

## Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

**BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA**  
UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
Chía - Cundinamarca



El presente formulario debe ser diligenciado en su totalidad como constancia de entrega del documento para ingreso al Repositorio Digital (Dspace).

<b>TITULO</b>	Propuesta de manejo ecoeficiente para una escuela de formación de la policía a partir de su huella de carbono.		
<b>SUBTITULO</b>			
<b>AUTOR(ES)</b> Apellidos, Nombres (Completo) del autor(es) del trabajo	<b>Aguilar Gómez, Olga Lucía</b>		
<b>PALABRAS CLAVE</b> (Mínimo 3 y máximo 6)	<b>Desarrollo sostenible</b>		<b>GHG Protocol</b>
	<b>Huella de Carbono</b>		<b>Biodigestores</b>
	<b>Factor de Emisión</b>		<b>Ecoeficiencia</b>

<b>RESUMEN DEL CONTENIDO</b> (Mínimo 80 máximo 120 palabras)	<p>Evaluar el desempeño ambiental de organizaciones y personas, conduce a la búsqueda de soluciones que hagan más eficiente los procesos que se realicen a diario. En este trabajo se pretende investigar las medidas que se han venido llevando a cabo en Colombia y el mundo para evaluar el desempeño ambiental, y luego aplicar un estudio en una Escuela de Formación de la Policía Nacional de Colombia. Se ha elegido la huella de carbono como el indicador de la cantidad de emisiones de los gases de efecto invernadero en unidades de CO2 equivalente. Este análisis permitirá proponer un manejo de recursos que contribuya a mejorar la eficiencia sobre el recurso aire, disminuyendo las emisiones causantes de los problemas ambientales.</p>
---	--

Autorizo (amos) a la Biblioteca Octavio Arizmendi Posada de la Universidad de La Sabana, para que con fines académicos, los usuarios puedan consultar el contenido de este documento en las plataformas virtuales de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

PROPUESTA DE MANEJO ECOEFICIENTE PARA UNA ESCUELA DE FORMACIÓN DE  
LA POLICÍA A PARTIR DE SU HUELLA DE CARBONO

OLGA LUCÍA AGUILAR GÓMEZ

UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROCESOS  
CHÍA, CUNDINAMARCA.

2012

PROPUESTA DE MANEJO ECOEFICIENTE PARA UNA ESCUELA DE FORMACIÓN DE  
LA POLICÍA A PARTIR DE SU HUELLA DE CARBONO

OLGA LUCÍA AGUILAR GÓMEZ

Proyecto de Investigación para optar al título de  
Magíster en Diseño y Gestión de Procesos

Director

Doctor Fernando Gutiérrez Fernández.

UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROCESOS  
CHÍA, CUNDINAMARCA.

2012

Nota De Aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	9
1. DEFINICION DEL PROBLEMA .....	11
2. JUSTIFICACIÓN .....	12
3. OBJETIVOS .....	14
4. MARCO REFERENCIAL .....	15
4.1 GENERALIDADES DE LA ECSAN.....	15
4.1.1 Reseña Histórica .....	15
4.1.2 Sistemas Integrados De Gestión .....	16
4.1.2.1 Sistema de Gestión de Calidad .....	17
4.1.2.2 Sistema de Gestión Ambiental.....	18
4.1.2.3 Programa de Huella de Carbono .....	20
4.2 LA PROBLEMÁTICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	20
4.3 HUELLA DE CARBONO.....	22
4.4 ECOEFICIENCIA Y SU RELACION CON EL CALENTAMIENTO GLOBAL .....	26
4.5 DESARROLLO DE PROYECTOS.....	27
5. DISEÑO METODOLÓGICO .....	33
5.1 MÉTODOS EXISTENTES .....	33
5.2 ELECCIÓN DE UN MÉTODO PARA LA MEDICIÓN DE HUELLA DE CARBONO .....	35
5.2.1 La Entrevista Cualitativa .....	35
5.2.2 Selección de Entrevistados .....	36
5.2.3 Desarrollo de la Entrevista.....	37
5.2.4 Resultados de la Entrevista .....	38
5.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ELEGIDO.....	39
5.4 ARMONIZACIÓN DE MÉTODOS.....	43
5.5 SUPUESTOS E HIPOTESIS .....	46
5.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	47
6. MEDICION DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA ECSAN.....	49
6.1 ELECCIÓN DEL AÑO BASE .....	49
6.2 ALCANCES .....	49

6.2.1	Definición del límite organizacional.....	49
6.2.2	Definición del límite operacional .....	50
6.3	IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE EMISIONES .....	52
6.3.1	Identificación de Fuentes.....	52
6.3.2	Selección del método de cálculo .....	56
6.3.3	Recolección de datos y factores de emisión .....	58
6.3.4	Aplicación de la herramienta de cálculo.....	60
6.3.5	Enviar los datos a nivel corporativo .....	61
7.	PROPUESTA DE MANEJO ECOEFICIENTE PARA LA ECSAN.....	64
7.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA HUELLA DE CARBONO.....	64
7.2	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	66
7.2.1	Manejo de residuos sólidos orgánicos para procesos biológicos .....	67
7.2.2	Manejo del combustible utilizado en las fuentes fijas de generación de calor o vapor .....	68
7.2.3	Manejo de emisiones generadas por la combustión de biogás.....	69
7.3	INVESTIGACIONES FUTURAS .....	71
8.	CONCLUSIONES.....	73
	BIBLIOGRAFÍA.....	75
	ANEXOS.....	79

