

**CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL MUNICIPIO DE UBATE, EN LOS
SECTORES DE TRANSPORTE, RESIDUOS, INDUSTRIAL, AGROPECUARIO,
INSTITUCIONAL, SILVICULTURA Y USO DEL SUELO E IMPLEMENTACIÓN DE
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES GEI.**

ANGÉLICA MARÍA CASTAÑEDA LÓPEZ

UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA AMBIENTAL

BOGOTÁ D.C.

2016

**CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL MUNICIPIO DE UBATE, EN LOS
SECTORES DE TRANSPORTE, RESIDUOS, INDUSTRIAL, AGROPECUARIO,
INSTITUCIONAL, SILVICULTURA Y USO DEL SUELO E IMPLEMENTACIÓN DE
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES GEI.**

ANGÉLICA MARÍA CASTAÑEDA LÓPEZ

CÓDIGO: 2011260012

**Trabajo de Anteproyecto de grado para optar al título
Ingeniera ambiental**

Director

WILLIAM EVELIO RODRÍGUEZ DELGADO

M.Sc. ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA AMBIENTAL

BOGOTÁ D.C.

2016

Contenido

TABLAS.....	
LISTA DE FIGURAS.....	
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
1 OBJETIVOS	3
General	3
Específicos.....	3
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3 MARCO DE REFERENCIA	6
3.1 MARCO TEORICO.....	6
3.1.1 Cambio Climático	6
3.1.2 Efecto Invernadero Natural.....	7
3.1.3 Gases Efecto Invernadero - GEI.....	7
3.1.4 Sumideros de carbono.....	10
3.1.5 Adaptación y Mitigación del Cambio Climático	10
3.1.6 Inventario de Gases Efecto Invernadero.....	11
3.1.7 Metodologías existentes para la realización inventarios GEI.....	12
3.2 MARCO CONCEPTUAL.....	19
3.2.1 Revisión de experiencias en otros municipios a nivel nacional y ciudades del mundo en huella de carbón	19
3.2.2 Revisión de las metodologías empleadas en la elaboración de los inventarios nacionales de emisiones de GEI y del departamento de Cundinamarca.....	21
3.2.3 Inventario de emisiones de gases efecto invernadero para la región Cundinamarca – Bogotá. Inventario realizado por el PRICC.....	28
3.2.4 Revisión de bases de datos existentes sobre factores de emisión por sector y por alcance (1, 2 y 3)	31
3.2.5 Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996.....	31

3.2.6	Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.....	32
3.2.7	Metodologías para el uso Factores de Emisión	33
3.2.8	Factores de Emisión por Sector y/o categoría.	35
3.2.9	Revisión de los factores de emisión empleados en otros proyectos de huella de carbono en la región y en el país.	43
3.2.10	Relación variables socioeconómicas con las categorías y la emisión de GEI. 43	
3.2.11	Metodología general para establecimiento Inventario de GEI.....	48
4	METODOLOGIA DE TRABAJO.....	55
4.1	Etapa 1. Planificación inicial.	56
4.2	Etapa 2. Delimitación del Área De Intervención.	57
4.3	Etapa 3. Contexto Municipio Seleccionado.....	57
4.4	Etapa 4. Actividades para la selección de la muestra de unidades productivas.	57
4.5	Etapa 5: Actividades de implementación	57
5	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	58
5.1	PLANIFICACIÓN INICIAL.....	58
5.1.1	Metodología para el Cálculo de Huella de Carbono Municipal Validada.	60
5.1.2	Factores de Emisión Validados para el Proyecto Piloto	64
5.2	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN	65
5.2.1	Parámetros Establecidos por la CAR para la Región.....	65
5.2.2	Criterio de Selección No. 1	65
5.2.3	Criterio de Selección No. 2.	68
5.2.4	Especificaciones para obtener la información por sector o categoría.....	78
5.3	CONTEXTO MUNICIPIO DE UBATÉ	87
5.3.1	Localización geográfica	87
5.3.2	Climatología	88
5.3.3	Hidrología	88
5.3.4	Geología.....	88
5.3.5	Geomorfología.....	88
5.3.6	Actividades Económicas.....	89

5.3.7	Generalidades del Municipio.....	89
5.4	ACTIVIDADES PARA LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA DE UNIDADES PRODUCTIVAS.	91
5.4.1	Recolección de la información secundaria para el cálculo de la huella de carbono.93	
6	CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL MUNICIPIO DE UBATÉ.....	97
6.1	Consolidación y ajuste de la información del Sector Institucional	98
6.2	Consolidación y ajuste de la información del Sector Transporte	100
6.3	Consolidación y ajuste de la información del Sector Industrial.....	102
6.4	Consolidación y ajuste de la información del Sector Agropecuario.	105
6.5	Presentación de resultados en la calculadora de huella de carbono municipal para el Ubaté.	109
7	ANALISIS DE RESULTADOS	120
8	IMPLEMENTACIÓN MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	123
8.1	Sustitución de luminarias de Mercurio (125 W) por luminarias de Sodio (70 W), en el alumbrado público en un barrio central del municipio de Ubaté.	130
8.2	Instalación de estufas ecológicas en las veredas de Apartadero y Sucunchoque, para la disminución del consumo de leña.....	135
9	Conclusiones	142
10	RECOMENDACIONES	144
11	Bibliografía	145

TABLAS

Tabla 1: GEI y Fuentes de Emisión	8
Tabla 2: Sectores productivos y Gases de Efecto Invernadero	9
Tabla 3: Síntesis De Herramientas Metodológicas Para el Cálculo De Huella De Carbono Municipal.	18
Tabla 4: Experiencias a nivel Nacional y Local.	19
Tabla 5 Emisión de GEI en equivalente de dióxido de carbono-año 1990	22
Tabla 6: Emisión de GEI en equivalente de dióxido de carbono año 1994.....	23
Tabla 7 Factores de Emisión para los Combustibles Colombianos	36
Tabla 8 : Factor de Emisión para la Energía Eléctrica Adquirida.....	37
Tabla 9 Factores de Emisión para Procesos Industriales.....	37
Tabla 10 Factores de Emisión para Actividades Agropecuarias.....	40
Tabla 11 Factores de Emisión para Tratamiento de Residuos	42
Tabla 12: Relación entre la variable Población y emisión de GEI.	44
Tabla 13: Relación entre el PIB y emisión de GEI.....	45
Tabla 14: Relación entre la variable de Vocacion Agrícola - Pecuaria y emisión de GEI..	45
Tabla 15: Relación entre la vocación Industrial y emisión de GEI.	46
Tabla 16: Relación entre el consumo de Energía Eléctrica y emisión de GEI.	47
Tabla 17: Fuentes de emisión GEI.....	47
Tabla 18 Factores de emisión para combustibles fósiles - GHG Protocol	50
Tabla 19 Factores de emisión combustibles fósiles colombianos – FECOC	51
Tabla 20 Potenciales de Calentamiento Global Gases Efecto Invernadero.....	52
Tabla 21 Factores de emisión del Sistema de Generación de Energía eléctrica.	53
Tabla 22: Metodología de Intervención	56
Tabla 23: Mesas de trabajo Interinstitucional para la Validación de Metodología y Factores de Emisión.....	58
Tabla 24: Fuentes de Información para la Obtención de las Cargas Ambientales	62
Tabla 25: Rangos de Emisión de GEI en Cundinamarca de CO2 eq./Año	66
Tabla 26: Municipios con mayor cantidad de GEI - PRICC.....	67
Tabla 27: Quince municipios seleccionados	68

Tabla 28 Consolidado en % de Disponibilidad de Información Municipio de Facatativá...	69
Tabla 29: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Funza	70
Tabla 30: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Fusagasugá	71
Tabla 31: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Girardot	72
Tabla 32: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Guaduas	72
Tabla 33: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Madrid	73
Tabla 34: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Mosquera	74
Tabla 35: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Soacha	74
Tabla 36: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Sopo.....	75
Tabla 37: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Tenjo	76
Tabla 38: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Tocancipa.....	76
Tabla 39: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Ubaté	77
Tabla 40: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Zipaquirá	78
Tabla 41: Relación de sectores seleccionados VS Módulos de IPCC.	79
Tabla 42: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Institucional.....	80
Tabla 43: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Transporte	81
Tabla 44: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Industrial	83
Tabla 45: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Agropecuario.....	84
Tabla 46: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Residuos.....	85
Tabla 47: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura	85
Tabla 48: Características generales del municipio de Ubaté.....	89
Tabla 49: Entidades Participantes	91
Tabla 50: Variables De Medición Huella De Carbono Municipio de Ubaté	91
Tabla 51: Censo Empresarial del Municipio de Ubaté.....	93
Tabla 52 Levantamiento y recopilación de la información para el cálculo de la Huella de Carbono Municipal – Municipio de Ubaté – Información específica por sector.....	94
Tabla 54 Variables Agrícolas Municipio de Ubaté	96
Tabla 55: Variables De Transporte Municipio de Ubaté	97
Tabla 59 Tipo de información requerida para el sector Institucional.....	98

Tabla 60 Información Primaria Recolectada para el sector Institucional	99
Tabla 61 Tipo de información requerida para el sector Transporte	100
Tabla 62 Información Primaria Recolectada para el sector Transporte	101
Tabla 63 Tipo de información requerida para el sector Industria	102
Tabla 64 Información Primaria Recolectada para el sector Industria	104
Tabla 65 Tipo de información requerida para el sector Agrícola.	105
Tabla 66 Información Primaria Recolectada para el sector Agrícola.	105
Tabla 67 Tipo de información requerida para el sector Pecuario.	106
Tabla 68 Información Primaria Recolectada para el sector Pecuario.	107
Tabla 69 Tipo de información requerida para el sector Uso del suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura.	108
Tabla 70 Información Primaria Recolectada para el sector Uso del suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura.....	108
Tabla 71 Tipo de información requerida para Sumideros.....	108
Tabla 72: Calculadora Sector Institucional.	110
Tabla 73: Calculadora Sector Transporte	111
Tabla 74: Calculadora Sector Agropecuario.....	113
Tabla 75: Calculadora Sector Residuos.....	114
Tabla 76: Calculadora Sector Uso del Suelo, Cambios de Uso de Suelo y Silvicultura ..	115
Tabla 77: Calculadora Sumideros.....	116
Tabla 78 Resumen del Cálculo de la Huella de Carbono en el Municipio de Ubaté – Año base 2012.....	117
Tabla 79 Análisis porcentual de la Huella de Carbono Municipal - Municipio de Ubaté – Año base 2012	120
Tabla 80 Huella de Carbono Alcance 1 Por Sectores - Municipio de Ubaté – Año base 2012	121
Tabla 81 Huella de Carbono Municipal alcance 2 y 3 por sectores- Municipio de Ubaté – Año base 2012.	122
Tabla 82: Ficha Técnica de Implementación de Luminarias.....	132
Tabla 83: Ficha Técnica de Implementación de Estufas Eficientes.....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Inundación Registrada en Ola Invernal	4
Figura 2: Concentración de Dióxido de Carbono 1990 - 2015.....	6
Figura 3: Efecto Invernadero.....	7
Figura 4: Límites organizacionales de la huella de carbono en la organización y el producto	12
Figura 5: Participación por módulo sobre el total de emisiones en Gg de CO2 equivalente para Bogotá y Cundinamarca	30
Figura 6: Principios de los reportes de GEI.....	48
Figura 7: Metodología General de Intervención	58
Figura 8: fórmula para el Cálculo de Huella de Carbono.....	63
Figura 9 Número de municipios por rango de emisión de GEI	67
Figura 10 Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Facatativá	70
Figura 11: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Funza.....	71
Figura 12: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Fusagasugá	71
Figura 13: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Girardot.....	72
Figura 14: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Guaduas	73
Figura 15: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Madrid.....	73
Figura 16: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Mosquera.....	74
Figura 17: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Soacha.....	75
Figura 18: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Sopo	75
Figura 19: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Tenjo.....	76
Figura 20: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Tocancipa	77
Figura 21: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Ubaté	77
Figura 22: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Zipaquirá.....	78
Figura 23: Sector transporte a nivel municipal	80
Figura 24: Sector transporte a nivel empresarial.....	81
Figura 25: Sector industrial a nivel municipal	82

Figura 26: Sector industrial a nivel empresarial	83
Figura 27: Sector Agropecuario Nivel Municipal	84
Figura 28: Mapa Localización Geográfica Ubaté.....	87
Figura 33 Huella de Carbono Total por Sector – Ubaté Año 2012	119
Figura 34 Participación porcentual de los sectores en la Huella de Carbono Municipal .	121

INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional – CAR, tiene la responsabilidad de proteger el medio ambiente de un territorio con un área de 18.706.4 km², donde se encuentran 105 municipios, es la encargada por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, sin embargo la mayoría estos municipios han experimentado un cambio no solo en lo geofísico sino también atmosférico por las diferentes actividades socio-económicas desarrolladas en el territorio por sectores como el industrial, pecuario, agrícola, transporte, institucional, generación de residuos entre otros.

Para la CAR una de la metas propuestas dentro del Plan Cuatrienal es apoyar la gestión ambiental y sostenible en la región, y bajo la línea estratégica del PGAR “Programa de Gestión Ambiental del Riesgo y Cambio Climático” el cual busca crear mecanismos para diagnosticar y generar un conocimiento sobre el Cambio Climático y sus efectos dentro del territorio, por anterior se vio la necesidad de llevar a cabo un plan piloto que permita cuantificar y realizar una medición de la Huella de Carbono en alguno de los municipios adscritos a su jurisdicción, donde estén inmersos la mayoría de actividades económicas y productivas que generan GEI.

El siguiente documento tiene como objetivo principal presentar el cálculo de la Huella de Carbono, en un municipio piloto de la jurisdicción CAR, así como la identificación de estrategias de mitigación del cambio climático, implementando dos medidas piloto en el municipio para la reducción de emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI).

Por medio de este ejercicio piloto, se estableció una metodología validada para la medición de la Huella de Carbono, replicable para los municipios de la Jurisdicción de la CAR, estandarizando los pasos para el cálculo, desde la recopilación de la información, la selección de muestras representativas de los sectores a intervenir en la medición, la selección de los factores de emisión y el diseño e implementación de la herramienta. La información recolectada se utilizó para alimentar la herramienta de cálculo (calculadora) diseñada para ser aplicada en los diferentes municipios adscritos a la CAR, para lo cual se realizó el inventario de GEI, obteniendo el valor en Toneladas de CO₂ equivalente, para cada sector y categoría y el municipio en su totalidad.

JUSTIFICACIÓN

El cálculo de huella de carbono es una herramienta que se ha venido implementando como método para conocer la cantidad de emisiones emitidas a la atmosfera, y la identificación de los impactos negativos directos o indirectos que afectan al medio ambiente, como por ejemplo el cambio climático que es un factor de impacto muy evidente regido por bruscos cambios de temperatura en ciertas regiones conocidos como el Fenómeno del Niño y la Niña. En Cundinamarca, la Corporación Autónoma Regional - CAR, es la autoridad ambiental territorial la cual busca prevenir y generar acciones que permitan disminuir los desastres ambientales que se han venido presentando durante las últimas décadas para lo cual, y en conjunto con la Corporación Ambiental Empresarial – CAEM, deciden aunar recursos para llevar a cabo el proyecto piloto, nombrado como Cálculo de Huella de Carbono a nivel Municipal visto como instrumento para generar sostenibilidad Ambiental para un territorio.

Por medio de este proyecto piloto se busca no solo realizar el cálculo de los GEI emitidos por el municipio, sino generar estrategias que contribuyan a fortalecer la gestión ambiental en el territorio, por medio acciones encaminadas a reducir y/o mitigar las emisiones de GEI, y que estén al alcance de implementación de cualquier individuo que altere las condiciones naturales del municipio, así mismo se pretende generar un modelo - guía que permita realizar el cálculo de la Huella de carbono que sea fácil de replicar en otros municipios para mejorar las condiciones ambientales de los municipios adscritos a la jurisdicción CAR.

1 OBJETIVOS

General

- Calcular la Huella de Carbono del municipio de Ubaté de la jurisdicción CAR, e implementar dos medidas de mitigación para la reducción de Gases Efecto Invernadero GEI.

Específicos

- Definir la metodología para el cálculo de la huella de carbono municipal con los parámetros adaptados por la CAR para la región.
- Calcular la Huella de Carbono municipal a las unidades productivas seleccionadas, para cada uno de los sectores de industria, institucional, transporte, residuos, uso del suelo y cambio de uso del suelo y silvicultura, agrícola y pecuario
- Plantear dos medidas de mitigación a corto, mediano y/o largo plazo para la reducción de GEI en los sectores productivos intervenidos.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El hombre es quien ha alterado e intensificado los procesos naturales de cambios climáticos presentados en el planeta a lo largo de millones de años (Costa P, 2007). Este problema está relacionado con el aumento en la concentración de agentes contaminantes en el aire, especialmente de gases efecto invernadero (GEI) en la atmosfera (Ulloa et. Al., 2008). Estos GEI proceden principalmente de la quema de combustibles fósiles en actividades productivas y domésticas (por ejemplo el gas natural que se consume en los calentadores de paso o el combustible requerido para utilizar el automóvil).

El cambio climático modifica particularmente las temperaturas, las precipitaciones, el nivel del mar e incrementa la exposición a desastres meteorológicos (García G, 2007). En Colombia se manifestó en el 2011 a través de la Ola Invernal (Urrutia, 2011) y se estima que será la causa de la desaparición para el 2050 del 80% del área de glaciación y del 60% de los páramos (Ulloa et. Al., 2008). Potencialmente, el cambio climático será la causa de la formación de zonas inhabitables, ya sea por lluvias excesivas o por extrema aridez. El Cambio climático da lugar a fenómenos meteorológicos extremos, es decir dónde llueve, lloverá más y donde no llueve con frecuencia, se presentarán fuertes sequías.

Ambiental

Cada evento de La Niña es diferente y su repercusión en el clima nacional está dada por su intensidad como por la interacción que se puede presentar con otros fenómenos océano-atmosféricos presentes en el Atlántico y específicamente en el mar Caribe.

En Cundinamarca para el periodo de de enero a mayo de 2011 se presentó el evento mas crítico a nivel ambiental en los municipios de Villapinzón, Ubaté, Lenguazaque, Fuquene, Mosquera y Zipaquirá debido a fuertes inundaciones tanto en áreas rurales como en urbanas que son colindantes en zonas de influencia al cuenca alta y media del río Bogotá. Las imágenes ejemplifican los efectos de esta problemática en el país.

Figura 1: Inundación Registrada en Ola Invernal



Fuente SANZ, 2011



Fuente ESPECTADOR, 2011

Así mismo se evidencio la debilidad que presentan algunos municipios que están en proceso de conurbación, ya que muchos de ellos no cuentan con planes de prevención y/o contingencia para tratar ese tipo de eventos naturales lo cual revelo el riesgo al que estan expuestos, y su fragilidad por estar colindando con la ronda hídrica del Rio Bogotá y aun mas por que hacen parte de la cuenca alta y media del mismo, teniendo en cuenta lo anterior, se crea la necesidad de adoptar métodos que contribuyan a minimizar los efectos e impactos de estos eventos atmosféricos para lo cual surge la inquietud.

Social

La dimensión social fue la más afectada puesto que en ella incidieron todos los efectos que trae consigo el Cambio Climático, por que mas allá de perturbar la estabilidad económica y geofísica de las comunidades asentadas en estos territorios, se evidencio que estos municipios no cuentan con mecanismos para responder a este tipo de eventos, y esta condición no va a cambiar si no se tiene conciencia y se empiezan a desarrollar estrategias que ayuden a evaluar y cambiar el estilo de vida y desarrollo economico de la población que habita en ese tipo de municipios, que cuentan con características como es estar ocupando un porcentaje alto de la cuenca alta y media de un rio tan importante como es el de Bogotá y todas las relaciones que se dan en torno a la productividad económica y social, es así como surge la siguiente inquietud.

¿Qué acciones se pueden desarrollar para mejorar la gestión ambiental en el territorio y como reducir o mitigar el impacto ambiental generado por los Gases Efecto Invernadero GEI de las actividades antrópicas desarrolladas en el municipio?

3 MARCO DE REFERENCIA

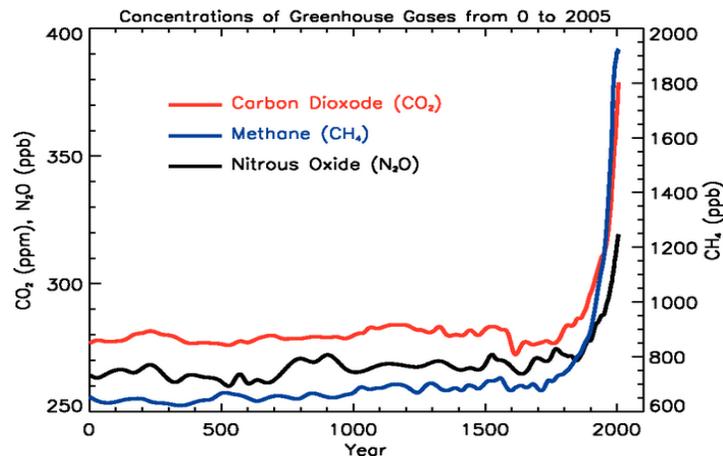
3.1 MARCO TEORICO

Para abordar la definición de Huella de carbono es necesario y fundamental conocer los cimientos de este concepto, ya que es un término que proviene de la interacción que hay entre el fenómeno de Cambio Climático, Gases Efecto Invernadero, Atmosfera y su relación con las actividades humanas como se explica a continuación.

3.1.1 Cambio Climático

En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático define este fenómeno como aquel cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial (IPCC, 2007a). Este fenómeno puede asociarse con el incremento o detrimento de la temperatura, y los cambios meteorológicos que ello conlleva. No obstante, el efecto más evidente a nivel global tiene que ver con el Calentamiento Global o el incremento de la temperatura media del planeta (IDEAM, 2010), como se muestra en la Figura 2.

Figura 2: Concentración de Dióxido de Carbono 1990 - 2015



Fuente. IPCC, 2007.

Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) lo define como “cualquier variación de las condiciones climáticas medidas y/o la variabilidad de sus propiedades que se puede identificar y se mantiene durante un periodo prolongado, generalmente décadas o más, puede deberse tanto a procesos naturales como antrópicos”

A partir de las anteriores definiciones y que han sido aceptadas a nivel mundial, podemos citar que el cambio climático es una alteración en la atmosfera visto como un resultado de modificación de las condiciones naturales de las dinámicas presentadas en la biosfera durante un periodo determinado.

3.1.2 Efecto Invernadero Natural.

El efecto invernadero natural es el fenómeno atmosférico que garantiza que un alto porcentaje del calor emitido por la interacción de los rayos solares con la superficie de la Tierra se mantenga dentro de la troposfera terrestre y no se disipe hacia el espacio exterior para mantener condiciones de vida favorables, como se representa en la Figura 2.

Figura 3: Efecto Invernadero



Fuente. UNEP/GRID-Arendal 2002

3.1.3 Gases Efecto Invernadero - GEI

Los Gases Efecto Invernadero – GEI son compuestos gaseosos de la atmósfera que absorben y remiten radiación infrarroja; es decir, estos gases permiten que en el planeta retenga el calor, conserve su temperatura media y se desarrolle la vida. Sin embargo, el incremento de estos gases en la atmosfera conlleva al incremento de las temperaturas promedio, lo que se conoce como el Calentamiento Global.

Los GEI tienen la propiedad de retener y emitir radiación, esa capacidad es diferente para cada gas, lo que se conoce como potencial de calentamiento global (GWP por sus siglas en inglés). Los científicos han podido establecer que la concentración de GEI en la

atmósfera ha variado considerablemente en cientos de miles de años lo cual determina la intensidad del efecto invernadero. A mayor concentración, más intenso el efecto y con ello más alta la temperatura del planeta¹

El Protocolo de Kioto establece como gases principales, el Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆). En la Tabla No. 1 se relacionan las definiciones de los GEI, así como sus fuentes de emisión

Tabla 1: GEI y Fuentes de Emisión

Gas de Efecto Invernadero – GEI	Definiciones	Fuente de emisión
Dióxido de carbono (CO₂)	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.	<ul style="list-style-type: none"> • Calderas • Estufas • Plantas de generación de energía • Vehículos • Quemadores
Óxido nitroso (N₂O)	Potente gas de efecto invernadero emitido con los usos de cultivos en tierras, especialmente el uso de fertilizadores comercial y orgánicos, la combustión de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico, y la combustión de biomasa.	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de producción de fertilizantes, ácido nítrico, etc.
Hexafluoruro de azufre (SF₆)	Se utilizan bastante en la industria pesada para el aislamiento de equipos de alto voltaje y como ayuda para la fabricación de sistemas de enfriamiento de cables.	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones de distribución de energía eléctrica
Perfluorocarbonos	Son subproductos de la fundición del aluminio y del enriquecimiento del uranio. También sustituyen a los clorofluorocarbonos en la fabricación de semiconductores.	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de fundición de aluminio o fabricación de semiconductores
Clorofluorocarbonos (CFC)	Gases de efecto invernadero incluidos en el Protocolo de Montreal de 1987 y utilizados para refrigeración, aire acondicionado, empaquetado, aislamiento, disolventes o propelentes para aerosoles.	<ul style="list-style-type: none"> • Refrigeradores • Cuartos fríos • Aire Acondicionado
Metano	Hidrocarburo que es un gas de efecto invernadero, producido por la descomposición anaerobia (sin oxígeno) de residuos en vertederos, digestión animal, descomposición de residuos animales,	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de ganadería, digestión anaeróbica de residuos, producción de gas, carbón o quema de

¹ Basado en la presentación de Cambio Climático y Negociación internacional: Problemática y Oportunidades. Universidad Del Rosario. Mayo de 2013.

Gas de Efecto Invernadero – GEI	Definiciones	Fuente de emisión
	producción y distribución de gas natural y petróleo, producción de carbón, y combustión incompleta de combustibles fósiles.	combustibles.

Fuente. IPCC (2013) e IDEAM (2010).

El principal GEI aportado por Colombia es el Dióxido de Carbono con un 50%, seguido por el metano con 30%, el óxido nitroso con 19% y los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (CFC) y el SF6, que equivalen al 1% (IDEAM, 2010).

Los GEI proceden de diferentes sectores productivos; en la Tabla No. 2 se relacionan los Gases de Efecto Invernadero definidos en el Anexo A del Protocolo de Kioto con los principales sectores productivos

Tabla 2: Sectores productivos y Gases de Efecto Invernadero

SECTOR	FUENTE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆
Energía	Quema de combustibles fósiles. Ej: industria generación y transformación de energía, industria manufacturera y de la construcción, transporte, comercial/institucional, residencial, agricultura, pesca	X	X	X			
	Quema de biomasa	X	X	X			
Industria	Producción de minerales no metálicos. Ej: Cemento, Clinker, Uso de Carbonato de Sodio, producción de asfalto, pavimentación, producción de vidrio.	X					
	Producción de químicos. Ej: amoníaco, ácido nítrico, carburo de calcio, negro humo, cloruro de polivinilo, formaldehído, polietileno, poliestireno, polipropileno, ácido sulfúrico, coque, metanol, dióxido de titanio.	X	X	X			
	Producción de metales. Ej: hierro, acero, aleaciones ferrosas, aluminio.	X				X	
	Uso de SF ₆ en equipos eléctricos.						X
	Uso de sustitutos de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono. Ej: producción de espuma, refrigeración, aerosoles, extintores de incendio.				X		
Agricultura	Fermentación entérica. Ej: Ganado bovino, búfalo, ovejas, cabras, camellos y llamas, caballos, mulas y asnos, cerdos, aves de corral.		X	X			

SECTOR	FUENTE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆
	Cultivos de arroz.		X				
	Quemas.		X	X			
Residuos	Residuos sólidos dispuestos en tierra.		X				
	Aguas residuales.		X				

Fuente. Adaptado de IDEAM, 2010

3.1.4 Sumideros de carbono

Los sumideros son depósitos naturales o artificiales que absorben de la atmósfera un Gas de Efecto Invernadero, un aerosol, o un precursor de gases de efecto invernadero (IPCC, 2013). Los principales sumideros naturales son los océanos y los bosques.

Asimismo se incluyen en esta definición la creación de nuevos bosques, la gestión forestal y la gestión de tierras agrícolas, que conlleve a la captura de dióxido de carbono presente en la atmósfera, reduciendo la concentración de este gas y contribuyendo a la mitigación del cambio climático (Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, 2013).

3.1.5 Adaptación y Mitigación del Cambio Climático

La Primera respuesta Política frente al Cambio climático se dio en 1992 con la Convención Marco de las Naciones Unidas frente al Cambio Climático (CMNUCC), evento que surgió como una consecuencia del Primer Informe sobre Cambio Climático presentado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007).

En la CMNUCC se aprobó el Protocolo de Kioto, acuerdo que buscaba que los Países Desarrollados se comprometieran con la reducción del 20% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero hasta el 2012.

En el 2007 se adoptó el Plan Bali, en el que se definieron acciones que fomentaran la toma de acciones para la reducción de emisiones más allá del 2012.

Fruto de este plan surgieron dos planes de acción: Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REED+) y Medidas de Mitigación Adecuadas a cada país (NAMAS).

En Colombia, la más reciente acción política frente al Cambio Climático es el Documento del Consejo de Política Económica y Social (CONPES) 3700, que no solo resalta la importancia de mantener en Colombia un desarrollo económico carbono eficiente, contribuyendo a la MITIGACIÓN del cambio climático, sino de la importancia de

prepararse frente a los efectos del cambio climático, es decir **ADAPTACIÓN**, dos conceptos que revisten la mayor de las importancias frente a esta problemática global.²

El IPCC (2013) define la **MITIGACIÓN** como la intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero. De acuerdo con el IDEAM, “el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) constituye el mecanismo más relevante para el desarrollo de proyectos de mitigación en Colombia.

Asimismo, el IPCC establece que la **ADAPTACIÓN** al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada.

3.1.6 Inventario de Gases Efecto Invernadero.

El cambio climático es una problemática que requiere de la participación de la sociedad en general; cada individuo es responsable de identificar de qué manera puede aportar para alcanzar una solución y tomar medidas frente a la mitigación y la adaptación.

Cada vez más los gobiernos impulsan la toma de acción frente al cambio climático. Países como Francia e Inglaterra han desarrollado y puesto en marcha leyes que obligan a las organizaciones a reportar las emisiones de GEI de sus procesos productivos y la de sus productos.

Diferentes países evalúan la posibilidad de establecer impuestos a las emisiones de carbono y otras medidas tendientes a la reducción de GEI.

Colombia, actualmente no contempla impuestos ni establece como obligatorio el reporte de emisiones de Gases Efecto Invernadero, pero si busca que su economía se transforme bajo la concepción de carbono eficiente, es decir que pretende evitar que las emisiones de dióxido de carbono crezcan desproporcionadamente con la economía. En Colombia el reporte de Gases Efecto Invernadero – GEI, es voluntario.

Los inventarios de GEI sirven para establecer el total de toneladas de dióxido de carbono emitidas por una organización, evento, región, territorio, producto o persona. En internet existen diferentes herramientas gratuitas que le permiten al ciudadano realizar una estimación de su huella de carbono y los criterios que generalmente se tienen en cuenta para evaluarla. En la Figura 4 se presentan las diferentes etapas que puede tener un Inventario de GEI.

² CONPES, (2011), Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia.

Figura 4: Límites organizacionales de la huella de carbono en la organización y el producto



Fuente. Adaptado de CARBON TRUST, 2012.

La unidad estándar del Inventario de GEI son las toneladas de CO₂ equivalente. El dióxido de carbono (CO₂) es una unidad de medida que permite establecer cuál es el aporte de una organización a la problemática del Cambio Climático.

3.1.7 Metodologías existentes para la realización inventarios GEI.

Francia e Inglaterra, han sido los países líderes en la definición de metodologías para el establecimiento de Inventarios de GEI (CEPAL, 2011).

En Inglaterra, el Departamento para el Medio Ambiente, la Alimentación y los Asuntos Rurales (DEFRA, por sus siglas en inglés), creó la organización Carbon Trust, cuya finalidad es la elaboración de estrategias y medios de evaluación y uso de la huella de carbono; Carbon Trust diseñó una herramienta para la medición de las emisiones GEI en el ciclo de vida de productos y servicios, denominada PAS 2050 (Publicly Available Standard 2050) y la PAS 2060, para la medición de las emisiones GEI Corporativas (CEPAL, 2011).

Francia, estableció a través de la Leyes Grenelle de l'Environment – Grenelle 1 y Grenelle 2- la obligatoriedad a empresas con más de 500 empleados de calcular sus emisiones GEI a partir del 2010, utilizando la herramienta metodológica Bilan Carbone™, elaborada por la Agencia para el Medio Ambiente y Control de la Energía - ADEME (CEPAL, 2011).

El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés) y el Instituto Mundial de Recursos (WRI, por sus siglas en inglés), crearon el Protocolo para la determinación de emisiones de GEI Corporativas, conocido como GHG Protocol (GreenHouse Gas Protocol), herramienta con alto nivel de reconocimiento a escala mundial y que se ha convertido en la principal referencia para la estimación de emisiones de GEI (CEPAL, 2011).

A pesar de los diversos métodos, se destacan los marcos metodológicos que tienen cierto reconocimiento e influencia sobre los avances actuales, actualmente se tienen

cuatro de mayor uso para el cálculo de la Huella de Carbono a nivel nacional, regional, municipal, empresarial y organizacional:

- Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)
- Bilan Carbone™
- PAS 2050
- PAS 2060

3.1.7.1 **GHG Protocol**

El GreenHouse Gas Protocol fue implementado en el 2001 mediante la publicación del “Corporate Standard”. Es una iniciativa del World Business Council for Sustainable Development (WBCSD³²) y del World Resources Institutes (WRI³³). Se plantea como una colaboración multilateral entre empresas, ONGs y gobiernos (el GHG Protocol está apoyado por el USAID y el USEPA) que tiene como meta el establecimiento de bases para la contabilización de emisiones de GEI ³⁴.

El GHG Protocol es un marco metodológico general que da pautas de trabajo para la determinación de herramientas (softwares) de cálculo de emisiones de GEI. En particular, los métodos Bilan Carbone y PAS 2050 que son los más importantes desarrollados y comúnmente utilizados a la fecha, siguen las líneas de recomendación del GHG Protocol. Así también la norma ISO 14064, desarrollada por el International Organization for Standardisation (ISO), que apunta de nuevo a la definición de líneas generales de cuantificación de emisiones de GEI, retoma los resultados del GHG Protocol. (IDEAM, 2012).

Gracias al fuerte apoyo de sus miembros y un gran trabajo de difusión, el GHG Protocol ha logrado un alto nivel de reconocimiento a escala mundial y aparece como la principal referencia, junto con los estándares ISO.

Pero el GHG Protocol, además de constituirse como referente en términos de lineamientos generales, también ha desarrollado un conjunto de herramientas (software) para el cálculo de la Huella de Carbono inicialmente de empresas y luego de productos. La popularidad y el reconocimiento del GHG Protocol, y por supuesto el carácter de gratuidad de las aplicaciones, ha concretado el éxito y alta demanda de ellas.

Las aplicaciones del GHG Protocol se caracterizan principalmente por ser:

1. Formato: Software MS Excel (con guías en formato PDF)
2. Función de contabilización de emisiones de GEI
3. Función de recomendación de reducción (se presentan muy poco)
4. Gases considerados: 6 principales (Protocolo de Kyoto)
5. Escala: Sitio – Territorio – Producto

6. Licencia: Gratis
7. Transparencia: Las guías técnicas explican claramente los procesos y los factores de emisión están disponibles en la página de Internet del GHG Protocol.

3.1.7.2 Bilan CarboneTM

Bilan CarboneTM es el método de cálculo de emisiones de GEI desarrollado por la ADEME, organismo público francés. Sus primeras versiones fueron implementadas en el 2004 y responde a los requisitos de los marcos metodológicos ISO 14064 y GHG Protocol. Con el apoyo de subvenciones estatales otorgadas a las entidades que utilizan este método para medir las emisiones de GEI (en Francia) y gracias a su seriedad y transparencia, el Bilan CarboneTM se transformó en la referencia metodológica en este país para las empresas, los particulares (existe una aplicación específica) y las colectividades territoriales. También se expandió, en grado menor, a los países limítrofes.

El Bilan CarboneTM se caracteriza por una visión generalista muy completa, por lo que, a través de sus distintos módulos, permite trabajar a nivel de empresas y eventos pero también de territorios y productos.

Esta metodología está basada en un programa en formato Excel, acompañado de guías de utilización. Se caracteriza por disponer de los factores de emisión (en muchos casos determinados por numerosos países en el mundo) y de las fórmulas utilizadas, garantizando transparencia. Si bien la ADEME no vende licencias del Bilan CarboneTM, los utilizadores deben seguir una capacitación, cuyo costo cercano a los 2.000 Euros. Así consiguen el conjunto de herramientas Bilan CarboneTM y pueden realizar análisis bajo el “sello” Bilan CarboneTM.

1. Formato: Software MS Excel (con guías en formato PDF)
2. Función de contabilización de emisiones de GEI
3. Función de recomendación de reducción
4. Función de recomendación de compensación: No, pero la ADEME elaboró una Carta Magna de compensación (Charte de compensation, en francés) para ayudar los operadores a diseñar sus líneas de compensación de emisiones
5. Considera otros impactos ambientales: No considera esta función.
6. Gases considerados: Todos los gases de efecto invernadero
7. Escala: Sitio (empresa): Sí Territorio: Sí Producto: Sí (existe un módulo dedicado: “Bilan Produit” y varios módulos del Bilan CarboneTM permiten el cálculo de la huella de productos.)
8. Licencia: Gratuito, pero se entregan las aplicaciones a personas que han seguido un proceso de capacitación, el que tiene un costo entre 1.300 y 2.000 Euros, según los módulos.

Transparencia: Las guías técnicas explican claramente los procesos y las formulas y los factores de emisión están disponibles en cada aplicación.

3.1.7.3 **PAS 2060**

El PAS 2060 fue elaborado en 2009-2010 por los mismos organismos que el PAS 2050. Está dedicado al cálculo de las emisiones de organismos (administración, empresas, sitio de producción), colectividades territoriales y particulares. Responde a las normativas del ISO y del GHG Protocol. (NTC. ISO 14064-1, 2006).

Al igual que el PAS 2050, el PAS 2060 se presenta como una guía metodológica que describe paso a paso los criterios a determinar y tomar en cuenta. Constituye una herramienta potente en lo que concierne las buenas prácticas de compensación de emisiones no reductibles de GEI, y está orientada a operadores que buscan ser neutros en carbono con un alto grado de reconocimiento.

1. Formato: Guía PDF
2. Función de contabilización de emisiones de GEI
3. Función de recomendación de reducción
4. Función de recomendación de compensación
5. Gases considerados: Todos los gases de efecto invernadero
6. Licencia: Tiene costo
7. Transparencia: En la guía se detallan las fórmulas a emplear. El método no incluye base de datos de factores de emisión (salvo para el cambio de uso de suelo en algunos países): debe justificarse el origen de los factores de emisión utilizados.

3.1.7.4 **CARROT**

La herramienta en línea del Registro de Información de Acción Climática (CARROT) es el Registro de California de efecto invernadero (GEI) para calcular las emisiones y el software de presentación de informes. El Registro de California desarrolló esta herramienta única, basada en la web como el compañero en línea con los protocolos del Registro de California. Todos los datos de las emisiones de GEI se introducen y gestiona a través del aplicativo. Es utilizado por los miembros del Registro de California, verificadores y el público.

