¿Aproximadamente cuantos Kilometros recorre en cada uno de los recorridos usados?</b></p> <table style="width:100%;"> <tr> <td>Recorrido 1</td><td>_____</td><td>Recorrido 8</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 2</td><td>_____</td><td>Recorrido 9</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 3</td><td>_____</td><td>Recorrido 10</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 4</td><td>_____</td><td>Recorrido 11</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 5</td><td>_____</td><td>Recorrido 12</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 6</td><td>_____</td><td>Recorrido 13</td><td>_____</td></tr> <tr> <td>Recorrido 7</td><td>_____</td><td>Recorrido 14</td><td>_____</td></tr> </table>	Recorrido 1	_____	Recorrido 8	_____	Recorrido 2	_____	Recorrido 9	_____	Recorrido 3	_____	Recorrido 10	_____	Recorrido 4	_____	Recorrido 11	_____	Recorrido 5	_____	Recorrido 12	_____	Recorrido 6	_____	Recorrido 13	_____	Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____	Recorrido 1	_____	Recorrido 8	_____	Recorrido 2	_____	Recorrido 9	_____	Recorrido 3	_____ a pie	Recorrido 10	_____	Recorrido 4	_____ a pie	Recorrido 11	_____	Recorrido 5	_____	Recorrido 12	_____	Recorrido 6	_____	Recorrido 13	_____	Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____	Recorrido 1	_____ 1	Recorrido 8	_____	Recorrido 2	_____ 1	Recorrido 9	_____	Recorrido 3	_____ 1	Recorrido 10	_____	Recorrido 4	_____ 1	Recorrido 11	_____	Recorrido 5	_____ 1	Recorrido 12	_____	Recorrido 6	_____ 1	Recorrido 13	_____	Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____	Recorrido 1	_____	Recorrido 8	_____	Recorrido 2	_____	Recorrido 9	_____	Recorrido 3	_____ motriz	Recorrido 10	_____	Recorrido 4	_____ motriz	Recorrido 11	_____	Recorrido 5	_____	Recorrido 12	_____	Recorrido 6	_____	Recorrido 13	_____	Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____	Recorrido 1	_____	Recorrido 8	_____	Recorrido 2	_____	Recorrido 9	_____	Recorrido 3	_____	Recorrido 10	_____	Recorrido 4	_____	Recorrido 11	_____	Recorrido 5	_____	Recorrido 12	_____	Recorrido 6	_____	Recorrido 13	_____	Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____
Recorrido 1	_____	Recorrido 8	_____																																																																																																																																										
Recorrido 2	_____	Recorrido 9	_____																																																																																																																																										
Recorrido 3	_____	Recorrido 10	_____																																																																																																																																										
Recorrido 4	_____	Recorrido 11	_____																																																																																																																																										
Recorrido 5	_____	Recorrido 12	_____																																																																																																																																										
Recorrido 6	_____	Recorrido 13	_____																																																																																																																																										
Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____																																																																																																																																										
Recorrido 1	_____	Recorrido 8	_____																																																																																																																																										
Recorrido 2	_____	Recorrido 9	_____																																																																																																																																										
Recorrido 3	_____ a pie	Recorrido 10	_____																																																																																																																																										
Recorrido 4	_____ a pie	Recorrido 11	_____																																																																																																																																										
Recorrido 5	_____	Recorrido 12	_____																																																																																																																																										
Recorrido 6	_____	Recorrido 13	_____																																																																																																																																										
Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____																																																																																																																																										
Recorrido 1	_____ 1	Recorrido 8	_____																																																																																																																																										
Recorrido 2	_____ 1	Recorrido 9	_____																																																																																																																																										
Recorrido 3	_____ 1	Recorrido 10	_____																																																																																																																																										
Recorrido 4	_____ 1	Recorrido 11	_____																																																																																																																																										
Recorrido 5	_____ 1	Recorrido 12	_____																																																																																																																																										
Recorrido 6	_____ 1	Recorrido 13	_____																																																																																																																																										
Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____																																																																																																																																										
Recorrido 1	_____	Recorrido 8	_____																																																																																																																																										
Recorrido 2	_____	Recorrido 9	_____																																																																																																																																										
Recorrido 3	_____ motriz	Recorrido 10	_____																																																																																																																																										
Recorrido 4	_____ motriz	Recorrido 11	_____																																																																																																																																										
Recorrido 5	_____	Recorrido 12	_____																																																																																																																																										
Recorrido 6	_____	Recorrido 13	_____																																																																																																																																										
Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____																																																																																																																																										
Recorrido 1	_____	Recorrido 8	_____																																																																																																																																										
Recorrido 2	_____	Recorrido 9	_____																																																																																																																																										
Recorrido 3	_____	Recorrido 10	_____																																																																																																																																										
Recorrido 4	_____	Recorrido 11	_____																																																																																																																																										
Recorrido 5	_____	Recorrido 12	_____																																																																																																																																										
Recorrido 6	_____	Recorrido 13	_____																																																																																																																																										
Recorrido 7	_____	Recorrido 14	_____																																																																																																																																										
OBSERVACIONES																																																																																																																																													