## LISTAS ESPECIALES

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Contraste entre las respuestas obtenidas de las entrevistas aplicadas.....	38
Tabla 2 Contraste entre el <i>GHG Protocol</i> y la norma ISO 14064-1 .....	45
Tabla 3 Matriz de operacionalización de variables.....	48
Tabla 4 Vehículos operados por la ECSAN. ....	53
Tabla 5. Estimación de la producción de biogás en la ECSAN. ....	67
Tabla 6 Estimación de captura de carbono .....	70

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de la propuesta de manejo de residuos sólidos orgánicos .....	68
Figura 2 Esquema de la propuesta de manejo ecoeficiente de recursos .....	71



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Porcentaje de emisiones por Alcance.....	64
Gráfico 2 Porcentaje de emisiones de las fuentes del Alcance 1 .....	65
Gráfico 3 Porcentaje de emisiones de las fuentes del Alcance 3 .....	66

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Estructura básica orgánica de la ECSAN.....	79
Anexo 2 Entrevistas para determinar metodología a utilizar en la medición de huella de carbono .....	80
Anexo 3 Plano planta cubierta ECSAN.....	84
Anexo 4 Reporte de inventario de emisiones de gases de efecto invernadero .....	85

## RESUMEN

Evaluar el desempeño ambiental de organizaciones e incluso personas, conlleva a la búsqueda de soluciones que hagan más eficiente los procesos o tareas que se realicen en el día a día. El desempeño ambiental es medido por la cantidad y forma en que se utilicen los recursos, y el impacto generado sobre el medio ambiente, específicamente, sobre recursos como el agua, la tierra y el aire. Este tema ha venido cobrando valor en la medida que se evidencian problemas ambientales tales como el calentamiento global a causa de efecto invernadero, lo cual compromete el desarrollo sostenible. A través de este trabajo se pretende investigar cuales son las medidas que se han venido llevando a cabo en Colombia y el mundo, para evaluar este desempeño ambiental, y con base en ella aplicar un estudio específico en una Escuela de Formación de la Policía Nacional de Colombia. El estudio permitirá caracterizar los procesos de servicio y su impacto sobre el medio ambiente. Se ha elegido la huella de carbono como el indicador de la cantidad de emisiones de los gases de efecto invernadero en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente, a partir de la cual se determinó que las fuentes fijas de consumo de gas natural tienen un porcentaje mayor de impacto en la huella que las demás fuentes de consumo de recursos. Este análisis permitió proponer un manejo de recursos que contribuya a mejorar la eficiencia sobre el recurso aire, disminuyendo las emisiones causantes de los problemas mencionados. La Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, será la unidad de análisis sobre la cual se realizará este estudio.

## INTRODUCCIÓN

En el año de 1987 en la Comisión Mundial Sobre Medio Ambiente y Desarrollo, se mencionó por primera vez el concepto de desarrollo sostenible, definido como el tipo de desarrollo que "satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". (Brundtland. 1987). La importancia de este concepto radica en que existen en el planeta muchos recursos naturales pero estos son limitados, y el desmesurado uso que el ser humano le está dando, comenzó desde hace algunas décadas, a comprometer la capacidad que tendrán las generaciones futuras para su desarrollo.

Se necesita entonces que todos los países se comprometan desde sus sectores económicos a mejorar la eficiencia en las actividades llevadas a cabo, de manera que los recursos naturales involucrados se conserven por un periodo de tiempo prolongado y así contribuir al desarrollo sostenible. Como respuesta a esta necesidad Las Naciones Unidas han convocado a los distintos países para participar en órganos en virtud de tratados que responderán a compromisos que deben acoger. De igual forma han surgido muchas teorías y propuestas para determinar el grado de deterioro del medio ambiente y mecanismos para tratar la problemática, que en los capítulos a continuación se detallarán.

El presente proyecto de investigación pretende conocer las medidas que se están tomando en una industria particular colombiana, la de Educación Superior Policial, específicamente en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, sus siglas ECSAN como se mencionará en adelante; en la que se medirá la eficiencia de los procesos del servicio sobre el medio ambiente a través de un indicador llamado Huella de Carbono, que calcula la utilización de recursos, y a partir de éste diseñar un plan de manejo que proponga mejoras en las variables de los procesos de servicio.

La Huella de Carbono permitirá caracterizar el sistema de procesos que actualmente se realizan en la prestación de servicios en la ECSAN, es decir que a través de los resultados de la huella se conocerán cuales recursos están impactando significativamente en el ambiente, y luego se validará la hipótesis de determinar en qué medida el uso de los recursos generará una mejor eficiencia sobre el medio ambiente, y esto se plasmará en el plan de manejo para los procesos de servicio.

Se ha elegido la Institución de Educación Superior ECSAN, como objeto sobre el cual se realizará la investigación, ya que en Colombia este tipo particular de industria al igual que los demás sectores, genera emisiones a la atmósfera en la realización de sus procesos, por lo que también debe acoger los compromisos para mejorar la eficiencia sobre el medio ambiente en los procesos, contribuir a la provisión de recursos a las generaciones venideras, y además permitir la réplica de esta investigación en otras instituciones de

educación superior, y abrir nuevas líneas de investigación en el tema de desarrollo sostenible. Lo que se podrá evidenciar en el Marco Referencial, específicamente en el estado del arte, es que este tipo de investigaciones en Colombia se ha llevado a cabo en los sectores industriales, ya que por defecto es el que podría generar mayor número de emisiones y tener un alto impacto, sin embargo a lo largo del estudio se podrá apreciar que a pesar de no tener procesos industriales, este tipo particular de empresa del sector de la educación, genera una cantidad considerable de emisiones a la atmósfera, y esto conlleva a nuevas líneas de investigación.