CARROT utiliza factores de emisión integrados y factores de conversión para automatizar el cálculo de los inventarios de gases de efecto invernadero y mejorar la coherencia y la comparabilidad. Datos de entrada de los usuarios de uso anual de energía (es decir kWh de electricidad o MMBtu de gas natural) y el software calcula las emisiones de GEI asociadas. Acceso Web permite el uso simultáneo de cualquier número de usuarios a través de los estados, países y zonas horarias.

Adicionalmente, El International Standard Organization (ISO) ha desarrollado y está desarrollando estándares relacionados con la medición de emisiones de GEI. Estos se inspiran en general, en estándares y metodologías desarrollados previamente, y tienen como objetivo ser un marco reconocido de confianza a los operadores de proyectos de medición de emisiones de GEI. Los más importantes son:

3.1.7.5 ISO 14064 e ISO 14065

Las normas ISO 14064 e ISO 14065 tienen como objetivo dar credibilidad y confiabilidad a los reportes de emisión de GEI y a las declaraciones de reducción o eliminación de GEI (en particular en el caso de empresas sometidas a obligaciones de reducciones de emisiones, en el marco del Protocolo de Kyoto, el EU-ETS). Las normas pueden ser usadas por organizaciones que participan en el comercio, en proyectos o mecanismos voluntarios de reducción de emisiones. Se pueden aplicar a todos los tipos de GEI, no estando limitadas al CO₂.

Mientras el ISO 14064 (implementado en el 2006) se divide en tres partes y se enfoca en la contabilización, reducción y verificación de GEI de empresas y administraciones, el ISO 14065 (implementado en el 2007) apunta a entregar confiabilidad en los procesos de verificación y validación, definiendo requisitos a las organizaciones que realizan validaciones o verificaciones de emisiones de GEI.

3.1.7.6 ISO 14067

Este estándar apunta a la normalización de la Huella de Carbono de productos. Está inspirada en el PAS 2050 y pretendería “reemplazarlo” y constituir una referencia a nivel internacional (es una carencia del PAS 2050, ya que en él se inspiran otros países, pero requieren adaptarlo por no ser posible replicarlo).

3.1.7.7 ISO 14069

Este estándar apunta a precisar un nuevo estándar para la cuantificación de las emisiones de GEI de organizaciones (empresas, administraciones). Además, actualmente se discute sobre la elaboración de un estándar « territorio » (colectividades territoriales).

De estas herramientas, la que puede ser de mayor utilidad para el cálculo de la huella de carbono municipal es la Bilan CarboneTM, es el método de cálculo de emisiones de GEI desarrollado por la ADEME, organismo público francés. Sus primeras versiones fueron implementadas en el 2004 y responde a los requisitos de los marcos metodológicos ISO 14064 y GHG Protocol. Con el apoyo de subvenciones estatales otorgadas a las entidades que utilizan este método para medir las emisiones de GEI (en Francia) y gracias a su seriedad y transparencia, el Bilan CarboneTM se transformó en la referencia metodológica en este país para las empresas, los particulares (existe una aplicación

específica) y las colectividades territoriales. También se expandió, en grado menor, a los países limítrofes.

El Bilan CarboneTM se caracteriza por una visión generalista muy completa, por lo que, a través de sus distintos módulos, permite trabajar a nivel de empresas y eventos pero también de territorios y productos. Esta metodología está basada en un programa en formato Excel, acompañado de guías de utilización. Se caracteriza por disponer de los factores de emisión (en muchos casos determinados por numerosos países en el mundo) y de las fórmulas utilizadas, garantizando transparencia.

A continuación en la tabla 7, se presenta una síntesis con los principales aspectos de cada una de las metodologías revisadas para la selección de la herramienta que mejor se ajuste a los criterios y categorías para la implementación de la calculadora de huella de carbono nivel municipal.

Tabla 3: Síntesis De Herramientas Metodológicas Para el Cálculo De Huella De Carbono Municipal.

Nombre Herramienta	Desarrollador	Estatuto del Desarrollador	URL	Objetivo	Tipo de Soporte	Conformidad	Contabiliza emisiones	Reducción	Compensación	Otros IA	Gases Considerados	Escala	Alcance
GHG protocolo	W8CSD-WRI	Privado – sociedad civil	www.ghgprotocolo.org	Establecer lineamientos y herramientas para la contabilización de emisiones de GEI	Software MS Excel (con guías en formato PDF/gratis)	ISO 14064/14065	SI	Poco	No	No	6 GEI Kioto	Sitio/territorio / Producto	Directas + indirectas
Bilan carbone	ADEME	Público	www2.ademe.fr	Proveer herramientas de medición de huella de carbono	Software MS Excel (con guías en formato PDF/ con costo)	ISO 14064/14065 GHG protocolo	SI	SI	NO	NO	Todos GEI	Sitio/territorio / Producto	Directas + indirectas
PAS 2060	Carbon Trust-british Estándar Institute	Público	www.bsigroup.com/pas 2060	Proveer herramientas de medición de huella de carbono y compensación de emisiones no reducibles	Guía PDF sin costo	ISO 14064/14065 GHG protocolo	SI	SI	SI	NO	Todos GEI	Sitio/territorio	Directas + indirectas
CARROT	Estado de california	Público	www.climatechange.org	Realizar el inventario de GEI y proponer soluciones de reducción	Software en línea	Inspirado en GHG protocolo	SI	SI	NO	NO	6 GEI Kioto	Sitio/territorio	Directas + indirectas
GRIP	UK Environment Agency y Tyndall center	Público	www.grip.org.uk	Inventario en territorios	Software en línea	IPCC	SI	SI	NO	NO	6 GEI Kioto	Territorio	Directas
SAP Ambiental Con	SAP y TEchnidata	Privado	www.sap.com	Monitoreo emisiones GEI	Software en línea o Software cliente	EU ETS	SI	NO	NO	NO	CO ₂	Territorio	Directas + Indirectas
CO2 Navigator	NTT Data Corporation	Privado	www.co2navi.jp	Inventario para el marco legal japonés	Software en línea		SI	SI	NO	NO	GEI Kioto	Sitio/territorio	Directas + indirectas
Carbon Management	Carbon Trust	Público	www.carbontrust.co.uk	Inventario y reducción	Protocolos internos		SI	SI	SI	NO	6 GEI Kioto	Sitio/territorio/ Producto	Directas + indirectas
Car/Man/CarMon	Ecofis	Privado	www.ecofys.fr	Inventario más análisis de costos eficiencia de medidas de reducción	Software en línea	EU ETS	SI	SI	SI	NO	CO ₂	Sitio/territorio	Directas + indirectas
Carbon View	Supply Chain Consulting	Privado	www.carbon-view.com	Inventario, monitoreo, gestión financiera	Software en línea		SI	SI	SI	NO	CO ₂	Sitio/territorio/ Producto	Directas + indirectas

Fuente. Elaborado con datos de ONF con base a ADEME, 2008 YBSI, 2010.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

3.2.1 Revisión de experiencias en otros municipios a nivel nacional y ciudades del mundo en huella de carbón

Con base en la revisión de experiencias de medición de huella de carbono a nivel municipal o territorial, se encontraron ejercicios de medición de huella de carbono en diferentes municipalidades a nivel nacional los principales fueron el inventario realizado por el PRICC (Bogotá – Cundinamarca), un cálculo realizado en el municipio de Funza y otro realizado en la ciudad de Montería.

A continuación se relaciona una sinopsis de los principales resultados:

Tabla 4: Experiencias a nivel Nacional y Local.

DOCUMENTO	FUENTE	RESUMEN	RESULTADOS
Estimación de la Huella de Carbono, atribuible a las actividades forestales en los predios del parque Embalse del Neusa (502 hectáreas) a partir del año 2010	Contrato No. 920 de 2012. CAR	La CAR ha desarrollado un proyecto de Estimación de la Huella de Carbono, atribuible a las actividades forestales en los predios del parque Embalse del Neusa (502 hectáreas) a partir del año 2010. Dicho proyecto contempla un inventario de emisiones directas de GEI para cada GEI; remociones de GEI; emisiones indirectas de GEI por energía; otras emisiones indirectas de GEI y emisiones directas de CO ₂ a partir de la acumulación de la biomasa producto de los residuos del aprovechamiento forestal.	Este proyecto se convirtió en un ejercicio piloto para aplicar herramientas que conduzcan a la mitigación y/o compensación de emisiones de GEI, por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).
Gestión de la huella de carbono de la producción de flores en Colombia.	Asocolflores, CECODES, BAYER, Finca Flor Verde	El proyecto buscaba gestionar los riesgos derivados del cambio climático atribuido a la emisión de gases de efecto invernadero en el sector floricultor en particular, en las dos cadenas de suministro de flores de corte analizadas los mayores porcentajes de aporte a la huella fueron por concepto de transporte aéreo de las flores sobre el cual tiene poca incidencia el floricultor, en cuanto a las emisiones generadas por el sistema productivo los puntos críticos corresponden al uso de fertilizantes y al uso de refrigerantes, el software que se utilizó fue la calculadora de la multinacional BAYER,	Al finalizar el cálculo se definieron estrategias de compensación como por ejemplo minimización en el transporte marítimo y avances en temas de fertilización y de refrigeración (eficiencia) compensación por eventos internacionales y reforestación en fincas propias.
Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para la región de Cundinamarca-Bogotá	www.priccregioncapital.org/index.php/el-pricc	Es un inventario de gases de efecto invernadero en el marco del PRICC, cuyo objeto es identificar los principales emisores y obtener de forma metódica la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Este permitirá identificar las prioridades para las iniciativas de mitigación, que posteriormente se constituirán en proyectos. A partir de experiencia, servirá como insumo para el MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y al IDEAM, para el establecimiento de lineamientos	Se estimó para la región de estudio Bogotá – Cundinamarca, un total de emisiones de GEI de 22.963 Gg de CO ₂ equivalente, de los cuales 10.459 Gg son generados en el territorio de Cundinamarca y 12.508 Gg en Bogotá. Participación por módulo en

		<p>metodológicos para la elaboración de inventarios en las demás regiones de Colombia. El año de referencia usado para la realización del inventario es el 2008 y los gases de efecto invernadero del inventario fueron Dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafloruro de azufre, dichos gases son los reportados ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. CMNUCC</p>	<p>Cundinamarca: Energía: 56% Agricultura: 35% Procesos industriales: 3% Tratamiento de residuos: 6%.</p>
<p>Modelación de calidad del aire del monitoreo de fuentes móviles (liviano, pesado y motocicleta) y actualización del inventario de emisiones de fuentes fijas, incluyendo Gases de Efecto Invernadero.</p>	<p>Contrato Corporación Autónoma Regional Cundinamarca – CAR.</p>	<p>Este proyecto contiene un consolidado, que incluye las actividades desarrolladas desde el proceso de recolección y análisis de información para el inventario de emisiones de fuentes fijas, fuente móviles y gases efecto invernadero (GEI), la obtención de emisiones, por factores de emisión y por isocinéticos, análisis de resultados y análisis de la dispersión de contaminantes en donde se realiza un análisis meteorológico y de calidad del aire. En lo concerniente a emisiones de gases de efecto invernadero, se une la huella de carbono que se compone de dos partes, una huella primaria y secundaria. La huella primaria es la suma de las emisiones de dióxido de carbono directamente de la quema de combustibles fósiles, como el consumo de energía doméstica por los hornos y calentadores de aguas, y el transporte, como los automóviles y los viajes de avión. La huella secundaria es la suma de las emisiones indirectas asociadas con la fabricación y distribución de todos los productos, servicios, alimentos y negocios de un individuo. Para realizar dicho cálculo de huella de carbono se usa como guía las directrices del IPCC.</p>	<p>De acuerdo a los cálculos realizados se observó que, la actividad que genera mayores emisiones de CO₂ es la de energía, que es debida a la combustión de combustible y emisiones fugitivas generadas por las fuentes móviles y al consumo de energía en los diferentes sectores de cada municipio. En la provincial que se generan las menores emisiones de CO₂ es en la de Ubaté, y esta supera las 160.000 toneladas de CO₂ al año.</p>
<p>Proyectos realizados por la CAEM, relacionados con el cálculo de la huella de carbono.</p>	<p>Corporación Ambiental Empresarial – CAEM</p>	<p>Se han implementado proyectos dirigidos al sector industrial de Bogotá y la Región como CONVENIO CAR-CCB-CAEM No.417/2011, cuyo objeto fue: Socializar y Promover la Adopción de Alternativas de Producción Más Limpia, Mercados Verdes y Gestión Ambiental Empresarial, como Estrategias para Fortalecer la Producción y el Consumo Sostenible, dando como resultados: (1) curso de generación de capacidades locales e institucionales en huella hídrica y huella de carbono, (2) eventos de huella de carbono e hídrica, (25) empresas con cálculo de huella de carbono mediante el análisis de ciclo de vida ACV, elaboración de guía empresarial para el cálculo de la huella de carbono y huella hídrica; además mediante el CONTRATO 909 DE 2012 ENTRE LA CAR Y LA CAEM que tuvo por objetivo: capacitar a 20 funcionarios de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca para la estimación de la huella de carbono (CO₂ equivalente), mediante la realización de talleres teórico – prácticos que permitan el aprendizaje de una metodología validada abordando las seis categorías planteadas por el IPCC para inventarios de emisiones de Gases Efecto Invernadero. Así mismo actualmente se adelanta el convenio de Asociación 543 de 2012 en la que se opera la Ventanilla Ambiental CAR, con un componente de cálculo de huella de carbono organizacional en empresas de la jurisdicción CAR.</p>	<p>El convenio 543 de 2012 cuenta con una herramienta de cálculo en formato Excel, elaborado por el equipo de trabajo, en la que busca generar la huella de carbono a nivel organizacional con solo el ingreso de datos de las cargas ambientales de cada fuente identificada. En ella se puede distinguir fácilmente los alcances y contenidos contemplados para el cálculo. El alcance 1, comprende el uso de combustibles fósiles (sólidos, líquidos y gaseosos), el uso de gases refrigerantes, el desarrollo de procesos industriales, el tratamiento de residuos, los procesos agrícolas y el uso del suelo. El alcance 2, relaciona el consumo de energía adquirida por la interconexión nacional. En cuanto al alcance 3, relaciona el uso de combustibles fósiles y gases refrigerantes.</p>

Fuente. Adaptación Informes Técnicos CAEM 2013.

3.2.2 Revisión de las metodologías empleadas en la elaboración de los inventarios nacionales de emisiones de GEI y del departamento de Cundinamarca.

A continuación se relacionan las principales metodologías utilizadas por el IDEAM para la realización de los inventarios nacionales de emisiones de GEI (comunicación uno y dos), así como la realizada por el PRICC en la región Bogotá - Cundinamarca y por el municipio de Funza.

3.2.2.1 Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 1990-1994. Inventario nacional realizado por el IDEAM.

El inventario nacional de gases efecto invernadero de Colombia se realizó para los años de 1990 y 1994, utilizando las directrices del Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC revisión 1996). En este inventario se reportan las emisiones de 3 gases efecto invernadero (GEI) directo: el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), y el óxido nitroso (N_2O), tres gases de efecto indirecto: óxido de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM) y monóxido de carbono (CO), también se incluyen las emisiones de los dióxidos de azufre (SO_2) y se reporta la captura de CO_2 , la evaluación se realizó para cinco categorías de fuentes emisoras: energía, procesos industriales, agricultura, cambio en el uso de la tierra y silvicultura, y disposición de residuos. (IPCC, 1996)

Metodología Utilizada

Para el módulo de energía las directrices del IPCC proponen dos procedimientos para calcular las emisiones de dióxido de carbono por fuentes energéticas, Referencia aproximada (Top Down), y análisis por sectores (Bottom Up). (IPCC, 1996)

Ambas metodologías se aplicaron, pero los resultados incluidos finalmente en el consolidado nacional de emisiones son los arrojados por los Bottom Up, para esta metodología se utilizaron parámetros como el contenido de carbono y la fracción oxidada durante la combustión, que fueron tomados en las directrices del IPCC, los datos básicos son los consumos sectoriales en unidades de energía (Terajoules), que son reportados en el consumo final en el balance Energético Nacional. (IPCC, 1996), también se consultaron cifras publicadas en unidades originales por Ecopetrol.

Para el cálculo de las emisiones diferentes al dióxido de carbono se realizó con base al consumo sectorial de combustibles y un factor agregado de emisión que depende del tipo de combustible y del sector que se analice. En el caso del dióxido de azufre, las estimaciones se realizaron a través de consumo de combustibles finales sectoriales y con el uso de valores como el contenido de azufre y el poder calorífico de los combustibles entre otros. (IDEAM, 2012).

En el transporte internacional se tomaron valores como el consumo., para el año de 1990, los reportados como Ecopetrol, y para 1994 los suministrados por empresas comercializadoras como EXXONMOBIL, TEXACO y TERPEL.

Para las categorías de fuentes emisoras de procesos industriales, agricultura y disposición de residuos, se utilizaron los valores de los factores de emisión dados por defecto en las directrices del IPCC, las fuentes se obtuvieron de fuentes oficiales y del sector privado. (IPCC, 1996)

Para la categoría de cambio en el uso del suelo de la tierra y silvicultura se analizó la variación en la cobertura boscosa del país para el periodo 1986- 1996 con base en la comparación de imágenes de satélite. (IDEAM, 2012)

Resultados

Como resultado de las actividades relacionadas se muestran las actividades equivalentes de dióxido de carbono, del metano y del óxido nitroso que fueron emitidas en 1990 y 1994; las emisiones directas de dióxido de carbono arrojaron el mayor porcentaje en los dos años de evaluación y muestran un incremento de 21.4% el potencial de calentamiento de las emisiones de metano alcanza un valor superior a 50% de las emisiones de dióxido de carbono con un incremento de 7,8% y por último las de N₂O aumentan en un 15%, este comportamiento indica que las emisiones de metano y óxido nitroso tendrán influencia, en un horizonte futuro de 100 años, similar a las dióxido de carbono. (IDEAM, 2012).

Tabla 5 Emisión de GEI en equivalente de dióxido de carbono-año 1990

Sectores	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Energía	46,886.1	5,634.3	407.5	52,927.0
Procesos industriales	4,744.5	4.2	62.0	4,810.7
Agricultura		31,862.0	23,557.8	55,419.9
Cambio del uso de la tierra y silvicultura	11,879.8	88.7	9.0	11,977.5
Residuos		3,651.9	580.6	4,232.5
Totales (Gg)	63,510.4	41,241.1	24,617.0	129,368.4

Fuente. Adaptado IDEAM 2012.

Tabla 6: Emisión de GEI en equivalente de dióxido de carbono año 1994

Sectores	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Energía	55,351.7	5,972.4	476.6	61,800.7
Procesos industriales	5,212.3	8.2	77.5	5,298.0
Agricultura		34,319.5	27,126.6	61,445.1
Cambio del uso de la tierra y silvicultura	16,540.0	88.7	9.0	16,637.7
Residuos		4,061.4	625.0	4,686.4
Totales (Gg)	77,103.9	44,450.1	28,313.7	149,867.8

Fuente. Adaptado IDEAM 2012.

Ajustes a la metodología del IPCC

En el módulo de la energía, para el valor de la fracción oxidada en la biomasa se utilizó el valor propuesto por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), el cual es de 0.7, así mismo en el proceso de flameado o quemado, la combustión de gas natural se presenta en teas que generan emisiones de CO₂ principalmente, para su cálculo se utilizó como dato básico el valor del gas natural no aprovechado que se reporta en el Balance Energético Nacional. (IDEAM, 2012).

Para el módulo de procesos industriales específicamente en la producción del Clinker, el Instituto Colombiano de Productores de Cemento siguió las recomendaciones propuestas en las guías de buenas prácticas del IPCC, con el fin de mejorar las estimaciones de dióxido de carbono, al utilizar la composición de cal viva presente en la piedra caliza empleada como materia prima.

Para calcular la categoría de cambio en el uso de la tierra y silvicultura al aplicar la metodología del IPCC 1996; el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM- conforme un grupo investigador para desarrollar una metodología integral que comprendiera los métodos de cálculo de las variables de cambio en el uso de la tierra, cobertura vegetal, el cálculo de la biomasa por tipo de cobertura y los cambios de estas variables en el tiempo. Para conocer estas variables se aplicó un modelado desarrollado por Sandra Brown e Iverson (1994) quienes proponen analizar aquellos cambios mediante el monitoreo multitemporal de imágenes de satélite, el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y datos de inventarios forestales, la metodología de Brown fue avalada y aplicada por la FAO (1997) en algunos ecosistemas boscosos de Asia, África y América tropical. (IDEAM, 2012).

3.2.2.2 **Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2000-2004. Inventario nacional realizado por el IDEAM.**

Se organizaron unas mesas técnicas de trabajo para el cálculo de emisiones, el ejercicio de estimación fue coordinado por el IDEAM, con el fin de obtener resultados consensuados con las entidades sectoriales pertinentes y entregar un documento que exprese los resultados desarrollados por el país, para tal propósito se crearon mesas técnica de trabajo interinstitucionales donde se abordaron diferentes temas relacionados con el inventario.

La contribución de cada módulo (sector) en la emisión de GEI, tanto del primer inventario (1990-1994) como del segundo (2000-2004), se presentan los valores de las emisiones en giga gramos, se observa un incremento anual similar en las emisiones totales derivadas de los módulos de energía (930 Gg/año); agricultura (938Gg/año); uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (996 Gg/año) y en menor proporción, las emisiones provenientes del módulo de residuos (432Gg/año) y procesos industriales (312Gg/año). (IDEAM, 2012).

Al tomar los promedios de los años iniciales (1990-1994), con respecto a los dos últimos años de inventario (2000-2004) se puede notar una disminución en la participación de los sectores de energía (-4,3%) y agricultura (-4,5%) cifras que se distribuyen principalmente en el incremento de los módulos de uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (+5,6%) y el resto en menor proporción en los procesos industriales (1,0%) y residuos (+1,9%). (IDEAM, 2012).

A continuación se presentan los resultados y conclusiones para cada uno de los módulos

Módulo Energía.

Se dispuso de la información necesaria para estimar las emisiones por quema de combustibles mediante la metodología de nivel 1 que suministra el IPCC. Información que fue revisada y ajustada de acuerdo a los requerimientos del cálculo con el fin de disminuir la incertidumbre por efecto de interpretación de definiciones. (IDEAM, 2012).

Para la metodología nivel 1 la fuente principal de información son los Balances Energéticos Nacionales (BEN) suministrados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) otra fuente de informaciones en la Empresa Colombiana de Petróleos-Ecopetrol S.A, en cuanto a la característica de los combustibles, la venta de estos para la aviación internacional y la producción en refinería de los derivados del petróleo para el cálculo del carbono almacenado. (IDEAM, 2012).

Módulo de procesos industriales

Para obtener las emisiones de los GEI para este módulo con la metodología de nivel 1, se requiere información del total de la producción nacional en toneladas o kilogramos de los productos pertinentes al módulo, para lo cual se emplea un factor de emisión proporcionado por el IPCC. La metodología de nivel 2 requiere, además de la información de la producción total nacional de los productos industriales pertenecientes al módulo, la información de la caracterización de esta producción, relacionada con: fracciones, porcentaje de pureza, relaciones estequiométricas de las materias primas, las tecnologías de producción y sistemas de control de emisiones, para establecer promedios nacionales que determinan mejores factores de emisión para aplicar a cada proceso, según sea posible. Si bien este nivel de cálculo mejora la incertidumbre, requiere una amplia consulta sectorial y de expertos. Para el cálculo de las emisiones de clinker y cemento, cal, uso de sustitutos de SAO y ácido nítrico se utilizó la metodología del nivel 2, para los demás se utilizó el método de nivel 1. (IDEAM, 2012)

Para la metodología El Módulo de procesos industriales tiene dos niveles de detalle para el cálculo. En el nivel 1, simple o único, se multiplica la producción total nacional (en toneladas o kilogramos) de los productos pertinentes al módulo para el año del inventario, con un único factor de emisión proporcionado por el IPCC, para obtener las emisiones de los GEI. En la determinación de las variables involucradas en cada proceso, se realizó un levantamiento de información secundaria, además de la revisión y análisis de la información existente e identificación de las principales fuentes de información institucional. La evaluación de cada proceso industrial dentro del módulo tuvo en cuenta los siguientes criterios: participación en las emisiones del inventario, importancia en la economía nacional, efectividad en la consecución de información e innovación en el inventario. (IDEAM, 2012)

En esa evaluación se estableció que los procesos con mayor prioridad para el presente inventario, coinciden con los de mayor aporte en emisiones del inventario adelantado para los años 1990 y 1994, es decir, las producciones de Clinker, cal, hierro y acero, amoníaco, ácido nítrico; y las categorías nuevas: utilización de hexafluoruro de azufre y SAO. (IDEAM, 2012)

Módulo de Agricultura.

La disponibilidad de información permitió la aplicación de la metodología de nivel 2, propuesta por el IPCC para la estimación de emisiones de metano CH₄, procedente de la fermentación entérica y manejo de estiércol para la categoría de ganado vacuno no lechero. Para este nivel 2, se utilizaron factores de emisión domésticos que reflejan las diferencias internas en términos de condiciones ambientales y productivas de un contexto nacional, razones por las cuales se disminuye la incertidumbre del inventario.

Para las demás categorías fuentes del módulo, por la carencia de información en las condiciones requeridas fue necesario realizar la estimación mediante las metodologías de nivel 1.

La quema de sabanas si bien no constituye una fuente principal de emisiones, es la categoría con mayor incertidumbre del módulo, en razón al poco conocimiento de la dinámica de los ecosistemas de sabanas en Colombia por lo tanto los resultados presentados son una aproximación; Además ante la escasa disponibilidad de datos para la estimación de la quema de residuos agrícolas, se requiere aunar esfuerzos para mejorar la investigación de la ocurrencia e intensidad de esta actividad a nivel nacional, para poder establecer valores de desperdicios a partir de la relación residuos /producción.

La metodología fue utilizada con el objeto de superar las incertidumbres asociadas con el inventario del módulo (IDEAM, 2012), se adelantaron los procesos técnicos y gestiones que permitieron recopilar la información, para estimar las emisiones mediante la metodología de nivel 2.

Las metodologías para la estimación de emisiones de metano derivadas de la fermentación entérica y manejo de estiércol del ganado, se pueden desarrollar bajo dos niveles (niveles 1 y 2). Es decir, el nivel 2 utiliza factores de emisión domésticos que reflejan las diferencias en términos de condiciones ambientales y productivas de un contexto nacional en particular. Adicionalmente, dependiendo de la categoría que sea representativa como fuente de emisión en el país, se recomienda utilizar el nivel 2 para disminuir la incertidumbre del inventario, siendo este nivel el más exigente en cuanto a datos locales sobre el manejo técnico de una población de ganado.

La estimación del metano emitido por manejo de estiércol requirió parte de la información recopilada en la categoría fermentación entérica, en este caso, de la población anual para cada subcategoría de ganado vacuno, distribución por climas y sistema de producción, además, fue necesario tener información específica en cuanto al sistema de manejo de estiércol, relacionado con: a) masa de sólidos volátiles excretados por animal (Vs kg); b) capacidad máxima de producción de metano en el estiércol ($B_0 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{Vs}$), y c) factor de conversión del metano, definido por el sistema de manejo y clima.

Al comparar los resultados obtenidos con la metodología de nivel 1, contra el nivel 2, se encontró un aumento del 16,17% y del 21,59%, para los años 2000 y 2004, respectivamente¹². Se debe tener en cuenta que el uso de factores de emisión nacionales calculados por el nivel 2, reflejan la intensidad y características de la producción pecuaria nacional, además de presentar una disminución significativa en la incertidumbre, alrededor del $\pm 20\%$; según (IPCC, 2006).

El Módulo de agricultura (38,1%), junto con el Módulo de energía (36,6%), realizan aportes similares y significativos en términos de emisiones de CO₂ eq. Las categorías que más aportan emisiones en el Módulo de agricultura, respecto al total emitido en el año

2004, son: la fermentación entérica¹³ (18,5% del total) y suelos agrícolas (18,1% del total), con cifras del orden de los 33.258 Gg de CO₂ eq y 32.593 Gg CO₂ eq, respectivamente.

Modulo Uso del Suelo (USCUSS).

En esta categoría el inventario avanzo respecto al primero, en la incorporación de los datos de superficie establecida en las plantaciones protectoras y número de árboles existentes en algunos centros urbanos y se resalta la importancia de incorporar la información sobre el número de árboles en el resto de ciudades del país.

Para la categoría denominada abandono de tierras cultivadas es primordial generar información a nivel nacional de la superficie abandonada y que se encuentra en etapa de regeneración buscando cubrir al futuro un periodo de 20 años, lo anterior teniendo en cuenta que para los presentes inventarios (2000-2004) no fue posible incorporar esos valores en su verdadera dimensión, situación que podría subvalorar el potencial de captura de CO₂ del país por esta categoría.

Con respecto a la estimación de emisiones de CO₂ en los suelos, se requiere el detalle de la superficie por sistema de uso comparable para el 2004, de tal forma que permita establecer las diferencias con los resultados del 2000. En el caso de las emisiones de CO₂ por el abonado con cal de suelos agrícolas, se recomienda contar con las cantidades reales aplicadas en cada año del inventario, puesto que la información utilizada sobre venta de fertilizantes y acondicionadores podría sobrestimar las emisiones anuales.

En la metodología se avanzó en el desarrollo de una propuesta por regiones sobre las diferentes fracciones de biomasa perdida por la categoría de conversión de bosques (biomasa quemada in situ, biomasa quemada ex situ y biomasa abandonada). No obstante, es necesario consolidar aún más esta propuesta sobre las fracciones de biomasa, incluyendo los aportes recientes de expertos y, en lo posible, los resultados que se logren en estudios de campo.

El incremento, en términos de las emisiones del conjunto del módulo, significa alrededor del 100% con respecto al primer inventario (1990 y 1994), al pasar de un aporte promedio por inventario de 14.350 Gg CO₂ eq a 28.127 Gg CO₂ eq. Sin embargo, en la categoría de la emisión de CO₂ de los suelos, existen diferencias metodológicas que impiden la comparación de los inventarios.

Módulo de residuos

Para el inventario 2000 y 2004, se dispuso de mejor información comparada con la que se tuvo para los inventarios de 1990 y 1994; además, se logró precisar en detalle la información relacionada con la fracción tratada de aguas residuales domésticas e industriales, fracción de residuos sólidos dispuestos por tipo de disposición y cargas

orgánicas tratadas por sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales

De otra parte, la carencia de cifras tanto actuales como históricas de las cantidades, la composición y las prácticas de disposición de los residuos a lo largo de varias décadas en Colombia, no permite utilizar el método de descomposición de primer orden, de la metodología de nivel 2 del IPCC. Para lograr un perfil de emisión, es necesario detallar el tiempo transcurrido desde la disposición, de manera que refleje las verdaderas pautas del proceso de degradación a lo largo del tiempo. Para el actual inventario se utilizó el método por omisión o defecto, con la información disponible de la actividad en el país, bajo el supuesto de que la totalidad del CH₄ potencial se libera durante el año en el que se produce la disposición de los desechos.

Para determinar las emisiones del módulo de residuos se utilizó el método por defecto o nivel 1 establecido por el IPCC, el cual está basado en la suposición de que la totalidad del metano potencial se libera durante el año en el que se produce la disposición de los residuos. Esta metodología utilizada tuvo en cuenta la recopilación de información básica, procesamiento de datos y resultados consolidados de las emisiones de metano y óxido nitroso; a partir de estadísticas referentes al sector, estimaciones y factores propuestos por el IPCC. Dicha información se consolidó a través de datos estadísticos del nivel nacional, regional y local; y del análisis de estudios e investigaciones. Además, el procesamiento de los datos, se realizó teniendo en cuenta las proyecciones y cálculos de las variables utilizadas.

Las emisiones totales del módulo en toneladas equivalentes de CO₂, para los años 1990, 1994, 2000 y 2004 muestran una tendencia creciente, exceptuando las emisiones provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales, que entre 1990 y 1994 presentan un leve descenso principalmente por la metodología aplicada estos años de inventario, en donde se utilizaron datos de las descargas de aguas residuales industriales con base en datos estimados mientras que para el presente inventario se contó con información de descargas de la medición real de flujos y caracterización de las aguas residuales.

3.2.3 Inventario de emisiones de gases efecto invernadero para la región Cundinamarca – Bogotá. Inventario realizado por el PRICC.

El objetivo principal del inventario para la región Cundinamarca – Bogotá, es identificar principales sectores emisores y obtener de forma metódica una estimación de las emisiones a nivel regional. El análisis de este inventario permite identificar las prioridades para las iniciativas de mitigación, que posteriormente se constituirían en proyectos que para ingresar en el mercado de carbono requerirán mecanismos de cuantificación,

seguimiento, reporte y verificación. Este inventario no se realiza con el objeto de establecer metas de reducción cuantificables para la región.

El año de referencia para la realización del inventario fue el año 2008 y los Gases a Inventariar fueron los GEI de origen antropogénico directos: Dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC's), perfluorocarbonos (PFC's) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Estos son los gases de efecto invernadero que se reportan ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). (IDEAM, 2012)

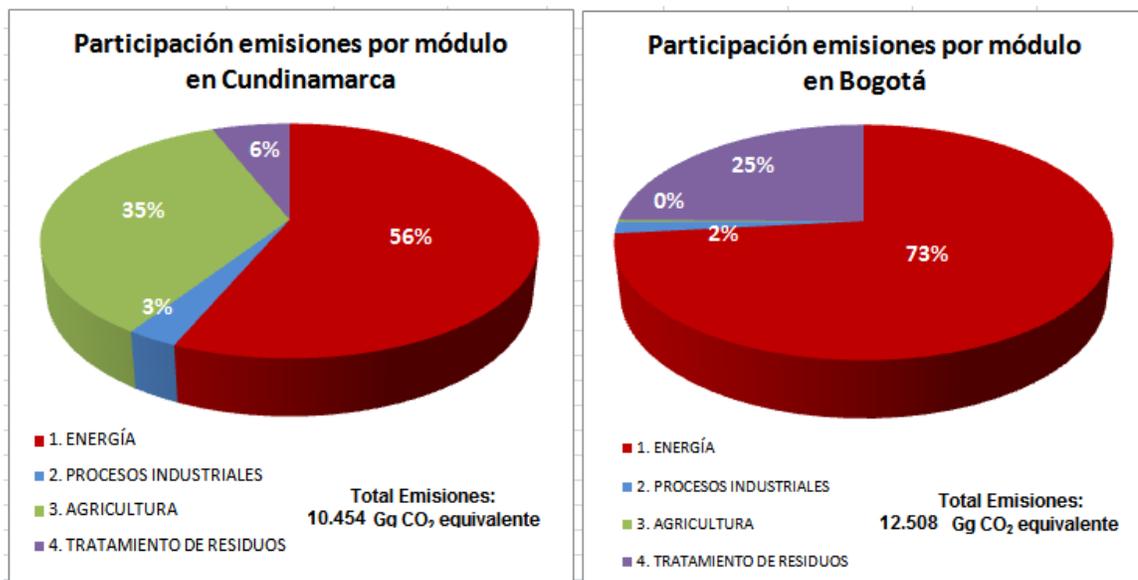
Como criterio principal para la selección de la metodología, se considero importante que los inventarios regionales de emisiones de GEI debían ser comparables con los inventarios nacionales realizados por el IDEAM, por cuanto debe existir coherencia entre la información sobre emisiones reportada a nivel regional y nacional. (IDIGER, 2011)

Es por esto que importante resaltar que a la fecha el IPCC ha publicado las guías metodológicas en sus revisiones de 1996 y 2006. Los inventarios nacionales realizados por el IDEAM se han realizado bajo las directrices de 1996, por cuanto, para el cumplimiento del Protocolo de Kyoto, el acuerdo asumido a la fecha de realización del proyecto, es que los inventarios sean presentados aplicando la metodología revisada en 1996 con el agregado metodológico proveniente de los códigos de buenas prácticas, publicadas los años 2000 y 2003 (para el módulo de Uso de los Suelos, Cambio de Uso de los Suelos y Silvicultura - LUCF). (IDEAM, 2012)

Finalmente el resultado que se obtuvo en la región de estudio Bogotá – Cundinamarca, fue un total de emisiones de GEI de 22.963 Gg de CO₂ equivalente, de los cuales 10.459 Gg son generados en el territorio de Cundinamarca y 12.508 Gg en Bogotá. Las emisiones se calcularon para 4 módulos y sus respectivas categorías, según las fuentes sugeridas por el IPCC, que cubren el total de principales categorías emisoras de GEI, exceptuando las emisiones y absorciones generadas por el uso y cambio en el uso del suelo. (IDEAM, 2012)

A continuación se presentan los resultados desagregados por categoría y por GEI calculado. La participación de cada uno de los 4 principales módulos sobre el total de emisiones en Gg de CO₂ equivalente se presenta en la Figura 2.

Figura 5: Participación por módulo sobre el total de emisiones en Gg de CO2 equivalente para Bogotá y Cundinamarca



Fuente. Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Para La Región Bogotá -Cundinamarca. 2012.

Como se observa en la figura 8 en Cundinamarca, el 56% de las emisiones son generadas por el empleo de combustibles fósiles con fines energéticos (módulo de Energía). Las emisiones generadas por actividades agropecuarias (módulo agricultura) se encuentran en segundo lugar y corresponden en un 53% a emisiones de N₂O y 47% emisiones de CH₄. Las emisiones de CH₄ y N₂O generadas en el tratamiento de residuos sólidos y vertimientos domésticos e industriales (módulo residuos), aportan un 6% del total y el menor aporte lo representan las emisiones de CO₂ emitidas durante los procesos de transformación de materias primas y las emisiones por empleo de sustitutos SAO (módulo procesos industriales).

En Bogotá, las emisiones generadas por actividad agrícola y por procesos industriales realizan un aporte no significativo, mientras que las emisiones generadas por el uso de combustibles fósiles representan el 73% de las emisiones totales, seguidas por el tratamiento de residuos con una participación del 25%.

3.2.4 **Revisión de bases de datos existentes sobre factores de emisión por sector y por alcance (1, 2 y 3)**

Como producto de esta actividad se busca establecer los factores de emisión y determinar cuáles pueden ser apropiados para implementarse en el proyecto, ya que muchos de estos están diseñados únicamente para países específicos. Por lo tanto se requiere de hacer un análisis posterior a fin de establecer los más propicios.

A continuación se observara los metodologías y sus respectivas aplicaciones, y factores de emisión incluidas en las mismas.

3.2.5 **Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996.**

Las directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero versión revisada de 1996, están integradas con la Guía para Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbres en los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, con la Guía sobre Prácticas Óptimas para el uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura, y el Programa de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del IPCC del 2003. Sugeridas para la estimación de los GEI directos e indirectos como el bióxido de carbono, metano, óxido nitroso, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano, halocarbonos, hexafluoruro de azufre y bióxido de azufre.

Factores de emisión

Las directrices del IPCC 1996 formulan diferentes factores de emisión, y dependen de muchos parámetros intrínsecos de diferentes regiones, a continuación se denotan los sectores que contemplan las directrices y sus respectivos factores de emisión citados.