## ANEXO E. PANTALLA DE INICIO HERRAMIENTA DE CALCULO

	PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SUCURSAL DE COLOMBIA HERRAMIENTA DE GESTION DE LA INFORMACION PARA EL CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO		
Esta Herramienta busca contribuir a la construcción de un sistema básico para la gestión de la información asociada a los Gases de Efecto Invernadero (GEI), tomando en cuenta la metodología planteada en el Protocolo GHG, adicionalmente permite estimar la huella de carbono con un factor de incertidumbre asociada a este calculo, según la información con que se alimenta la plantilla.			
<b>HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y EL CALCULO DEL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)</b>			
INSTRUCCIONES PARA INGRESO DE INFORMACION  	METODOLOGIA DE CALCULO  	DESARROLLO DE LA METODOLOGIA  	CALCULADORA DE LA HUELLA DE CARBONO  


## ANEXO F. FACTORES DE EMISION USADOS

Fuente emisión	PODER CALORIFICO		Densidad /Consumo por Km		GEI/unidad					Bibliografía	Nota
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	TCO2e/m3 CO2	TCO2e/m3 CH4	TCO2e/ m3 N2O	Valor	unidad		
	ACPM	42.67	MJ/Kg	0,8425	Ton /m3	2,664	0,000108	2,15697E-05	0,0101		
Gasolina	42,44	MJ/Kg	0,7235	Ton /m4	2,128	0,000092	1,84232E-05	0,0081	Ton CO2eq/Gal	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	
R22	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,7000	Ton CO2eq/kg	Refrigerant Data Summary, 2001	
R410A	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,9235	Ton CO2eq/kg	5AR	
R407C	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,6242	Ton CO2eq/kg	5AR	
Sistema eléctrico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,0002	Ton CO2eq/KWh	SIEL. Sistema De Información Eléctrico Colombiano	
Resma carta	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,0033	TonCO2/resma	EDUKIDS	
Resma Oficio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,0039	TonCO2/resma	EDUKIDS	
Vehículo particular - gasolina	NA	NA	11	km/L	0,000	NA	NA	0,0002	Ton CO2eq/pkm	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	Se asume rendimiento 11 km/l gasolina
Vehículo particular - ACPM	NA	NA	11	km/L	0,000	NA	NA	0,0002	Ton CO2eq/pkm	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	Se asume rendimiento 11 km/l diesel
Taxi - Gasolina	NA	NA	11	km/L	0,000	NA	NA	0,0002	Ton CO2eq/pkm	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	Se asume rendimiento 11 km/l gasolina
Colectivo	NA	NA	11	km/L	0,000	NA	NA	0,0000	Ton CO2eq/pkm	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	Se asume 4 pasajeros y rendimiento 11 km/l gasolina
Motocicleta	NA	NA	26	km/L	0,000	NA	NA	0,0001	Ton CO2eq/pkm	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	Se asume rendimiento 26 km/l gasolina (estimación)
Bus interurbano (aprox. 45 pers.) ACPM	NA	NA	5	km/L	0,000	NA	NA	0,0000	Ton CO2eq/pkm	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	Se asume rendimiento 5 km/l diesel (estimación)
Bus local (aprox. 25 pers.) ACPM	NA	NA	5	km/L	0,000	NA	NA	0,0000	Ton CO2eq/pkm	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	Se asume rendimiento 5 km/l diesel (estimación)
Camioneta doble Cabina Diesel	NA	NA	10,8	km/L	0,000	NA	NA	0,0000	Ton CO2eq/pkm	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	Se asume rendimiento 10,8 km/l diesel (Según proveedor)
Bicicleta/A pie	NA	NA				NA	NA	-	Ton CO2eq/pkm	5AR	
Patinete Minimula ACPM	NA	NA	2,28	km/L	0,001	NA	NA	0,0012	Ton CO2eq/pkm	IPCC 2006 (vol2, chapter 3) CNE BNE 2014 5AR	Se asume rendimiento 2,28 km/l diesel (Según proveedor)