## 1. DEFINICION DEL PROBLEMA

La comunidad educativa de La Policía Nacional, en cabeza de la Dirección Nacional de Escuelas tiene la misión de “Direccionar la formación integral del talento humano de la Policía Nacional, a través del Sistema Educativo Policial, en cumplimiento de las funciones de docencia, investigación y proyección social, con el fin de contribuir a la satisfacción de las necesidades de convivencia.” (Policía Nacional, 2010).

Con el fin de desarrollar esta misión y alcanzar el reto de consecución de resultados y adaptación a los cambios en el contexto de la globalización, la Policía Nacional crea su Sistema de Gestión Integral, SGI, orientado a modernizar la institución en sus fundamentos, procesos, estructuras y servicios (SGI. Lecciones sobre nuestro SGI. Policía Nacional de Colombia), identificado como las actividades que definen el día a día de la institución.

Las políticas del SGI pretenden encaminar las acciones de la institución al cumplimiento de los procesos misionales y a partir de estas políticas de compromiso de servicio con los mejores estándares de calidad, orientar la institución también hacia la promoción de objetivos ambientales. Entonces nace el Sistema de Gestión Ambiental con el cual la Policía Nacional ha considerado garantizar un ambiente sano para todos los ciudadanos con el fin de alcanzar el desarrollo sostenible.

Si bien este es un gran avance en materia de gestión ambiental, la Institución aún no ha definido bajo qué parámetros deberá trabajar algunos de sus objetivos ambientales basados en la Política Ambiental, y a qué problema específico atacar.

En otras palabras la Policía Nacional debe desglosar sus problemas ambientales en emisiones y su cuantificación, establecer los impactos generados y generar propuestas de mecanismos de desarrollo limpio, con el fin de cumplir con los objetivos propuestos encaminados a garantizar un ambiente sano y desarrollo sostenible.

Bajo esta formulación se define el problema que a través de este trabajo de investigación se pretende resolver, este será el punto de partida con el que se conocen las necesidades para armonizar el Sistema de Gestión Ambiental.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Desde hace algunos años, se han venido presentando constantes cambios climáticos en el planeta tierra como el calentamiento global, que está afectando todos los ámbitos de la humanidad, desde la economía de los países, en cuanto a la participación en el mercado de las empresas, disminuyendo el PIB, hasta influir en el desarrollo de las sociedades por las inundaciones a las que se exponen las infraestructuras. (Monroy et al. 2003).

El calentamiento global surge cuando un grupo de gases que se encuentran en la atmósfera tales como el CO<sub>2</sub> dióxido de carbono, N<sub>2</sub>O óxido nitroso, CH<sub>4</sub> metano, entre otros, atrapan la energía (radiación electromagnética absorbida del sol) que emite la tierra, se calientan y remiten esa energía, así la temperatura cerca de la superficie de la tierra se eleva y la parte alta se enfría, generando el efecto invernadero, llamado de esta manera por el proceso realizado en los invernaderos, y a los gases se les ha denominado gases de efecto invernadero (GEI). (Pikoń and Gaska. 2010; Sandoval et al. 2003).

Teniendo en cuenta esta problemática ambiental que afecta a todos, se han venido realizando acuerdos para los países desarrollados, que los encaminen a desarrollar acciones en todos los sectores productivos que regulen el problema y disminuyan la cantidad de GEI emitidos a la atmosfera. Estos acuerdos puntualizaron en el Protocolo de Kioto en Diciembre de 1997.

La cantidad de GEI emitida en las actividades de los sectores productivos, se ha denominado huella de carbono, equivalente sólo en CO<sub>2</sub>, debido a que es el más abundante de todos los gases emitidos. (Monroy et al. 2003).

Colombia es un país en vía de desarrollo y esto implica que no se debe acoger a los compromisos del Protocolo de Kioto para la disminución de emisiones de GEI, sin embargo es suscriptor de los compromisos adquiridos en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), y debe reportar los inventarios nacionales de emisiones de estos gases, (ACCEFYN. 2003); y también puede participar con mecanismos de desarrollo limpio. Por lo tanto, llevar a cabo estudios para implementar medidas que permitan a las organizaciones ser responsables socialmente y realizar procesos sostenibles y amigables con el medio ambiente es uno de los retos que tienen muchas empresas del sector productivo en Colombia. (Monroy et al. 2003).

En Colombia, existen muchas normativas que contemplan la conservación del medio ambiente, pero en especial la Constitución Política de Colombia de 1991, establece que el estado debe garantizar un ambiente sano en pro del desarrollo sostenible. A partir de esta muchas Instituciones se han acogido para implementar políticas y Sistemas de Gestión.

Sin embargo esto se vuelve complicado cuando sectores como el residencial o de servicios como transporte y educación, llamados sectores difusos, decidan hacer lo mismo, puesto que el cálculo de la huella de carbono debe tener en cuenta aspectos diferentes a los que se tomarían para el cálculo de empresas productivas. (García-Orcóyen. 2005)

Siendo pionera en la educación policial, la ECSAN ha implementado los Sistemas de Gestión de Calidad y Ambiental en el marco del Sistema de Gestión Integral de la Policía Nacional, con el fin de certificarse y mostrar la calidad de sus servicios y egresados Policias, para garantizar a la patria comunidades seguras, solidarias y en convivencia, y poder destacarse como el mejor servicio Policial de América. (Policía Nacional, 2010).