1. Energía: Emisiones generadas por el consumo de combustibles fósiles transporte y de fuentes fijas. Se presentan en *Factores de Emisión Energía*, (IPCC, 1996).
2. Procesos industriales: Emisiones resultantes por fabricación de productos (cemento, acero, químicos, etc.). *Factores de Emisión Procesos Industriales*, (IPCC, 1996).
3. Agricultura: Emisiones de metano y óxido nitroso provenientes de las actividades agropecuarias. *Factores de Emisión AFOLU*, (IPCC, 1996).
4. Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura. Emisiones y captura de CO₂ por estas actividades. (IPCC, 1996).

5. Desperdicios. Emisiones de metano y CO₂ por la disposición en vertederos de relleno sanitario y en aguas residuales. (IPCC, 1996).

Para los sectores uso del suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura y Desechos. No se contemplan factores de emisión explícitos, ya que las emisiones de GEI producidas en estos sectores difieren dependiendo de una serie de variables, internas y externas.

3.2.6 Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Directrices de 2006) constituyen el resultado de la invitación efectuada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para actualizar las Directrices, versión revisada en 1996 y la orientación de buenas prácticas asociada, en las que se brindan metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de gases de efecto invernadero e informarlos a la CMNUCC. (IPCC, 2006).

Al igual que en el caso de las Directrices de 1996 y la Orientación sobre las buenas prácticas del IPCC, el abordaje metodológico simple más común consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominado datos de la actividad o AD, del inglés activity data) con los coeficientes que cuantifican las emisiones (factor de emisión) o absorciones por actividad unitaria. (IPCC, 2006).

Factores de emisión

Las Directrices del IPCC de 2006 contienen 5 volúmenes, uno para cada sector (Volúmenes 2 a 5) y uno para la orientación general aplicable a todos los sectores (Volumen 1). En estas se contempla los factores de emisión aplicables por sector de la siguiente manera:

1. Volumen de Energía. Factores de Emisión Energía, (IPCC, 2006).
2. Volumen de Procesos industriales y usos de productos. Factores de Emisión Procesos Industriales, (IPCC, 2006).
3. Volumen de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, cambio de uso de suelo y silvicultura. Factores de Emisión AFOLU, (IPCC, 2006).
4. Desechos. Factores de Emisión Desechos, (IPCC, 2006).

3.2.7 Metodologías para el uso Factores de Emisión

3.2.7.1 Compilación de Factores de Emisión de Contaminantes Atmosféricos – EPA. AP-42.

Se han publicado desde 1972 la recopilación de información primaria para los factores de emisión de la EPA. Contiene factores de emisión por categorías de fuentes de contaminación del aire y gases de efecto invernadero. Los factores de emisión se han desarrollado y compilado a partir de datos de la fuente de prueba, estudios de balance de materiales, y las estimaciones de ingeniería. Estos factores facilitan la estimación de las emisiones de diversas fuentes de contaminación del aire. En la mayoría de los casos, estos factores son simplemente promedios de todos los datos disponibles, de calidad aceptable, y en general se supone que sea representativo a mediano y largo plazo para todas las instalaciones en la categoría de fuente.

Para la implementación del proyecto se contemplaron los factores de emisión generados por la EPA para el sector agricultura, sección fermentación entérica. Estos factores están representados por categorías de región y para ganado no lácteo. Factores de Emisión AFOLU, (EPA, 1995)

3.2.7.2 Cálculo de las emisiones de CO₂ procedentes de fuentes móviles - GHG Protocol - Mobile Guide.

Es una guía pretende facilitar la medición y reporte de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes del transporte y otras fuentes móviles a nivel corporativo. La sección se ocupa de las emisiones directas de GEI provenientes de fuentes móviles de propiedad o controladas y las emisiones indirectas procedentes de la utilización de fuentes de transporte que son propiedad o están controladas por otras entidades.

Los factores de emisión propuestos en esta guía son atribuidos al consumo de combustible usado del transporte y otras fuentes móviles Volumen de Energía. Factores de Emisión Energía, Hoja de trabajo GHG PROTOCOL.

3.2.7.3 Factores de emisión de los combustibles colombianos - Unidad de Planeación Minero Energética

Esta metodología determina las emisiones generadas por los sistemas de energía en dos categorías principales: emisiones por combustión y emisiones fugitivas. La primera de las categorías se refiere a aquellas emisiones, producto de la quema de los diversos combustibles como parte de actividades productivas (por ejemplo procesos industriales); la segunda categoría hace referencia a aquellas emisiones a la atmósfera que se generan a partir de la producción, procesamiento, transformación, transporte, almacenamiento y uso de los combustibles e incluye las emisiones por combustión únicamente cuando ésta

no es fruto de una actividad productiva (por ejemplo la quema de gas en los pozos de extracción).

Los factores de emisión perteneciente a la primera categoría, se pueden observar en *Factores de Emisión Energía, Hoja de trabajo FECOC-UPME*.

3.2.7.4 Factor de emisión de CO₂ del sistema eléctrico interconectado colombiano - Unidad de Planeación Minero Energética (Versión 2009.3).

En relación con el aporte a los mecanismos y estrategias implementadas para el desarrollo de planes, programas y proyectos orientados a reducir las emisiones de GEI y la mitigación de factores generadores del cambio climático, la UPME realizó el cálculo del factor de emisiones de la red. El factor de emisión de CO₂ calculado corresponde al de la energía eléctrica desplazada por la generación de las plantas de proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el Sistema Interconectado Nacional de Colombia para el año 2008. Se utiliza para realizar el cálculo de las emisiones de la línea base para una actividad de proyecto de MDL que sustituye energía eléctrica desde la red.

Factores de emisión

El valor obtenido para el factor de emisión del margen de operación es de 0.3323 kg de CO₂/kWh y el valor del factor de emisión del margen de construcción es de 0.2375 kg de CO₂/kWh. El factor de emisión del margen combinado es 0.2849 kg de CO₂/kWh.

3.2.7.5 Revisión de la Resolución Número 18 0947 De 2010.

Considerando la Normativa que hay en hasta el momento referente a los factores de emisión está establecida por el Ministerio de Minas y energía, la cual expresa el factor de emisión para energía eléctrica de Colombia. A continuación se observa el objeto de la norma y su aplicabilidad.

“Por medio de la cual se adopta el factor de emisión de gases con efecto invernadero para los proyectos de generación de energía eléctrica conectados al Sistema Interconectado Nacional.”

Artículo 1°. Adoptar el Factor de Emisión correspondiente al año 2008, de 0.2849 kg CO₂e/kWh para el cálculo de las reducciones de emisiones de gases con efecto invernadero para los proyectos de generación de energía eléctrica que se encuentran conectados al Sistema Interconectado Nacional. (Ministerio de Minas y Energía, 2014)

3.2.8 Factores de Emisión por Sector y/o categoría.

3.2.8.1 Factores de Emisión para Combustibles

Los factores de emisión de los combustibles varían no solamente de acuerdo con el tipo de combustible, sino con la actividad en la que se aplique su proceso de combustión y la tecnología utilizada para tal fin.

La Unidad de Planeación Minero Energética – UPME ha desarrollado para Colombia factores de emisión para combustibles líquidos, sólidos y gaseosos, tal como se observa en la Tabla 17. Sin embargo, la unidad en que están dados los factores de emisión por parte de la UPME es kgCO₂ e/TJ, por lo que es necesario convertirlos en las unidades respectivas, utilizando la siguiente fórmula establecida por la UPME

$$FE_{\text{combustible}} = \text{FECOC} \times \text{LHV} \times \rho \times fc^3$$

Donde:

FE_{combustible}: Factor de emisión del combustible en la unidad respectiva

FECOC: Factor de emisión de los combustibles colombianos de la UPME (kgCO₂ e/TJ)

LHV: Poder calorífico inferior del combustible, según UPME

P: Densidad del combustible

Fc: Factor de conversión de unidades.

Ejemplo de obtención del Factor de Emisión del Diesel Genérico en kgCO₂ e/gal.

$$FE_{DG} = 73920 \text{ kgCO}_2 \text{ e/TJ} \times 42.67 \text{ MJ/kg} \times 842.50 \text{ kg/m}^3 \times 0.000001 \text{ TJ/MJ} \times 0.0037854 \text{ gal/m}^3$$

$$FE_{DG} = 10.06 \text{ kgCO}_2 \text{ e/gal.}$$

³ Formula Tomada de Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, la cual es utilizada para la conversión de unidades para el cálculo de factores de emisión para los diferentes combustibles.

Tabla 7 Factores de Emisión para los Combustibles Colombianos

TIPO DE COMBUSTIBLE	COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	
		CANTIDAD	UNIDAD
Líquido	ACPM	10.15	kgCO ₂ e/gal
	Combustóleo	11.76	kgCO ₂ e/gal
	Crudo de Castilla	11.72	kgCO ₂ e/gal
	Diesel Genérico	10.15	kgCO ₂ e/gal
	Gasolina Genérico	8.15	kgCO ₂ e/gal
	Kerosene Col.	9.71	kgCO ₂ e/gal
	Kerosene Genérico	9.72	kgCO ₂ e/gal
	Oil Crude	11.54	kgCO ₂ e/gal
	Biodiesel Genérico	9.44	kgCO ₂ e/gal
	Biogasolina Genérica	7.17	kgCO ₂ e/gal
Sólido	Bagazo	1.68	kgCO ₂ e/gal
	Carbón Genérico	2.45	kgCO ₂ e/gal
	Fibra Palma de Aceite	1.93	kgCO ₂ e/gal
	Leña	1.84	kgCO ₂ e/gal
	Madera – Genérico	1.15	kgCO ₂ e/gal
Gaseoso	Biogás Central	1.97	kgCO ₂ e/gal
	Coke Gas D	0.77	kgCO ₂ e/gal
	Gas Domaci	1.86	kgCO ₂ e/gal
	Gas Líquido D	7.11	kgCO ₂ e/gal
	Gas Natural Genérico	1.86	kgCO ₂ e/gal
	LNG Genérico	1.86	kgCO ₂ e/gal
	LPG Genérico	7.11	kgCO ₂ e/gal
	LPG Propano	8.21	kgCO ₂ e/gal
	Oil Gas	2.68	kgCO ₂ e/gal

Fuente. Adaptado de Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos. www.siame.gov.co

3.2.8.2 Factor de Emisión para la Energía Eléctrica.

El factor de emisión para la energía eléctrica varía de acuerdo con la participación de las diferentes fuentes de generación de energía, que pueden ser: hidroeléctrica y termoeléctrica, entre las más comunes.

La energía eléctrica que se consume en los sectores productivos es adquirida del Sistema Interconectado Nacional – SIN. Debido a que en el país no existe un factor de emisión asociado al consumo de energía eléctrica adquirida, es necesario utilizar el definido por la Agencia Internacional de Energía – IEA (por sus siglas en inglés), que corresponde al promedio de los años 2007 al 2009, cuyo valor es **0.136 kgCO₂ e/kWh**⁴.

Tabla 8 : Factor de Emisión para la Energía Eléctrica Adquirida

AÑO	FACTOR DE EMISIÓN (kgCO₂ e/kWh)
2007	0.127
2008	0.107
2009	0.175
Promedio	0.136

Fuente 1 Agencia Internacional de Energía. www.iea.org

3.2.8.3 Factores de Emisión para Procesos Industriales.

El IPCC contempla una serie de industrias que dentro de su proceso de transformación de materias primas en productos finales, generan GEI. Para esta guía se consideran procesos de extracción de carbón, producción de coque, cemento y la producción de algunos productos químicos, como son: cal viva, cal dolomítica y amoníaco. También se incluyen los factores de emisión para el tratamiento de aguas residuales industriales y el tratamiento de lodos de las PTAR.

A continuación se presentan los factores de emisión para los procesos industriales mencionados anteriormente.

Tabla 9 Factores de Emisión para Procesos Industriales

PROCESOS INDUSTRIALES		FACTOR DE EMISIÓN	
		CANTIDAD	UNIDAD
Extracción de Carbón - Subterráneo	IPCC 1995	262.41	kgCO ₂ ^e /Ton
	IPCC 2007	312.39	
Extracción de Carbón - Cielo Abierto	IPCC 1995	17.59	kgCO ₂ e/Ton
	IPCC 2007	20.94	
Producción de coque	IPCC 1995	10.5	kgCO ₂ e/Ton
	IPCC 2007	12.5	
Producción de cemento (Clinca)		507.1	kgCO ₂ e/Ton
Producción de Cal Viva		790	kgCO ₂ e/Ton

⁴ Valor que está disponible en la página de la IEA Statistics – Edition 2011.

Producción de Cal Dolomítica		910	kgCO ₂ e/Ton
Producción de Amoniaco		1,500	kgCO ₂ e/Ton
Tratamiento de residuos líquidos	IPCC 1995	4.73	kgCO ₂ e/kgDQO
	IPCC 2007	5.63	
Tratamiento de lodos	IPCC 1995	4.73	kgCO ₂ e/kgDQO
	IPCC 2007	5.63	

Fuente 2 Adaptado de Directrices del IPCC para los Inventarios de GEI. 1996. www.ipcc.ch

Los factores de emisión de la producción de cemento, cal viva, cal dolomítica y amoniaco, se obtuvieron directamente del Módulo Procesos Industriales de las Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto invernadero. Versión Revisada en 1996.

Para el determinar el factor de emisión para la extracción de carbón se utiliza la siguiente fórmula de cálculo para la conversión de unidades establecida por la UPME:

$$FE_{ec} = FE_{CH_4} * FC * PCG_{CH_4}$$

Donde:

FE_{ec}: Factor de emisión para la extracción de carbón.

FE_{CH₄}: Factor de emisión para CH₄ en m³/Ton carbón (Tabla I-5 Módulo Energía. Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto invernadero. Versión Revisada en 1996. Se utilizó el promedio de los valores recomendados).

FC: Factor de conversión (0.67 Gg/106 m³).

PCG: Potencial de Calentamiento Global del metano.

Para el determinar el factor de emisión para la producción de coque se utiliza la siguiente fórmula de cálculo para la conversión de unidades establecida por la UPME:

$$FE_{ec} = FE_{CH_4} * PCG_{CH_4}$$

Donde:

FE_{ec}: Factor de emisión para la producción de coque.

FE_{CH₄}: Factor de emisión para CH₄ procedente de la fabricación de coque (0.25 kg_{CH₄}/Tonelada de producción). Tabla 2-9 Módulo Procesos Industriales. Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto invernadero. (Versión Revisada en 1996).

PCG_{CH₄}: Potencial de Calentamiento Global del Metano.

Para el determinar el factor de emisión para el tratamiento de las aguas residuales industriales se utiliza la siguiente fórmula de cálculo para la conversión de unidades establecida por la UPME:

$$FE_{ARI} = CMP_{CH4} * FC_{CH4} * PCG_{CH4}$$

Donde:

FE_{ARI} : Factor de emisión para tratamiento de las aguas residuales industriales.

CMP_{CH4} : Capacidad máxima de producción de metano en las aguas residuales industriales (el valor por defecto es 0.25 kgCH₄/kgDBO₅, según IPCC).

FC_{CH4} : Factor de corrección para el metano (el valor por defecto es 0.9, según IPCC).

PCG_{CH4} : Potencial de Calentamiento Global del metano.

Para el determinar el factor de emisión para la producción de lodos orgánicos en el tratamiento de las aguas residuales industriales se utiliza la siguiente fórmula de cálculo para la conversión de unidades establecida por la UPME:

$$FE_{LRI} = CMP_{CH4} * FC_{CH4} * PCG_{CH4}$$

Donde:

FE_{LRI} : Factor de emisión para la producción de lodos orgánicos en el tratamiento de las aguas residuales industriales.

CMP_{CH4} : Capacidad máxima de producción de metano en los lodos orgánicos producidos en el tratamiento de las aguas residuales industriales (el valor por defecto es 0.25 kgCH₄/kgDBO₅, según IPCC).

FC_{CH4} : Factor de corrección para el metano (el valor por defecto es 0.9, según IPCC).

PCG_{CH4} : Potencial de Calentamiento Global del metano

3.2.8.4 Factores de Emisión para Actividades Agropecuarias.

El IPCC contempla como fuentes de emisión de GEI en las actividades agropecuarias, la fermentación entérica, el manejo de estiércol y la quema de residuos agrícolas, entre otros.

En seguida se presentan los factores de emisión para las actividades agropecuarias mencionadas anteriormente.

Tabla 10 Factores de Emisión para Actividades Agropecuarias

ACTIVIDAD AGROPECUARIA		FACTOR DE EMISIÓN (kgCO ₂ /cabeza)	
		IPCC 1995	IPCC 2007
Fermentación Entérica	Ganado vacuno lechero	1,197	1,425
	Ganado vacuno no lechero	1,029	1,225
	Búfalos	1,155	1,375
	Ovejas	105	125
	Cabras	105	125
	Caballos	378	450
	Mulas y Asnos	210	250
	Cerdos	21	25
Manejo de Estiércol	Ganado vacuno lechero	0.00	0.00
	Ganado vacuno no lechero	21.00	25.00
	Búfalos	21.00	25.00
	Ovejas	2.10	2.50
	Cabras	2.31	2.75
	Caballos	22.89	27.25
	Mulas y Asnos	12.60	15.00
	Cerdos	0.00	0.00
	Aves de Corral	0.25	0.30
Uso de Fertilizantes Sintéticos		3.49	3.35
Quema de Residuos Agrícolas		0.06	0.07

Fuente 3 Adaptado de Directrices del IPCC para los Inventarios de GEI. 1996. www.ipcc.ch

Para el determinar el factor de emisión para la fermentación entérica se utiliza la siguiente fórmula de cálculo para la conversión de unidades establecida por la UPME:

$$FE_{fe} = FE_{CH_4} * PCG_{CH_4}$$

Donde:

FE_{fe}: Factor de emisión para la fermentación entérica.

FE_{CH₄}: Factor de emisión para CH₄ procedente de la fermentación entérica del ganado en kgCH₄/cabeza/año (Tablas 4-2 y 4-3 Módulo Agricultura. Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto invernadero. Versión Revisada en 1996).

PCG_{CH₄}: Potencial de Calentamiento Global del metano.

Para el determinar el factor de emisión para el manejo del estiércol se utiliza la siguiente fórmula de cálculo para la conversión de unidades establecida por la UPME:

$$FE_{me} = FE_{CH_4} * PCG_{CH_4}$$

Donde:

FE_{me} : Factor de emisión para el manejo del estiércol.

FE_{CH_4} : Factor de emisión para CH_4 por el manejo del estiércol en $kgCH_4/cabeza/año$ (Tablas 4-4 y 4-5 Módulo Agricultura. Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto invernadero. Versión Revisada en 1996. Se utilizaron los valores para los países en desarrollo y clima frío).

PCG_{CH_4} : Potencial de Calentamiento Global del metano.

Para el determinar el factor de emisión para el uso de fertilizantes sintéticos se utiliza la siguiente fórmula de cálculo para la conversión de unidades establecida por la UPME:

$$FE_{FS} = N_{fert} * (1 - Frac_{GASF}) * FE_i * PCG_{N_2O}$$

Donde:

FE_{FS} : Factor de emisión para el uso de fertilizantes sintéticos.

$Frac_{GASF}$: Fracción del fertilizante sintético que se emite como $NO_x + NH_3$ (el valor por defecto es 0.1 $kg NO_x + NH_3/kg N$, según IPCC).

FE_i : Factor de emisión para N_2O del aporte de nitrógeno (el valor por defecto es 0.0125 $kg N_2O/kg N$, según IPCC).

PCG_{N_2O} : Potencial de Calentamiento Global del N_2O .

Para el determinar el factor de emisión para la quema de residuos agrícolas se utiliza la siguiente fórmula de cálculo establecida por la UPME:

$$FE_{qra} = (Praq * FO * CTL * TECH_4 * PCG_{CH_4}) + (Praq * FO * CTL * NC * TEN_{2O} * PCG_{N_2O})$$

Donde:

FE_{qra} : Factor de emisión para la quema de residuos agrícolas.

$Praq$: Cantidad de residuos agrícolas quemados en kg .

FO : Fracción oxidada (por defecto es 0.9 según IPCC).

CTL : Carbono total liberado (por defecto es 0.5, según IPCC).

TECH₄: Tasa de emisión para CH₄ por la quema de residuos agrícolas (0.005, según Tabla 4-16 Módulo Agricultura. Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto invernadero. Versión Revisada en 1996.

PCG_{CH4}: Potencial de Calentamiento Global del metano.

NC: Relación nitrógeno carbono (por defecto es 0.015, según promedio de valores recomendados por el IPCC).

TEN₂O: Tasa de emisión para N₂O por la quema de residuos agrícolas (0.007, según Tabla 4-16 Módulo Agricultura. Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto invernadero. Versión Revisada en 1996.

PCGN₂O: Potencial de Calentamiento Global del óxido nitroso.

3.2.8.5 Factores de Emisión para Tratamiento de Residuos.

El IPCC contempla como fuentes de emisión de GEI la disposición de residuos sólidos en tierra, el tratamiento de las aguas residuales y lodos orgánicos.

En la Tabla 68 se presentan los factores de emisión relacionados con el manejo y tratamiento de los residuos.

Tabla 11 Factores de Emisión para Tratamiento de Residuos

PROCESOS DE TRATAMIENTO R. S.		FACTOR DE EMISIÓN (kgCO ₂ /kg RS)	
		IPCC 1995	IPCC 2007
Disposición de residuos sólidos	Vertedero controlado	10.78	12.83
	No controlado profundo (≥ 5 m)	8.62	10.27
	No controlado poco profundo (< 5 m)	4.31	5.13
PROCESOS DE TRATAMIENTO A.R.D.		FACTOR DE EMISIÓN (kgCO ₂ /persona)	
		IPCC 1995	IPCC 2007
Tratamiento de aguas residuales domésticas		61.32	73.00

Fuente 4 Adaptado de Directrices del IPCC para los Inventarios de GEI. 1996. www.ipcc.ch

3.2.9 Revisión de los factores de emisión empleados en otros proyectos de huella de carbono en la región y en el país.

La revisión se realizó teniendo en cuenta proyectos actuales que involucran el cálculo de la huella de carbono, auspiciados por Corporaciones Autónomas Regionales a nivel regional.

3.2.9.1 Proyectos Regionales

La Gobernación de Cundinamarca tiene el proyecto Cundinamarca Neutra⁵, donde las entidades con relación directa e indirecta con la gobernación, realizan el reporte de su huella de carbono organizacional de sus consumos de agua, energía eléctrica, papelería, residuos sólidos, transporte aéreo y terrestre, además realiza la conversión de compensación a realizarse en la cantidad de árboles a plantarse. Los valores son coherentes con la metodología de GHG Protocol.

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y la CAEM en el Convenio 543 de 2012 - Ventanilla Ambiental CAR⁶, con el fin promover el desarrollo productivo sostenible, apoyando la adopción de estrategias de Producción Más Limpia y Consumo Sostenible en los sectores productivos de la jurisdicción de la CAR, en la cual se realizó el cálculo de la huella de carbono organizacional de empresas presentes en la jurisdicción CAR, los factores de emisión son bajo el GHG protocol. En esta herramienta se realiza el estudio de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos; gases refrigerantes, energía eléctrica, procesos industriales, residuos, agrícola y sector uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USSCUS) con la quema de biomasa de bosques naturales.

En general los factores utilizados son los reportados por el IPCC (1996 – 2006) y por la UPME para los combustibles colombianos.

A continuación se relacionan los principales factores para cada uno de los sectores y/o categorías a evaluar en el cálculo de la huella de carbono municipal.

3.2.10 Relación variables socioeconómicas con las categorías y la emisión de GEI.

Es necesario detallar el tipo de GEI que se genera en las variables socioeconómicas a analizar, además por que van a estar directamente relacionadas con las categorías

⁵ El proyecto es un sistema de Información que permite registrar y calcular las emisiones de Carbono (CO₂), que son generadas como resultado de la actividad administrativa en el lapso de un año, la iniciativa contempla un proceso de largo plazo definido en 3 etapas: Medición, Compensación y Reducción

⁶ Convenio de Asociación con la CAR, en el cual se comenzó a aplicar la metodología de Huella de Carbono Corporativa.

propuesta en la metodología del PRICC, y también para la construcción de la línea base para el Cálculo de la Huella de Carbono a nivel Municipal como se presenta continuación:

3.2.10.1 Población

Las cifras de población nacional, departamental y municipal en Colombia son calculadas a partir de las proyecciones de Población y Estudios Demográficos elaboradas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE.

Las emisiones de GEI tienen relación directa con el número de habitantes en algunas categorías como por ejemplo las emisiones generadas por disposición de residuos sólidos (a mayor población, mayores volúmenes de residuos) o con las emisiones generadas por el sector residencial (a mayor población, mayores emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica o directas por consumo de gas natural para cocción). Las fuentes consideradas relacionadas con el sector residencial (población) son:

Tabla 12: Relación entre la variable Población y emisión de GEI.

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	CO₂	CH₄	N₂O	HFC	PFC	SF₆
Consumo de combustibles fósiles	X	X	X			
Consumo de energía eléctrica	X	X	X			
Residuos sólidos dispuestos en tierra		X				
Tratamiento de aguas residuales		X				

Fuente: Los Autores

3.2.10.2 Producto Interno Bruto - PIB

El PIB representa el resultado final de la actividad productiva de las unidades de producción residentes en un territorio (País, departamento o municipio). Se mide desde tres puntos de vista: del valor agregado, de la demanda final o las utilidades finales de los bienes y servicios y de los ingresos primarios distribuidos por las unidades de producción residentes. Se puede calcular el PIB nominal (o a precios corrientes) y PIB real (o a precios constantes). En la página de la Gobernación de Cundinamarca en la Biblioteca - Visor Estadísticas Básicas Municipales, se encontró el PIB a precios corrientes del año 2010.

Este criterio se contempla para la preselección del municipio a intervenir teniendo en cuenta que el PIB es un indicador de la actividad de todas las unidades de producción (manufactura, servicios, agroindustria), aspecto que es proporcional con el consumo energético y por lo tanto con las emisiones directas de GEI por consumo de combustibles fósiles e indirectas por consumo de electricidad en todos los sectores de un municipio. El PIB por actividad, también es una medida de la vocación de un municipio y el desarrollo

productivo y económico del mismo. En general se puede relacionar las siguientes fuentes de emisión de GEI:

Tabla 13: Relación entre el PIB y emisión de GEI.

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆
Consumo de combustibles fósiles	X	X	X			
Consumo de energía eléctrica	X	X	X			

Fuente: Los Autores

3.2.10.3 Vocación Agrícola y Pecuaria

En los Planes de Desarrollo municipales, así como estadísticas de la gobernación de Cundinamarca, se encuentran las principales actividades productivas y económicas de cada municipio, valorando su vocación agrícola y pecuaria. Se tiene en cuenta el inventario de Bovinos, porcinos y avícolas, así como hectáreas sembradas.

El sector Agropecuario tiene una relación directa con la generación de Gases efecto Invernadero (GEI), lo cual permite hacer una valoración de las emisiones en un municipio dependiendo de su vocación principal. Los sistemas de producción animal, y en particular los de rumiantes, pueden constituir fuentes significativas de emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, la fermentación entérica que se produce en los sistemas digestivos de los rumiantes lleva a la producción y emisión de CH₄, la eliminación y el almacenamiento de estiércol afectan a las emisiones de CH₄ y de N₂O, los que se forman durante la descomposición del estiércol como subproductos de la metanogénesis y de la nitrificación/desnitrificación, respectivamente. Las emisiones de CH₄ y de N₂O resultantes de la gestión del ganado se estiman para los principales tipos de animales; por ejemplo, vacas lecheras, otros vacunos, aves, ovinos, porcinos y otros tipos de ganado (búfalos, cabras, etc.). Las fuentes consideradas son:

Tabla 14: Relación entre la variable de Vocación Agrícola - Pecuaria y emisión de GEI.

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆
Consumo de combustibles fósiles	X	X	X			
Consumo de refrigerantes				X		
Fermentación entérica		X	X			
Manejo de estiércol		X				

Uso de fertilizante sintético			X			
Quemas de residuos agrícolas		X	X			
Consumo de energía eléctrica	X	X	X			

Fuente: Los Autores

3.2.10.4 Vocación Industrial

La actividad industrial representa una importante fuente de contaminación atmosférica por el uso de combustibles fósiles y energía eléctrica en fuentes fijas (hornos, calderas, motores, refrigeración, ventilación etc.). Teniendo en cuenta que las estrategias de reducción de emisiones de GEI en el sector industrial están enfocadas a la optimización del uso de energéticos y que dicho aspecto conlleva también a la reducción de la contaminación atmosférica, resulta importante intervenir a aquellos municipios que tengan una importante actividad industrial. En los Planes de Desarrollo de cada municipio, se puede valorar la importancia de la industria en cada uno de ellos, así como en las estadísticas económicas y productivas de la gobernación de Cundinamarca.

El sector industrial tiene una relación directa con la generación de GEI, pues consumen combustibles fósiles, (fuentes fijas), utilizan transporte (fuentes móviles), consumen energía eléctrica, utilizan refrigerantes, generan residuos sólidos y aguas residuales y en ciertos sectores industriales se tiene generación directa de GEI (producción de cemento, vidrio, minas de carbón, etc). En general se puede relacionar las siguientes fuentes de emisión de GEI:

Tabla 15: Relación entre la vocación Industrial y emisión de GEI.

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆
Consumo de combustibles fósiles	X	X	X			
Consumo de energía eléctrica	X	X	X			
Residuos sólidos dispuestos en tierra		X				
Tratamiento de aguas residuales		X				
Consumo de refrigerantes				X		
Consumo de aislante térmico						X
Procesos fisicoquímicos	X	X	X		X	

Fuente: Los Autores

3.2.10.5 Consumo de Energía Eléctrica

El consumo de energía eléctrica es una variable que relaciona el grado de desarrollo económico, productividad y competitividad del municipio, así como la disponibilidad de la misma para atender la demanda en los diferentes sectores municipales. A mayor

demanda de energía eléctrica se tiene un mejor comportamiento económico del municipio. Se encontraron registros de consumo de energía eléctrica en el documento Estadísticas de Cundinamarca 2010, de la Gobernación de Cundinamarca. Se puede considerar como criterio de selección el consumo, pues tiene una relación con las emisiones de GEI indirectas (Alcance dos).

Las emisiones de GEI Indirectas debidas al Uso de Energía, se tiene en cuenta debido a la generación de electricidad consumida y comprada. Las emisiones del Alcance 2 ocurren físicamente en la instalación donde la electricidad es generada. El factor de emisión para la energía eléctrica varía de acuerdo a la participación de las diferentes fuentes de generación de energía, que pueden ser: hidroeléctrica y termoeléctrica, entre las más comunes.

Tabla 16: Relación entre el consumo de Energía Eléctrica y emisión de GEI.

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	CO₂	CH₄	N₂O	HFC	PFC	SF₆
Consumo de energía eléctrica	X	X	X			

Fuente: Los Autores

3.2.10.6 Generación de Residuos

La generación de residuos se relaciona con las actividades económicas de un municipio, así como con su número de habitantes, tanto en el casco urbano, como en el rural. Se considera la generación de residuos urbanos e industriales, así como su gestión y disposición final. De la fuente Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, se revisa el listado sistemas de disposición final de residuos sólidos por municipio (Información 2011-2012 - Resolución 1890 de 2011), se tiene la generación de residuos por municipio en toneladas por día. Este valor se puede considerar como criterio de preselección.

La generación de residuos tiene relación directa con la emisión de GEI. En el módulo de residuos se estima las emisiones de metano (CH₄), originado en la descomposición anaeróbica de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos (disposición de residuos sólidos en tierra).

Tabla 17: Fuentes de emisión GEI

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	CO₂	CH₄	N₂O	HFC	PFC	SF₆
Consumo de combustibles fósiles	X	X	X			
Consumo de energía eléctrica	X	X	X			
Residuos sólidos dispuestos en tierra		X				

Consumo de refrigerantes				X		
--------------------------	--	--	--	---	--	--

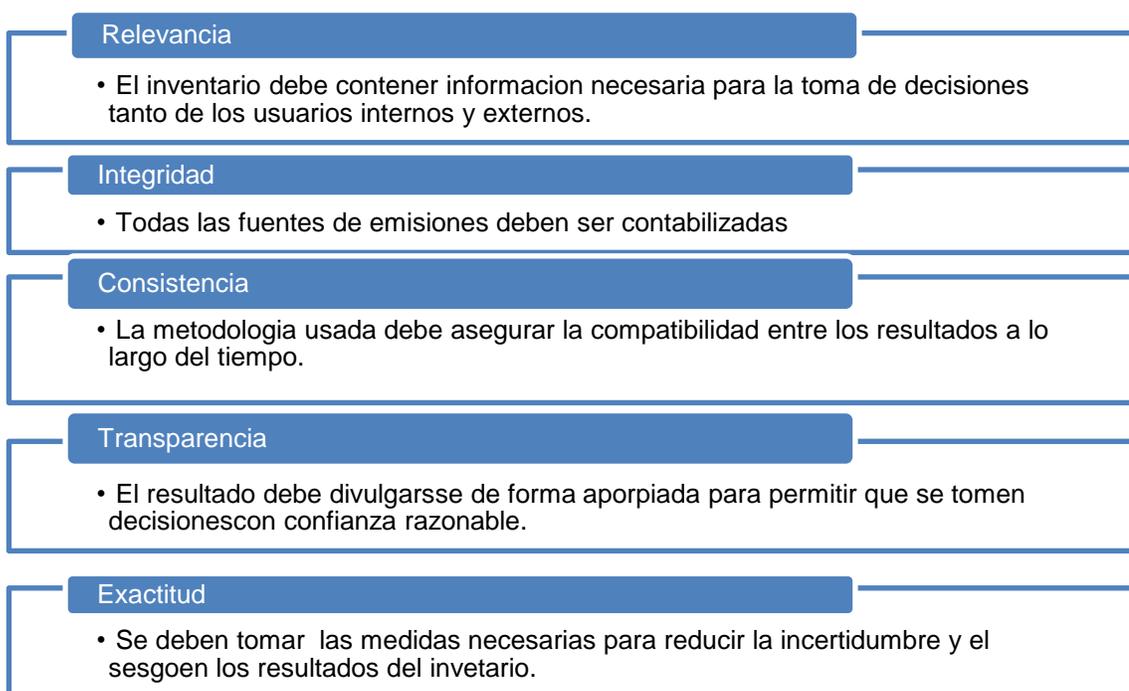
Fuente: Los Autores

3.2.11 Metodología general para establecimiento Inventario de GEI

Para establecer el inventario de GEI se debe tener en cuenta el desarrollo de los siguientes pasos en orden secuencial como se presenta a continuación.

A continuación se incluye los principios determinados por el GHG Protocol y por la norma NTC. ISO 140064-1:2006 los cuales deberán ser aplicados a lo largo del procedimiento para generar el informe del cálculo de la huella de carbono a nivel municipal.

Figura 6: Principios de los reportes de GEI



Fuente: Elaborado a partir GHG Protocol (2005) e NTC. ISO 14 0064-1

3.2.11.1 Paso 1: Límite organizacional

La organización debe definir los límites organizacionales y operativos del Inventario de GEI.

El límite organizacional se establece con el fin de identificar qué unidades, empresas, edificaciones, sucursales, entre otros, serán incluidos en la contabilidad de gases.

Este límite puede definirse utilizando uno de los siguientes enfoques (NTC. ISO 14064-1:2006):

- **Control:** Se consideran todas las emisiones o remociones de GEI cuantificadas en las instalaciones, sobre las cuales tiene control operacional o control financiero;
- **Cuota de participación correspondiente:** Se consideran las emisiones o remociones de GEI de las instalaciones por las que responde la organización.

3.2.11.2 Paso 2: Límites operacionales

El límite operativo hace referencia al alcance de las emisiones que serán incluidas en el Inventario de emisiones GEI y a la identificación de las fuentes de emisión.

El alcance de las emisiones puede ser 1, 2 o 3 según correspondan a emisiones directas por combustión o por proceso, emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica del sistema interconectado o emisiones de actividades relacionadas con el proceso pero que no están bajo el control de la organización (cadena de valor). (NTC. ISO 14064-1, 2006).

Las emisiones alcance 1, se denominan directas y tienen que ver con las emisiones de GEI procedentes de fuentes o proceso productivos.

Las emisiones alcance 2, se denominan indirectas y están asociados al consumo de energía eléctrica suministrada por la empresa de Energía. Este alcance contabiliza los GEI generados durante el proceso de generación de energía eléctrica. (NTC. ISO 14064-1, 2006)

Las emisiones alcance 3, se denominan otras emisiones indirectas y se relacionan con las emisiones de GEI de la cadena de suministro, del consumo y fin de vida del producto, entre otras.

Aunque las emisiones alcance 3 no son de obligatorio reporte, es importante realizar su contabilidad para tener un mayor detalle de la emisión.

3.2.11.3 Paso 3: Definición de la metodología de cálculo de emisiones

Generalmente las emisiones se estiman utilizando los consumos o tasas de producción de la organización y factores de emisión de referencia.

También es posible desarrollar mediciones directas de las emisiones de acuerdo con los protocolos de medición de emisiones aprobados en el país o a nivel internacional.

Los factores son valores calculados para el país respecto al nivel de emisión promedio de un gas por una actividad específica, para el caso colombiano estos valores son emitidos por la Unidad de Planeación Minero energética UPME. (NTC. ISO 14064-1, 2006)

3.2.11.4 Paso 4: Recolección de la información

Utilizando la información de fuentes y responsables recolectada en el paso 2, se evalúa cuál podría ser el año base del inventario de emisiones, es decir el año que servirá como punto de comparación para posteriores inventarios y reportes. En la selección de este año base, se tiene en cuenta la totalidad de la información identificada en el paso 2. (NTC. ISO 14064-1, 2006)

3.2.11.5 Paso 5: Cálculo de las emisiones de GEI – Huella de Carbono

Los Inventarios de GEI se contabilizan en términos de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). (ISO 14064-1, 2006)

Es importante que todas las emisiones de GEI diferentes al dióxido de carbono CO₂ se transformen a unidades de CO₂ eq.

El cálculo de las emisiones de GEI se realiza a través de la aplicación de la ecuación:

$$Emisión_CO_2eq = Factor_de_Emision * Actividad$$

El factor de emisión es una herramienta que permite relacionar la emisión con un proceso o a una actividad. (ISO 14064-1, 2006)

3.2.11.6 Factores de emisión – Alcance 1.

A continuación se describen los factores de emisión para el Alcance 1 típicos para la elaboración de inventarios de GEI.

a. Factores de emisión de CO₂ por consumo de combustibles fósiles – Alcance 1.

Como parte de las herramientas de cálculo, se incluye la tabla de factores de emisión para los sectores *Emission Factors from Cross-Sector Tools*, (GHG Protocol 2012). En la Tabla No. 3 se relacionan algunos de los factores de emisión para los combustibles de mayor uso.

Tabla 18 Factores de emisión para combustibles fósiles - GHG Protocol

Combustible	Densidad	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Kg/TJ	Kg/Tonelada	Kg/TJ	Kg/Tonelada	Kg/TJ	Kg/Tonelada
Gasolina motor	0,74 kg/L	69 300	3 069,99	10	0,443	0,6	0,02658
Diesel (ACPM)	0,84 kg/L	70 000	3 101	10	0,443	0,6	0,02658
Gasolina	0,71 kg/L	74 100	3 186,3	10	0,43	0,6	0,0258

Combustible	Densidad	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Kg/TJ	Kg/Tonelada	Kg/TJ	Kg/Tonelada	Kg/TJ	Kg/Tonela da
avión							
Antracita	-	98 300	2 624,61	10	0,267	1,5	0,04005
Carbón bituminoso	-	94 600	2 440,68	10	0,258	1,5	0,0387
Gas natural	0,7 kg/m3	56 100	2 692,8	5	0,24	0,1	0,0048
Biodiesel	-	70 800	1 911,6	10	0,27	0,6	0,0162

Fuente 5 Adaptación GHG Protocol (2005).