## ANEXO G. RESULTADOS ENCUESTAS TRANSPORTE EMPLEADOS

		PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SUCURSAL DE COLOMBIA TRANSPORTE DE PERSONAL																				
<table border="0" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: yellow;"></td> <td>Digitar</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: pink;"></td> <td>Valor Asignado</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: purple;"></td> <td>Calculado</td> </tr> </table>			Digitar		Valor Asignado		Calculado	Hoja de Calculo resumir los transportes de Personal para movilizarse de sus hogares al trabajo														
	Digitar																					
	Valor Asignado																					
	Calculado																					
AÑO	BASE	MES	CANTIDAD (VIAJES)	TIPO DE TRANSPORTE (Kilometros)						FACTOR CONVERSION KM/L			CONSUMO COMBUSTIBLE LITROS									
				GASOLINA			ACPM			TAXI	BUS	MOTO	Gasolina	Gasolina	ACPM							
				TAXI	BUS	MOTO	TAXI	BUS	MOTO													
				TAXI	BUS	MOTO	TAXI	BUS	MOTO	Gasolina	Gasolina	ACPM										
2015	ANTIGUA BASE	ENERO	216	26	0	594	0	2350	0	11	5	26	2,363636	22,84615	470							
		FEBRERO	192	24	0	528	0	2000	0	11	5	26	2,181818	20,30769	400							
		MARZO	210	28	0	572	0	2250	0	11	5	26	2,545455	22	450							
		ABRIL	204	24	0	572	0	2000	0	11	5	26	2,181818	22	400							
		MAYO	210	26	0	572	0	2250	0	11	5	26	2,363636	22	450							
		JUNIO	210	28	0	572	0	2250	0	11	5	26	2,545455	22	450							
		JULIO	210	24	0	594	0	2000	0	11	5	26	2,181818	22,84615	400							
		AGOSTO	216	30	0	572	0	2500	0	11	5	26	2,727273	22	500							
	NUEVA BASE	SEPTIEMBRE	100	16	0	156	0	1820	0	11	5	26	1,454545	6	364							
		OCTUBRE	108	18	0	162	0	2040	0	11	5	26	1,636364	6,230769	408							
		NOVIEMBRE	104	18	0	150	0	2055	0	11	5	26	1,636364	5,769231	411							
		DICIEMBRE	102	16	0	162	0	1820	0	11	5	26	1,454545	6,230769	364							

## ANEXO H. RESULTADOS TRANSPORTE PERSONAL A REUNIONES

		PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SUCURSAL DE COLOMBIA TRANSPORTE DE PERSONAL										
<b>Codigo Color:</b> <table border="0" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: yellow;"></td> <td>Digitar</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: pink;"></td> <td>Valor Asignado</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: purple;"></td> <td>Calculado</td> </tr> </table>			Digitar		Valor Asignado		Calculado	Hoja de Calculo resumir los transportes de Personas para asistir a reuniones				
	Digitar											
	Valor Asignado											
	Calculado											
AÑO	MES	VIAJES	TIPO DE COMBUSTIBLE	KILOMETROS	FACTOR DE CONVERSION Km/Gal	COMBUSTIBLE CONSUMIDO Galones						
2015	ENERO	2	ACPM	120	40,9	4908						
	FEBRERO	1	ACPM	60	40,9	2454						
	MARZO	1	ACPM	60	40,9	2454						
	ABRIL	0	ACPM	0	40,9	0						
	MAYO	0	ACPM	0	40,9	0						
	JUNIO	0	ACPM	0	40,9	0						
	JULIO	0	ACPM	0	40,9	0						
	AGOSTO	2	ACPM	120	40,9	4908						
	SEPTIEMBRE	0	ACPM	0	40,9	0						
	OCTUBRE	1	ACPM	60	40,9	2454						
	NOVIEMBRE	0	ACPM	0	40,9	0						
	DICIEMBRE	2	ACPM	120	40,9	4908						
	<b>TOTAL ANUAL</b>		<b>9</b>	<b>Viajes</b>	<b>540</b>	<b>40,9</b>	<b>22086</b>					