Bajo éste compromiso, la ECSAN toma la iniciativa de calcular su huella de carbono, con el fin de definir un modelo de procesos de servicio más eficiente con el medio ambiente y sostenible, en cuanto al consumo de recursos y la generación de emisiones; como respuesta al compromiso plasmado en la Política Ambiental de la Policía de Colombia.

### 3. OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Proponer el manejo de recursos para mejorar la ecoeficiencia de la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, a partir del cálculo de su huella de carbono.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elegir un método de cálculo de huella de carbono que se ajuste a las características de la ECSAN, a partir de las normas y estándares existentes.
- Identificar en los procesos de servicio de la ECSAN el consumo de recursos y la generación de emisiones a la atmósfera, para establecer su contribución a la huella de carbono.
- Medir la huella de carbono en la ECSAN, para evaluar el impacto de las actividades de la organización sobre el medio ambiente, utilizando los factores de emisión de CO<sub>2</sub> para cada una de las actividades de servicio de la ECSAN.
- Proponer alternativas de manejo ecoeficiente para la ECSAN.



## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 GENERALIDADES DE LA ECSAN

Con el fin de conocer las partes interesadas del presente proyecto, se ha considerado fundamental describir el sistema en el que se aplicará un método, se analizarán resultados y se propondrá un plan de manejo para el eficiente uso de recursos que intervienen en las actividades y procesos del sistema. El objeto de estudio es la Escuela de Cadetes de Policía Francisco de Paula Santander. A continuación se relatará una breve reseña histórica de la institución, y se detallarán los sistemas integrados de gestión que se han implementado en dicha escuela, esto para encontrar las causas que han llevado a la institución a necesitar un proyecto como el que se presenta en este documento.

#### 4.1.1 Reseña Histórica

Con el decreto 1277 del 7 de Julio de 1937 se crea la Escuela Nacional de Policía General Santander en el Gobierno de Alfonso López Pumarejo. El objetivo bajo el cual fue creada esta institución de educación Policial en Colombia fue “Formación y perfeccionamiento del personal de oficiales, suboficiales y agentes, hasta la creación de la Escuela de Suboficiales “Gonzalo Jiménez de Quesada”, pasando a ser entonces la Alma Mater de los Oficiales de la Policía Nacional”.<sup>1</sup>

La Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, fue la segunda escuela de Policías en ser creada en Colombia, precedida por la Escuela de Investigación Criminal en 1924. (Policía Nacional, 2010).

La ECSAN inicio sus labores el 16 de Mayo de 1940, cuando contaba con 52 jóvenes y una planta física de 18 edificios en un área de aproximadamente 15.000 mt<sup>2</sup>. En ese momento su primer Director fue el Doctor Luis Andrés Gómez.

La Escuela se consolidó como Instituto de Educación superior en el año de 1976, cuando el Ministerio de Educación aprueba los primeros programas académicos Estudios Policiales y Administración Policial.

La Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander está encabezada por la Dirección ECSAN. De ella dependen nueve secciones o áreas encargadas de la ejecución del ciclo de los Sistemas Integrados de Gestión que se han implementado y se planean implementar en la Institución, estas secciones son Secretaría, Comunicaciones Estratégicas, Asuntos Jurídicos, Derechos Humanos, Planeación,

---

<sup>1</sup> Reseña Histórica. Presentación ECSAN. Mayo de 2012.

Atención al Ciudadano, Telemática, Gestión Documental y Evaluación y Calidad Educativa. Seguidamente está la Subdirección ECSAN, de la cual dependen cuatro áreas que son, el Comando de Agrupación, el Área Académica, Área de Talento Humano y por último Área Administrativa y Financiera. La anterior descripción se puede ver en el Anexo A, donde se detalla jerárquicamente la estructura básica orgánica interna de la ECSAN.

El Área Administrativa y Financiera, está encargada de la logística, abastecimiento y la administración de los recursos financieros, por lo que de ella dependen cuatro grupos que son financiero, contratos, remonta y veterinaria y logístico. Este último grupo, Logístico, se encarga del apoyo en los requerimientos de la cadena de suministros. Es por eso que lo conforman Servicios Generales, Almacén de Intendencia, Vehículos, Armamento y Medios Audiovisuales.

El Comando de Agrupación es el área que dirige a los grupos de estudiantes de la escuela que son llamados compañías. Actualmente en la Escuela General Santander hay ocho compañías, siete de ellas son de formación de Cadetes y una de Alféreces. Esta última es la Compañía Carlos Holguín Mallarino; mientras que las de formación de Cadetes son las Compañías, Antonio Nariño Álvarez, Francisco de Paula Santander, Gabriel González López, Francisco José de Caldas, Simón Bolívar, Juan María Marcelino Gilibert y Antonio Ricaurte.

El Área Académica y de Talento Humano, como su nombre lo indica, se encargan respectivamente, de los servicios académicos a los estudiantes de la escuela y el desarrollo de la gestión humana de los funcionarios y empleados de la institución.