* TJ: Terajulios; Kg: Kilogramos; L: litros; m3: metros cúbicos

En Colombia, la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, desarrolló los Factores de Emisión para combustibles Fósiles Colombianos (FECOC). Esta herramienta se puede acceder a través del enlace: www.siame.gov.co/Portals/0/FECOCupme.xls. En la Tabla No. 4 se relacionan algunos valores de referencia.

Tabla 19 Factores de emisión combustibles fósiles colombianos – FECOC

Combustible	CO ₂ (kg / TJ)	Poder calorífico inferior (MJ/Nm ³)
Carbón genérico	97 257	25,23
Bagazo	62 615	26,91
Cerrejón	91 546	27,84
Gasolina genérico	74 570	42,44
Diesel genérico	73 920	42,67
ACPM	74 869	42,37
Gas natural Guajira	55 341	35,51
Gas natural Cusiana	60 229	41,66
GLP propano	66 254	123,44

Fuente 6 Adaptación GHG Protocol (2005).

* TJ: Terajulios; Kg: Kilogramos; L: litros; m3: metros cúbicos

Es recomendable emplear los factores de emisión de la UPME, pues son referencias locales que reducen la incertidumbre frente a valores internacionales o de otros países.

b. Factores de emisión de GEI por proceso – Alcance 1.

El GHG Protocol presenta algunos complementos para la estimación de emisiones de proceso⁷. ampliar el pie de página.

Las herramientas están dirigidas principalmente a producción de amonio, producción de cemento, producción de hierro y acero, producción de limo, producción de pulpa y papel, producción de aluminio, producción de HCFC-22, producción de ácido nítrico.

Las emisiones de GEI diferentes a CO₂, deben ser normalizadas a la unidad de reporte del inventario que corresponde al CO₂ equivalente; para ello el IPCC ha establecido los Potenciales de Calentamiento de cada GEI. La totalidad de los Potenciales de Calentamiento se referencian en la Tabla No. 5.

Tabla 20 Potenciales de Calentamiento Global Gases Efecto Invernadero

Nombre Industrial o Común	Formula química	Vida (años)	Potencial de calentamiento mundial para 100 años
Dióxido de Carbono	CO ₂	< 1000	1
Metano	CH ₄	12	25
Óxido Nitroso	N ₂ O	114	298
HCFC - 22	CHClF ₂	12	1 810
HFC – 134 ^a	CH ₂ FCF ₃	14	1 430
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	3 200	22 800
PFC – 14	CF ₄	50 000	7 390

Fuente 7 Adaptado de IPCC, 2007

Para estimar las toneladas de CO₂ equivalente se debe aplicar la ecuación:

$$Ton_CO_2eq = Ton_GEI * Potencial_de_calentamiento_global$$

Dónde,

Ton de CO₂ eq: Toneladas de GEI homologadas a Toneladas de Dióxido de Carbono

Ton de GEI: Toneladas del Gas Efecto Invernadero Correspondiente (ejemplo: Óxido Nitroso, HCDC – 22).

⁷ GHG Protocol (2005). Calculation Tools - Progress Report, Esta herramienta ha tenido varios cambios los cuales tiene como objetivo, facilitar su uso y en asegurar que las metodologías de cálculo sean consistentes para ser aplicadas a nivel internacional.

En resumen el **Alcance 1** se refiere a las emisiones de CO₂ equivalente que corresponden a la sumatoria de las emisiones de:

- Emisiones de CO₂ por consumo de combustibles
- Emisiones de CO₂ por procesos
- Emisiones de CO₂ equivalente por emisión de otros gases de efecto invernadero.

3.2.11.7 Factores de emisión de CO₂ por generación de energía eléctrica – Alcance 2

Al igual que los factores de emisión de combustibles, el GHG Protocol también recomienda el uso de factores de emisión para el alcance 2 para el cálculo de emisiones GEI por consumo de energía eléctrica.

Es posible utilizar cualquiera de las siguientes referencias para la definición del Factor de Emisión de CO₂ por el Sistema Eléctrico:

a. Agencia Internacional de Energía (IEA)

Para países como Colombia, la referencia recomendada es el documento de la Agencia Internacional de Energía, titulado Emisiones de CO₂ por combustibles fósiles del año 2012 (CO₂ emission from fuel combustion HIGHLIGHTS, nombre original del documento en inglés),⁸ Para Colombia los Factores de Emisión recomendados se relacionan en la Tabla No. 6

Tabla 21 Factores de emisión del Sistema de Generación de Energía eléctrica.

Año	Kg CO ₂ por kWh
2000	0,1602139
2001	0,1645809
2002	0,1537948
2003	0,1515452
2004	0,1168969
2005	0,1311452
2006	0,126737
2007	0,1270942
2008	0,1070157
2009	0,1752714
2010	0,176

Fuente 8 Elaborado por la IEA.

Dado que este reporte consolida información con dos años de anterioridad, es posible utilizar el valor establecido para los últimos dos o tres años disponibles.

⁸ Agencia Internacional de Energía, (2012). Emission From Fuel Combustión. Disponible en página <http://www.iea.org/publications/freepublications/>.

b. Resolución 18 0947 de 2010

El Ministerio de Minas y Energía (2010) adoptó como Factor de Emisión para el Sistema de generación eléctrico de Colombia el valor de 0,2849 kg CO₂ / kWh. Este factor se utiliza principalmente para la presentación de proyectos de reducción de emisiones de CO₂ a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

3.2.11.8 Paso 6: Elaboración del reporte

La preparación de un informe o reporte del Inventario de Gases Efecto Invernadero para el año seleccionado debe contener como mínimo:

- Información general de la organización
- Localización
- Limite organizacional
- Límite operacional
- Año Base del inventario
- Fuentes y remociones de Gases Efecto Invernadero
- Metodología para el cálculo de emisiones
- Cálculo de emisiones de GEI
- Conclusiones
- Oportunidades y compromisos de reducción de GEI

3.2.11.9 Paso 7: Gestión de la calidad

El objetivo de la gestión de la calidad dentro de los procesos de establecimiento de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero es garantizar la aplicación de los principios de contabilidad. El GHG Protocol, plantea a las organizaciones un sistema de gestión de calidad del inventario fundamentado en 7 pasos, los cuales se señalan en la Figura No.5

Figura 5 Sistema de gestión de calidad del inventario



Fuente 9 GHG Protocol, 2005

A su vez, la NTC ISO 14064-1:2006, plantea la necesidad de que las organizaciones establezcan y mantengan un procedimiento de gestión de la información sobre los GEI como esencia de la gestión de la calidad del Inventario.

3.2.11.10 **Paso 8: Divulgación de los resultados**

La organización tiene diversas maneras para divulgar los resultados del inventario. Algunas opciones son los reportes de desempeño ambiental, los informes de responsabilidad social, los informes de sostenibilidad, entre otros. La divulgación es una de las herramientas que garantiza el cumplimiento del principio de transparencia.

3.2.11.11 **Paso 9: Verificación del inventario de emisiones**

El GHG Protocol establece que la verificación es “una valoración objetiva de la presencia e integridad de la información sobre GEI reportadas, y de la conformidad de esta información con los principios de contabilidad y reporte de GEI previamente establecidos”. La verificación puede ser efectuada por un tercero competente y se recomienda como una señal de transparencia hacia los diferentes grupos de interés.

3.2.11.12 **Paso 10: Compromisos de reducción de emisiones**

Es importante que una vez conozca las emisiones de GEI se evalúe y propongan compromisos frente a la reducción. Las estrategias para alcanzar reducciones de las emisiones de GEI deberían iniciar por la búsqueda de oportunidades de mitigación, para posteriormente incluir oportunidades de compensación

4 METODOLOGIA DE TRABAJO

La ejecución de la Huella de Carbono Municipal en los sectores de transporte, residuos, industrial, agropecuario, institucional, silvicultura y uso del suelo y la implementación de la calculadora para el municipio seleccionado, se realiza bajo las directrices del Convenio de Asociación No. 998 entre la Corporación Autónoma regional - CAR y La Corporación Ambiental Empresarial - CAEM, dentro de la figura de pasantía que tiene como objeto Calcular la huella Medición de la Huella de Carbono en un municipio piloto de la jurisdicción CAR direccionado por la CAEM.

Este proceso conto con el apoyo directo de las entidades del convenio y se realizará en un periodo de 6 meses a partir de la fecha octubre de 2015 cuando se dio inicio a la pasantía, desarrollándose actividades de reconocimiento en campo, gestión interinstitucional, conformación de la calculadora de huella de carbono para el municipio, selección de la muestras de unidades productivas y actividades de implementación.

Para manejar un orden cronológico de las actividades, el proyecto piloto se desarrolló en las siguientes actividades:

Tabla 22: Metodología de Intervención

Objetivos Específicos	Actividades	Herramienta
Definir la metodología para el cálculo de la huella de carbono municipal con los parámetros establecidos por la CAR para la región.	Selección de la metodología para el cálculo de la Huella de Carbono a nivel Municipal	Revisión metodologías GHG protocol, ISO 14064-10 Y PAS 2050
	Selección de factores de emisión y Validación de la Metodología	Mesas de trabajo interinstitucionales
Calcular la Huella de Carbono municipal a las unidades productivas seleccionadas, para cada uno de los sectores de industria, transporte, residuos, uso del suelo y cambio de uso del suelo; silvicultura, agrícola y pecuario	Diagnóstico del municipio para cada uno de los sectores	Formato de disponibilidad de información del municipio.
	Recolección de información	Formatos para cada sector y categoría para la recolección de información
		Visitas en campo para recolección de información
	Análisis y procesamiento de la información recolectada.	Elaboración de formatos y uso de conversiones de unidades para ingresar a la calculadora
Análisis de resultados	Revisión de los resultados alcanzados para cada sector.	
Plantear dos medidas de mitigación a corto, mediano y/o largo plazo para la reducción de GEI en los sectores productivos intervenidos.	Revisión de medidas de mitigación	Fuentes bibliográficas.
	Selección de las medidas de acuerdo a los resultados obtenidos de la huella de carbono calculada.	Fichas técnicas
	Implementación de medidas de mitigación	Visita técnica y acuerdo interinstitucional con la alcaldía.
	Calculo del potencial de reducción	Fuentes bibliográficas y especificación técnicas de cada implementación.

4.1 Etapa 1. Planificación inicial.

Hacer la revisión bibliográfica de documentos de estudios, metodologías y experiencias de medición de huella de carbono municipal, por medio de reuniones con las entidades del convenio para determinar, desarrollar y validar la metodología, para el cálculo de la

huella de carbono en uno de los municipios de la Jurisdicción de la CAR, a partir de experiencias internacionales, nacionales y regionales.

4.2 Etapa 2. Delimitación del Área De Intervención.

Para definir el municipio piloto al cual se le realizara el cálculo de H.C.M., se desarrollaran dos procesos fundamentales como son; la preselección de los municipios con mayor generación de GEI, con base al mapa de Emisiones de Gases GEI Municipios Cundinamarca generado por el PRICC de los municipios que están adscritos a la Jurisdicción CAR, y los criterios de selección donde se consolide una matriz para la evaluar el interés y disponibilidad de la información.

4.3 Etapa 3. Contexto Municipio Seleccionado.

Recopilar la información del municipio seleccionado detallando las categorías y /o sectores de intervención para efectuar el Cálculo de la Huella de Carbono Municipal esto por medio de reuniones interinstitucionales, revisión de factores geomorfológicos y climáticos y revisión bases de datos de actividades socio-económicas desarrolladas en el mismo.

4.4 Etapa 4. Actividades para la selección de la muestra de unidades productivas.

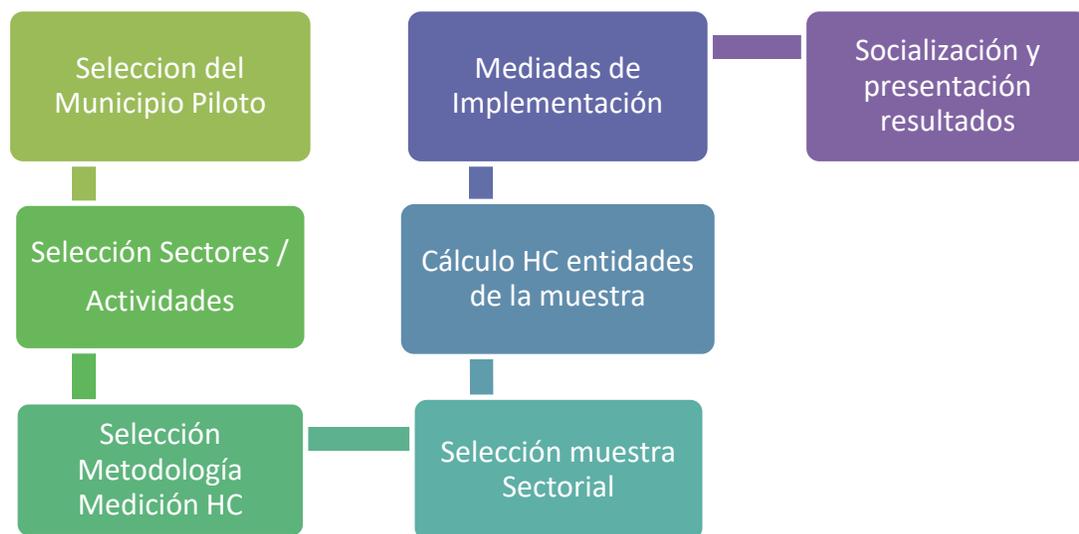
En esta etapa se deberá desarrollar un diagnóstico del municipio, efectuando visitas de reconocimiento y recolección de información con la cual se estructure un diagnóstico, donde se muestre la caracterización y el análisis correspondiente para efectuar el cálculo del municipio, donde el procesamiento de la información y cálculo de la huella de carbono este basado en el cálculo de la absorción, generando así el diseño de la herramienta de cálculo replicable a otros municipios y las recomendaciones como posibles opciones de mitigación para el municipio que es este efectuando el cálculo.

4.5 Etapa 5: Actividades de implementación

Finalmente se espera ejecutar talleres, las cuales serán socializadas junto con la herramienta de cálculo de huella de carbono municipal, con los resultados obtenidos donde se brinden posibles acciones de implementación por medio de dos medidas de mitigación en el corto plazo que permitan minimizar la Huella de Carbono en el municipio.

En el siguiente grafico se presenta la metodología a nivel general para la selección del municipio al cual se realizara el Cálculo de la Huella de Carbono a nivel municipal.

Figura 7: Metodología General de Intervención



Fuente: Los Autores

5 DESARROLLO METODOLÓGICO

5.1 PLANIFICACIÓN INICIAL

A partir de la revisión bibliográfica sobre documentos de estudios, metodologías y experiencias de medición de huella de carbono municipal, se conformaron reuniones con las entidades del convenio donde se validó la metodología y los factores de emisión apoyados con visitas técnicas en campo, para el cálculo de la huella de carbono en uno de los municipios de la Jurisdicción de la CAR, reuniones que se consolidaron en la siguiente tabla.

Tabla 23: Mesas de trabajo Interinstitucional para la Validación de Metodología y Factores de Emisión

ENTIDAD	FECHA	ENTIDADES	RESULTADOS
Secretaría Distrital de Ambiente – SDA	25/07/2014	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA. Corporación ambiental Empresarial - CAEM	La secretaria realizó el inventario de GEI para Bogotá con el año referencia 2008. Utilizó la metodología IPCC, utilizando los factores de emisión de IPCC 2006, relacionándolos con las condiciones del país. Están realizando un nuevo inventario con año referencia 2012. Los factores de emisión a utilizar son los IPCC y los FECOC, además de los propuestos por el IDEAM, para la tercera comunicación, inventario de GEI 2014.

ENTIDAD	FECHA	ENTIDADES	RESULTADOS
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	10/08/2014	Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. Corporación ambiental Empresarial - CAEM	El MADS tiene la intención de estandarizar el uso de Factores de Emisión para la realización de inventarios de GEI y cálculo de huella de carbono a nivel nacional y regional. Para la estandarización está a la espera de la realización del tercer inventario de GEI a nivel nacional (Tercera Comunicación) que debe realizar el IDEAM. En general se están utilizando los Factores de Emisión reportados por el IPCC (1996 – 2006) para el cálculo de las emisiones en las categorías de agricultura, uso del suelo, cambio de uso del suelo, silvicultura y actividades pecuarias. Para el uso de combustibles se utilizan los FECOC dados por la UPME.
FEDEGAN	05/10/2014.	FEDEGAN Corporación Autónoma Regional – CAR. Corporación ambiental Empresarial – CAEM.	Se han realizado diversos estudios socioeconómicos y tecnológicos en el Distrito Lechero Chiquinquirá – Ubaté. FEDEGAN lidera el programa de Ganadería Colombiana Sostenible en cinco regiones del país (Atlántico, César, Meta, Boyacá y Santander), sin embargo, no se ha trabajado el tema de cambio climático o inventarios de GEI, generados por el manejo del ganado bovino. Por tanto, en FEDEGAN no se tienen Factores de Emisión para la actividad, en la cual se generan GEI (Metano – CH ₄), por la fermentación entérica y el manejo del estiércol.
CAEM	10/10/2014	Corporación ambiental Empresarial – CAEM.	Se analizaron los Factores de Emisión empleados en los diferentes proyectos de la CAEM de cálculo de huella de carbono, tanto corporativo, como territorial. Utilizando la metodología (GHG Protocol) Se tiene diseñado un instrumento para el cálculo de la huella de carbono a nivel corporativo y territorial, contemplando los sectores y/o categorías de transporte, industria, residuos, agropecuario, uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura.

Fuente: Los Autores.

Así mismo para el cálculo de la huella de carbono del municipio piloto, se elaboró un Plan de Trabajo, donde se definen los pasos, los responsables, los objetivos y cronograma de realización de las actividades el cual se detalla en el **Anexo No.1**

5.1.1 Metodología para el Cálculo de Huella de Carbono Municipal Validada.

A partir de las directrices y estándares internacionales, se desarrolla el procedimiento para el cálculo de la huella de carbono a nivel sectorial, que corresponde a la metodología validada, teniendo en cuenta los parámetros establecidos por el PRICC y adoptados por la CAR, los cuales están basados en la metodología GHG Protocol donde se contemplo los siguientes pasos de aplicación que se mencionan a continuación:

Paso 1: Seleccionar los Límites de Análisis en el Municipio.

Paso 2: Identificar y Clasificar las Fuentes de Emisión de GEI en cada sector y/o categoría en el municipio.

Paso 3: Recolectar los Datos y Escoger los Factores de Emisión para cada sector y/o categoría a intervenir.

Paso 4: Calcular la Huella de Carbono en cada sector y/o categoría para el cálculo integral a nivel municipal.

Paso 5: Interpretar los resultados.

5.1.1.1 Paso 1: Seleccionar los Límites de Análisis.

Depende del alcance deseado para el cálculo, el cual está relacionado con los siguientes aspectos:

Límite Territorial

Define el nivel territorial que será incluido en el análisis: municipal. Debe tenerse en cuenta que en muchos casos este nivel dependerá de la disponibilidad de información.

Límite Sectorial

Define los sectores productivos y/o categoría que se incluirán en el análisis: institucional, transporte, industrial, agropecuario, residuos y/o uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura. De igual forma, estos dependen de la disponibilidad de información.

Año Base

Corresponde al año que cuenta con información confiable de emisiones, y que servirá de base para futuras comparaciones, respecto al comportamiento de las emisiones de GEI del territorio.

5.1.1.2 Paso 2: Identificar y Clasificar las Fuentes de Emisión De GEI.

Para cada uno de los sectores productivos considerados en el análisis se debe identificar las fuentes de emisión de GEI.

Posteriormente, las fuentes de emisión deben ser clasificadas en:

5.1.1.3 Alcance 1 - Emisiones de GEI Directas

Corresponden a las emisiones de GEI de fuentes que son controladas, tales como:

Generación de fuentes fijas

Estas emisiones son el resultado de la combustión en fuentes fijas, por ejemplo calderas, hornos, turbinas y/o generadores.

Generación de fuentes móviles

Estas emisiones son el resultado de la combustión de combustibles en fuentes móviles como por ejemplo buses, camiones, automóviles, trenes, barcos, aviones, etc.

Procesos físicos o químicos

La mayor parte de estas emisiones son resultado de la fabricación o del procesamiento de materiales y químicos, por ejemplo extracción de carbón, producción de cemento, manufactura de amoníaco y procesamiento de residuos, entre otros.

Emisiones fugitivas

Estas emisiones son el resultado de liberaciones intencionales o no intencionales de GEI a la atmósfera como por ejemplo fugas en juntas, sellos o empaques; emisiones de metano de minas de carbón o ganado; emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC's) durante el uso de equipo de aire acondicionado y refrigeración; y fugas de gas durante el transporte.

5.1.1.4 Alcance 2 - Emisiones de GEI Indirectas debidas al uso de Energía

Toma en cuenta las emisiones debido a la generación de electricidad consumida y comprada. Las emisiones del Alcance 2 ocurren físicamente en la instalación donde la electricidad es generada.

5.1.1.5 Cambios de biomasa de bosques y otros tipos de vegetación leñosas – Sumideros

Corresponden a tierras forestales gestionadas en las cuales se realiza la captura de Carbono, estas áreas al realizar esta acción se realiza una disminución (sustracción) de la

huella de carbono al capturar el carbono a través de la fotosíntesis de las plantas, tales como :

Plantaciones comerciales

Áreas en donde se realiza la plantación forestal por la intervención directa del hombre, con un enfoque de producción de bienes.

Plantaciones protectores

Áreas en donde se realiza la plantación forestal por la intervención directa del hombre, con un enfoque de protección de áreas dentro del municipio.

Bosques naturales y otras coberturas

Áreas con presencia de bosques forestales que pueden ser primarios (sin intervención humana) o secundarios (reforestación, en donde el hombre interviene para generar el bosque).

5.1.1.6 Paso 3: Recolectar los Datos y Escoger los Factores de Emisión

Es el paso más arduo y fundamental del procedimiento, ya que de la disponibilidad y calidad de la información va a depender la validez del cálculo de la huella de carbono.

En la tabla 24 se mencionan las posibles fuentes de información

Tabla 24: Fuentes de Información para la Obtención de las Cargas Ambientales

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	FUENTES DE INFORMACIÓN
Consumo de aislante térmico	Cantidad de aislante utilizado en el mantenimiento de equipos eléctricos
Consumo de combustibles fósiles.	Registros de consumo o de compra de combustibles
Consumo de energía eléctrica	Factura de la energía eléctrica adquirida
Consumo de refrigerantes	Cantidad de refrigerante recargado durante el mantenimiento de equipos
Fermentación entérica	Cantidad de cabezas de ganado por especie
Manejo de estiércol	Cantidad de cabezas de ganado por especie
Procesos fisicoquímicos	Producción de materiales en procesos de extracción o industriales
Quema de residuos agrícolas	Cantidad de biomasa quemada
Quema de Biomasa	Cantidad de área afectada

Residuos sólidos dispuestos en tierra	Cantidad de metano generado en la disposición de residuos orgánicos
Tratamiento de aguas residuales industriales y lodos	Cantidad de carga orgánica presente en las aguas residuales y lodos en términos de DBO o DQO
Tratamiento de aguas residuales domésticas	Cantidad de personas que vierten al sistema de tratamiento de aguas residuales

Fuente: Los Autores.

Para seleccionar los factores de emisión, se deben tener en cuenta las fuentes de emisión de GEI. En cuanto al CH₄, N₂O, HFC's y PFC's, también se deben considerar que por ser GEI no están asociados a un factor de emisión, sino al Potencia de Calentamiento Global.

5.1.1.7 Paso 4: Calcular la Huella de Carbono a Nivel Sectorial

Para esto se debe aplicar la siguiente fórmula para cada sector productivo:

Figura 8: fórmula para el Cálculo de Huella de Carbono.



Fuente: Los Autores.

La carga ambiental se refiere a:

- Consumo de aislante térmico
- Consumo de combustibles fósiles
- Consumo de energía eléctrica
- Consumo de refrigerantes
- Cantidad de área afectada (bosques y praderas)
- Número de cabezas de ganado
- Cantidad de material producido
- Cantidad de fertilizante sintético usado
- Cantidad de residuos sólidos orgánicos dispuestos en tierra

- Cantidad de aguas residuales y lodos tratados

Cuando la emisión de GEI resultante este expresada en un GEI diferente al CO₂, este resultado se deberá multiplicar por el Potencial de Calentamiento Global. De esta forma se tendrá la emisión total en cantidades de CO₂ equivalente.

5.1.1.8 Paso 5: Interpretar los Resultados

Los resultados pueden ser presentados tanto en tablas como en gráficas, y con los siguientes niveles de detalle:

- Emisiones de GEI totales para cada sector productivo
- Emisiones de GEI directas e indirectas para cada sector productivo
- Emisiones de GEI por tipo de fuente de emisión para cada sector productivo
- Emisiones de GEI por tipo de fuente de emisión y para todos los sectores productivos

Lo anterior permitirá identificar las mayores fuentes de emisión de GEI en el territorio, sobre las cuales se deberán implementar medidas de mitigación para lograr la reducción de la Huella de Carbono.

5.1.2 Factores de Emisión Validados para el Proyecto Piloto

Dentro de las reuniones para la validación de la metodología también se revisaron y se validaron los factores de emisión que serán utilizados dentro del cálculo, teniendo como referente que esos factores de emisión tenían que ser en su mayoría coeficientes colombianos para que no exista una variación significativa aplicando los factores de emisión de otros países como se presentan a continuación.

- Factor de emisión de energía eléctrica: 0,136 kgCO₂ e/KWh. Agencia Internacional de Energía – IEA.
- Factor de emisión Residuos sólidos: Por cada Kg dispuesto en relleno sanitario controlado se producen 12 Kg de CO₂ eq. (12 Kg de CO₂ eq./Kg). IPCC 2006
- Factor de emisión fermentación entérica: 63 (kg CH₄ /cabeza/año). Directrices del IPCC de 2006
- Factor de emisión para el manejo del estiércol: 1 (kg/cabeza/año). Directrices del IPCC de 2006.

- Factor de emisión fermentación entérica: 1 (kg CH₄ /cabeza/año). Directrices del IPCC de 2006.

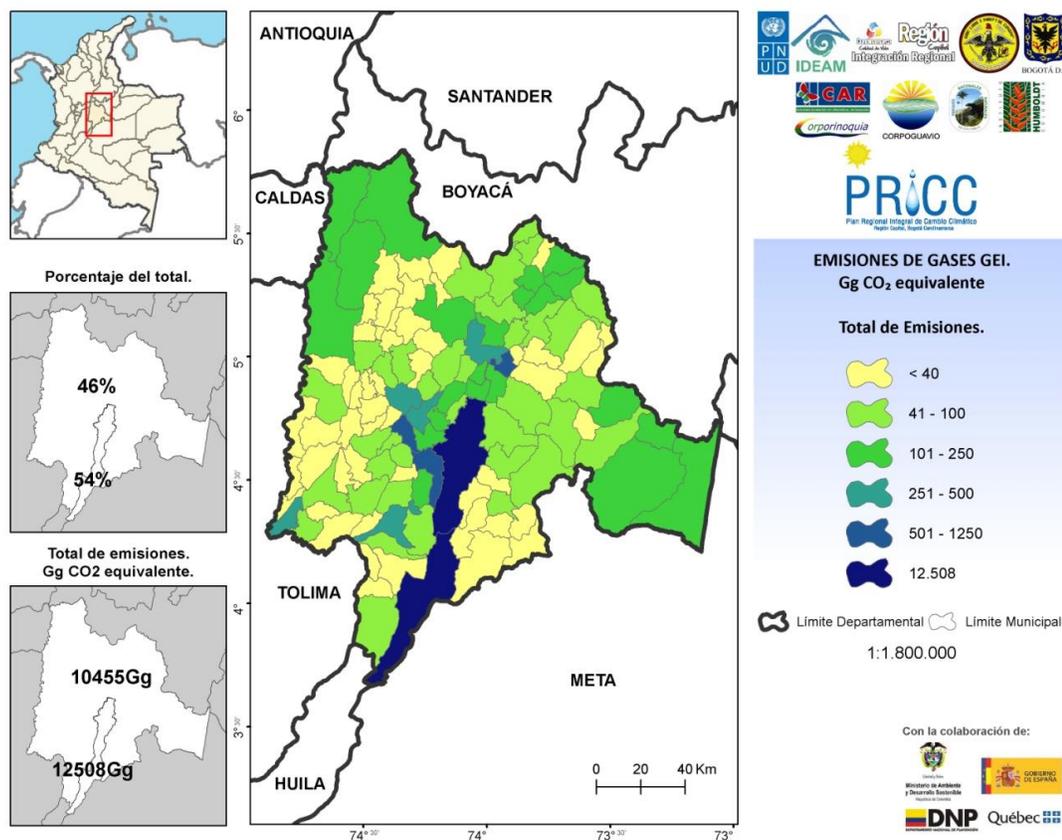
5.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN

5.2.1 Parámetros Establecidos por la CAR para la Región

Esta delimitación del área de intervención (municipio), se realizó a partir de la aplicación de los criterios de selección establecidos por la CAR, entidad territorial que designo realizar el cálculo con base al Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero para la Región Bogotá – Cundinamarca realizado por el Plan Regional Integral de Cambio Climático para la selección del municipio como se presentan a continuación:

5.2.2 Criterio de Selección No. 1

A continuación se presentan rangos establecidos en el mapa de Emisiones de GEI en Municipios de Cundinamarca medidos en Gg CO₂ eq./Año. Tomados del Informe final “Consolidación de escenarios de variabilidad y cambio climático en la región capital, Bogotá-Cundinamarca” – PRICC.



Fuente: Mapa de Emisiones de Gases GEI Municipios Cundinamarca – PRICC.

Donde se evidencia que los municipios de color azul son los de mayor emisión de GEI que corresponde a los municipios de Zipaquirá, Chía, Mosquera, Facatativa, Soacha entre otros que hacen parte al corredor industrial que rodea la ciudad de Bogotá.

En la siguiente tabla se presenta un consolidado en rangos de las emisiones de CO₂ Equivalente versus el número de municipios que los generan.

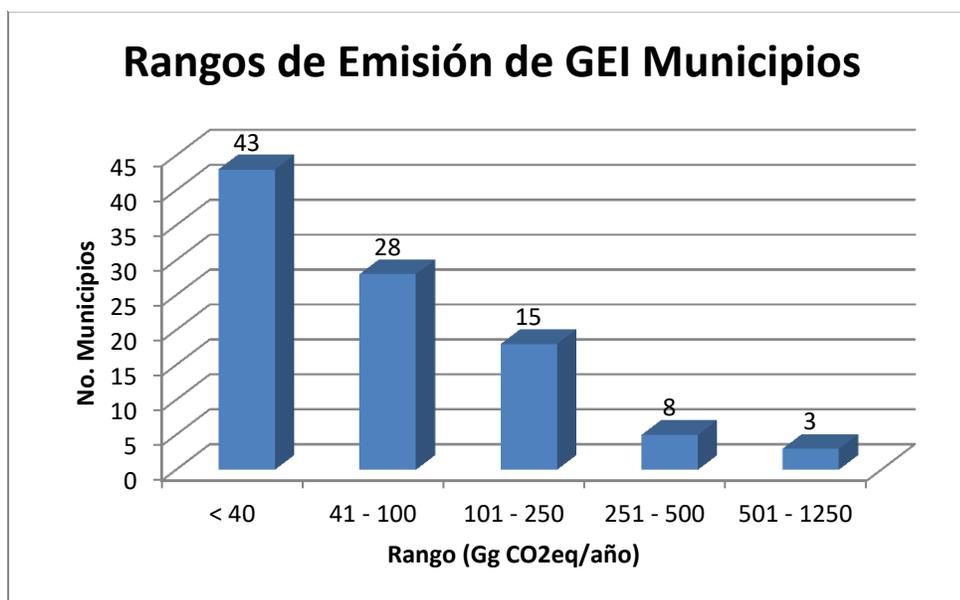
Tabla 25: Rangos de Emisión de GEI en Cundinamarca de CO₂ eq./Año

Rangos de Emisiones de GEI en Cundinamarca Gg CO ₂ eq./Año	No. Municipios
< 40	43
41-100	28
101-250	18
251-500	5
501-1250	3

Fuente: Adaptación PRICC.

Los resultados obtenidos de la revisión fueron los siguientes:

Figura 9 Número de municipios por rango de emisión de GEI



Fuente: Los Autores

A partir de esta relación entre los rangos de emisión de GEI y la cantidad de los municipios de la jurisdicción CAR, se realiza una valoración de los mismos por medio de una escala de evaluación realizada por el PRICC.

Tabla 26: Municipios con mayor cantidad de GEI - PRICC

No. de Rangos	No. de Municipios
Municipios que tengan un rango de emisión de GEI superior a 251	8 Municipios
Municipios que tengan un rango entre 101 - 250 y sean de interés industrial y/o agropecuario.	7 Municipios

Fuente: Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para la región de Cundinamarca-Bogotá

Teniendo en cuenta los anteriores criterios los 15 municipios seleccionados son:

Tabla 27: Quince municipios seleccionados

No	Quince Municipios Seleccionados	Oficina Provincial
1	Bojaca	Sabana Occidente
2	Facatativá	
3	Madrid	
4	Funza	
5	Mosquera	
6	Tocancipa	Sabana Centro
7	Zipaquirá	
8	Sopo	
9	Tenjo	
10	Soacha	Soacha
11	Girardot	Alto Magdalena
12	Caparrapi	Bajo Magdalena
13	Guaduas	
14	Ubaté	Ubaté
15	Fusagasugá	Sumapaz

Fuente: Los Autores

Con la aplicación del criterio No. 1, se evidencia que la provincial Sabana Occidente tiene (5) municipios con mayor emisión de GEI, seguido por Sabana Centro que tiene (4), Bajo Magdalena con (2), la Oficina provincial de Rionegro con (1), Alto Magdalena (1), Sumapaz (1) y por último la oficina Provincial de Soacha con (1) municipio.

5.2.3 Criterio de Selección No. 2.

De los 104 municipios que hacen parte de la Jurisdicción CAR, se tiene una muestra preliminar de 15 municipios seleccionados en el Mapa de Emisiones de Gases GEI Municipios Cundinamarca – PRICC, teniendo en cuenta la relación directa que tienen las variables socioeconómicas con la generación de Gases Efecto Invernadero (GEI).

A los 15 municipios se aplican los siguientes criterios, para la selección final del municipio piloto.

5.2.3.1 Demostración de interés por parte de la alcaldía

A través de visitas técnicas en campo y/o llamadas telefónicas se consultará a las autoridades municipales de los 15 municipios preseleccionados en el **criterio No.1** sobre el interés por realizar el cálculo de la huella de carbono municipal, para la posterior implementación de medidas de mitigación y la información disponible sobre actividades industriales, institucionales y otras pertinentes; de esta forma se busca evaluar sobre la voluntad de la autoridad local, lo cual permite en cierta medida establecer la factibilidad de recolección de información y el éxito en los procesos de concertación, validación e implementación que se lleven a cabo en el proyecto.

5.2.3.2 Disponibilidad de información en el municipio

Considerando que se debe realizar el inventario de emisiones de GEI en los sectores y categorías seleccionadas, se realiza un sondeo previo en los 15 municipios preseleccionados en el **criterio No1**, para obtener la información útil para el cálculo adecuado y acertado de las emisiones y el diseño de la calculadora de huella de carbono.

Considerando la evaluación de disponibilidad de la información (%), que fue realizada y consolidada en una matriz relacionada en el **Anexo No.2**, presentan los resultados para cada uno de los 15 municipios:

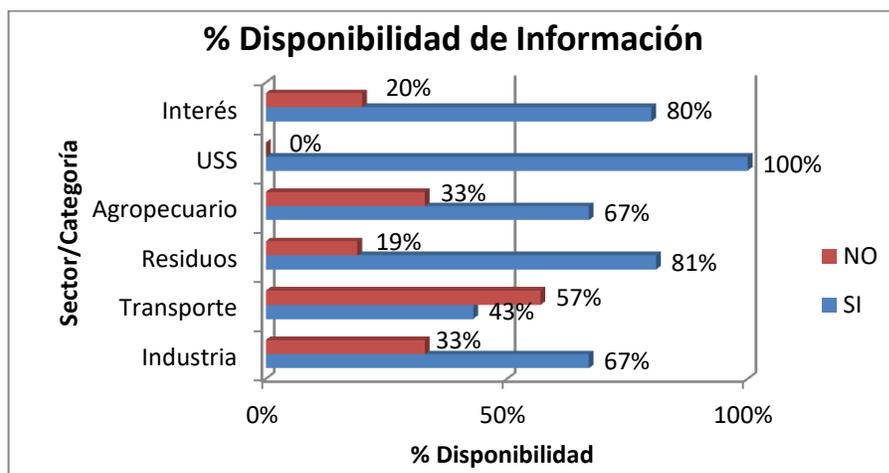
Municipio de Facatativá

Tabla 28 Consolidado en % de Disponibilidad de Información Municipio de Facatativá.

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	67%	33%
Transporte	43%	57%
Residuos	81%	19%
Agropecuario	67%	33%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	100%	0%
Interés	80%	20%

Fuente: Los Autores.

Figura 10 Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Facatativá



Fuente: Los Autores

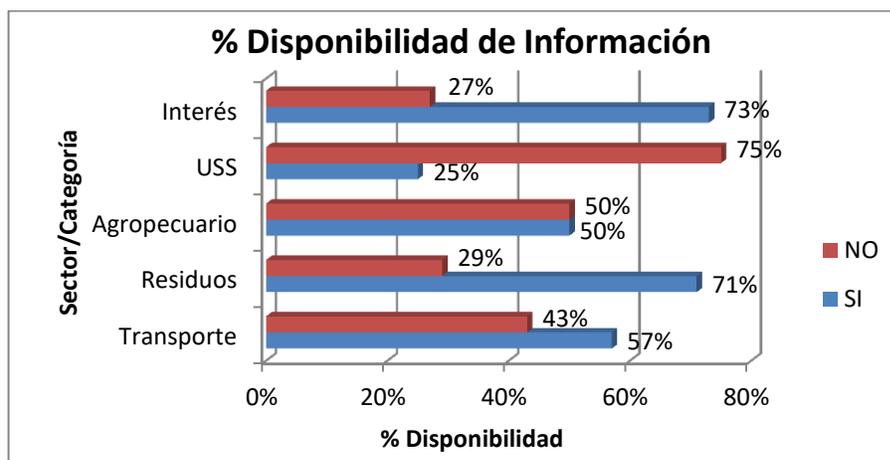
Municipio de Funza

Tabla 29: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Funza

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	36%	64%
Transporte	57%	43%
Residuos	71%	29%
Agropecuario	50%	50%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	25%	75%
Interés	73%	27%

Fuente: Los Autores

Figura 11: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Funza



Fuente: Los Autores

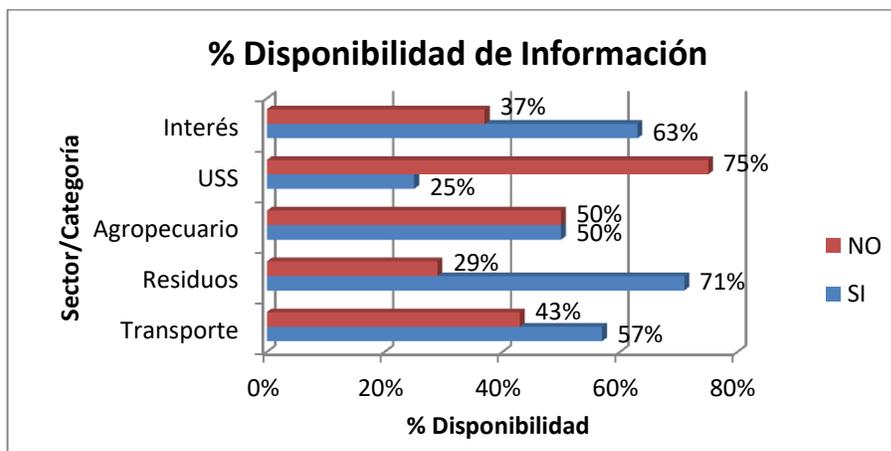
Municipio de Fusagasugá

Tabla 30: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Fusagasugá

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	36%	64%
Transporte	57%	43%
Residuos	71%	29%
Agropecuario	50%	50%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	25%	75%
Interés	63%	37%

Fuente: Los Autores

Figura 12: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Fusagasugá



Fuente: Los Autores.