## ANEXO I. INVENTARIO DE EQUIPOS Y CONSUMO

		PETROLEUM TUBULAR INSPECTION INC SUCURSAL DE COLOMBIA INVENTARIO EQUIPOS Y SU APORTE DE GEI						
<b>Codigo Color:</b> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ffccff; border: 1px solid black;"></div> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ccffcc; border: 1px solid black;"></div> </div>		Digitar Escoger de la Lista Seleccionar si aplica		Hoja de Calculo para identificar los equipos/herramientas y demás activos que hacen parte de la base de Villavicencio de la empresa y contribuyen a la emisiones de Gases de Efecto Invernadero				
ITEM	EQUIPOS	CATIDAD	CONSUME ENERGIA ELECTRICA	POTENCIA (WATTS / VATIOS)	TIEMPO DE USO (H/Día) O (H/Mtto)	CONSUME COMBUSTIBLE	TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD (Galon)
1	AIRE ACONDICIONADO	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente	8H/DIA	<input type="checkbox"/>		
2	ALCOHOLIMETRO		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
3	BASCULA DE GANCHO	1	<input checked="" type="checkbox"/>	165 W/Hora	1/2 H/MTTO	<input type="checkbox"/>		
4	BOMBA DE LLENADO	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente	1/2H/MTTO	<input type="checkbox"/>		
5	BOMBA DE MANDO	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente	2 H/MTTO	<input type="checkbox"/>		
6	BREAK OUT	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente	2 H/MTTO	<input type="checkbox"/>		
7	COMPUTADORES	1	<input checked="" type="checkbox"/>	250 W/Hora	10 H/DIA	<input type="checkbox"/>		
8	IMPRESORAS	1	<input checked="" type="checkbox"/>	35 W/Hora	10 H/DIA	<input type="checkbox"/>		
9	TELEFONOS	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente	24 H/DIA	<input type="checkbox"/>		
10	FAX	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente	10 H/DIA	<input type="checkbox"/>		
11	DIFERENCIAL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente	8 H/MTTO	<input type="checkbox"/>		
12	HIDROLAVADORA	1	<input checked="" type="checkbox"/>	7800 W/Hora	1 H/MTTO	<input checked="" type="checkbox"/>	Diesel/ACPM	5
13	MONTACARGAS	1	<input type="checkbox"/>		5 H/MTTO	<input checked="" type="checkbox"/>	Diesel/ACPM	10
14	PULIDORA	1	<input checked="" type="checkbox"/>	2100 W/Hora	1/2H/MTTO	<input type="checkbox"/>		
15	MOTOTOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	600 W/Hora	1 H/MTTO	<input type="checkbox"/>		
16	PULL TEST		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
17	SENSOR DE PRESION		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
18	LAMPARAS	6	<input checked="" type="checkbox"/>		2 H/DIA	<input type="checkbox"/>		
19	LAMPARAS	8	<input checked="" type="checkbox"/>		2 H/DIA	<input type="checkbox"/>		
20	LAMPARAS		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
21	TELEVISOR	1	<input checked="" type="checkbox"/>		2 H/Dia	<input type="checkbox"/>		
22	VENTILADORES	2	<input checked="" type="checkbox"/>		5 H/DIA	<input type="checkbox"/>		
23	NEVERA	1	<input checked="" type="checkbox"/>		24 H/Dia	<input type="checkbox"/>		
24	CAFETERA	1	<input checked="" type="checkbox"/>		1 H/Dia	<input type="checkbox"/>		