La ECSAN cuenta con 599,272 m<sup>2</sup>, de los cuales se han construido 174,573 para su infraestructura física. En esta área se han dispuesto tres edificios para treinta y siete aulas en donde las compañías reciben sus clases de formación policial, una biblioteca y un estadero de cadetes. Hay tres edificios para alojamientos y baterías de baños, un casino de oficiales, un comedor de cadetes, once canchas deportivas, un gimnasio, un polígono, cinco pistas, y un helipuerto; siete casas fiscales y dos bloques de apartamentos fiscales. Además de la disposición para las funciones académicas, la ECSAN cuenta con infraestructura para funciones administrativas y logísticas siendo estas, bloque de dirección de incorporación y académico; bloque de telemática, una capilla y casa cural, un teatro, almacén de intendencia y sanidad, enfermería de equinos, talleres y archivo. El resto del terreno está dispuesto y clasificado en trece zonas verdes y reservas forestales, un vivero y una compostera.

#### 4.1.2 Sistemas Integrados De Gestión

La Policía Nacional cuenta en Colombia con veinticinco escuelas de formación Policial. Cada una de estas depende de la Dirección Nacional de Escuelas, DINAIE en adelante, y

estas a su vez de la Subdirección General y Dirección General de la Policía Nacional. La DINAE como Dirección de instituciones educativas, ha establecido un Proyecto Educativo Institucional en el que se asumen las funciones de docencia, investigación y proyección social<sup>2</sup>, las cuales deben estar coordinadas en cada una de las escuelas de la Policía Nacional.

Es por esto, que la Policía Nacional al crear su Sistema de Gestión Integral, establece que el sistema se desarrolla mediante la operación de cada uno de los procesos en la prestación del servicio (Artículo 21 de la Resolución 00790 del 14 de Marzo de 2012), cobijando de esta forma a la ECSAN y llevándola a incorporar un Sistema de Gestión de Calidad consecuente con el mencionado Sistema de Gestión Integral de la Policía Nacional.

Entonces, la ECSAN comienza implementado y logrando la certificación en el Sistema de Gestión de Calidad, se certificó con las normas NTCGP: 1000:2009-MECI: 1000 Sector Público y con la NTC ISO 9001:2008. Y luego el Sistema de Gestión Ambiental, para el cual se certificó con la norma NTC 14001: 2004. Con ellas se han trazado una serie de objetivos de calidad y objetivos ambientales que han llevado a la planeación de una serie de actividades en pro del mejoramiento como institución en el marco de cada uno de los sistemas de gestión.

#### 4.1.2.1 Sistema de Gestión de Calidad

La adopción, implementación y certificación en Calidad, permitió en la ECSAN formular la política y los objetivos de calidad; el mapa de procesos y el levantamiento de catorce procesos identificados y documentados.

El eje del sistema de gestión de calidad que se ha implementado es la Política de "...formar integralmente a los futuros oficiales de Policía, mediante el aseguramiento y mejoramiento continuo de las actividades académicas de formación, así como de investigación científica, bajo los altos estándares de calidad determinados para la educación superior en Colombia, promoviendo el desarrollo de las competencias profesionales, contribuyendo así a la satisfacción de las necesidades de convivencia y seguridad ciudadana"<sup>3</sup>.

Seguidamente, se plantearon tres objetivos de calidad como base de los procesos que se desarrollan en la escuela. Este Sistema de Gestión de Calidad que se ha certificado en la

---

<sup>2</sup> Manual de Calidad ECSAN. Abril de 2012.

<sup>3</sup> Política de Calidad de la Escuela.

ECSAN, "... aplica a todas las actividades involucradas en la gestión operacional del servicio de educación superior..."<sup>4</sup>

Como ya se mencionó la formulación del mapa de procesos, permitió desplegar una serie de procesos con el fin de socializar la responsabilidad que tiene cada dueño de proceso en la ejecución de las actividades involucradas, y permitir tomar acciones de mejora frente a no conformidades que se presenten en la ejecución de los procesos.

Se plantearon procesos de nivel Misional (formación e investigación), procesos Gerenciales, de los que se encarga la alta dirección, (Direccionamiento Estratégico, Direccionamiento del Sistema de Gestión Integral, Integridad Policial, Comunicación Pública, Direccionamiento del Talento Humano), procesos de Soporte (Direccionamiento Tecnológico, Logística y Abastecimiento, Administración de Recursos Financieros, Actuación Jurídica, Gestión Documental) y por último los procesos de Evaluación y Mejora (Control Interno, Mejora Continua e Innovación).

#### 4.1.2.2 Sistema de Gestión Ambiental

Mediante la resolución 01836 de 9 de Junio de 2010, la Policía Nacional se compromete "...a contribuir con la protección del medio ambiente, a través de la prevención de la contaminación, el cumplimiento de la legislación y las diferentes regulaciones ambientales y el control de los impactos ambientales adversos asociados a nuestras instalaciones, procesos y servicios, así como al mejoramiento continuo del desempeño ambiental de la institución". Este es el eje bajo el cual se implementa el sistema de gestión ambiental, SGA en adelante.

Este Sistema de Gestión se incorporó al Sistema de Gestión integral para dar cumplimiento de los requisitos de la norma NTC-ISO 14001 en todos los procesos y procedimientos de la Policía Nacional que generen impacto ambiental, siendo este el alcance del sistema<sup>5</sup>. Dentro de la norma a la que se ha acogido la Policía Nacional, se debe construir la planificación. Entonces, el primer paso fue establecer el procedimiento para la identificación de aspectos e impactos ambientales, consecuentemente con el incentivo por el cual se adoptó el SGA.