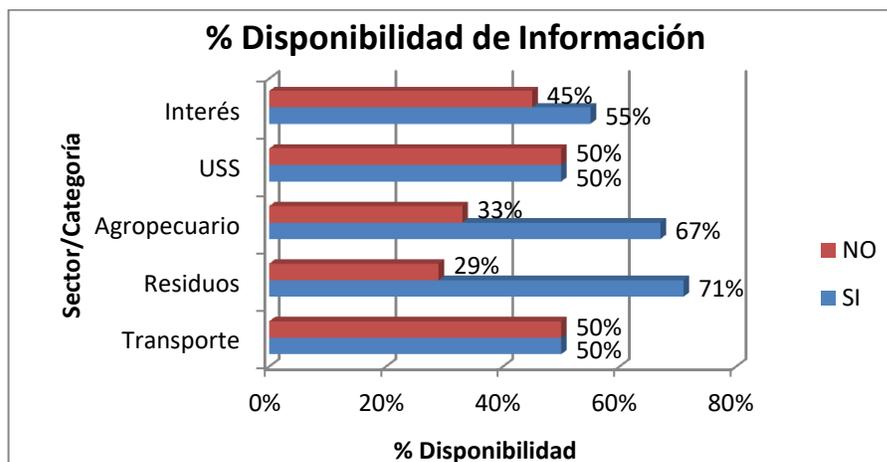
Municipio de Girardot

Tabla 31: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Girardot

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	55%	45%
Transporte	50%	50%
Residuos	71%	29%
Agropecuario	67%	33%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	50%	50%
Interés	55%	45%

Fuente: Los Autores

Figura 13: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Girardot



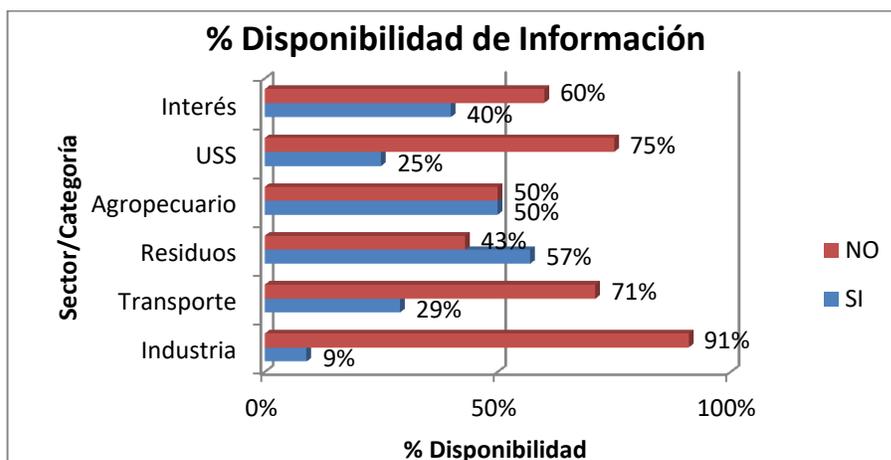
Municipio de Guaduas

Tabla 32: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Guaduas

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	9%	91%
Transporte	29%	71%
Residuos	57%	43%
Agropecuario	50%	50%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	25%	75%
Interés	40%	60%

Fuente: Los Autores.

Figura 14: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Guaduas



Fuente: Los Autores

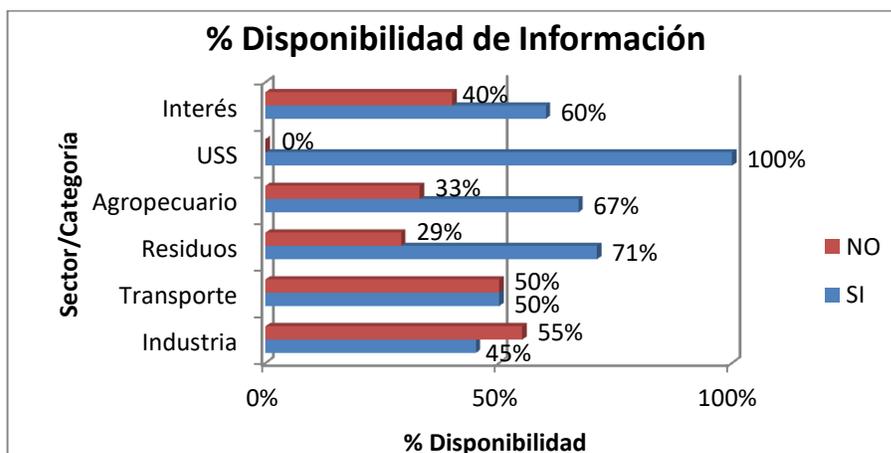
Municipio de Madrid

Tabla 33: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Madrid

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	45%	55%
Transporte	50%	50%
Residuos	71%	29%
Agropecuario	67%	33%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	100%	0%
Interés	60%	40%

Fuente: Los Autores

Figura 15: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Madrid



Fuente: Los Autores.

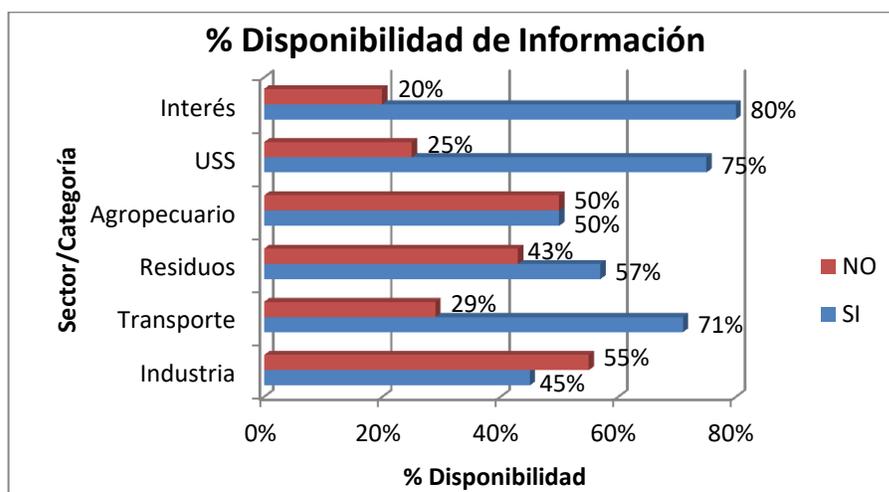
Municipio de Mosquera

Tabla 34: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Mosquera

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	45%	55%
Transporte	71%	29%
Residuos	57%	43%
Agropecuario	50%	50%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	75%	25%
Interés	80%	20%

Fuente: Los Autores

Figura 16: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Mosquera



Fuente: Los Autores

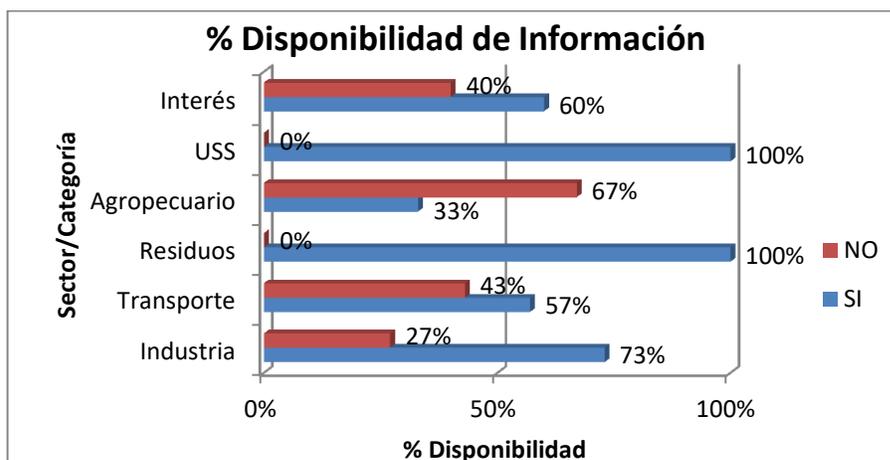
Municipio de Soacha

Tabla 35: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Soacha

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	73%	27%
Transporte	57%	43%
Residuos	100%	0%
Agropecuario	33%	67%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	100%	0%
Interés	60%	40%

Fuente: Los Autores.

Figura 17: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Soacha



Fuente: Los Autores

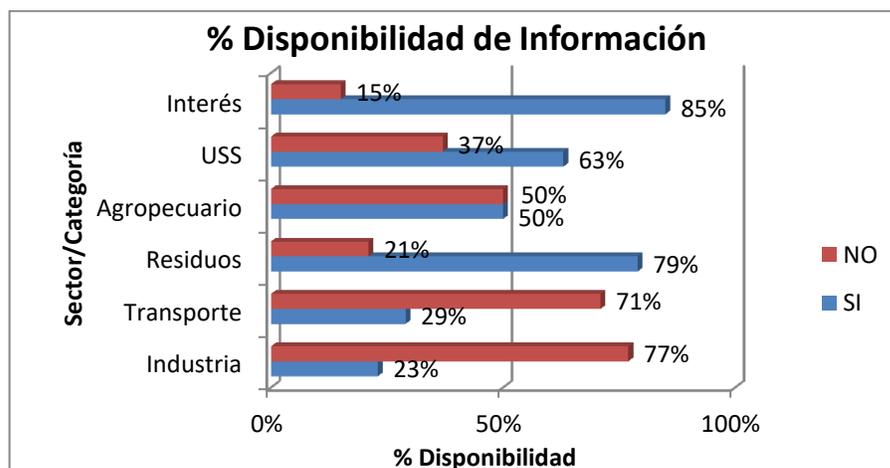
Municipio de Sopo

Tabla 36: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Sopo

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	23%	77%
Transporte	29%	71%
Residuos	79%	21%
Agropecuario	50%	50%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	63%	37%
Interés	85%	15%

Fuente: Los Autores

Figura 18: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Sopo



Fuente: Los Autores

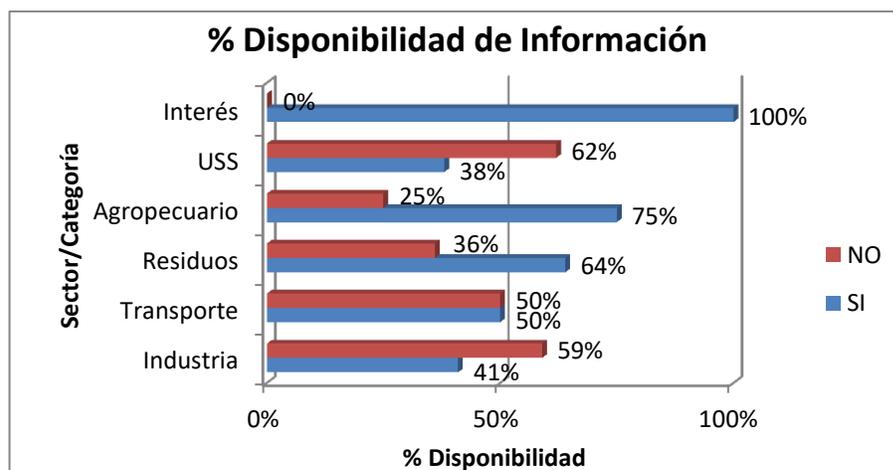
Municipio de Tenjo

Tabla 37: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Tenjo

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	41%	59%
Transporte	50%	50%
Residuos	64%	36%
Agropecuario	75%	25%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	38%	62%
Interés	100%	0%

Fuente10: Los Autores.

Figura 19: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Tenjo



Fuente: Los Autores.

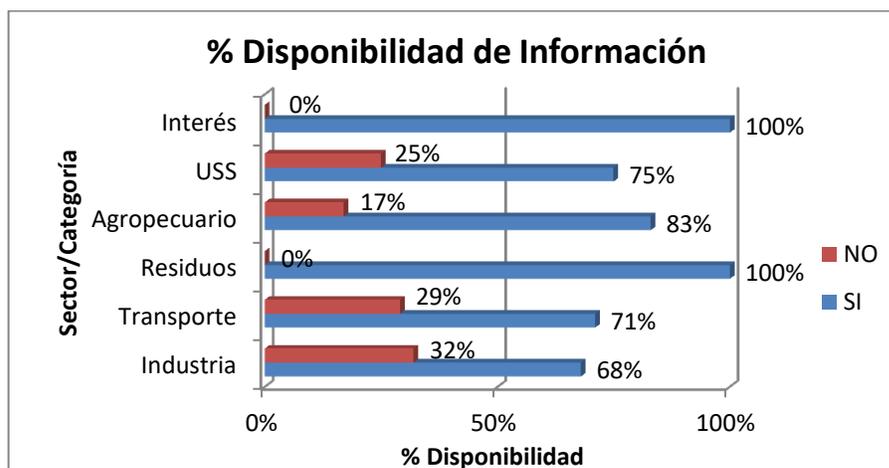
Municipio de Tocancipa

Tabla 38: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Tocancipa

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	68%	32%
Transporte	71%	29%
Residuos	100%	0%
Agropecuario	83%	17%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	75%	25%
Interés	100%	0%

Fuente: Los Autores

Figura 20: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Tocancipa



Fuente: Los Autores

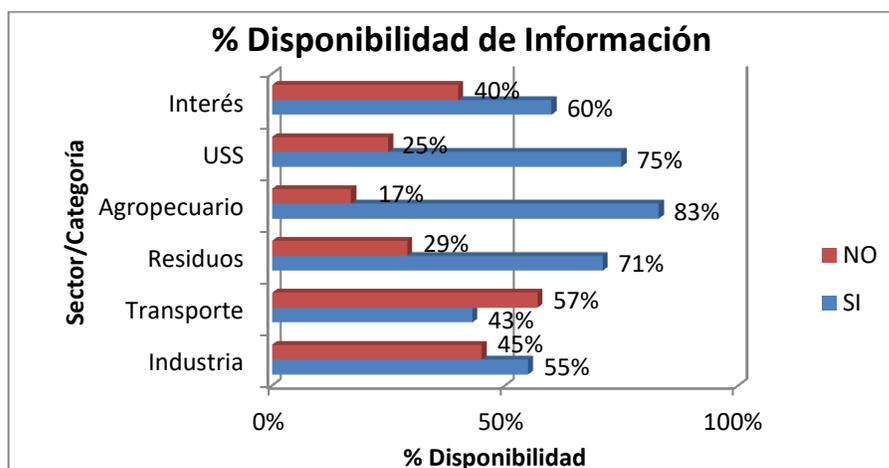
Municipio de Ubaté

Tabla 39: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Ubaté

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	55%	45%
Transporte	43%	57%
Residuos	71%	29%
Agropecuario	83%	17%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	75%	25%
Interés	60%	40%

Fuente: Los Autores

Figura 21: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Ubaté



Fuente: Los Autores

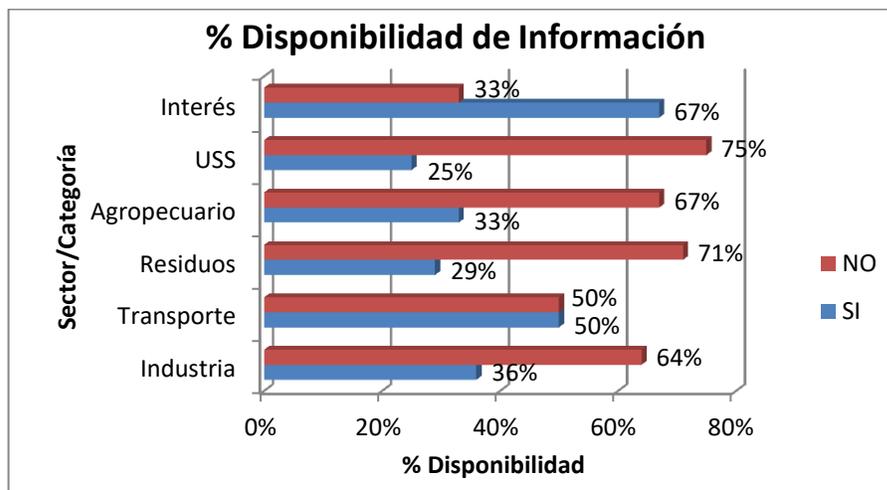
Municipio de Zipaquirá

Tabla 40: Consolidado % Disponibilidad de Información Municipio de Zipaquirá

Sector y/o Categoría	SI	NO
Industria	36%	64%
Transporte	50%	50%
Residuos	29%	71%
Agropecuario	33%	67%
Usos del Suelo – Silvicultura (USS)	25%	75%
Interés	67%	33%

Fuente: Los Autores

Figura 22: Porcentaje Disponibilidad de Información Municipio de Zipaquirá



Fuente: Los Autores

Después de realizar esta valoración el municipio que presenta mayor disponibilidad y compromiso en el proceso de solicitud de información fue el municipio Ubaté, dado que posee la mayoría de la información secundaria para realizar el inventario de GEI en cada sector o categoría que se trabajará para realizar el cálculo de la Huella de Carbono Municipal.

5.2.4 Especificaciones para obtener la información por sector o categoría.

Los sectores y categorías a intervenir son las relacionadas con los inventarios realizados a nivel nacional. El IDEAM ha realizado el Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros

de Gases de Efecto invernadero -GEI para los años 1990, 1994, 2000 y 2004. Para esto se han seguido los procedimientos metodológicos de estimación de emisiones y su incertidumbre, establecidos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 1996).

Por tanto, los sectores a tener en cuenta en el cálculo de la Huella de Carbono en el municipio y su relación con los módulos (categorías) establecidas por el IPCC, son los siguientes:

Tabla 41: Relación de sectores seleccionados VS Módulos de IPCC.

SECTOR Y/O CATEGORIA	MÓDULO IPCC
INDUSTRIAL	ENERGÍA PROCESOS INDUSTRIALES Y USOS DE PRODUCTOS.
INSTITUCIONAL	ENERGÍA RESIDUOS
AGROPECUARIO	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA
TRANSPORTE	ENERGÍA
USOS DEL SUELO, CAMBIO DE USOS DEL SUELO Y SILVICULTURA	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA
RESIDUOS	RESIDUOS

Fuente: Los Autores

5.2.4.1 Especificaciones Sector Institucional.

Este sector incluyen todas las instituciones ya sean de carácter público y/o privadas que haciendo referencia a las siguientes:

- Entidades territoriales
- Instituciones de educación
- Instituciones de salud
- Instituciones de investigación
- Instituciones financieras
- Organizaciones No Gubernamentales
- Sociedades público-privadas
- Empresas comerciales

A continuación se presenta las principales fuentes de emisión que son frecuentes en las instituciones anteriormente descritas.

Tabla 42: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Institucional

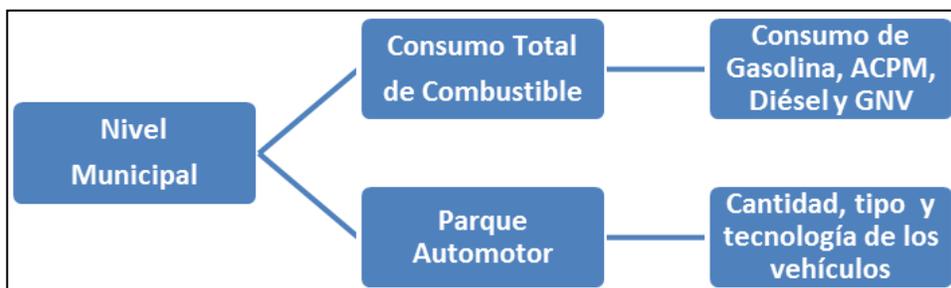
ALCANCE	FUENTE DE EMISIÓN
1	Consumo de combustibles fósiles
	Consumo de refrigerantes
2	Consumo de energía eléctrica
3	Otras emisiones indirectas
	Consumo de materias primas e insumos.
	Viajes de negocios.

Fuente: Los Autores

5.2.4.2 Especificaciones Sector Transporte

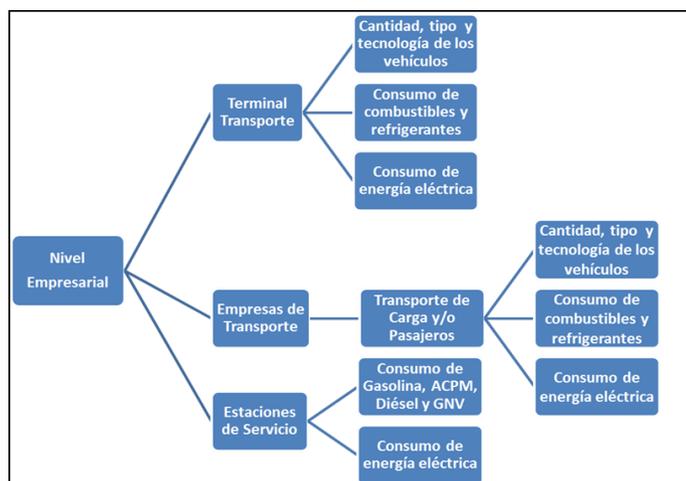
Para el sector transporte a nivel municipal se tendrá en cuenta el consumo de combustible, atribuido a la sobre tasa a la gasolina y a las estadísticas que maneje el municipio sobre el consumo de combustibles (gasolina, ACPM, Diesel, GNV). Por otro lado se tendrá en cuenta el parque automotor del territorio, que incluirá la cantidad, tipo y modelo del vehículo, y de ser posible el consumo promedio y la tecnología de acuerdo a su categoría.

Figura 23: Sector transporte a nivel municipal



Fuente: Los Autores.

Figura 24: Sector transporte a nivel empresarial



Fuente: Los Autores

En este sector se incluye:

- Terminales de transporte terrestre y aéreo
- Transporte terrestre (todas las formas de transporte que usen combustibles)
- Transporte aéreo
- Maquinaria (construcción y agrícola que use combustibles).

Tabla 43: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Transporte

ALCANCE	FUENTE DE EMISIÓN
1	Consumo de combustibles fósiles
	Consumo de refrigerantes
2	Consumo de energía eléctrica

Fuente: Los Autores.

5.2.4.3 Especificaciones Sector Industrial.

El sector industrial se define en el marco del IPCC como las organizaciones que demandan un gran consumo energético (térmico y energético) , hierro y acero, metales no ferrosos, productos químicos y fertilizantes (agroindustria), refinería de petróleo, cemento y pulpa y papel por lo que las principales fuentes de emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI) son las descargas provenientes de las empresas que transforman materias por

medios químicos o físicos, dentro de sus procesos industriales en los cuales se encuentran la industria de los minerales, la química, la de los metales, la electrónica y la manufacturera.

Por lo tanto en la amplitud del sector industrial y para el cálculo de la huella de carbono municipal en este sector se toma como referencia los sistemas de gestión energética; sistemas de motores eficientes, calderas, hornos, iluminación y calefacción/ventilación/aire acondicionado y Integración de procesos entre los principales que se identifiquen dentro de la muestra estadística representativa que se va a tomar de la industria en el municipio. (IPCC, 1996)

La recolección de datos para el sector industrial, se realiza por medio de la aplicación de dos formatos de levantamiento de información uno municipal y uno empresarial, con la finalidad de levantar la información para el cálculo de la huella de carbono en el sector.

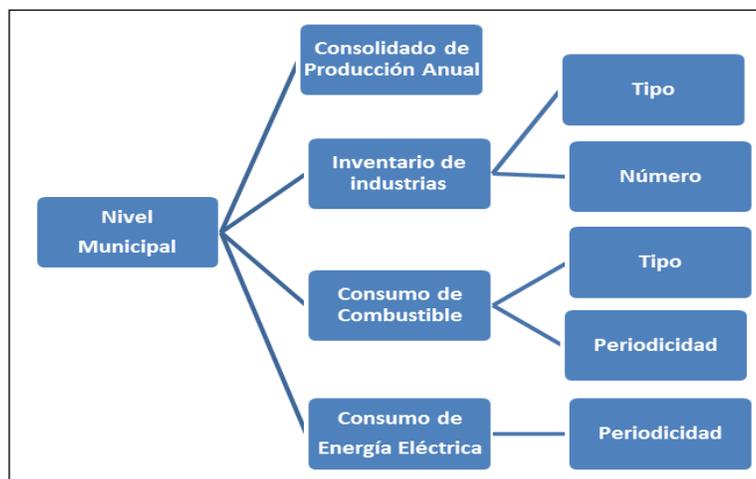
El primero busca dar a conocer a nivel general

- Un consolidado de producción anual.
- Un censo de industrias por tipo y número.
- El consumo de combustible que demanda el sector industrial al municipio.
- El consumo de energía eléctrica dentro de un periodo de tiempo estimado para el año base.

A nivel empresarial se diseñó otro formato con el fin de conocer e identificar dentro de las diferentes industrias generadoras de GEI la siguiente información:

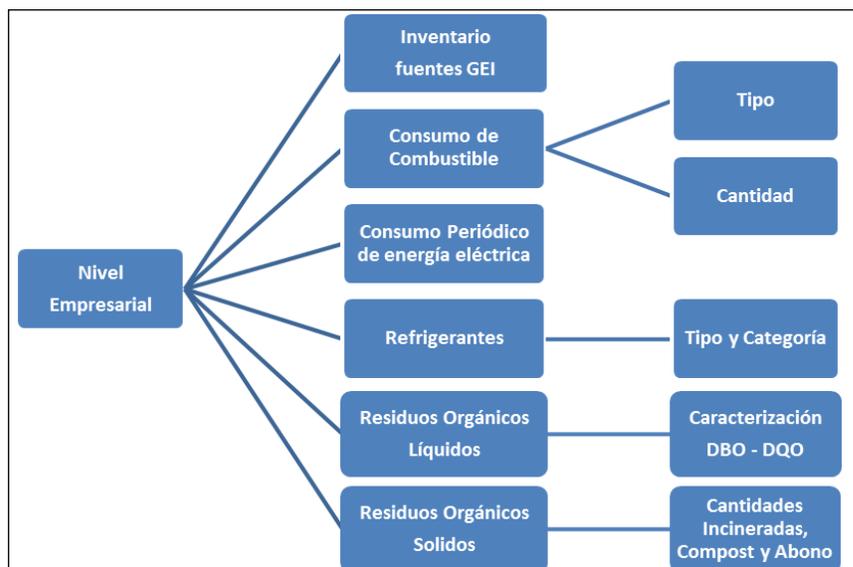
- Inventario de fuentes de GEI.
- El tipo de combustible y cantidad promedio que utilizan.
- Consumo de energía eléctrica

Figura 25: Sector industrial a nivel municipal



Fuente: Los Autores.

Figura 26: Sector industrial a nivel empresarial



Fuente: Los Autores

En este sector se incluye los siguientes procesos productivos:

- Minería
- Petróleo y gas
- Industria manufacturera
- Generación de energía

Tabla 44: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Industrial

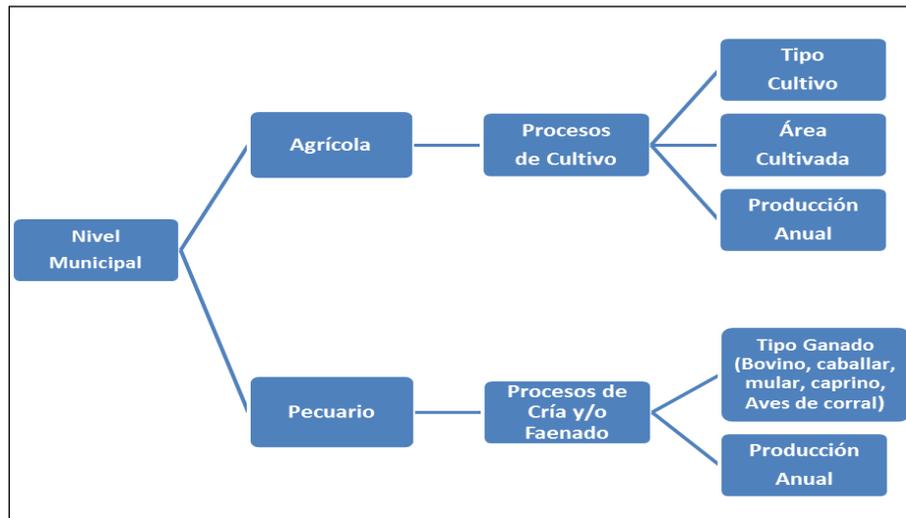
ALCANCE	FUENTE DE EMISIÓN
1	Consumo de combustibles fósiles
	Consumo de refrigerantes
	Consumo de aislante térmico
	Procesos físico químicos
	Tratamiento de aguas residuales
2	Consumo de energía eléctrica

Fuente: Los Autores

5.2.4.4 Especificaciones Sector Agropecuario

En el sector Agropecuario, se realiza la recolección de datos de ganado presente en el municipio, áreas cultivadas y tipos de cultivos. Se tiene en cuenta los siguientes figuras.

Figura 27: Sector Agropecuario Nivel Municipal



Fuente: Los Autores

En este sector se delimitaron los siguientes procesos productivos:

- Cría de animales
- Producción de cultivos agrícolas

Tabla 45: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Agropecuario

ALCANCE	FUENTE DE EMISIÓN
1	Consumo de combustibles fósiles
	Consumo de refrigerantes
	Fermentación entérica
	Uso de fertilizantes sintéticos
	Quema de Residuos Agrícolas
	Manejo de Estiércol
2	Consumo de energía eléctrica

Fuente: Los Autores

En este sector no se incluye la quema de sabanas, la cual está considerada en el Sector de Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura como quema de biomasa.

5.2.4.5 Especificaciones Sector Residuos

En este sector se incluye los siguientes procesos:

- Recolección de residuos sólidos
- Disposición de residuos sólidos en vertedero
- Tratamiento de aguas residuales domésticas

Tabla 46: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Residuos

ALCANCE	FUENTE DE EMISIÓN
1	Consumo de combustibles fósiles
	Consumo de refrigerantes
	Residuos sólidos dispuestos en vertedero
	Tratamiento de aguas residuales
2	Consumo de energía eléctrica

Fuente: Los Autores

5.2.4.6 Especificaciones Sector Uso de Suelo, Cambio Uso de Suelo y Silvicultura (USS)

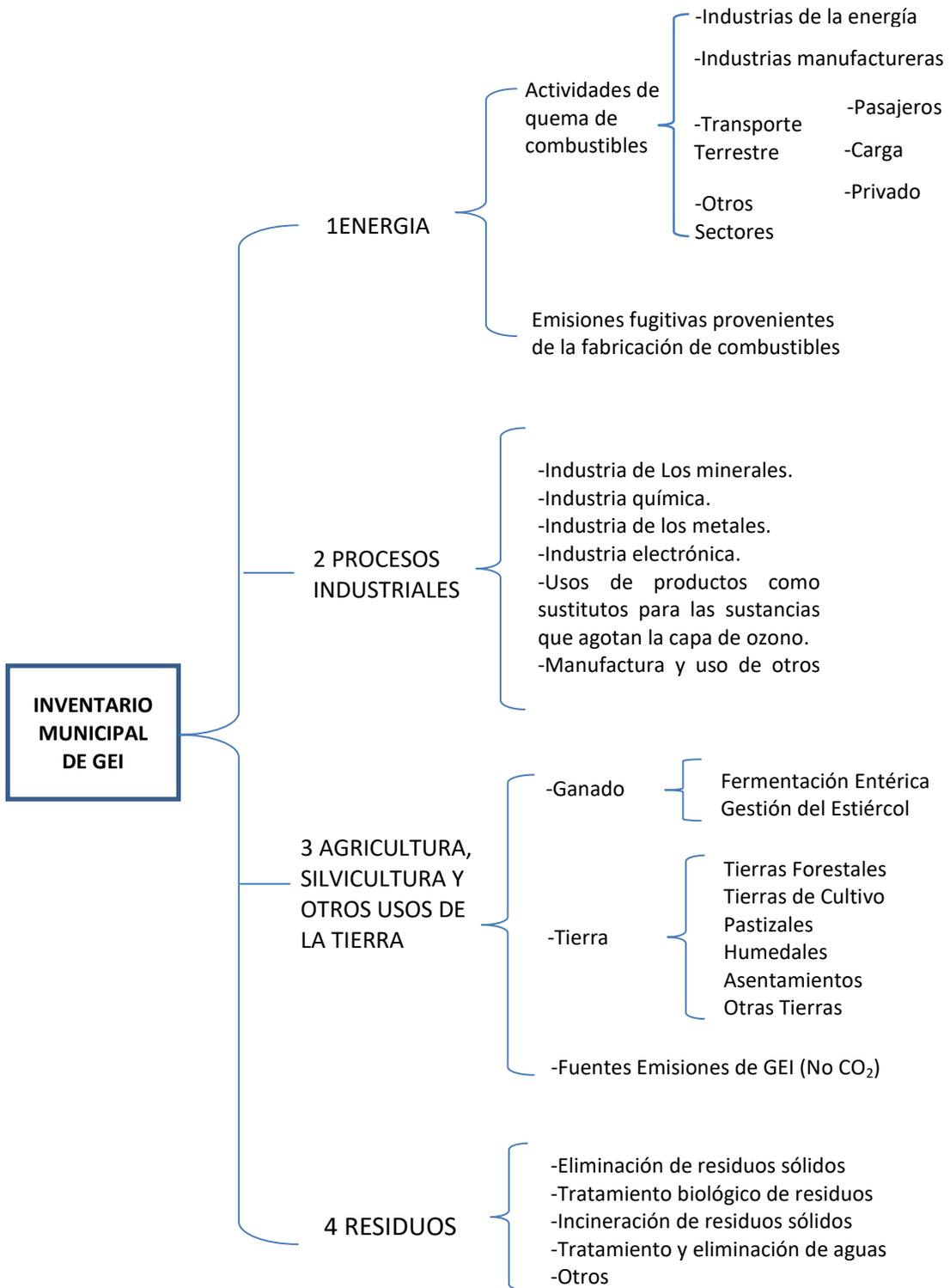
En este sector se incluye los siguientes procesos:

- Transporte de madera
- Actividades de aprovechamiento forestal
- Uso de leña como combustible
- Quema de biomasa

Tabla 47: Fuentes de Emisión de GEI del Sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

ALCANCE	FUENTE DE EMISIÓN
1	Consumo de combustibles fósiles
	Quema de biomasa

Fuente: Los Autores.



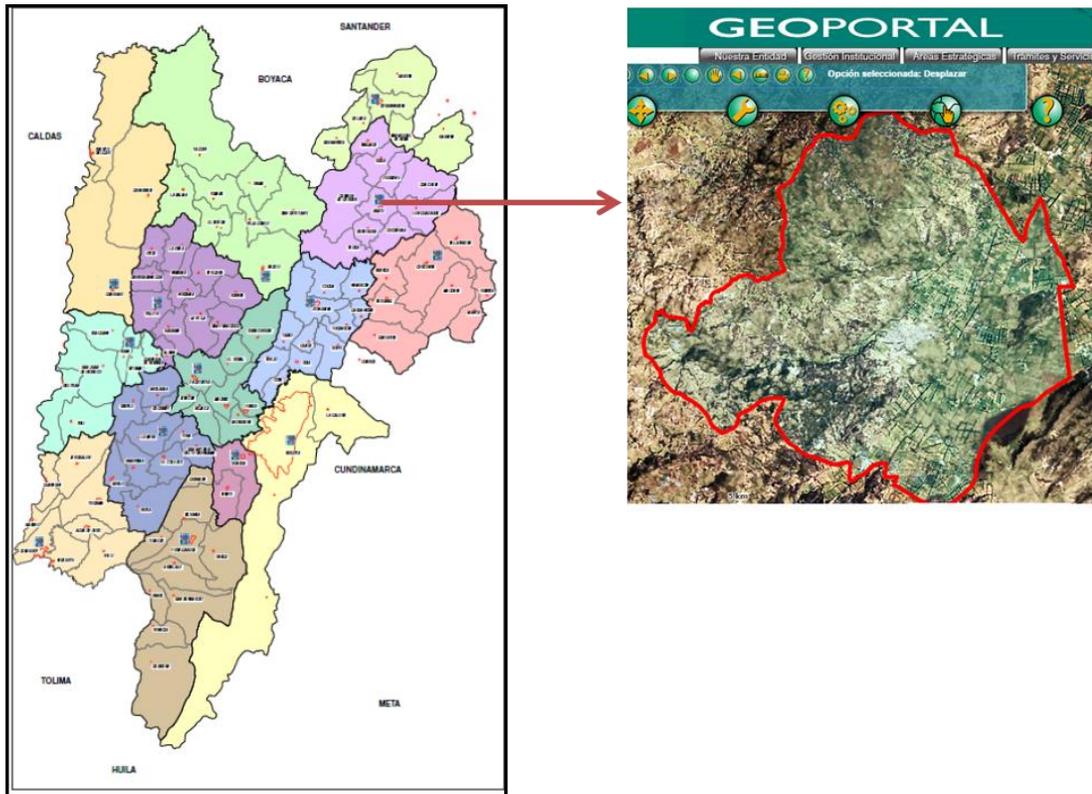
Fuente: Los Autores

5.3 CONTEXTO MUNICIPIO DE UBATÉ

5.3.1 Localización geográfica

El Municipio de Villa San Diego de Ubaté está localizado al norte del departamento de Cundinamarca, en las coordenadas 5° 21' 49" de Latitud Norte y 73° 47' 54" de Longitud Norte de Greenwich, con incidencia de la Zona de Confluencia Intertropical (ITC) ; en las estribaciones de la cordillera Oriental. Limita al Noroeste (NO) con los municipios de Guacheta, Lenguaque y Cocunuba; al Suroeste (SO) con los municipios de Susa y Carmen de Carupa al Norte con el municipio de Fuquene y al Sur con el municipio de Sutatausa.

Figura 28: Mapa Localización Geográfica Ubaté.



Fuente: Corporación Autónoma Regional- CAR e IGAC

5.3.2 Climatología

Para el valle de Ubaté se considera que las condiciones atmosféricas (Temperatura, precipitación tiempo y humedad) obedecen a un piso térmico frío que varía entre los 2.800 y 3.000 m.s.n.m con una temperatura que oscila en los 12 a 17°C, condiciones que permiten el desarrollo de actividades humanas como; asentamientos humanos, establecimiento de cultivos, manejo de ganado y captura del recurso hídrico. (Corporación Autónoma Reginal - CAR, 2010)

5.3.3 Hidrología

El municipio de Ubaté se presenta una precipitación bimodal los máximos se presentan durante los meses de abril y octubre con mayor intensidad en el segundo periodo, y un mínimo en el mes de enero. En cuanto a su Temperatura (T°) es casi constante durante todo el año, la temperatura media mensual es 12.0 – 13.2 °C, y la humedad relativa media mensual presenta diferencias mes a mes; varía entre 67% en julio y 74% en octubre, así mismo la evaporación tiene poca variación durante el año donde la media mensual esta en el rango de 66.7 – 98.6 mm. (Corporación Autónoma Reginal - CAR, 2010)

5.3.4 Geología

La región de Ubaté hace parte del altiplano de la cordillera oriental, hacia la parte central, lo cual hace que se presente un paisaje llano a ligeramente ondulado en medio de una condición montañosa, este terreno está conformado por un relleno parcial de materiales provenientes de procesos endógenos como; fluviales glaciales y pluviales y procesos exógenos como volcánicos y tectónicos. y estando a una altura de 2800 m.s.n.m alcanzado una condición climática de paramo. (Corporación Autónoma Reginal - CAR, 2010)

5.3.5 Geomorfología

Se presentan estructuras que presentan una distribución masiva con pliegues amplios y predomina un estilo de bloques tectónicos, compuestos por una serie de filos topográficos en condición irregular lo cual hace que predominen unidades geomorfológicas plana a ligeramente escalonada que corresponde a un relleno aluvial y glacial-fluvial en la parte occidental, de acuerdo a esta composición y estratificación de rocas compuestas de loditas y lutitas es decir rocas pelíticas con intercalaciones calcáreas permiten que se generen suelos con altos contenidos de minerales en la parte del valle, razón por la cual son terrenos topográficamente actos para el desarrollo de actividades agropecuarias. (Corporación Autónoma Reginal - CAR, 2010).

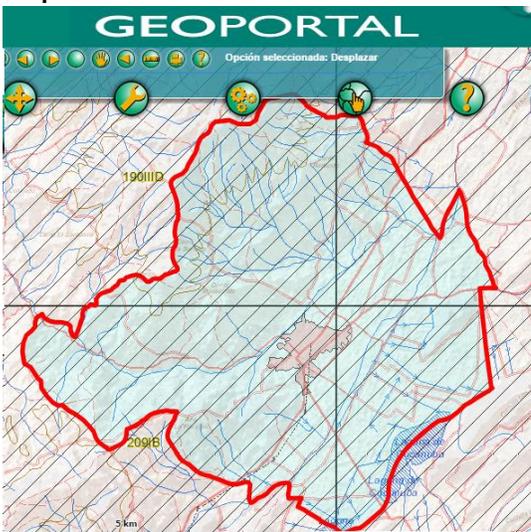
5.3.6 Actividades Económicas

Dentro del municipio se evidencia que las actividades de mayor relevancia están por sectores productivos tal como son las zonas destinadas a Ganadería Bovina dado que la mayor producción de leche la reporta Ubaté, seguido de las zonas dedicadas a la Agricultura (cultivos transitorios de papa, maíz, arveja, mazorca, café, mora y gulupa), así mismo presenta áreas destinadas a la producción de porcina y aves en menor proporción, debido a clasificación geológica en estratificación se presentan actividades de explotación de minas y canteras como la extracción y aglomeración de hulla (carbón de piedra). (CCB- Camara de Comercio de Bogotá, 2009)

5.3.7 Generalidades del Municipio

En la siguiente tabla se presenta una caracterización general de municipio de Ubaté, tanto en la descripción general, vocación y las especificaciones por cada sector.

Tabla 48: Características generales del municipio de Ubaté

MUNICIPIO DE UBATÉ	
<p>Mapa</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: IGAC.</p>	<p>Descripción General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extensión total: 102 Km² • Extensión área urbana: 4 Km² • Extensión área rural: 98 Km² • Altitud de la cabecera municipal: 2556 msnm • Temperatura media: 13 °C • Población: 21 968 • PIB: 227777,52 Precio corriente. • Oficina Provincial : Ubaté • Rango de Emisiones GEI: 101 – 250 Gg/CO₂ Base PRICC.
<p>Vocación</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Vocación de los sectores rurales es la agropecuaria, también algunos sectores se presenta extracción de recursos no 	<p>Plan de desarrollo municipal 2012 – 2015. Honestidad, Cambio y Resultados para la Prosperidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campañas de concientización para la

<p>renovables (Minería).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Además se encuentran empresas de cultivos de flores y ladrilleras. • Presencia significativa de la Cadena Láctea (ganadería, procesamiento de leche, empresas de productos lácteos). <p>Información tomada de (CCB- Camara de Comercio de Bogotá, 2009)</p>	<p>preservación del medio ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formación del comparendo ambiental. • Formalización del comité técnico interinstitucional de educación ambiental. • Integración del SIGAM y el POT. <p>Información tomada de (Ubate, Plan de Desarrollo (2012 -2015), 2012)</p>
<p>Sector Industrial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sector de la minería y ladrillero se encuentran en un crecimiento acelerado. • Las principales actividades de la economía de Ubaté son desde el punto de vista industrial: las empresas lácteas, madereras, agrícolas y pecuarias. • Se posee la base de datos de empresas del municipio. • Ahí una planta generadora de energía de CODENSA. 	<p>Sector Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con una secretaria de transporte y movilidad dentro del municipio. • Se tienen datos del parque automotor matriculado. • Tienen empresas de servicio público y transporte de carga en el municipio. <p>Información tomada de (Ubate, Oficina de Servicios Públicos - Plan de Desarrollo 2012 -2015, 2012)</p>
<p>Sector Residuos y aguas residuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se cuentan con estadísticas de cantidades de residuos generados por el municipio. • Programa de recuperación de zonas de antiguos rellenos. • PTAR, a cargo del municipio. • Cobertura municipal del 100% y 20% rural. • Poseen una empresa de compostaje. <p>Información tomada de (Alcaldía de Villa San Diego de Ubate - Cundinamarca, 2014)</p>	<p>Sector Agrícola, Pecuario y Silvicultura y Usos del Suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tienen un sistema de asistencia técnica para el sector agropecuario. • El cultivo principal es la papa y en menor grado el trigo, la arveja y las hortalizas. • Pérdida de capacidad productora del suelo por sobreexplotación y contaminación por agroquímicos (cultivos de flores). • Se tiene una lista de los plaguicidas usados en el municipio. <p>Información tomada de (Alcaldía de Villa San Diego de Ubate - Cundinamarca, 2014)</p>
<p>Sector Institucional</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la alcaldía de Ubaté se está desarrollando el programa carbono neutro de la gobernación de Cundinamarca. 	

Fuente: Los Autores

5.4 ACTIVIDADES PARA LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA DE UNIDADES PRODUCTIVAS.

Para la selección de las unidades productivas se efectuaron las siguientes actividades

- Por medio de las visitas de campo se contactó con las fuentes de información secundaria para el cálculo de la huella de carbono municipal, en la tabla No. se consolida las entidades que proporcionaron información en cada uno de los sectores.

Tabla 49: Entidades Participantes

MUNICIPIO	ENTIDAD CONTACTADA	DEPENDENCIA
UBATE	Alcaldía Municipal	Secretaria de Transito
		Secretaria de Planeación
		UMATA

Fuente: Los Autores

- La segunda actividad fue realizar un consolidado de la información recolectada tanto en las entidades participantes como la encontrada en la revisión bibliográfica, en la siguiente tabla se presentan las variables socioeconómicas encontradas (información secundaria), para el cálculo de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) y generalidades del municipio en el departamento.

Tabla 50: Variables De Medición Huella De Carbono Municipio de Ubaté

VARIABLE	DATO	FUENTE DE INFORMACIÓN
Extensión Km2	102 Km2	Fuente: Secretaria de Planeación de Cundinamarca - Estadísticas Básicas Municipales Gobernación de Cundinamarca.
Población 2014	21.968 Hab.	Fuente: Información estadística. Estimación y proyección de población Municipal. DANE www.dane.gov.co
PIB MILES DE MILLONES \$ CORRIENTES.	409,4	Fuente: Secretaria de Planeación de Cundinamarca - Estadísticas Básicas Municipales www.sdp.gov.co
Consumo de energía Kw.	20.401.478 C.E.	Fuente: Secretaría de Planeación de la Gobernación de Cundinamarca, Estadísticas de Cundinamarca 2010 Documento en línea, disponible en www.cundinamarca.gov.co

Población promedio anual bovina.	14.705	Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural; Oficina de Planificación sectorial -URPA- de la Gobernación de Cundinamarca, Estadísticas Agropecuarias 2011
Inventario Porcino	79.400	
Inventario Aves engorde.	0	
Inventario Aves Postura.	2.000	
Inventario Aves traspatio.	7.300	
Inventario Avícola.	9.300	
Cultivos permanentes por municipio Área Sembrada (Ha)	19	Fuente: Secretaria de Planeación de Cundinamarca - Estadísticas Básicas Municipales www.sdp.gov.co
Vocación agrícola y pecuaria	Ganadería y Agricultura	Fuente: Federación Colombiana de municipios. Información básica municipal.
Vulnerabilidad.	MEDIA	Fuente: Análisis de vulnerabilidad actual y futura a la variabilidad climática y cambio climático de la región Bogotá Cundinamarca, Bajo un enfoque territorial (2013) Página en línea www.priccregioncapital.org
Sitio de disposición final residuos.	Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo	FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. Listado sistemas de disposición final de residuos sólidos por municipio Dirección Técnica de Aseo. INFORMACIÓN 2011-2012 (Resolución 1890 de 2011)
Tipo de sistema	Relleno sanitario	
Ubicación del Relleno	Bojaca	
Ton/día dispuestas 2011-2012	20	
Distancia en ruta al Relleno (Km)	87,3	
Tipo de Cobertura Vegetal del Municipio	Cultivos y pastos	
Áreas Protegidas Jurisdicción CAR Nombre	0	Fuente: Plan de desarrollo forestal - Gobernación de Cundinamarca, 2010
Extensión Área Protegida (ha)	0	
Consumo gasolina corriente en galones/año.	1.802.262	Fuente: Ministerio de Minas y Energía Dirección de Hidrocarburos. Consumos de combustibles municipios jurisdicción CAR.
Consumo de Biodiesel galones/año.	3.455.696	Fuente: Ministerio de Minas y Energía Dirección de Hidrocarburos. Consumos de combustibles municipios jurisdicción CAR
Planta Tratamiento Aguas Residuales - PTAR	SI	Fuente: Licitación Pública 05/2011. Plantas de tratamiento de aguas residuales a cargo de la CAR. Car 2011.
CAUDAL L/Sg	45	
FUENTE RECEPTORA	Río Suta	
EFICIENCIA REM. %	38,20%	
DBO TON/AÑO	96,41	

SST TON/AÑO	64,99	
Q MILL m3/AÑO	697,89	
Generación de Residuos Peligrosos Kg/ Año 2011	3.315,50	Fuente: Cantidad anual de residuos o desechos peligrosos generados por municipio corte a 31 de marzo de 2012.

Fuente: Los Autores

- Una tercera actividad consistió en realizar visitas a campo identificando dentro del sector empresarial, el tipo de empresas que hay en el municipio y que tipo de actividad económica desarrollan con el fin de identificar las unidades productivas que presentaran procesos de transformación, dentro de la información recolectada se obtuvo un listado de 39 empresas en total de las cuales 13 empresas pertenecen al sector industrial y 9 de ellas realizan procesos de transformación de materia prima específicamente en tres sectores como se presenta a continuación.

Tabla 51: Censo Empresarial del Municipio de Ubaté

Sector Económico	No. Empresas	Empresas con proceso de transformación
Industrial	13	9
Transporte	2	
Agroindustrial	0	
Institucional	24	

5.4.1 **Recolección de la información secundaria para el cálculo de la huella de carbono.**

Para realizar el Cálculo de la Huella de Carbono Municipal fue indispensable contar con la participación de las entidades públicas y privadas del municipio de Ubaté para la recolección información en los sectores y categorías propuestas en la metodología para el año base de 2012 se consulto las siguientes entidades para la captura de información las cuales están consolidadas en la siguiente tabla:

Tabla 52 Levantamiento y recopilación de la información para el cálculo de la Huella de Carbono Municipal – Municipio de Ubaté – Información específica por sector

TIPO DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	ENTIDAD	SECTOR	MUNICIPIO
ENERGÍA ELECTRICA				
Consumos de energía eléctrica del municipio	Se presenta la consolidación de la información de consumos por sectores por el municipio, información se diligencia en el alcance 2 de la herramienta de cálculo de huella de carbono.	CODENSA	Alcance 2 cada sector	Ubaté
INSTITUCIONAL				
Base de datos de instituciones educativas en el municipio	Identifica las instituciones educativas dentro del municipio con contactos en cada institución.	Secretaria de educación	Institucional	Ubaté
TRANSPORTE				
Parque automotor perteneciente al municipio por categorías	Se precisa la cantidad y modelos de los vehículos matriculados dentro del municipio, es información para comparar la información entregada por parte de las empresas privadas.	Secretaria de tránsito y transporte	Transporte	Ubaté
Flota vehicular y consumo de combustibles perteneciente a la empresa de transporte público (mixto, veredal, intermunicipal y taxis)	La cantidad de vehículos y combustible consumido por el transporte público (mixto, interveredal, intermunicipal y taxis), son diligenciados en el sector de transporte en la sección de fuentes móviles.	COOTRANSVU	Transporte	Ubaté
Flota vehicular y consumo de combustibles perteneciente a la empresa de transporte de alimentos.	La cantidad de vehículos y combustible consumido a empresa de transporte de alimentos, son diligenciados en el sector de transporte en la sección de fuentes móviles.	COOLFOODS	Transporte	Ubaté
INDUSTRIAL				
Base de Datos de Empresas en el municipio	Se identifican las empresas formalmente constituidas con información de contacto	Asesora de Medio Ambiente Alcaldía	Industria	Ubaté
Base de Datos de Empresas en el municipio	Se identifican las empresas formalmente constituidas con información de contacto	Cámara comercio Bogotá	Industria	Ubaté
Vinculación de 4 Empresas	Se incluye la información de 4 empresas productoras agrícolas	Asesora de Medio	Industria	Ubaté

TIPO DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	ENTIDAD	SECTOR	MUNICIPIO
productoras	para conocer información primaria sobre los procedimientos de cultivo dentro del municipio, la información se diligencia en el sector de agropecuario en las secciones de fuentes móviles, fijas y otras emisiones fugitivas, según como corresponda la información recopilada.	Ambiente Alcaldía		
RESIDUOS SÓLIDOS				
PGIRS Ubaté	Describe generalidades del manejo de los residuos del municipio, entidades responsables del mismo.	Empresa de Servicios Públicos de Ubaté	Residuos Solidos	Ubaté
Inventario de Vehículos de Recolección	La cantidad de vehículos y combustible consumido, son diligenciados en el sector residuos en la sección de fuentes móviles.	Empresa de Servicios Públicos de Ubaté	Residuos Solidos	Ubaté
Caracterización de los residuos Sólidos en Ubaté	Se discrimina y cuantifica la producción de residuos presentando las generalidades de los residuos sólidos en el municipio.	Empresa de Servicios Públicos de Ubaté	Residuos Solidos	Ubaté
SECTOR USO DEL SUELO, CAMBIO DE USO DE SUELO Y SILVICULTURA				
Plan Básico de ordenamiento Territorial de Ubaté	Se presenta el detalle del ordenamiento territorial del municipio	Jefe Secretaria de Planeación	Usos del suelo y Silvicultura	Ubaté
Plan parcial de Planeación de Ubaté	Se presenta a una escala menor la información del Plan Básico de ordenamiento Territorial de Ubaté	Jefe Secretaria de Planeación	Usos del suelo y Silvicultura	Ubaté
Plan de ordenamiento territorial de Ubaté Actual y Anterior	Se identifican los tipos de uso del suelo y el área de los mismos dentro del municipio.	Jefe Secretaria de Planeación	Usos del suelo y Silvicultura	Ubaté

Después de la aplicación del formato de recolección de información se tuvo en cuenta dos niveles de participación de acuerdo al sector y/o categoría según las fuentes de emisión presentes en el municipio, para el inventario de emisiones de GEI tal como son:

- Nivel Empresarial: Unidades presentes en el municipio y consumos individuales de combustibles, refrigerantes, energía eléctrica, generación de residuos, etc.
- Nivel Municipal: Datos como inventarios de ganado (vacuno, porcino y avícola), generación de residuos municipales, aguas residuales, tipo de cultivos y áreas cultivadas, transporte público y número de vehículos, entre otros.

A partir de la Metodología Validada y el cálculo de la huella de carbono por cada sector se ajustó una herramienta para la captura de información de cada sector y categoría para la recolección de la información requerida para el inventario de generación de GEI y el cálculo de la Huella de Carbono, teniendo en cuenta las variables socioeconómicas, la generación de Gases Efectos Invernadero según los resultados del inventario realizado por el PRICC (Cundinamarca) y estimaciones realizadas a cada municipio de la Jurisdicción CAR, esta primera herramienta obedece a una serie de formatos para la recolección de información secundaria la cual facilitara el proceso de recolección de datos y creación de la línea base para el municipio de Ubaté.

Los instrumentos utilizados en el proceso de la Recolección de la Información se presentan en el **Anexo No.3**

- **Información Adicional**

La economía del municipio se basa en la agroindustria, ya que el valle de Ubaté tiene una población considerable en ganadería, en especial la vacuna y la agricultura cultivándose productos de clima frío como la papa y el maíz.

Tabla 53 Variables Agrícolas Municipio de Ubaté

CULTIVOS UBATE (Año 2011)			
Áreas (Ha)			
TRANSITORIOS	SEMBRADA	COSECHADA	PRODUCCIÓN (TN)
Arveja	18,00	13,00	34,00
Papa	910,00	650,00	11.095,00
Papa Criolla	70,00	65,00	615,00
TOTALES	998,00	728,00	11.744,00

Fuente: Los Autores.

En cuanto a la ganadería Lechera, Ubaté aporta aproximadamente el 19% de la producción lechera de la región con 70.830 litros diarios y comercializa un volumen cercano al 50% de la producción total, la población vacuna se centra especialmente en la raza Holstein.

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el Municipio de San Diego de Ubaté, corresponden a los sectores primarios y terciario, esto es, de producción agrícola, ganadera y la prestación de diversos servicios a escala regional; en lo industrial, la actividad es conformada por la agroindustria lechera, pasteurizada y procesadoras de productos lácteos.

El sacrificio de ganado es uno de los puntos que también generan empleo e ingresos al municipio. Esta labor se viene realizando con equipos de alta tecnología y en condiciones

de higiene a través del Consorcio Ganadero “Los Andes”, quienes además del sacrificio del ganado realizan la comercialización intermunicipal, logrando la mayor venta hacia almacenes de cadena de la capital.

Adicionalmente se identificó que un segundo sector de importancia para el cálculo es el sector transporte ya que cuenta con 5 empresas de carácter público y privado que prestan el servicio en el municipio teniendo en cuenta el consumo de combustibles fósiles que es la variable fundamental para hacer el cálculo para fuentes móviles como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 54: Variables De Transporte Municipio de Ubaté

VARIABLES TRANSPORTE	
Consumo gasolina corriente en galones/año (2013)	Consumo de Biodiesel galones/año (2013)
1.802.262	3.455.696

Fuente: Los Autores.

Calculó a partir de la generación de GEI Per cápita (CO₂ equivalente/habitante-año) que para el municipio de Ubaté es de 5,26 Ton CO₂ eq/hab-año. teniendo una participación del 10,77%. Este dato se obtuvo a partir de la fraccionamiento entre la población total del municipio sobre la emisión de gases GEI del municipio del Ubaté en Ton CO₂ eq./Año

6 CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL MUNICIPIO DE UBATÉ

6.1 Consolidación y ajuste de la información del Sector Institucional

A continuación se presenta la información que se recolectó para cada uno de los sectores con el apoyo en la entrega de datos de consumo y la pertinencia de los mismos por parte de las siguientes entidades del municipio tal como fue: Alcaldía de Ubaté, CODENSA, Secretaría de educación, Secretaría de hacienda, UMATA, Secretaría de tránsito y transporte, Oficina de Gestión Ambiental, Cámara Comercio Bogotá, Empresa de Servicios Públicos, Secretaría de Planeación,

La información que se capturó en campo para este sector fue obtenida y ajustada de acuerdo a las unidades de medida que se necesitaban para ser introducidos a la herramienta de cálculo, por consiguiente fue recopilada en un formato “Información recolectada por sector”, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 55 Tipo de información requerida para el sector Institucional

<i>TIPO DE INFORMACION</i>	<i>Unidad</i>	<i>SECTOR</i>	<i>INTERPRETACION EN LA HERRAMIENTA</i>
Combustibles líquidos	Galones	Institucional	Cantidad de combustibles líquidos consumidos por parte de las fuentes móviles y fijas en el sector institucional
Combustibles sólidos	Kilogramos	Institucional	Cantidad de combustibles sólidos consumidos por parte de las fuentes fijas en el sector institucional
Combustibles gaseosos	Metros cúbicos normalizados	Institucional	Cantidad de combustibles gaseosos consumidos por parte de las fuentes móviles y fijas en el sector institucional
Consumo de Energía Eléctrica	KWh	Institucional	Consumo de energía eléctrica para el funcionamiento de las instituciones públicas y privadas presentes en el municipio.

Fuente: Los Autores.

La información fue segregada por alcance, ya que para este sector solo se contempló los alcances 1 y 2, los datos obtenidos están inmersos en los sectores de carácter **Institucional, Comercial, Residencial y Otros**. Dado la pertinencia de la información requerida para lograr un balance de todas las fuentes de emisión fue necesario obtener información sobre el consumo de combustibles, consumo de energía eléctrica, generación y manejo de residuos de los sectores incluidos descritos anteriormente, en la tabla No. 57 se presenta los datos recolectados acorde a las especificaciones presentadas.

Tabla 56 Información Primaria Recolectada para el sector Institucional

ENTIDAD	FUENTES MÓVILES			FUENTES FIJAS			ENERGÍA ELÉCTRICA		FUENTE DE INFORMACIÓN
	TIPO DE COMBUSTIBLE	CONSUMO		TIPO DE COMBUSTIBLE	CONSUMO		CANTIDAD	UNIDAD	
		CANTIDAD	UNIDAD		CANTIDAD	UNIDAD			
ALCALDIA DE UBATÉ	ACPM	33.916	GAL Anual				288.139	KWh Anual	Información entregada por la UMATA Ubaté, Programa carbono neutro gobernación Cundinamarca, año 2012.
	Gasolina Genérico	6.288	GAL Anual						
COLEGIO DE LA PRESENTACIÓN	Gasolina Genérico	5	GAL Anual	ACPM	5	GAL Anual	31.200	KWh Anual	Información entregada por rectora del colegio.
	Gas Natural Genérico	520	NM ³ ANUAL	Gas Natural Genérico	286	NM ³ Anual			
FUNDACIÓN BIOS TERRAE e ICAM	Gasolina Genérico	288	GAL Anual	LPG Propano	410	NM ³ Anual	2.763	KWh Anual	Información entregada por directivos de las instituciones.
IED BOLIVAR				LPG Propano	71	NM ³ Anual	22.488	KWh Anual	Información entregada por coordinador del colegio.
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	Diesel Genérico	1.115	GAL Anual	Gas Natural Genérico	559	NM ³ Anual	0	KWh Anual	Información entregada por el director seccional de la universidad
	Gasolina Genérico	688	GAL Anual						
TOTAL INSTITUCIONAL				Gas Natural Genérico	845	NM ³ Anual	344.590	KWh Anual	
GAS NATURAL FENOSA - SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL				Gas Natural Genérico	2.023.198	NM ³ Anual			Fenosa - consumos en el municipio
CODENSA - SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL							21.777.089	KWh Anual	Codensa - consumos en el municipio

Fuente: Los Autores.

6.2 Consolidación y ajuste de la información del Sector Transporte

El levantamiento de la información para este sector se obtuvo por parte de de la Secretaria de Tránsito y Transporte de Ubaté, las empresas de servicio público y las estaciones de combustible ubicadas en el municipio. En la siguiente tabla se presenta las unidades de medida de consumo de combustible que se trabajaran en el cálculo de la Huella de Carbono, especificando que el **Alcance 1** corresponde al consumo de combustibles (líquidos y gaseosos) para la operación de vehículos de carga y/o pasajeros dentro de los límites del municipio, generación de dióxido de carbono CO₂ y el uso de refrigerantes en los vehículos de carga generación de GEI (HFC, PFC) y para el **Alcance 2** se contemplo la siguiente información de consumo de energía eléctrica de la empresas prestadoras de transporte ubicadas en el municipio así mismo el consumo de energía eléctrica por parte de las terminales de transporte.

Tabla 57 Tipo de información requerida para el sector Transporte

<i>TIPO DE INFORMACION</i>	<i>Unidad</i>	<i>SECTOR</i>	<i>INTERPRETACION EN LA HERRAMIENTA</i>	<i>Alcance</i>
Transporte público de pasajeros automotor	Galones	Transporte	Consumo de combustibles asociado a la prestación de servicio por parte de las empresas de transporte de pasajeros.	Alcance 1
Transporte de carga automotor	Galones	Transporte	Consumo de combustibles por parte de la empresa de transporte de carga.	Alcance 1
Transporte automotor particular	Cantidad vehículos	Transporte	Cantidad de vehículos particulares que pertenecen y circulan dentro del municipio.	Alcance 1
Transporte automotor particular	Km	Transporte	Calculo promedio de los kilómetros de carretera que pertenecen al municipio, partiendo del casco urbano hasta el límite geográfico del municipio.	Alcance 1
Consumo de Energía Eléctrica	KWh	Transporte	Consumo de energía eléctrica atribuida a la infraestructura del terminal de transporte.	Alcance 2

Fuente: Los Autores

Dado que es fundamental conocer la procedencia de la información para el sector transporte se puede emplear las siguientes opciones para determinar las emisiones directas del Alcance 1 se tienen dos alternativas:

- la primera está asociada tener los datos sobre: tipo de vehículos, cantidad, tipo de combustible que utiliza, tipo de tecnología y kilómetros recorridos al año.

- la otra alternativa es a través del consumo de combustibles en el municipio, lo cual se puede obtener a partir de los registros de compra, venta y usos de los diferentes tipos de combustibles en estaciones de servicio.

Para el Alcance 2 es preciso incluir el consumo de energético de las instalaciones donde funcionan las empresas de transporte público y privado tanto de pasajeros como de carga, especialmente si el municipio cuenta con terminal de transporte.

Con base a lo anterior es necesario ultimar que la opción más acertada para el ejercicio de cálculo es la primera para el Alcance 1, puesto que los datos fueron entregados y consolidados en un censo que entregó la Secretaría de Tránsito y Transporte de Ubaté y que se presentan a continuación en la siguiente tabla No. 59 incluyendo empresas prestadoras de servicio público que se intervinieron en la recolección de información.

Tabla 58 Información Primaria Recolectada para el sector Transporte

Empresas de transporte y Vehículos Particulares	Consumo total	Combustible
UNITAXI	20.316	GNV (m ³)
	27.722	Gasolina
TRANSPORTE DUARTE	38.810	Gasolina
RAPIDO DEL CARMEN	20.850	ACPM
COOLFOODS	60.839	ACPM
COOTRANSVU	56.160	ACPM
	1.109	Gasolina
Automóviles Particulares	618	Gasolina
Camionetas Particulares	921	ACPM
Camperos particulares	298	ACPM
Motocicletas	3.953	Gasolina

Fuente: Los Autores.

6.3 Consolidación y ajuste de la información del Sector Industrial.

Para este sector la información fue recolectada en nueve (9) de las trece (13) industrias de todo el municipio, ya que para hacer una correcta clasificación las fuentes de emisión es importante ser muy precisos en la caracterización de cada Alcance para así mismo determinar la unidades de medida que serán utilizadas en el cálculo, los cuales se detallan a continuación:

Alcance 1: para el cálculo de la huella de carbono harán parte las siguientes fuentes:

- Consumo de combustible (sólido, líquido o gaseoso) para la operación de fuentes fijas y móviles por partes de las industrias ubicadas en el municipio de Uvate que generarían gases (CO₂, CH₄) donde se utilizaran las unidades (Gal, Nm³, Kg).
- Uso de refrigerantes que generan GIE de tipo (HFC, PFC)
- Uso de productos para aislantes eléctricos (SF₆)
- Cálculo de emisiones fugitivas (no intencionales) en procesos industriales (CO₂) y en procesos de minería (CH₄)

Alcance 2: El cálculo se hará por consumo de energía eléctrica en predios y actividades industriales.

Tabla 59 Tipo de información requerida para el sector Industria

TIPO DE INFORMACION	Unidad	SECTOR	INTERPRETACION EN LA HERRAMIENTA
Combustibles Líquidos	Galones	Industrial	Cantidad de combustibles líquidos consumidos por parte de las fuentes móviles y fijas para el sector industrial
Combustibles Sólidos	Kilogramos	Industrial	Cantidad de combustibles sólidos consumidos por parte de las fuentes fijas en el sector industrial
Combustibles Gaseosos	Metros cúbicos normalizados	Industrial	Cantidad de combustibles gaseosos consumidos por parte de las fuentes móviles y fijas en el sector industrial
Consumo de Energía Eléctrica	Kilovatios hora	Industrial	Consumo de energía eléctrica para el funcionamiento de la empresa
Consumo de Refrigerantes	Libras	Industrial	Cantidad de refrigerantes GEI consumidos por parte del sector industrial.
Consumo de aislante térmico	Kilogramos	Industrial	Cantidad de refrigerantes generadores de GEI por el uso de las subestaciones eléctricas.

TIPO DE INFORMACION	Unidad	SECTOR	INTERPRETACION EN LA HERRAMIENTA
Extracción de Carbón Subterráneo y a cielo abierto	Toneladas	Industrial	Cantidad de carbón extraído.
Procesos industriales	Toneladas	Industrial	Cantidad producida de coque, cemento, cal viva , cal dolomítica y amoniaco por parte del sector industrial
Efluentes Industriales	Kilogramos	Industrial	Cantidad de residuos orgánicos solidos y/o líquidos que se manejen dentro de la empresa.

Fuente: Los Autores.

Dentro de la pertinencia de la información requerida para este sector en el Alcance 1 se considera como fuentes fijas de emisión de GEI las siguientes: calderas, turbinas, hornos, quemadores, flameadores, calentadores, plantas eléctricas refrigeradores, cuartos fríos, aire acondicionado, etc. Registrando el consumo de los diferentes tipos de combustible, tanto por equipos estacionarios o fijos como medios de transporte sin embargo todo lo referente a transporte se deberá consolidar en el respectivo sector.

Otras fuentes que se deben inventariar son las relacionadas con las emisiones fugitivas intencionales o no intencionales que están relacionadas como por ejemplo; las pilas de carbón, tratamiento de aguas residuales, torres de enfriamiento, plantas de procesamiento de gas, etc. así mismo todo lo referente a residuos deberá ser consolidado en ese sector.

Para el Alcance 2 licos se considera el consumo de energía eléctrica reportado por las empresas de servicios públicos que prestadoras del servicio en el sector industrial como son; CODENSA S.A. ESP, EMGESA S.A. E.S.P. y VATIA S.A. E.S.P. Información reportada en el Sistema Único de Información – SUI.

En la siguiente tabla se presenta el consolidad de las industrias vinculas al cálculo de Huella de Carbono.

Tabla 60 Información Primaria Recolectada para el sector Industria

Empresas Inventariadas	Fuentes móviles			Fuentes fijas			Energía Eléctrica	
	TIPO DE COMBUSTIBLE	CONSUMO		TIPO DE COMBUSTIBLE	CONSUMO		CANTIDAD	UNIDAD
		CANTIDAD	UNIDAD		CANTIDAD	UNIDAD		
DOÑA LECHE				ACPM	250	GAL	1.800.000	Kwh
				Carbón del Checua y Lenguazaque base seca libre de cenizas.	60.000	Kg		
				Gas Natural Apiay.	30.000	Nm3		
ARCILLAS EL ALTAR				Carbón del Checua y Lenguazaque base seca libre de cenizas.	150.000	Kg	23.800	Kwh
LADRILLERA VILLANOVA				Carbón del Checua y Lenguazaque base seca libre de cenizas.	118.000	Kg	21.400	Kwh
LACTEOS SAN CARLOS				Gas Natural Apiay	15.942	Nm3	8.600	Kwh
QUESOS Y PANADERIA VILLA DE UBATE	GASOLINA GENERICO	2903,32	GAL	LPG Propano	7.642	Nm3	11.862	Kwh
LACTEOS UBATE				ACPM	750.60	GAL	4.374	Kwh
LACTEOS SAN ANDRES				LPG Propano	18	Nm3	9.600	Kwh
HATOCHIPS	GASOLINA GENERICO	2903,32		LPG Propano	12.539	Nm3	10.432	Kwh
HORNO CREMATORIO				LPG Propano	5	Nm3		

Fuente: Los Autores.

6.4 Consolidación y ajuste de la información del Sector Agropecuario.

El levantamiento de información para el sector Agrícola fue facilitado por la UMATA del municipio de acuerdo a registros agrícolas tanto en cultivos transitorios y anuales, aclarando que como Alcance 1 se contemplan todas las Emisiones provocadas por la fertilización in situ de los cultivos y pastos generando N₂O y la emisión de CO₂ por el uso de combustible en maquinaria como; motobombas, tractores, empacadoras, extintores, refrigerantes y quema de biomasa, y para el Alcance 2 se contemplan las emisiones generadas por consumo de energía eléctrica por uso de equipos electrónicos, motores e iluminación.

Tabla 61 Tipo de información requerida para el sector Agrícola.

<i>TIPO DE INFORMACIÓN</i>	<i>Unidad</i>	<i>SECTOR</i>	<i>INTERPRETACIÓN EN LA HERRAMIENTA</i>
Cultivos presentes en el Municipio	Hectáreas	Agrícola	Cantidad de fertilizantes Nitrogenados, Quema de residuos agrícolas y quemas de sabana.

Fuente: Los Autores.

La información que se presenta a continuación fue ajustada de acuerdo al tipo de cultivo, por el No. De hectáreas sembradas y la cantidad de fertilizantes especificando las características químicas del mismo usados en los diferentes cultivos.

Tabla 62 Información Primaria Recolectada para el sector Agrícola.

CULTIVO	Variedad Predominante	Área Sembrada en Hectáreas	KG N TOTALES /AÑO	FUENTE DE INFORMACIÓN
Cultivos Transitorios Ubaté Primer Semestre 2012				UMATA Ubaté - Evaluaciones agropecuarias Municipales
Papa	Papa Pastusa	520	260.000	
Arveja	Santa Isabel	7	6.009,5	
Papa Criolla	Papa Criolla	18	9.000	
Aromáticas	Tomillo	2	1.717	
Uchuva		1	858,50	
Caducifolios	Diamante	6	5.151,00	
Fresa	Camino Real	6	5.151,00	

CULTIVO	Variedad Predominante	Área Sembrada en Hectáreas	KG N TOTALES /AÑO	FUENTE DE INFORMACIÓN
Cultivos Transitorios Ubaté Segundo Semestre 2012				
Papa	Papa Pastusa	810	405.000,00	
Arveja	Santa Isabel	18	15.453,00	
Papa Criolla	Papa Criolla	15	7.500,00	
Aromáticas	Caléndula	2	1.717,00	
Aromáticas	Tomillo	1	858,50	
Cultivos Anuales Ubaté 2012				
Frijol	Frijol	1	858,50	
Maíz	Amarillo Choco	2	1.717,00	

Fuente: Los Autores.

Tabla 63 Tipo de información requerida para el sector Pecuario.

<i>TIPO DE INFORMACION</i>	<i>Unidad</i>	<i>SECTOR</i>	<i>INTERPRETACION EN LA HERRAMIENTA</i>
Tipo y Numero de cabezas de ganado	Cabezas	Pecuario	Cantidad de Estiércol por tipo de ganado Fermentación entérica ganado vacuno y porcícola

Fuente: Los Autores.

Para este sector la información fue entregada por el Comité de Ganaderos y verificada por la UMATA, por medio de un censo por tipo de animal (ganado vacuno, porcícola y avícola) considerando como fuentes de emisión fijas directas la digestión y el manejo de estiércol, también se contempla como unidad productiva el uso de combustible en turbinas, hornos, quemadores tractor, guadaña y calentadores y las emisiones de CO₂ en lo relacionado al uso de vehículos para el transporte de animales para sacrificio.

En la

Tabla 64 Información Primaria Recolectada para el sector Pecuario.

PECUARIO	TIPO DE ANIMAL	CABEZAS		FUENTE DE INFORMACIÓN
		CANTIDAD	UNIDAD	
Fermentación entérica	Ganado vacuno lechero			UMATA Ubaté - Evaluaciones agropecuarias Municipales
	Ganado vacuno no lechero	3.100	Cabezas	
	Búfalos	0	Cabezas	
	Ovejas	0	Cabezas	
	Cabras	0	Cabezas	
	Caballos	860	Cabezas	
	Mulas y Asnos	0	Cabezas	
	Cerdos	12.825	Cabezas	
Manejo de estiércol	Ganado vacuno lechero	6.132	Cabezas	
	Ganado vacuno no lechero	3.100	Cabezas	
	Búfalos	0	Cabezas	
	Ovejas	0	Cabezas	
	Cabras	0	Cabezas	
	Caballos	860	Cabezas	
	Mulas y Asnos	0	Cabezas	
	Cerdos	12.825	Cabezas	
	Aves de corral	6.000	Aves	

Fuente: Los Autores.

Tabla 65 Tipo de información requerida para el sector Uso del suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura.

TIPO DE INFORMACION	Unidad	SECTOR	INTERPRETACION EN LA HERRAMINETA
Extensión en Plantaciones Comerciales, Protectoras	Hectáreas	Sumideros	Captaciones de CO2 por parte de los diferentes tipos de especies presentes.
Extensión de Bosques Naturales	Hectáreas	Sumideros	Captaciones de CO2 por parte de los diferentes tipos de especies presentes.
Cambio de Cobertura	Hectáreas	Cambio y Usos del Suelo	Cambios realizados a la cobertura del suelo. En los últimos años.

Fuente: Los Autores.

Tabla 66 Información Primaria Recolectada para el sector Uso del suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura

Humedales- Ubaté					
N °	Humedal	Vereda	Municipio	Extensión Ha	Origen
1	Laguna de Cucunuba	La Patera	Ubaté	222,1	Natural
INCENDIO FORESTAL			FUENTE DE INFORMACIÓN		
AÑO	Extensión	HECTAREAS			
2012	0,5 Fanegada	0,18	CUERPO VOLUNTARIO DE BOMBERO DE UBATÉ		

Fuente: Los Autores.

Tabla 67 Tipo de información requerida para Sumideros

TIPO DE INFORMACION	Unidad	SECTOR	INTERPRETACION EN LA HERRAMIENTA
Extensión en Plantaciones Comerciales, Protectoras	Hectáreas	Sumideros	Captaciones de CO2 por parte de los diferentes tipos de especies presentes.
Extensión de Bosques Naturales	Hectáreas	Sumideros	Captaciones de CO2 por parte de los diferentes tipos de especies presentes.

Fuente: Los Autores.

6.5 Presentación de resultados en la calculadora de huella de carbono municipal para el Ubaté.

Con la información recolectada en cada sector y categoría presente en el municipio de Ubaté se realizó el cálculo de la huella de carbono o el inventario de GEI generados por cada uno de ellos, obteniéndose la huella de carbono total del municipio, dada en CO2 equivalente. Los resultados se presentan a continuación, realizando un análisis porcentual de la Huella de Carbono Municipal de cada sector lo que muestra la contribución y/o aporte de cada uno de ellos en el resultado global para el municipio.