La ECSAN, siguiendo este lineamiento del SGA estableció su matriz de aspectos e impactos, en donde evaluó aquellos procesos que generan alto impacto ambiental. Los procesos que intervinieron es dicha evaluación fueron los mencionados en el numeral del Sistema de Gestión de Calidad, Mapa de Procesos.

---

<sup>4</sup> Manual de Calidad ECSAN. Abril de 2012.

<sup>5</sup> Manual del Sistema de Gestión Ambiental de la Policía Nacional. Diciembre 5 de 2011.

Los resultados a grandes rasgos de los procesos que generan alto impacto ambiental son los procesos de soporte, ya que es en ellos donde se da el suministro de recursos, servicios e información necesaria para el cumplimiento de las actividades de todos los demás procesos. Es en ellos donde se consume gran cantidad de energía y combustibles fósiles, lo que hace que las emisiones al medio ambiente sean mayores.

Con base en estos estudios, y considerando los principios de la Política Ambiental, se han establecido una serie de objetivos ambientales que la Policía Nacional, en cada una de sus instituciones debe buscar y lograr a través de sus procesos y propuestas de programas para su mejora continua.

Son trece objetivos, para los cuales ya se han comenzado a implementar programas en pro de su consecución:

1. Hacer uso eficiente del consumo de energía eléctrica.
2. Hacer uso eficiente del consumo de agua.
3. Hacer uso eficiente del consumo de papel.
4. Manejar adecuadamente los residuos peligrosos (hospitalarios).
5. Manejar adecuadamente los residuos peligrosos RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos).
6. Manejar adecuadamente los residuos peligrosos (diferentes a hospitalarios y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos).
7. Manejar adecuadamente los residuos no peligrosos generados en la Institución.
8. Cumplir con los parámetros legales para el ruido ambiental.
9. Controlar el impacto ambiental producto de la generación de aguas residuales industriales (control de vertimientos).
10. Controlar el impacto ambiental producto de generación de aguas residuales domésticas (control de vertimientos).
11. Controlar el impacto ambiental producto del uso de armamento.
12. Controlar el impacto ambiental producto del uso de combustible fósiles.
13. Hacer uso eficiente y disponer adecuadamente de los reactivos químicos.

Los siguientes han sido los programas que se han comenzado a implementar, gestionar y evaluar en la ECSAN para el logro de alguno de los objetivos ambientales:

- Manejo de residuos sólidos no peligrosos, a cargo del Comando de Agrupación.
- Manejo de residuos peligrosos, a cargo de la oficina de telemática
- Ahorro y uso eficiente de energía y agua; y programa de vertimientos, a cargo del Área Administrativa y Financiera
- Programa Silvicultural, a cargo del Comando de Agrupación.
- Programa de educación ambiental, a cargo de la oficina de Planeación

#### 4.1.2.3 Programa de Huella de Carbono

A raíz de la propuesta del presente proyecto de investigación, que se socializó en la ECSAN desde el segundo periodo del año 2010, se comenzó a hablar de su implementación como un programa que persiga el cumplimiento del objetivo de control de impacto ambiental producto del uso de combustibles fósiles. El objetivo principal es detectar las fuentes más significativas de emisiones a raíz de la quema de estos combustibles, esto es la huella de carbono, y proponer manejos eficientes de los recursos, esto es ecoeficiencia, para disminuir el impacto ambiental, en este punto también se atacaría el objetivo de manejar adecuadamente los residuos no peligrosos generados en la Institución.

Entonces, el primero de Febrero de 2012, la ECSAN inscribió ante la Secretaría Distrital de Ambiente una serie de nuevos proyectos de gestión ambiental empresarial (Radicación 2012ER016429 de la Secretaría Distrital de Ambiente), que contribuirán a la gestión de la política ambiental la Policía Nacional y al Sistema de Gestión Ambiental de la ECSAN. Dentro de los proyectos inscritos están Huella de Carbono, Sustancias Químicas, Compras Verdes y Mantenimiento.

La medición de la Huella de Carbono se convierte en un objetivo específico del presente trabajo, pero teniendo en cuenta que se diseñará una herramienta de cálculo específica para la institución en un año base, ésta será entonces un instrumento útil en la ECSAN para seguir midiendo año a año la huella, y en la medida que se implementen nuevas políticas de manejo de recursos, se espera que el resultado de las emisiones en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente, se reduzca en cada medición.

## 4.2 LA PROBLEMÁTICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Los cambios climáticos que están afectando al planeta Tierra son generados por el excesivo e incontrolado uso de los recursos. El ser humano en sus actividades del día a día los requiere y es muy difícil que pueda vivir si ellos, sin embargo, debe racionalizar su consumo ya que la naturaleza está quedando sin sus componentes para auto regularse, lo que genera alteraciones en el clima, la biodiversidad de flora y la fauna, y por supuesto estos cambios son la fuente de enfermedades y fenómenos naturales que atacan al ser humano.

La teoría del cambio climático por el efecto del CO<sub>2</sub> fue sugerida por Callendar en 1938, (Sandoval et al. 2003) quien argumentaba que la temperatura de la tierra había aumentado porque las actividades humanas habían aumentado la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Entonces Los intereses del ser humano por esta problemática comienzan desde los años sesenta con la revolución verde para el fomento de la producción agrícola, sin embargo ésta dejó consecuencias a los suelos por el uso de

agroquímicos, el almacenaje de sustancias o productos peligrosos y su inadecuada disposición y el uso subordinado de tecnologías que no eran amigables al medio ambiente.

Como consecuencia comienza a nacer la preocupación en los países por tomar medidas para reducir los impactos ambientales, entonces el Club de Roma encarga al MIT un informe sobre los límites al crecimiento, y es en éste donde se publica por primera vez que el planeta está siendo sometido a una serie de cambios como consecuencia de las acciones del hombre. Es por esto que en 1968 las Naciones Unidas recomiendan a la Asamblea General convocar una conferencia sobre los problemas del medio humano.

En junio del año 1972 se lleva a cabo en Estocolmo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, con el objetivo de hablar de asuntos medioambientales y crear conciencia política en los países sobre las amenazas del medio ambiente, de éste sale una serie de principios y recomendaciones a seguir por los países. También se crea el Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA).

Luego en 1987 una comisión de la ONU, Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD), elaboró y presentó un informe basado en un estudio de cuatro años en donde mencionan por primera vez el desarrollo sostenible, con el fin de buscar los medios para el crecimiento económico satisfaciendo las necesidades humanas, preservando los sistemas naturales y control demográfico. Quien encabezó este proyecto fue Gro Harlem Brundtland, por lo que se le llamó Informe de Brundtland.

De conformidad con este informe, la Asamblea General de las Naciones Unidas, convocó en 1988 a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, la cual debía "elaborar estrategias y medidas para detener o invertir los efectos de la degradación del medio ambiente". (Organización de las Naciones Unidas, 2010).

Dicha Conferencia se llevó a cabo en 1992 en Río de Janeiro, también llamada Cumbre de La Tierra o Conferencia de Río, tuvo la participación de más de cien países y se trataron temas de producción de componentes tóxicos y sus residuos, reducción de emisiones de vehículos en el transporte público, entre otros. En ella se aprobaron acuerdos importantes sobre desarrollo sostenible y se abrió entre otros, un instrumento jurídico vinculante, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

A partir de la cumbre nace el Protocolo de Kioto, llevado a cabo en el 1997 y a través del cual se comienza a tratar el tema de cambio climático que genera el calentamiento global, y se estudian las causas, determinando así que una serie de gases que generan este fenómeno asociado al efecto invernadero, dentro de los cuales resalta en su participación el dióxido de carbono. Los países que acordaron pacto en el Kioto, pretenden hasta el año 2012 reducir las emisiones de estos gases llamados del efecto invernadero al menos en 5%. Después de esto, se crea el IPCC, Panel Intergubernamental del Cambio

Climático, como una comisión de científicos encargada de estudiar las evidencias científicas de la contribución del hombre al calentamiento global. (Doménech. 2009).

En el año 2002, diez años después de la primera cumbre de la tierra, se celebró en Johannesburgo, la segunda Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sustentable. Y Desde el año 2010, se vienen adelantando eventos en los que tres grandes participantes, gobiernos del mundo, organizaciones no gubernamentales, ONG, del sistema de Naciones Unidas, y ciudadanos y organizaciones de la sociedad civil, participan por temas claves como el control del cambio climático, una propuesta de nueva arquitectura para gobernanza mundial, y la transición hacia un nuevo modelo de civilización. (Rio+20, 2012)

Estos grandes encuentros internacionales que se realizaron en distintas regiones del mundo, fueron un preámbulo del evento Rio + 20 en Rio de Janeiro, Brasil, que finalizó en junio de 2012, llamado de esta forma debido a los 20 años que han transcurrido desde su primera versión en el año 1992. Este último evento reunió a los jefes de cada estado para discutir temas y avances de la llamada Cumbre de la tierra. Y además se llevo a cabo el *Stakeholder Forum*, el cual protagonizaron los las ONG, y la Cumbre de los Pueblos, en donde participaron los ciudadanos de la sociedad civil, ya mencionados.

#### 4.3 HUELLA DE CARBONO

Como mecanismos para lograr los objetivos ambientales propuestos en cada una de las cumbres mundiales que se han mencionado, ha nacido el concepto de huella de carbono entendido como la medida de la cantidad total de emisiones de dióxido de carbono que es causada directa e indirectamente por una actividad o es acumulada a través de las etapas de la vida de un producto (Wiedmann and Minx. 2007).

Se han creado muchas metodologías para el cálculo de huella de carbono, en distintos países, para distintos procesos y en distintos sectores; las cuales son monitoreadas y validadas por organizaciones que promueven la disminución de esta huella en pro de la conservación del medio ambiente, dentro de ellas Carbon Footprint Ltd., Carbon Trust y Global Footprint Network.

La huella de carbono hace parte de la huella ecológica que es una herramienta utilizada para medir el impacto ambiental de las actividades humanas sobre el medio ambiente. Esta última medida permite conocer las unidades de terreno (hectáreas) que cada ser humano o entidad necesita para vivir, es decir consumir materiales, energía y generar emisiones, residuos y vertidos. (Doménech. 2009).

La huella ecológica fue propuesta por primera vez a principio de los años noventa en 1996, por Mathis Wackernagel y William E. Rees. A través de ella, quisieron expresar la relación entre el consumo sobre la tierra y su capacidad de carga o terreno disponible



para ello, de lo cual se obtiene un superávit en caso de ser positivo, o déficit en caso contrario. (Carballo et al. 2009; Schneider y Samaniego. 2010).