Como otras herramientas de análisis de resultados, se presentan por aparte los resultados para el Alcance 1 de los obtenidos para el Alcance 2 en unión del Alcance 3, por cada uno de los sectores evaluados.

A continuación se presenta los datos recolectados por sector información primaria recolectada en cada una de las instituciones tanto públicas como privada presente en el municipio de Ubaté.

Tabla 68: Calculadora Sector Institucional.

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO							
MUNICIPIO:	UBATÉ		INFORMACIÓN DEL AÑO:	2012			
INFORMACIÓN DE CONTACTO:	JOHANA PISCO		FECHA DE DILIGENCIAMIENTO:				
DATOS GENERALES DEL SECTOR INSTITUCIONAL							
INSTITUCIONES INVENTARIADAS:	ALCALDIA MUNICIPAL DE UBATÉ, COLEGIO DE LA PRESENTACIÓN, COLEGIO ICAM, COLEGIO IED BOLIVAR, UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA						
ALCANCE 1							
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI <i>(Selleccione de la lista)</i>	TIPO DE COMBUSTIBLE <i>(Selleccione de la lista)</i>	CONSUMO		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO <i>(Ton CO₂ e)</i>	
		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD		
FUENTES MÓVILES							
Consumo de combustibles líquidos	ACPM	33.916,00	gal	10,15	kgCO ₂ e/gal	344,21	
	Gasolina Genérico	6.581,39	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	53,61	
	Biogasolina Genérica	0,00	gal	7,17	kgCO ₂ e/gal	0,00	
Consumo de combustibles gaseosos	LPG Propano	0,00	Nm ³	8,21	kgCO ₂ e/Nm ³	0,00	
	Gas Natural Genérico	1.079,00	Nm ³	1,86	kgCO ₂ e/Nm ³	2,01	
SUBTOTAL FUENTES MÓVILES						399,84	
FUENTES FIJAS							
Consumo de combustibles líquidos	ACPM	1.120,33	gal	10,15	kgCO ₂ e/gal	11,37	
	Gasolina Genérico	687,87	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	5,60	
	Biodiesel Genérico	0,00	gal	9,44	kgCO ₂ e/gal	0,00	
Consumo de combustibles sólidos	Leña	372,00	kg	1,84	kgCO ₂ e/kg	0,69	
	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
Consumo de combustibles gaseosos	Gas Natural Genérico	2.024.043,00	Nm ³	1,86	kgCO ₂ e/Nm ³	3.769,61	
	LPG Propano	481,26	Nm ³	8,21	kgCO ₂ e/Nm ³	3,95	
SUBTOTAL FUENTES FIJAS						3.791,21	
TOTAL ALCANCE 1						4.191,05	
ALCANCE 2							
Consumo de energía eléctrica	Energía eléctrica adquirida	24.011.747,00	22.121.679,07	KWh	0,153	kgCO ₂ e/KWh	3.384,62
TOTAL ALCANCE 2						3.384,62	
TOTAL EMISIONES DE GEI SECTOR INSTITUCIONAL						7.575,67	

Fuente 11 Elaboración Convenio.

Tabla 69: Calculadora Sector Transporte

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO											
MUNICIPIO:	UBATÉ					INFORMACIÓN DEL AÑO:	2012				
INFORMACIÓN DE CONTACTO:	JOHANA PISCO					FECHA DE DILIGENCIAMIENTO:					
DATOS GENERALES DEL SECTOR TRANSPORTE											
EMPRESAS DE TRANSPORTE INVENTARIADAS:	UNITAXI, TRANSPORTE DUARTE, RÁPIDO DEL CARMEN, COOLFODS Y VEHÍCULOS PARTICULARES										
DATOS GENERALES DEL SECTOR TRANSPORTE											
MODALIDADES DE TRANSPORTE INVENTARIADAS:	Transporte Automotor de Pasajeros Público	<input checked="" type="checkbox"/>	Transporte Automotor de Carga	<input checked="" type="checkbox"/>							
Transporte Automotor Particular	<input checked="" type="checkbox"/>										
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR TRANSPORTE											
ALCANCE 1											
TIPO DE TRANSPORTE (Seleccione de la lista)	FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccione de la lista)	TIPO DE COMBUSTIBLE (Seleccione de la lista)	CONSUMO		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)				
			CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD					
Transporte público de pasajeros automotor	Consumo de combustible líquido	ACPM	81.689,22	gal	10,15	kgCO ₂ e/gal	829,06				
		Gasolina Genérico	66.532,26	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	542,00				
	Consumo de Combustible Gaseoso	Gas Natural Vehicular	20.316,03	Nm ³	1,86	kgCO ₂ e/Nm ³	37,84				
		0	0,00	0	0,00	0	0,00				
SUBTOTAL Transporte Automotor Pasajeros Públicos							1.408,89				
Transporte de carga automotor	Consumo de combustible líquido	ACPM	0,00	gal	10,15	kgCO ₂ e/gal	0,00				
		Gasolina Genérico	0,00	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	0,00				
	Consumo de Combustible Gaseoso	Gas Natural Vehicular	0,00	Nm ³	1,86	kgCO ₂ e/Nm ³	0,00				
		0	0,00	0	0,00	0	0,00				
SUBTOTAL Transporte Carga Automotor							0,00				
TIPO DE TRANSPORTE (Seleccione de la lista)	FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccione de la lista)	TIPO DE COMBUSTIBLE (Seleccione de la lista)	TIPO DE VEHÍCULO (Seleccione de la lista)	CANTIDAD DE VEHÍCULOS	KM PROM / DÍA	CONSUMO		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)	
						CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD		
Transporte automotor particular	Consumo de combustible líquido	ACPM	4x4 - Diesel	921,00	7,00	58.828,88	gal	10,15	kgCO ₂ e/gal	597,050	
		Gasolina Genérico	Automovil - Gasolina	618,00	7,00	52.633,00	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	428,769	
		Gasolina Genérico	Moto	3.953,00	7,00	67.332,77	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	548,519	
	Consumo de Combustible Gaseoso	Gasolina Genérico	4x4 - Gasolina	298,00	7,00	16.919,78	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	137,835	
		Gas Natural Vehicular	0	0,00	0,00	0,00	0,00	Nm ³	1,86	kgCO ₂ e/Nm ³	0,000
		Gas Natural Vehicular	0	0,00	0,00	0,00	0,00	Nm ³	1,86	kgCO ₂ e/Nm ³	0,000
SUBTOTAL Transporte Automotor Particular										1.712,17	
TOTAL ALCANCE 1										3.121,06	
ALCANCE 2											
Terminales de transporte	Energía eléctrica adquirida				0,00	KWh	0,153	kgCO ₂ e/KWh	0,00		
TOTAL ALCANCE 2										0,00	
TOTAL OTRAS FUENTES DE EMISIÓN SECTOR TRANSPORTE										3.121,06	

Fuente 12 Elaboración Convenio.

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO						
MUNICIPIO:	UBATÉ		INFORMACIÓN DEL AÑO:		2012	
INFORMACIÓN DE CONTACTO:	JOHANA PISCO		FECHA DE DILIGENCIAMIENTO:		11/10/2015	
DATOS GENERALES DEL SECTOR INDUSTRIAL						
SECTORES PRODUCTIVOS INVENTARIADOS:	EMPRESAS, QUESOS Y PANADERIA VILLA DE UBATÉ, LACTEOS UBATÉ, LACTEOS SAN ANDRES, DOÑA LECHE, ARCILLAS EL ALTAR, LACTEOS SAN CARLOS					
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO SECTOR INDUSTRIAL						
ALCANCE 1						
FUENTES GENERADORAS (Selección de la lista)	TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD		TIPO DE COMBUSTIBLE		
	Planta eléctrica			ACPM		
	Vehículo propio					
	Equipo de jardinería					
	Montacargas					
	Calderas					
	Hornos					
	Estufas					
Calentador						
FUENTES MÓVILES						
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Selección de la lista)	TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE (Selección de la lista)	CONSUMO		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
		CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	
Consumo de combustibles líquidos	ACPM	0,00	gal	10,15	kgCO ₂ e/gal	0,00
	Gasolina Genérico	5.806,64	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	47,30
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Consumo de combustibles sólidos	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Consumo de combustibles gaseosos	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SUBTOTAL COMBUSTIBLES						47,30
Consumo de refrigerantes	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SUBTOTAL REFRIGERANTES						0,00
SUBTOTAL FUENTES MÓVILES						47,30
FUENTES FIJAS						
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Selección de la lista)	TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE / AISLANTE (Selección de la lista)	CONSUMO		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
Consumo de combustibles líquidos	ACPM	1.000,60	gal	10,15	kgCO ₂ e/gal	10,16
	Gasolina Genérico	0,00	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Consumo de combustibles sólidos	Carbón Checua Lenguaque. Base seca libre de cenizas	328.000,00	kg	3,22	kgCO ₂ e/kg	1.056,27
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Consumo de combustibles gaseosos	Gas Natural Genérico	45.942,00	Nm ³	1,86	kgCO ₂ e/Nm ³	85,56
	LPG Propano	20.197,93	Nm ³	8,21	kgCO ₂ e/Nm ³	165,78
SUBTOTAL COMBUSTIBLES						1.317,77
Consumo de refrigerantes	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Consumo de aislante térmico	SF ₆	0,00	kg	23.900,00	kgCO ₂ e/kg	0,00
SUBTOTAL REFRIGERANTES / AISLANTES						0,00
SUBTOTAL FUENTES FIJAS						1.317,77
EMISIONES DE PROCESOS INDUSTRIALES						
SECTOR PRODUCTIVO	FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccionar de la lista)	PRODUCCIÓN		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
Minería	Extracción de Carbón - Subterráneo	0,00	Ton	312,39	kgCO ₂ e/Ton	0,00
	Extracción de Carbón - Cielo Abierto	0,00	Ton	20,94	kgCO ₂ e/Ton	0,00
Industrial	Producción de coque	0,00	Ton	12,5	kgCO ₂ e/Ton	0,00
	Producción de cemento (Clinca)	0,00	Ton	507,1	kgCO ₂ e/Ton	0,00
	Producción de Cal Viva	0,00	Ton	790	kgCO ₂ e/Ton	0,00
	Producción de Cal Dolomítica	0,00	Ton	910	kgCO ₂ e/Ton	0,00
	Producción de Amoniaco	0,00	Ton	1500	kgCO ₂ e/Ton	0,00
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	TIPO DE FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccionar de la lista)	DQO		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
Efluentes industriales	Tratamiento de residuos líquidos	0,00	kg	5,63	kgCO ₂ e/kg	0,00
	Tratamiento de lodos	0,00	kg	5,63	kgCO ₂ e/kg	0,00
SUBTOTAL EMISIONES DE PROCESO						0,00
TOTAL ALCANCE 1						1.365,07
ALCANCE 2						
Consumo de Energía Eléctrica	Energía eléctrica adquirida	1.890.067,93	KWh	0,153	kgCO ₂ e/KWh	289,18
TOTAL ALCANCE 2						289,18
TOTAL EMISIONES DE GEI SECTOR INDUSTRIAL						1.654,25

Tabla 70: Calculadora Sector Agropecuario.

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO						
MUNICIPIO:	UBATÉ	INFORMACIÓN DEL AÑO:	2012			
INFORMACIÓN DE CONTACTO:	JOHANA PISCO	FECHA DE DILIGENCIAMIENTO:	13/10/2015			
DATOS GENERALES DEL SECTOR AGROPECUARIO						
TIPO DE GANADO INVENTARIADO Y NÚMERO DE UNIDADES PRODUCTIVAS INVENTARIADAS	Vacuno lechero, vacuno no lechero, cerdos y aves. 136 fincas					
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO SECTOR AGROPECUARIO						
ALCANCE 1						
EMISIONES FUGITIVAS						
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI <i>(Seleccionar de la lista)</i>	TIPO DE FUENTE DE EMISIÓN DE GEI <i>(Seleccionar de la lista)</i>	CABEZAS		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
Fermentación entérica	Ganado vacuno lechero	6.132	Cabezas	1.425,00	kgCO ₂ e/cabeza	8.738,10
	Ganado vacuno no lechero	3.100	Cabezas	1.225,00	kgCO ₂ e/cabeza	3.797,50
	Búfalos	0	Cabezas	1.375,00	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Ovejas	0	Cabezas	125,00	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Cabras	0	Cabezas	125,00	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Caballos	860	Cabezas	450,00	kgCO ₂ e/cabeza	387,00
	Mulas y Asnos	0	Cabezas	250,00	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Cerdos	12.825	Cabezas	25,00	kgCO ₂ e/cabeza	320,63
Manejo de estiércol	Ganado vacuno lechero	6.132	Cabezas	0,00	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Ganado vacuno no lechero	3.100	Cabezas	25,00	kgCO ₂ e/cabeza	77,50
	Búfalos	0	Cabezas	25,00	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Ovejas	0	Cabezas	2,50	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Cabras	0	Cabezas	2,75	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Caballos	860	Cabezas	27,25	kgCO ₂ e/cabeza	23,44
	Mulas y Asnos	0	Cabezas	15,00	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Cerdos	12.825	Cabezas	0,00	kgCO ₂ e/cabeza	0,00
	Aves de corral	6.000	Aves	0,30	kgCO ₂ e/ave	1,80
SUBTOTAL EMISIONES FUGITIVAS SECTOR PECUARIO						13.345,96
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	CANTIDAD	UNIDAD	FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
				VALOR	UNIDAD	
Uso de fertilizantes sintéticos	Fertilizantes Sintéticos	720.991,00	kg de N	3,35	kgCO ₂ e/kg de N	2.417,12
Quema de residuos agrícolas	Residuos Agrícolas	0,00	kg	0,070	kgCO ₂ e/kg	0,00
Quema de sabanas	Residuos Agrícolas	0,00	kg	0,070	kgCO ₂ e/kg	0,00
SUBTOTAL EMISIONES FUGITIVAS SECTOR AGRÍCOLA						2.417,12
TOTAL EMISIONES DE GEI SECTOR AGROPECUARIO						15.763,08

Fuente 13 Elaboración Convenio.

Tabla 71: Calculadora Sector Residuos.

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO						
MUNICIPIO:	UBATÉ	INFORMACIÓN DEL AÑO:		2012		
INFORMACIÓN DE CONTACTO:	JOHANA PISCO	FECHA DE DILIGENCIAMIENTO:		13/10/2015		
DATOS GENERALES DEL SECTOR RESIDUOS						
DESCRIPCIÓN DE LA COBERTURA DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS (LÍQUIDOS Y SÓLIDOS)	Residuos de Ubaté son 21 toneladas día, con una caracterización del 49% son orgánicos, equivalente a 10,29 toneladas día. Se aprovechan al mes 8 toneladas de residuos orgánicos, en un plan piloto en el barrio Norte. Las aguas residuales generadas en el municipio son de aproximadamente 80 l/s de los cuales entran a la PTAR 45 l/s los demás son vertidos directamente a la fuente receptora río Sutatausa, adjunto caracterización de aguas. Infomación proveniente de la EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO VILLA DE SAN DIEGO DE UBATÉ" EMSERVILLA S.A.E.SP.					
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO SECTOR RESIDUOS						
ALCANCE 1						
FUENTES MÓVILES						
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccione de la lista)	TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE (Seleccione de la lista)	CONSUMO		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
Consumo de combustibles líquidos	Diesel Genérico	17.234,52	gal	10,15	kgCO ₂ e/gal	174,91
	Gasolina Genérico	814,32	gal	8,15	kgCO ₂ e/gal	6,63
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Consumo de combustibles gaseosos	Gas Natural Genérico	695,64	Nm ³	1,86	kgCO ₂ e/Nm ³	1,30
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SUBTOTAL FUENTES MÓVILES						182,84
FUENTES FIJAS						
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccione de la lista)	TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE (Seleccione de la lista)	CONSUMO		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
Consumo de combustibles líquidos	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Consumo de combustibles sólidos	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Consumo de combustibles gaseosos	LPG Propano	5,15	Nm ³	8,21	kgCO ₂ e/Nm ³	0,04
	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SUBTOTAL FUENTES FIJAS						0,04
OTRAS EMISIONES FUGITIVAS						
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccione de la lista)	TIPO DE FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccionar de la lista)	RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	
Disposición de residuos sólidos	Vertedero controlado	0,00	kg	12,83	kgCO ₂ e/kg	0,00
	No controlado profundo ≥ 5 m	0,00	kg	10,27	kgCO ₂ e/kg	0,00
	No controlado poco profundo < 5m	0,00	kg	5,13	kgCO ₂ e/kg	0,00
Tratamiento de aguas residuales	Tratamiento Anaeróbico	38.169	Persona	73	kgCO ₂ e/percápita	2.786,34
SUBTOTAL OTRAS EMISIONES FUGITIVAS						2.786,34
TOTAL ALCANCE 1						2.969,22
ALCANCE 2						
Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo	Energía eléctrica adquirida	0,00	KWh	0,153	kgCO ₂ e/KWh	0,00
TOTAL ALCANCE 2						0,00
ALCANCE 3						
OTRAS EMISIONES FUGITIVAS						
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccione de la lista)	TIPO DE FUENTE DE EMISIÓN DE GEI (Seleccionar de la lista)	RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS		FACTOR DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
		CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	
Disposición de residuos sólidos	Vertedero controlado	3.608.400,00	kg	12,83	kgCO ₂ e/kg	46.307,80
	No controlado profundo ≥ 5 m	0,00	kg	10,27	kgCO ₂ e/kg	0,00
	No controlado poco profundo < 5m	0,00	kg	5,13	kgCO ₂ e/kg	0,00
TOTAL ALCANCE 3						46.307,80
TOTAL EMISIONES DE GEI SECTOR RESIDUOS						49.277,02

Tabla 72: Calculadora Sector Uso del Suelo, Cambios de Uso de Suelo y Silvicultura

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO												
MUNICIPIO:	UBATÉ					INFORMACION DEL AÑO			2012			
INFORMACION DE CONTACTO	UNIDAD DE BOMBEROS					FECHA DE DILIGENCIAMIENTO						
SECTOR USO DEL SUELO, CAMBIOS DEL USO DEL SUELO Y SILVICULTURA												
CATEGORIA DEL USO DEL SUELO	CONVERSION DE BOSQUES Y PRADERAS- CO2 PROCEDENTE DE LA BIOMASA					EMISIONES PROCEDENTES DE LA QUEMA IN-SITU			CONVERSION DE BOSQUES Y PRADERAS- CO2 PROCEDENTE DE LA BIOMASA			
	Superficie convertida anualmente	Biomasa antes de la conversión	Biomasa después de la conversión	Cambio neto en la densidad de la biomasa	Pérdida anual de biomasa	Fracción de la biomasa quemada in-situ	Cantidad de biomasa quemada in-situ	Cantidad de carbono liberado (de la biomasa quemada)	Fracción de biomasa removida fuera del bosque	Cantidad de biomasa removida fuera del bosque	Cantidad de carbono liberado (de la biomasa aérea quemada)	Carbono total liberado (de la quema in-situ y fuera del bosque)
	(kha)	(t ms/ha)	(t ms/ha)	(t ms/ha)	(kt ms)		(t ms)	(t ms)		(kt ms)	(kt ms)	(kt C)
Cobertura 1	0,000180	500,000000	200,000000	300,000000	0,054000	1,000000	54,000000	7,249500	0,000000	0,000000	0,000000	7,249500
Cobertura 2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Cobertura 3	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Cobertura 4	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Cobertura n	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
TOTAL	0,000180				0,054000		54,000000	7,249500		0,000000	0,000000	7,249500
CARBONO LIBERADO POR LA DESCOMPOSICIÓN DE LA BIOMASA							QUEMA IN-SITU DE BOSQUES- GASES DISTINTOS DEL CO ₂ PROCEDENTES DE LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA					
	Superficie media convertida (promedio de 10 años)	Biomasa antes de la conversión	Biomasa después de la conversión	Cambio neto en densidad de la biomasa	Pérdida media anual de biomasa	Carbono liberado de la biomasa aérea	Cantidad de carbono liberado	Total del nitrógeno liberado	Relaciones de emisión de los gases distintos del CO ₂	Emisiones de gases distintos del CO ₂	Relación de conversión	Emisiones de la quema de bosques talados
	(kha)	(t ms/ha)	(t ms/ha)	(t ms/ha)	(kt ms)	(kt C)	(kt C)	(kt N)		(kt C)		(Gg)
Cobertura 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,25		CH4=0,012	0,087	16/12	115,992
Cobertura 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			CO=0,06	0,435	28/12	1014,930
Cobertura 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				(kt N)		(Gg)
Cobertura 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Cobertura n	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,72	N2O=0,007	0,005	44/28	7,974
Total	0,00				0,00	0,00			NOX=0,121	0,088	46/14	288,219
CONVERSION DE BOSQUES Y PRADERAS- CO2 PROCEDENTE DE LA BIOMASA											7,25	
QUEMA IN-SITU DE BOSQUES- GASES DISTINTOS DEL CO2 PROCEDENTES DE LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA											1.427,12	
CARBONO LIBERADO POR LA DESCOMPOSICIÓN DE LA BIOMASA											0,00	
TOTAL SECTOR USOS DEL SUELO, CAMBIOS DEL USO DEL SUELO Y SILVICULTURA											1.434,37	

Fuente 14 Elaboración Convenio.

Tabla 73: Calculadora Sumideros

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO							
MUNICIPIO:	TENJO		INFORMACIÓN DEL AÑO:	2013			
INFORMACIÓN DE CONTACTO:	JUANITA GONZALEZ BULLA		FECHA DE DILIGENCIAMIENTO:	13/10/2015			
DATOS GENERALES DEL SECTOR CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS EN TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA							
DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS INVENTARIADAS	Plantaciones forestales, áreas protegidas y bosques						
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO POR CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS EN TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA							
ABSORCIÓN DEBIDA A LOS SUMIDEROS							
		Superficie de las existencias por categoría	Tasa de crecimiento anual y/o acumulado	Incremento anual de la biomasa / biomasa total	Fracción de carbono de la materia seca	Incremento total de la absorción de carbono	
		(ha)	(t ms/ha)	(t ms)	0,5*BEF*R	(t CO2)	
TIERRAS FORESTALES GESTIONADAS	PLANTACIONES COMERCIALES						
	Especie 1	0,00	0,00	0,00	0,50	-	
	Especie 2	0,00	0,00	0,00	0,50	-	
	Especie 3	0,00	0,00	0,00	0,50	-	
	Especie 4	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 5	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 6	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 7	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 8	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 9	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 10	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 11	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 12	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 13	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 14	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Especie 15	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Subtotal	0,00				0,00	
		PLANTACIONES PROTECTORAS					
	Cobertura 1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Cobertura 2	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Cobertura 3	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	Subtotal	0,00				0,00	
		BOSQUES NATURALES Y OTRAS COBERTURAS					
	Eucalipto	384,00	5,00	1920,00000	0,50	3.520,00	
	Pino	73,00	5,00	365,00000	0,50	669,17	
	Acacia	42,00	5,00	210,00000	0,50	385,00	
	Cobertura 4	0,00	0,00	0,00000	0,50	0,00	
	Cobertura 5	0,00	0,00	0,00000	0,50	0,00	
	Cobertura 6	0,00	0,00	0,00000	0,50	0,00	
	Subtotal	499,00				4.574,17	
	TOTAL ABSORCIÓN CAMBIOS DE BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS EN TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA					4.574,17	

Fuente 15 Elaboración Convenio.

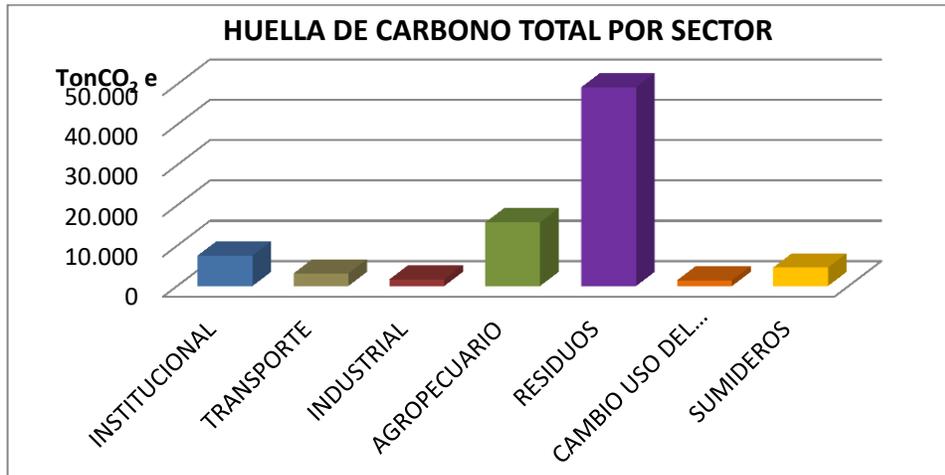
Tabla 74 Resumen del Cálculo de la Huella de Carbono en el Municipio de Ubaté – Año base 2012

DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO			
MUNICIPIO:	UBATÉ	INFORMACIÓN DEL AÑO:	2012
INFORMACIÓN DE CONTACTO:	JOHANA PISCO	FECHA DE DILIGENCIAMIENTO:	09/10/2015

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO				
SECTOR	ALCANCE	FUENTES DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
INSTITUCIONAL	1	Fuentes Móviles	Consumo de Combustibles	399,84
		Fuentes Fijas	Consumo de Combustibles	3.791,21
		SUBTOTAL ALCANCE 1		4.191,05
	2	Consumo de Energía Eléctrica		3.384,62
		SUBTOTAL ALCANCE 2		3.384,62
	TOTAL SECTOR INSTITUCIONAL			
TRANSPORTE	Automotor	De pasajeros público	consumo combustibles	1.408,89
		De carga	consumo combustibles	0,00
		Particular	consumo combustibles	1.712,17
		SUBTOTAL ALCANCE 1		3.121,06
	2	Consumo de Energía Eléctrica		0,00
		SUBTOTAL ALCANCE 2		0,00
TOTAL SECTOR TRANSPORTE				3.121,06
INDUSTRIAL	1	Fuentes Móviles	Consumo de Combustibles	47,30
			Consumo de Refrigerantes	0,00
		Fuentes Fijas	Consumo de Combustibles	1.317,77
			Consumo de Refrigerantes	0,00
			Consumo de Aislante Térmico	0,00
		Minería		0,00
		Procesos Industriales		0,00
		Efluentes Industriales		0,00
	SUBTOTAL ALCANCE 1		1.365,07	
	2	Consumo de Energía Eléctrica		289,18
SUBTOTAL ALCANCE 2		289,18		

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO				
SECTOR	ALCANCE	FUENTES DE EMISIÓN		HUELLA DE CARBONO (Ton CO ₂ e)
TOTAL SECTOR INDUSTRIAL				1.654,25
AGROPECUARIO	1	Fermentación Entérica		13.243,23
		Manejo de Estiércol		102,74
		Uso de Fertilizantes Sintéticos		2.417,12
		Quema de Residuos Agrícolas		0,00
TOTAL SECTOR AGROPECUARIO				15.763,08
RESIDUOS	1	Fuentes Móviles	Consumo de Combustibles	182,84
		Fuentes Fijas	Consumo de Combustibles	0,04
		Disposición de Residuos Sólidos		0,00
		Tratamiento de Aguas Residuales		2.786,34
	SUBTOTAL ALCANCE 1		2.969,22	
	2	Consumo de Energía Eléctrica		0,00
		SUBTOTAL ALCANCE 2		0,00
	3	Disposición de Residuos Sólidos		46.307,80
SUBTOTAL ALCANCE 3		46.307,80		
TOTAL SECTOR RESIDUOS				49.277,02
CAMBIO USO DE SUELO Y SILVICULTURA	1	CONVERSION DE BOSQUES Y PRADERAS- CO2 PROCEDENTE DE LA BIOMASA		7,25
		QUEMA IN-SITU DE BOSQUES- GASES DISTINTOS DEL CO2 PROCEDENTES DE LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA		1.427,12
		CARBONO LIBERADO POR LA DESCOMPOSICIÓN DE LA BIOMASA		0,00
		SUBTOTAL ALCANCE 1		1.434,37
TOTAL SECTOR USO DE SUELO, CAMBIO DE USO DE SUELO Y SILVICULTURA				1.434,37
SUMIDEROS GESTIÓN DE TIERRAS FORESTALES	1	Fuentes Móviles	PLANTACIONES COMERCIALES	0,00
			PLANTACIONES PROTECTORAS	0,00
			BOSQUES NATURALES Y OTRAS COBERTURAS	4.574,17
		SUBTOTAL ALCANCE 1		4.574,17
TOTAL CO2 SUMIDEROS GESTIÓN DE TIERRAS FORESTALES				4.574,17
TOTAL EMISIONES DE GEI (HUELLA DE CARBONO SECTORIAL)				74.251,28

Figura 29 Huella de Carbono Total por Sector – Ubaté Año 2012



Fuente: Los Autores.

7 ANALISIS DE RESULTADOS

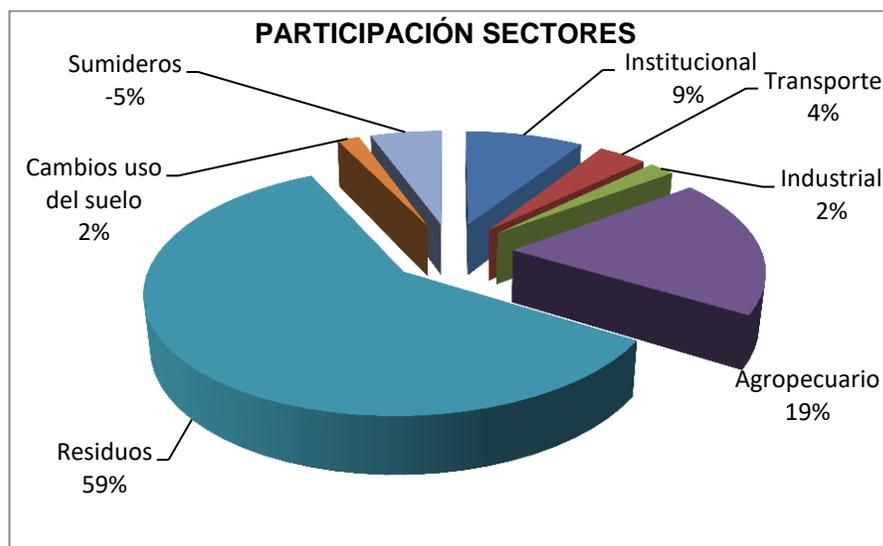
Con los resultados generados en el cálculo anteriormente descritos fue necesario realizar el análisis porcentual de la participación de cada sector pasando los valores sectoriales dados en unidades de (Ton CO₂ e) a valores de porcentaje en relación con la Huella de Carbono total, así mismo se efectúa el cálculo de los sectores por alcance 1, 2 y 3 como se presenta a continuación.

Tabla 75 Análisis porcentual de la Huella de Carbono Municipal - Municipio de Ubaté – Año base 2012

ANALISIS PORCENTUAL DE LA HUELLA DE CARBONO MUNICIPAL			
Sector fuente de emisión	TIPO	Valores Sectoriales (Ton CO ₂ e)	Valor porcentual en relación con la HC total
Institucional	Total	7.576	9,6%
Transporte	Total	3.121	4,0%
Industrial	Total	1.654	2,1%
Agropecuario	Pecuario	13.346	16,9%
	Agrícola	2.417,12	3,1%
Residuos	Alcance 1	2.969	3,8%
	Energía	0	0,0%
	Residuos transportados	46.308	58,7%
Cambios uso del suelo	Alcance 1	1.434	1,8%
SUBTOTAL		78.825	100%
Sumideros	Alcance 1	4.574	-5,8%
TOTAL HUELLA DE CARBONO		74.251	94,20%

Fuente: Los Autores.

Figura 30 Participación porcentual de los sectores en la Huella de Carbono Municipal



Fuente: Los Autores.

Nota: la emisión por sumideros se contabiliza sola para mostrar el porcentaje de representación más no como una emisión que suma a la Huella.

Tabla 76 Huella de Carbono Alcance 1 Por Sectores - Municipio de Ubaté – Año base 2012

SECTOR	HUELLA DE CARBONO (TonCO ₂ e)
INSTITUCIONAL	4.191,05
TRANSPORTE	3.121,06
INDUSTRIAL	1.365,07
AGROPECUARIO	15.763,08
DISPOSICION RESIDUOS	2.969,22
SUMIDEROS	4.574,17
CAMBIO USO DEL SUELO	1.434,37
TOTAL	30.549,29

Fuente: Los Autores.

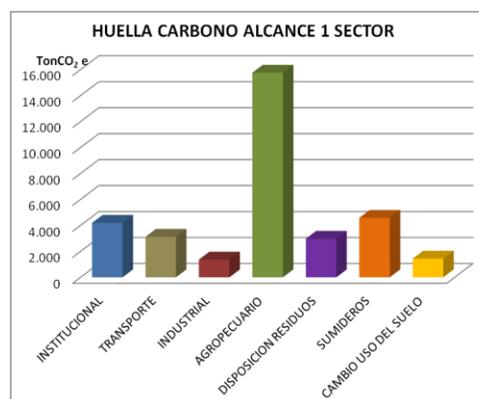
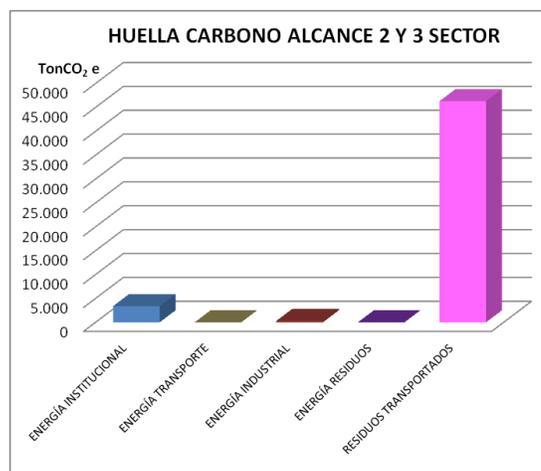


Tabla 77 Huella de Carbono Municipal alcance 2 y 3 por sectores- Municipio de Ubaté – Año base 2012.

SECTOR	HUELLA DE CARBONO (TonCO2 e)
ENERGÍA INSTITUCIONAL	3.384,62
ENERGÍA TRANSPORTE	0,00
ENERGÍA INDUSTRIAL	289,18
ENERGÍA RESIDUOS	0,00
RESIDUOS TRANSPORTADOS	46.307,80
TOTAL	1.632,00



Fuente: Los Autores.

De los resultados obtenidos, se observa que el sector residuos representa el 58.7% de la huella de carbono del municipio, por las emisiones generadas en la disposición de los residuos sólidos en el relleno sanitario de Nuevo Mondoñedo (Alcance 3), constituyendo este ítem el 95.5% del total de la huella resultante de este solo sector y el 58.7% con respecto al total de la HCM a nivel municipal. Sin embargo, es importante resaltar que se debe formular un programa de gestión de los residuos orgánicos, para su aprovechamiento, disminuyendo la cantidad que va a disposición final, esto contribuye a la disminución de la generación de metano (GEI) por su descomposición.

Acorde con los resultados obtenidos en el presente ejercicio, le sigue en aporte el sector Agropecuario, con un neto de 16.9%, de la huella del municipio, por la presencia de ganado vacuno (industria lechera). Los otros sectores tiene una participación menor, como el industrial, conformado principalmente por el sector lácteo, donde se ubican medianas empresas (4) que tienen el mercado mayoritario de los productos lácteos. Por último el tercer sector que le sigue es el Institucional con un 10.94% y el sector Industrial que contribuye con un 9.6%.

Analizando los resultados obtenidos por alcances, se tiene que para el Alcance 1, el sector con mayor aporte corresponde al Agropecuario, debido a la fermentación entérica y el uso de fertilizantes nitrogenados; le sigue en contribución el sector de Sumideros, dado el Consumo de biomasa (leña) en el proceso de combustión y en tercer lugar se tiene el sector Institucional, igualmente por el consumo de Energía Eléctrica.

Para el Alcance 2, el sector con mayor contribución corresponde al Institucional, ya que fue el mayor consumidor de energía eléctrica en el municipio en el año 2012, con un 9.6% del consumo total registrado, seguido del Industrial.

El Alcance 3 es el que mayor aporte y representación tiene en el valor obtenido para la Huella de Carbono Municipal calculada para el municipio de Ubaté, correspondiendo a la disposición de los residuos sólidos del municipio en el relleno sanitario de Nuevo Mondoñedo.

Es importante anotar que el presente ejercicio de cálculo de la Huella de Carbono Municipal en Ubaté, se asimila y se entiende como una estimación que podrá ser depurada con la complementación de información faltante. Ya que se visualiza la importancia de la captación de la información relevante, en forma general, para todos los sectores como ya se ha podido concluir en este proyecto, la veracidad y acceso a la información es vital para obtener resultados con la mínima incertidumbre en el inventario de GEI.

8 IMPLEMENTACIÓN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Para la selección de las dos medidas de mitigación se realizaron reuniones con los equipos técnicos de la Alcaldía del municipio (Ubaté), el grupo de Cambio Climático de la CAR y el equipo ejecutor de la CAEM.

En la reunión se presentaron once (11) posibles medidas de mitigación para la reducción de Gases Efecto Invernadero, que se podrían implementar en el municipio, relacionando la cantidad de CO₂ e, que se podría reducir en cada medida, el costo de reducción, así como el impacto social, económico y ambiental de la medida.

En la reunión técnica del municipio de Ubaté participaron las siguientes personas:

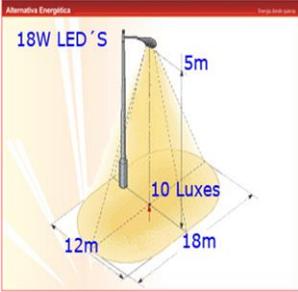
- Alcalde del municipio de Ubaté: Carlos Humberto Santana.
- Jefe de oficina de la Empresa de Servicios Públicos: Mario Maldonado.
- Director de la UMATA: Alejandro Ortiz.
- Asesora de Despacho: Johanna Pisco.
- Coordinadora del Grupo de Cambio Climático de la CAR: María Elena Báez.
- Profesional Especializada de la CAR: Melba Rojas.
- Coordinador Técnico de la CAEM: Fabián Rodríguez.
- Profesional Junior de la CAEM: Angelica Castañeda.

Las onces medidas de mitigación para implementación en el municipio de Ubaté son las siguientes

- Biodigestores: Implementación de 5 biodigestores para el manejo del estiércol producido por el ganado vacuno.
- Producción Bokashi: Técnica semi-artesanal para el aprovechamiento del estiércol producido por el ganado vacuno para la producción de abono orgánico.
- Sustitución Luminarias a Led: Adecuar la iluminación de las empresas a luminarias LED, Teniendo un ahorro en el consumo de energía eléctrica (kWh).
- Sustitución Alumbrado Público a Led – Solar: Adecuar la iluminación del parque principal. El sistema de iluminación LED es totalmente renovable y altamente eficiente usando la energía solar fotovoltaica.
- Sustitución Alumbrado Público a Sodio: Cambio de luminarias de mercurio a sodio, para el cambio en las principales vías del municipio. Se tiene estimado una reducción del 50% de consumo en la iluminación pública del municipio.
- Sistema de Bicicletas de Uso Compartido: Implementación de sistema público de bicicletas compartidas con la finalidad de reducir las emisiones de carbono liberadas a la atmósfera y mejorar el tránsito vehicular y la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Sistema de Ordeño con Energía Solar: Sistema solar para operación equipos de ordeño de ganado.
- Estufas Ecoeficientes: Cambio tecnológico para las cocinas de leña tradicional a cocinas tecnificadas para disminuir el consumo de combustible (madera), a través de la construcción de cocinas con materiales, esquemas técnicos de construcción y medidas de control de la contaminación.
- Carro Compartido – CARPOOLING: Implementar la metodología del Carpooling. Uso del carro compartido en entidades públicas del municipio.
- BORSI para la disminución de generación de residuos industriales que se disponen en el relleno sanitario, por el reciclaje, reutilización y valorización de los residuos.
- Aprovechamiento Residuos Orgánicos: Capacitación a los habitantes para la separación de los residuos orgánicos, su recolección y aprovechamiento para la producción de compost.

En la siguiente tabla se detallan cada una de las estrategias de Mitigación así mismo se evalúan por medio de una escala de valoración de acuerdo a los resultados obtenidos en el cálculo de la Huella de Carbono para sectores de mayor generación de GEI en el municipio de Ubaté.

Sector	Medida de Mitigación por sector	Descripción	Beneficiarios Directos	Impacto en términos de reducción de GEI	Impacto Económico	Impacto Social	Impacto Ambiental
Institucional	SUSTITUCIÓN ALUMBRADO PÚBLICO A SODIO 	Cambio de luminarias de mercurio a sodio, para el cambio en las principales vías del municipio. Se tiene estimado una reducción del 50% de consumo en la iluminación pública del municipio.	Iluminación pública	140 Tn CO2 eq	Disminución del consumo de energía eléctrica, disminución en el pago por consumo en el alumbrado público.	Garantizar un alumbrado público eficiente de mayor durabilidad y menor mantenimiento. Mejoramiento de los niveles de iluminación de las zonas públicas del municipio.	Uso racional de la energía eléctrica. Disminución de la generación de GEI por uso de la energía eléctrica (alcance 2).
	SUSTITUCIÓN ALUMBRADO PÚBLICO A LED - SOLAR 	Adecuar la iluminación instalando luminarias solares LED. El sistema de iluminación LED es totalmente renovable y altamente eficiente usando la energía solar fotovoltaica.	Iluminación pública	35 Tn CO2 eq	El uso de energía solar en el sistema de alumbrado público reduce el consumo de energía eléctrica en un 100%, así como el pago de la misma.	Mayor durabilidad, sistema de alta eficiencia, garantizando la iluminación para los habitantes del municipio.	Sistema de iluminación totalmente renovable.

<p>Trasporte</p>	<p>SISTEMA DE BICICLETAS DE USO COMPARTIDO.</p> 	<p>Implementación de sistema público de bicicletas compartidas con la finalidad de reducir las emisiones de carbono liberadas a la atmósfera y mejorar el tránsito vehicular. Determinación del sitio óptimo de parqueo de las bicicletas.</p>	<p>Población del Municipio.</p>	<p>170 Tn CO2 eq</p>	<p>Disminución consumo de combustibles (gasolina y Diesel), por uso de la bicicleta, reducción en el pago de combustibles.</p>	<p>Mejoramiento de la movilidad y desplazamiento de la comunidad dentro del municipio.</p>	<p>Disminución en la generación de contaminantes a la atmósfera por el no uso de combustibles fósiles.</p>
<p>Industrial</p>	<p>SUSTITUCIÓN LUMINARIAS A LED.</p> 	<p>Adecuar la iluminación de las empresas a luminarias LED, Teniendo un ahorro en el consumo de energía eléctrica (kWh).</p>	<p>Iluminación al Interior de la empresa</p>	<p>13 Tn CO2 eq</p>	<p>Disminución del consumo de energía eléctrica, disminución en el pago por consumo si embargo es una Tecnología que requiere una mayor inversión.</p>	<p>Garantizar un alumbrado eficiente, de mayor durabilidad y menor mantenimiento .</p>	<p>Uso racional de la energía eléctrica. Disminución de la generación de GEI por uso de la energía eléctrica (alcance 2).</p>

Agropecuaria	<p>PRODUCCIÓN</p>  <p>BOKASHI.</p>	Aprovechamiento del estiércol producido por el ganado vacuno para la producción de abono orgánico.	Fincas ganaderas	110 Tn CO2 eq	Aprovechamiento del estiércol para la producción de un abono orgánico y manejo de residuos orgánicos.	Utilización del bokashi por parte de la comunidad para separar los residuos orgánicos, control de olores y aprovechamiento de estos residuos.	Disminución generación de GEI (metano) por el manejo del estiércol.
	<p>BIODIGESTORES</p> 	Implementación de 5 biodigestores para el manejo del estiércol producido por el ganado vacuno.	Fincas ganaderas	120 Tn CO2 eq	Aprovechamiento del gas (metano) generado en el biodigestor para su uso como combustible.	Aprovechamiento del gas como combustible.	Disminución generación de GEI (metano) por el manejo del estiércol. Control de olores.
Sumideros	<p>ESTUFAS ECOEFICIENTES</p> 	Cambio tecnológico de estufas de leña tradicional por tecnificadas para disminuir el consumo de combustible, construidas con materiales, esquemas técnicos de construcción y	Hogares, familias ubicadas en el sector rural que utilizan cocinas de leña.	4.200 Tn CO2 eq	Disminución en el consumo y costo de leña utilizada para la preparación de los alimentos.	Mejoramiento de las condiciones y calidad de vida de las familias que cocinan con leña, principalmente en la zona rural. Mejoramiento de las condiciones de	Disminución en la generación de contaminantes a la atmósfera. Disminución en la tala de bosques para el uso de la leña.

		medidas de control de la contaminación (humos dentro del recinto).				salud, por la disminución de humos y material particulado al interior de la vivienda (enfermedades respiratorias).	
Residuos	<p>IMPLEMENTACIÓN BOLSA RESIDUOS - BORSI</p> 	Implementación de la bolsa de residuos BORSI para la disminución de generación de residuos industriales que se disponen en el relleno sanitario, por el reciclaje, reutilización y valorización de los residuos	Municipio - Industrias	1.440 Tn CO2 eq	Transacción de residuos, disminuyendo costos de disposición final de los mismos. Aprovechamiento y valorización de residuos.	Mejora la eficiencia empresarial.	Disminución de la generación de residuos para su disposición final. Impacto positivo por el aprovechamiento y valorización de los mismos.
	<p>APROVECHAMIENTO RESIDUOS ORGÁNICOS</p> 	Capacitación a los habitantes para la separación de los residuos orgánicos, su recolección y aprovechamiento para la producción de compost. La estrategia	Habitantes área urbana y centros poblados.	1.008 Tn CO2 eq	Aprovechamiento económico de los residuos orgánicos generados en el municipio para la producción de abono orgánico (humus).	Participación importante de la comunidad. Participación de grupos de recicladores. Cultura del reciclaje	Aprovechamiento de residuos orgánicos, disminución en la disposición final (vida útil Relleno sanitario), manejo adecuado de

		estaría acompañada de la entrega de recipientes adecuados para la recolección de los residuos orgánicos.			Disminución en el peso de los residuos sólidos a disponer en el Relleno de Nuevo Mondoñedo ubicado en Bojacá., por tanto, reducción en el costo de disposición.		los residuos, disminución de olores y generación GEI (metano).
--	--	--	--	--	---	--	--

Fuente: Los Autores.

Teniendo presente que el sector residuos, seguido por el agropecuario, son las fuentes de mayor emisión de GEI, y de acuerdo a la reunión técnica, el municipio considero que era pertinente la implementación en el sector y/o categoría de energía Eléctrica y la quema de biomasa o carbón en los hogares de la parte rural del municipio que representa más del 80% del municipio por lo anterior se presentan las dos medidas seleccionadas de implementación en el municipio.

8.1 Sustitución de luminarias de Mercurio (125 W) por luminarias de Sodio (70 W), en el alumbrado público en un barrio central del municipio de Ubaté.

Antecedentes

Desde hace más de 30 años, el municipio de Ubaté cuenta en su alumbrado público con un total de 2900 luminarias de las cuales 1400 son de Mercurio.

Objetivo

Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 2 por el funcionamiento del alumbrado público del municipio, mediante la sustitución de luminarias que conlleven a la reducción del consumo de la energía eléctrica, alcanzando un uso eficiente del recurso energético.

Descripción de la Medida

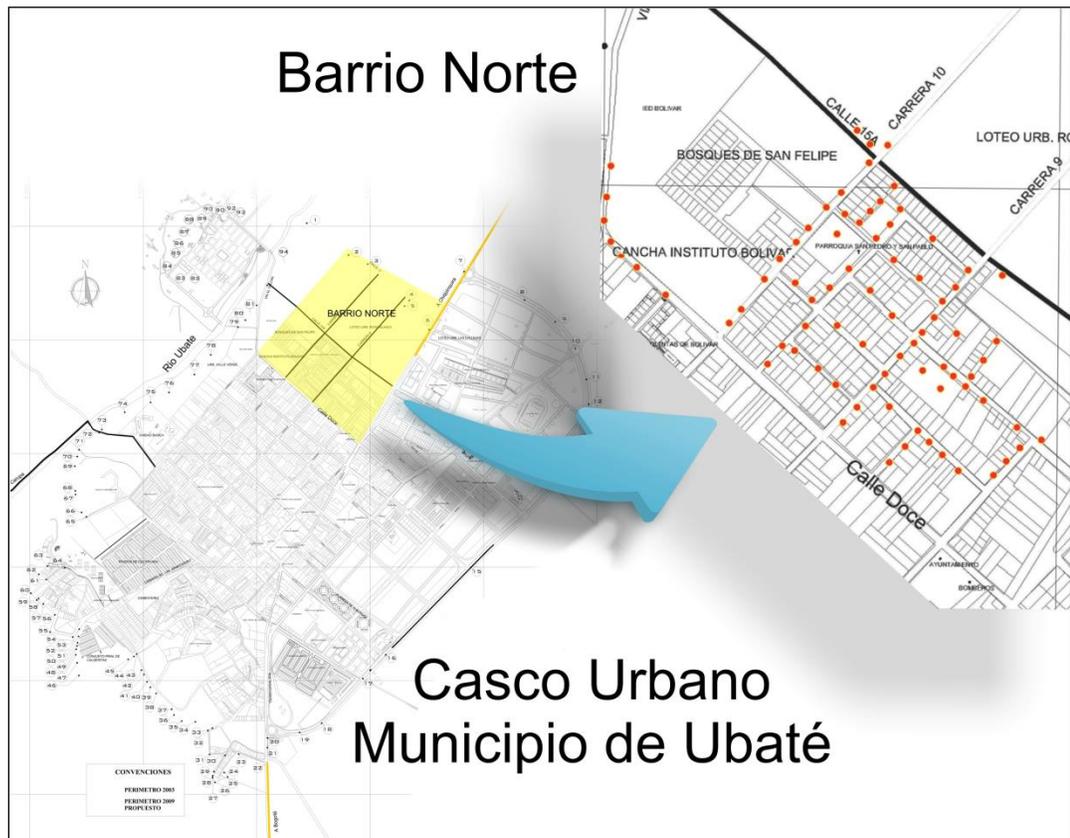
Sustitución de 80 luminarias de mercurio de 125 W por luminarias de sodios de 70 W, reemplazando la lámpara completa en los postes de alumbrado público. Se tiene presupuestado el cambio en un barrio central del municipio (Barrio Norte), el cual tiene en su mayoría este tipo de luminarias.

El cambio implica los siguientes elementos: Lámpara horizontal cerrada con base para fotocelda, Bombillo Sodio 70 W, Base para fotocelda, Brazo Horizontal, Reactancia de sodio 79/208, Arrancador Paralelo 50-70 W y Condensador de 10 MDF.

Aporte del municipio a la implementación

- Coordinación Empresa de Servicios Públicos de Ubaté.
- Mano de obra para la reposición.
- Accesorios (herrajería).
- Transporte local.

Plano Sustitución 80 Luminarias



Resultados Generales

- Potencial de reducción de emisiones GEI: 15 TnCO₂/año
- Costo de Reducción de GEI: \$7.579/TnCO₂ eq
- Cobeneficio económico: \$ 6.272.640/año. (Reducción consumo energía eléctrica)
- Recuperación de la inversión: 3 años

En la siguiente ficha técnica se especifican los resultados anterior mente descritos de cómo se obtuvieron estos resultados para la primera medida de implementación que corresponde a cambio de luminarias.

Tabla 78: Ficha Técnica de Implementación de Luminarias

 	CONVENIO 998-2013 HUELLA DE CARBONO MUNICIPAL FICHA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN	
<p>Nombre de la estrategia</p> <p>Tipo de medida:</p> <p>Sector:</p> <p>Alcance</p> <p>Municipio</p> <p>Plazo de ejecución:</p>	<p>Sustitución de luminarias de mercurio por luminarias de sodio</p> <p>Media: Cambios de tecnologías</p> <p>Servicios - Alumbrado Público</p> <p>Reducción de emisiones de alcance 2</p> <p>Ubaté</p> <p>20 - 30 días</p>	
<p>Objetivo de la estrategia</p>		
<p>Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 2 por el funcionamiento del alumbrado público del municipio, mediante la sustitución de luminarias que conlleven a la reducción del consumo de la energía eléctrica, alcanzando un uso eficiente del recurso energético.</p>		
<p>Justificación</p>		
<p>El municipio de Ubaté cuenta con cerca de 1.021 luminarias de mercurio instaladas en el alumbrado público, tanto en la zona urbana, como en la rural, las cuales consumen 583.200 KWh/año, generando cerca de 80 TnCO₂ eq.</p> <p>Existen otro tipo de luminarias que pueden sustituir las de mercurio que tienen un menor consumo por tener menor potencia (watts) y prestar el mismo o mejor servicio (iluminación), como es el caso de la luminarias de sodio de 70 W, que pueden sustituir una luminaria de mercurio de 125 W, disminuyendo el consumo del alumbrado en cerca del 47%. Adicionalmente, el Artículo 2- DECRETO NÚMERO 2424 DE JULIO 18 DE 2006 – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, propone como medida de URE, por ejemplo la sustitución de bombillas de mercurio por sodio.</p> <p>Esta medida se enmarca en el Plan de Acción 2012 - 2015 de la CAR, relacionada con la meta de Gestión Ambiental Sectorial y Urbana: Reducción de la intensidad energética (consumo nacional de energía total/PIB), con una meta de reducción de 3%. Así como, con la Línea 3: Protección y Uso Sostenible de los elementos Naturales con Expresión Territorio del Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR 2012 - 2023), específicamente, el Programa 8, Transversalidad en la Gestión del Riesgo y Cambio Climático, Proyecto 15: Reducción del riesgo, adaptación y/o mitigación al cambio climático.</p>		
<p>Descripción general de la estrategia</p>		
<p>Sustitución de 80 luminarias de mercurio de 125 W por luminarias de sodios de 70 W, reemplazando la lámpara completa en los postes de alumbrado público. Se tiene presupuestado el cambio en un barrio central del municipio (Barrio Norte), el cual tiene en su mayoría este tipo de luminarias. El cambio implica los siguientes elementos: Lámpara horizontal cerrada con base para fotocelda, Bombillo Sodio 70 W, Base para fotocelda, Brazo Horizontal, Reactancia de sodio 79/208, Arrancador Paralelo 50-70 W y Condensador de 10 MDF.</p> <p>Este proyecto estaría coordinado dentro del municipio por la Empresa de Servicio Públicos de Ubaté, la cual suministra la mano de obra para el cambio de cada luminaria, con un costo de \$1.600.000</p>		

(\$20.000/luminaria), así como el suministro de accesorios para la implementación (abrazaderas, cable), evaluados en cerca de \$1.600.000.

El municipio está interesado en realizar el cambio de todas las luminarias de mercurio que tiene implementadas en el alumbrado público.

Potencial de reducción de emisiones GEI por la implementación piloto

Para valorar la reducción se aplica el Factor de emisión de energía eléctrica: 0,136 kgCO₂ e/kWh

Fuente: Agencia Internacional de Energía – IEA.

Consumo de luminarias en área piloto (barrio Norte) actual en Ubaté: 80 luminarias de 125 W, operan 12 horas al día se tendría un consumo de $80 \times 125 \text{ W} \times 12 \text{ horas} \times 30 \text{ días} \times 12 \text{ meses} / 1.000 = 43.200 \text{ kWh/año}$.

Cambio a luminaria de Sodio: Consumo de la luminaria 70 W. Se tendría un consumo de $80 \text{ luminarias} \times 70 \text{ W} \times 12 \text{ horas} \times 30 \text{ días} \times 12 \text{ meses} / 1.000 = 24.192 \text{ kWh/año}$.

Disminución de consumo: $43.200 - 24.192 = 19.008 \text{ kWh/año}$

Utilizando el factor de emisión se tiene una reducción aproximada de: $19.008 \text{ kWh} \times 0,136 = 3 \text{ Ton de CO}_2 \text{ equivalente al año}$.

Vida útil luminarias: 5 años. Reducción: 15 Ton CO₂ eq

Potencial de réplica del proyecto piloto en el municipio

La sustitución de 1.021 luminarias de mercurio que consumen 583.200 kWh/año, generando cerca de 80 TnCO₂ eq.

Con las luminarias a sodio de 70 W, se tendría un consumo de 306.720 kWh/año, generando 42 TnCO₂, teniendo una reducción de 38 TnCO₂ eq por año, tomando 5 años de vida útil, se tendría una reducción de 190 TnCO₂.

Presupuesto

La sustitución total de las 80 luminarias (incluye lámpara, bombillo e implementos) está presupuestada en \$15.000.000 (Recursos convenio CAR).

La mano de obra y otros accesorios que es contrapartida del municipio tienen un valor de \$3.200.000. La CAEM-CCB asigna el trabajo técnico de acompañamiento, supervisión y seguimiento a la implementación de la medida.

Costo Reducción GEI (Costo-efectividad)

Se analiza el costo de reducción de una Tonelada de CO₂ equivalente, durante la vida útil del proyecto. Se tiene en cuenta el costo de la luminaria (bombillo), sin el costo de la lámpara y los accesorios de implementación, pues estos tienen no requieren de cambio, cuando se realice la sustitución de la luminaria a los cinco años.

Costo promedio un bombillo sodio 70 W: \$18.000, costo total 80 bombillos: \$1.440.000

Toneladas reducidas en los 5 años de vida útil del bombillo: 190 TnCO₂ eq

Costo de Reducción de GEI: $\$1.440.000 / 190 \text{ TnCO}_2 \text{ eq} = \$7.579 / \text{TnCO}_2 \text{ eq}$

Cobeneficios de la medida de mitigación

Generales: Las bombillas de sodio son menos contaminantes, tienen mayor duración, producen mayor luminosidad y consumen menos energía que las de mercurio.

Ambientales: Uso eficiente del recurso energético. Disminución de consumo de energía eléctrica, por tanto, se disminuye la generación de GEI por alcance dos. Se relaciona con la necesidad de generación de energía eléctrica (hidroeléctrica o termoeléctrica). Las luminarias de mercurio se consideran como residuo peligroso, una vez se reemplaza al finalizar su vida útil.

Económicos: Se disminuye el costo de consumo de energía eléctrica por la sustitución de luminarias de mercurio de 125 W por sodio de 70 W. El consumo al mes de 80 luminarias de mercurio es de: $80 \times 125 \times 12 \times 30 = 3.600$ Kwh. El de las luminarias de sodio sería: $80 \times 70 \times 12 \times 30 = 2016$ Kwh. El valor de un Kwh para el alumbrado público en Ubaté es: \$330 (Promedio actual). Reducción consumo: $3.600 - 2.016 = 1.584$ Kwh/mes. Reducción costo: $1.584 \times 330 = \$522.720$ /mes. Ahorro al año: $522.720 \times 12 = \$6.272.640$
Recuperación de la inversión: Tomando la inversión total de la sustitución: $\$15.000.000 + \$3.200.000 = \$18.200.000$. Se tendría: $\$18.200.000 / \$6.272.640/\text{año} = 2,9$ años. La recuperación de la inversión total sería a los tres (3) años.

Sociales: Las luminarias de sodio proporcionan mayor iluminación que las de mercurio, dando una mejor sensación de seguridad al peatón y visibilidad a los conductores de vehículos. La eficacia lumínica de las luminarias de mercurio es de 40 lumenes (lm)/ W y las de sodio es de 300 lm/W.

Fuente: Los Autores.

Expectativas de réplica en el municipio

El municipio de Ubaté está en proceso de implementación del impuesto de alumbrado público, mediante el cual se espera financiar la reposición de las 1320 luminarias restantes

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA IMPLEMENTACIÓN



Fuente: Los Autores.

8.2 Instalación de estufas ecológicas en las veredas de Apartadero y Sucunchoque, para la disminución del consumo de leña.

Antecedentes

El municipio de Ubaté cuenta con una alta deforestación. Esta se debe principalmente a la ampliación de la frontera agropecuaria, la elaboración de carbón de leña y para el consumo doméstico rural.

Objetivo

Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de alcance 1 por la implementación de estufas de leña que disminuyan el consumo de combustible por el mejoramiento de la eficiencia energética de la estufa, reduciendo la contaminación atmosférica y los humos y material particulado generados al interior de las casas donde se utilizan las estufas de leña, ocasionando enfermedades respiratorias.

Descripción de la Medida

Se implementó un piloto de 20 estufas de leña eficientes, beneficiando a familias del sector rural (veredas Apartadero y Sucunchoque), la implementación enmarcó las siguientes acciones:

- Presentación y socialización de la estufa.
- Selección de familias receptoras de la estufa, de acuerdo a los criterios establecidos por el proyecto y a otros criterios de selección que se definan conjuntamente con los funcionarios de la alcaldía.
- Firma de acuerdos con las familias receptoras de la estufa en el que se consignen los aportes de cada una de las partes.
- Contratación y entrega de los insumos.
- Contratación de la mano de obra calificada.
- Seguimiento y monitoreo en el proceso constructivo de la estufa.
- Monitoreo al funcionamiento de la estufa.

Aporte del municipio a la implementación

- Coordinación UMATA de Ubaté.
- Mano de obra para la construcción.
- Insumos (arena, cemento, ladrillos).
- Transporte local.

Tabla 79: Ficha Técnica de Implementación de Estufas Eficientes.

 	CONVENIO 998-2013 HUELLA DE CARBONO MUNICIPAL FICHA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN	
Implementación de Estufas Eficientes de Leña en Áreas Rurales		
Nombre de la estrategia Tipo de medida: Sector: Alcance Municipio Plazo de ejecución:	Media. Cambio de Tecnología Residencial - Familias Casco rural. Reducción de emisiones de alcance 1. Ubaté 30 días	
Objetivo de la estrategia		
Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de alcance 1 por la implementación de estufas de leña que disminuyan el consumo de combustible por el mejoramiento de la eficiencia energética de la estufa, reduciendo la contaminación atmosférica y los humos y material particulado generados al interior de las casas donde se utilizan las estufas de leña, ocasionando enfermedades respiratorias.		
Justificación		
<p>La Agencia Internacional de Energía (2006), estima que cerca de 2500 millones de personas dependen de la leña como su principal combustible para calefacción y cocción de alimentos y se espera que para el año 2030 dicha cifra ascienda a 2700 millones. Según la Organización Mundial de la Salud (2006), el 15% de la población colombiana depende de combustibles sólidos (leña y carbón vegetal) para solventar sus necesidades de calefacción y cocción de alimentos. Un estudio efectuado por Ocaña (2005) en el área rural del municipio de Encino (Santander), demostró que el 79% de las familias evaluadas utilizaban exclusivamente leña como combustible de cocción y en promedio una familia consumía anualmente 6.2 toneladas, lo cual representa un consumo per cápita de 2.9 kg/día.</p> <p>La Alcaldía estima que el 80% de la población rural (aprox 20.000 habitantes) del municipio de Ubaté, utiliza leña para cocinar sus alimentos.</p> <p>Debido a que el sector rural de subsistencia se caracteriza por su bajo poder adquisitivo, es muy difícil que se presente una evolución hacia el uso de recursos energéticos modernos. De hecho, la falta de suficientes ingresos económicos sumado a la circunstancia que la leña se encuentra disponible libremente, conlleva a que la gente continúe dependiendo de este recurso para sus necesidades de cocción (Barnes et al. 1994).</p> <p>Bajo este criterio, la adopción de tecnologías más eficientes se convierte en un importante paliativo de cara a disminuir el consumo de leña y reducir la dependencia existente de los bosques adyacentes que sirven como fuente de recolección.</p> <p>La introducción de una nueva tecnología supone mejores rendimientos en términos de consumo en comparación con una estufa tradicional o un fogón abierto. Se estiman reducciones de consumo de leña en un 15 a 20%, reduciendo la generación de gases de combustión, como el CO₂ (GEI), así como se reduce las emisiones de CO₂ por deforestación evitada.</p> <p>La medida propuesta se enmarca en la Línea 3: Protección y Uso Sostenible de los elementos Naturales con Expresión Territorio del Plan de Gestión Ambiental Regional de la CAR (PGAR 2012 - 2023), específicamente, el Programa 8, Transversalidad en la Gestión del Riesgo y Cambio Climático, Proyecto 15: Reducción del riesgo, adaptación y/o mitigación al cambio climático.</p>		

Descripción general de la estrategia

Se implementara un piloto de 20 estufas de leña eficientes, beneficiando a familias del sector rural (veredas Apartadero y Sucunchoque), la implementación enmarca las siguientes acciones:

- Presentación y socialización de la estufa.
- Selección de familias receptoras de la estufa, de acuerdo a los criterios establecidos por el proyecto y a otros criterios de selección que se definan conjuntamente con los funcionarios de la alcaldía.
- Firma de acuerdos con las familias receptoras de la estufa en el que se consignen los aportes de cada una de las partes.
- Coordinación de la contratación y entrega de los insumos.
- Coordinación y contratación de la mano de obra calificada.
- Seguimiento y monitoreo en el proceso constructivo de la estufa.
- Firma de actas de recibido a satisfacción de la estufa.
- Georeferenciación de los predios en los que se construya la estufa.
- Monitoreo al funcionamiento de la estufa.
- Registro fotográfico de la entrega de insumos, del proceso constructivo y del funcionamiento de la estufa.

Potencial de reducción de emisiones GEI por la implementación piloto

La reducción de GEI, se relaciona con la disminución de consumo de leña y el factor de emisión de CO₂ (1,84 KgCO₂/Kg de leña), suministrado por la UPME (FECOC).

Se toma el valor de consumo promedio de 6,2 Tn leña/año por estufa (familia), estudio realizado por Fundación Natura. En las estufas diseñadas y construidas por la misma Fundación, se tiene una reducción de consumo entre 15 y 20%.

Tomado el 20%, se tendría una disminución de $6,2 * 0,2 = 1,24$ Tn Leña
Reducción emisión CO₂ = 1.240 Kg Leña * 1,84 KgCO₂/Kg leña = 2.281 KgsCO₂, aprox 2,5 TnCO₂. Para las 20 estufas se tendría: 50 TnCO₂/año

Vida útil del proyecto: 10 años. Reducción de emisiones de GEI: 500 TnCO₂.

Nota: En el potencial de reducción, se puede tener en cuenta la reducción de emisiones de CO₂ por deforestación evitada, en estudios de Fundación Natura, se tiene un estimado de 2,19 toneladas equivalentes por estufa mejorada

Potencial de réplica del proyecto piloto en el municipio

El proyecto se puede replicar para las diferentes familias ubicadas en el área rural que cocinen con leña. Si se realiza implementación de 100 estufas de leña eficientes por año, se tendría una reducción de emisiones de CO₂ (GEI) de 250 TnCO₂/año.

Presupuesto

El presupuesto de implementación de las 20 estufas de leña eficientes tiene un valor de \$26.500.000, del cual corresponden \$20.500.000 a materiales, mano de obra y mediciones (Recursos convenio CAR), \$4.000.000 a transporte de materiales (aporte del municipio) y \$2.000.000 aporte de los beneficiarios en mano de obra auxiliar, alojamiento y alimentación del maestro principal. La CAEM-CCB asignan el trabajo técnico de acompañamiento, supervisión y seguimiento a la implementación de la medida de mitigación. Adicionalmente, el municipio instala cercas vivas de especies leñosas, como primer paso para el establecimiento de los bancos dendroenergéticos con especies de rápido crecimiento que requieran la mínima cantidad de terreno posible y sean los proveedores de leña para cada familia, reduciendo la deforestación de bosques.

Costo Reducción GEI (Costo-efectividad)

Se analiza el costo de reducción de una Tonelada de CO₂ equivalente, para la vida útil del proyecto (10 años) y se tiene en cuenta el valor específico de las 20 estufas (materiales y mano de obra), pues los otros costos son relativos a estudios, ensamblajes y logística inicial.

Costo una estufa: \$850.000. Costo 20 estufas: $20 * \$850.000 = \$17.000.000$

Toneladas reducidas vida útil del proyecto: 500 TnCO₂ eq

Costo de Reducción de GEI: $\$17.000.000 / 500 \text{ TnCO}_2 \text{ eq} = \$34.000 / \text{TnCO}_2 \text{ eq}$

Cobeneficios de la medida de mitigación

Generales: Reducción de la contaminación atmosférica, disminución de la degradación de los bosques, mejoramiento del ambiente interno donde se localiza las estufas, mejorando las condiciones de vida de las familias beneficiadas.

Ambientales: Reducción del consumo de leña en un 15-20%, y por lo mismo, reducción de la presión a los remanentes de bosques, y contribución a la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera y otros contaminantes producto de la combustión de la leña (monóxido de carbono y material particulado).

Económicos: Los beneficios económicos se asocian a la deforestación evitada. Fundación Natura en los proyectos realizados de estufas de leña eficientes, estima que anualmente se evitaría la deforestación de 40 m² de bosque por unidad familiar.

Valor promedio de un bosque de 40 m²: Se estima (Estimaciones CAEM) que en 40m², se tienen 4,4 árboles (distancia de siembra 3 por 3 metros). Un árbol joven de madera comercial, tiene un valor aproximado de \$185.000, por tanto los 4,4 árboles tiene un valor de \$814.000

Para 20 familias el valor es: \$16.280.000

Recuperación de la inversión: Tomando la inversión total de la implementación de las 20 estufas:

\$26.500.000. Se tendría: $\$26.500.000 / \$16.280.000 / \text{año} = 1,6 \text{ años}$. La recuperación de la inversión total sería en aproximadamente dos años.

Sociales: Mejores condiciones de calidad de vida de las familias que implementan las cocinas eficientes, principalmente las mujeres y niños, evitando enfermedades respiratorias y cardiopulmonares (reducción de humos y material particulado). Reducción de costos y tiempo asociados a la recolección de leña y cocción de alimentos.

Fuente: Los Autores.

Expectativas de réplica en el municipio

El municipio de Ubaté cuenta con un proyecto elaborado para la construcción de 60 estufas ecoeficientes, con el fin de gestionar su implementación, ya que se ha generado interés por parte de los habitantes vecinos a las zonas beneficiadas con el presente proyecto.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA IMPLEMENTACIÓN



Antes de la
implemnetacion



Durante la
implmentacion



Estufa ecoeficientes
implementadas

Fuente: Los Autores.

9 Conclusiones

- La actuación en cambio climático a nivel local, exige de los municipios una evaluación de la situación respecto a la generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Para ello, es indispensable la elaboración de un inventario de emisiones que permita cuantificar la situación de partida, detectar sectores especialmente sensibles y, finalmente, poder plantear medidas de acción que mitiguen las tendencias negativas relacionadas con la generación de emisiones.
- Las variables socioeconómicas identificadas para los municipios de la jurisdicción CAR, tienen relación directa con las categorías y sectores seleccionados para el inventario de GEI y el diseño de la calculadora de huella de carbono municipal. Las principales variables identificadas a través de información secundaria fueron: Población, PIB, consumo energía eléctrica, generación de residuos, inventario ganado bovino, inventario porcino, inventario avícola, área sembrada, consumo de gasolina, consumo de biodiesel, vocación agrícola y vocación industrial, entre otros.
- Se analizó las variables levantadas en el municipio, identificando los quince primeros municipios para cada variable en la jurisdicción, priorizando los de mayor interés.
- Se analizó la información recolectada en cada uno de los municipios, ponderando un valor de disponibilidad de información e interés para la selección de los dos municipios piloto. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la generación de GEI Per cápita (CO_2 e/ habitante/año) y un factor de acceso a la información de cada municipio, así como la facilidad de replicar los resultados del piloto en otros municipios.
- El municipio seleccionado fue Ubaté, que ocupó el primer lugar en la ponderación de los tres factores tenidos en cuenta. En este municipio se tiene representatividad de los sectores y/o categorías a tener en cuenta en el cálculo de la Huella de Carbono municipal y se tiene interés por parte de las autoridades municipales en participar en el convenio.
- La huella de carbono del Municipio de Ubaté para el año base 2012, fue 78.370 Ton CO_2 equivalente, con la siguiente participación sectorial: Institucional 9%,

Transporte 4%, Industrial 2%, Agropecuario 20%, Residuos 63% y Uso de suelo y cambio de uso del suelo 2%.

- En el municipio de Ubaté la disposición de residuos sólidos orgánicos representa el 63% del aporte a la huella de carbono, dado por la emisión de metano (CH₄), gas de mayor potencial de calentamiento que el CO₂. Estas emisiones son de alcance tres (3), dado que los residuos son dispuestos en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo ubicado en el municipio de Bojacá.
- Para la selección de las medidas de mitigación a implementar en el corto plazo y de alto impacto, se tuvo en cuenta el potencial de reducción de emisiones de GEI, los costos de implementación, los beneficios adicionales (económico, ambiental, social) y el interés de la alcaldía del municipio.
- Con la participación de los equipos técnicos de la Alcaldía, del grupo de Cambio Climático de la CAR y el equipo ejecutor de la CAEM, se seleccionaron las dos medidas de mitigación para el municipio, con la validación de los dos alcaldes y el subdirector de Recursos Naturales y Áreas Protegidas de la CAR.
- Las medidas seleccionadas, son pilotos para ser replicadas en un mediano o largo plazo en todo el municipio, con los compromisos mostrados por las dos Alcaldías, de mitigar el cambio climático de la región, buscando la sostenibilidad del municipio.
- En Ubaté, las medidas implementadas fueron: Sustitución de luminarias de mercurio por luminarias de sodio, en el alumbrado público. Cambio de 80 luminarias en el barrio Norte del municipio y Implementación de Estufas Ecoeficientes de Leña en Áreas Rurales. Construcción de 20 estufas para igual número de familias.

10 RECOMENDACIONES

- Para el cálculo de la huella de carbono a nivel municipal se debe tener confirmada la disponibilidad de información requerida para el inventario de GEI por sector y/o categoría a intervenir. Valorar con cada entidad del municipio la participación y accesibilidad a la información.
- La participación activa del Alcalde en el cálculo de la huella de carbono del municipio es necesaria para garantizar los resultados.
- Cuando se trabaja en un municipio que tiene una alta participación de unidades productivas en los sectores intervenidos (Institucional, Industrial y Agropecuario), es necesario tomar una muestra estadística representativa para el cálculo de la huella de carbono del sector. En caso de tener una baja participación, se puede y tomar toda la población.
- En caso de no contar con información puntual de un sector y/o categoría se puede trabajar con estimaciones a nivel regional o nacional de cálculos de huella de carbono que se puedan comparar a nivel municipal, como es el caso de los inventarios realizados a nivel nacional (comunicaciones uno y dos) o por el PRICC a nivel Bogotá - Cundinamarca.
- Se recomienda la utilización de factores de emisión que se empleen en los inventarios nacionales, para poder comparar y tener una misma línea de base.
- La huella de carbono a nivel municipal, permite identificar los sectores o actividades de mayor generación de GEI, así como las estrategias de mitigación.
- Se puede definir programas estratégicos de reducción de la generación de gases efecto invernadero en el municipio, teniendo en cuenta los sectores de mayor emisión. Las medidas se inician con la implementación de un piloto para evaluar la efectividad de las mismas y se replica para todo el municipio.

Gobernación de Cundinamarca . (2012). *Estadísticas Agropecuarias 2011*. Bogota, Colombia: Departamento de Cundinamarca- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural.

Gobernacion de Cundinamarca. (2014). *Estadísticas de Cundinamarca 2011 - 2013*. Bogota D.C. - Colombia: Gobernación de Cundinamarca.

Gobernacion de Cundinamarca. (1 de junio de 2014). *Secretaria de Planación - Visor estadístico municipal*. Recuperado el 8 de julio de 2015, de Secretaria de Planeación - Gobernacion de Cundinamarca:
<http://www.cundinamarca.gov.co/wps/portal/Home/SecretariasEntidades.gc/Secretariadeplaneacion/VisorEstadisticoMun.gc>

IDEAM. (2010). Capitulo Dos Modulo de Energia . En IDEAM, *INVENTARIO NACIONAL DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 2000-2004* (págs. 72-95). Bogota : Republica de Colombia.

IDEAM. (2012). *Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero para la Región Bogota - Cundinamarca*. Bogotá: IDEAM.

International Energy Agency. (2011). *CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION*. Paris, Francia: H I G H L I G H S T.

IPCC. (2007). *Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de*. Ginebra: Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación).

IPCC. (1996). *Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada en 1996*. London, Reino Unido: IPCC.

IPCC. (2006). *Volumen 2 Energia*. Japon: Instituto para las Estrategias Ambientales Globales .

Marquesado, P. P. (Marzo 2012). *Estudio Comparativo de Emisiones de gases de Efecto Invernadero en el Proyecto piloto de implantacion de un sistema de recogida, de evolucion y retorno de envases frente al Sistema de gestión integral actual*. Valencia España.

Ministerio de Minas y Energia. (26 de noviembre de 2014). *RESOLUCIÓN 91304 DE 2014*. Recuperado el 29 de enero de 2015, de RESOLUCIÓN 91304 DE 2014:
<http://faolex.fao.org/docs/pdf/col144641.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (26 de noviembre de 2014) *RESOLUCIÓN NÚMERO 18 0005 de 2010*. Recuperado el 29 de enero de 2015,
<https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//22041-5703.pdf>

Montealegre, E. (2012). *Análisis de la variabilidad climática inter-anual (El Niño y La Niña) en la Región Capital, Bogotá Cundinamarca*. Bogotá: PRICC.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD. (2013). *Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia*. Colombia : Imprenta Nacional de Colombia.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD. (2011). *Situación de la Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia - Diagnostico 2011*. Colombia : Imprenta Nacional.

Ubate, A. M. (2012). *Oficina de Servicios Públicos - Plan de Desarrollo 2012 -2015*. Recuperado el 22 de julio de 2015, de http://ubate-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/61613166636636643330396231356266/presentacion_pdd_2012.pdf

Ubate, A. M. (mayo de 2012). *Plan de Desarrollo 2012 -2015*. Recuperado el 23 de julio de 2015, de http://ubate-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/61613166636636643330396231356266/PLAN_DE_DESARROLLO.pdf

Ulloa et. Al., A. (2008). *Implicaciones ambientales y culturales del cambio climático para los pueblos indígenas*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, Fundación Natura, UNOCCD.

Universidad del Rosario. (Mayo 2013). *Presentación de Cambio Climático y Negociación Internacional*. Bogota -Colombia.

Urrutia, C. (5 de Diciembre de 2011). *Comité de Gestión Financiera - Ciudades y Cambio Climático*. Recuperado el 18 de enero de 2015, de Ciudades y Cambio Climático: <http://ciudadesycambioclimatico.org/2011/Presentaciones/CarolinaUrrutia.pdf>