Para el cálculo de la huella ecológica se tienen en cuenta seis categorías de variables que son, consumo de superficies destinadas a cultivos, superficie destinada a pasto para alimento de ganado, superficie de mar, superficies de plantación de bosques, tierra ocupada para urbanismo y minas de cielo abierto y superficies que son sumideros de CO<sub>2</sub>; y también tiene en cuenta el consumo energético. El método tradicional de cálculo es el cociente entre el consumo en determinadas unidades y la productividad por hectárea y energética. Cabe resaltar que los datos que se deben tener en cuenta para el cálculo de la huella son los consumos reportados en la contabilidad de la empresa o entidad del periodo al cual se aplique el cálculo. (Doménech. 2009).

La capacidad de carga del planeta es la cantidad de unidades de terreno (ha) en la que él puede mantener la máxima población de forma sostenible, conservando los recursos. El promedio de la capacidad de carga del planeta en un año es de 1.7 cap/ha/año, repartido de la siguiente manera: 0.25 ha de cultivos, 0.6 ha de pastos, 0.6 ha de bosques, 0.03 ha de terreno construido y 0.5 ha de mar y descontando de esta suma el 12% que debe corresponder a la biodiversidad. Esta huella cambia cada año, de acuerdo a los cambios en los consumos de los recursos. Aunque los datos se reporten de esta forma, en muchos países probablemente la huella superará la capacidad de carga promedio del planeta, por lo que cada país deberá tener como referencia su propia capacidad de carga. (Doménech. 2009).

Entonces la huella de carbono es la expresión en unidades de CO<sub>2</sub> de la huella ecológica, es una medida más específica y se centra particularmente en las emisiones de gases de efecto invernadero, GEI en adelante, expresados en toneladas de CO<sub>2</sub>.

El impacto de los GEI es medido a través de la huella de carbono con un inventario de estas emisiones. La huella de carbono está compuesta por la suma de dos partes: la huella primaria, medida por las emisiones directas de CO<sub>2</sub>, las cuales se clasifican de esta forma por tener la posibilidad de controlarlas, como son el transporte y consumo de energías. Y la huella secundaria, que es la medida de las emisiones indirectas de CO<sub>2</sub>, de la totalidad del ciclo de vida de un producto o servicio (Gallardo et al. 2010), es decir las emisiones generadas por actividades propias pero no controladas por la organización.

Se han establecido algunos protocolos como metodologías para estandarizar el cálculo de la huella de carbono. Uno de ellos es el protocolo de gases del efecto invernadero (*GHG Protocol*), desarrollado por el instituto de recursos mundiales y el consejo mundial empresarial para el desarrollo sostenible, éste tiene un enfoque corporativo para ayudar a las empresas a cuantificar las emisiones de GEI. Por otra parte el PAS 2050, elaborado por el instituto de normalización británico, tiene un enfoque de ciclo de vida y es una buena base para el cálculo de la huella de productos agropecuarios. (Gallardo et al. 2010). "La familia de normas ISO comprendidas entre la ISO 14064 y la 14069 tienen

como objetivo dar credibilidad y aseguramiento a los reportes de emisión de GEI y a las declaraciones de reducción o eliminación de GEI. Las normas no están alineadas con ningún esquema particular, más bien son independientes y pueden ser usadas por organizaciones que participan en el comercio, en proyectos o en mecanismos voluntarios de reducción de emisiones. Las normas se pueden aplicar a todos los tipos de GEI, no estando limitadas al CO<sub>2</sub>.<sup>6</sup> La información sobre estas metodologías será ampliada en el siguiente capítulo.

Estas metodologías representan un esquema sobre cómo llegar a la cuantificación o al llamado inventario de gases de efecto invernadero, sin embargo para realizar el inventario no todas ofrecen herramientas de cálculo. Y a raíz de esta necesidad se han publicado algunas herramientas que ofrecen la manera de calcular los gases de efecto invernadero.

Entre los años de 2004 y 2007 surgió la herramienta de cálculo MC3, método compuesto de las cuentas contables, con el cual se calculan las emisiones de CO<sub>2</sub> desarrollado por Doménech. Este toma como base el cálculo anterior de la huella ecológica, en donde se tienen en cuenta las seis categorías de variables señaladas anteriormente, a partir de todos los consumos posibles, y se hace la conversión de todas las entradas a emisiones de CO<sub>2</sub> teniendo en cuenta un factor de emisión del gas. Este método incluye las emisiones de CO<sub>2</sub> directas e indirectas de los procesos de la organización en donde sea calculada. (Doménech y González. 2009).

Por su parte, Munksgaard y Pedersen (2001), Mäenpää y Siikavirta (2007); comenzaron a implementar la metodología del modelo input – output para el cálculo de las emisiones incorporadas en las exportaciones de la economía local que corresponden a emisiones que conllevan las importaciones necesarias para financiar dichas exportaciones, y que por lo tanto deben descontarse de las emisiones correspondientes a la demanda final doméstica en el cálculo del Balance Neto en CO<sub>2</sub> incorporado. (Navarro. 2009). Se plantea que el balance neto de las emisiones de CO<sub>2</sub> es la diferencia entre las emisiones incorporadas en las importaciones para satisfacer la demanda final doméstica y las incorporadas en las exportaciones cuya carga es la demanda exterior.

Por otra parte, se ha utilizado otra herramienta antes conocida, el ACV análisis del ciclo de vida, para el cálculo de la huella de carbono. “Se basa en la recopilación y análisis de las entradas y salidas del sistema para obtener unos resultados que muestren sus impactos ambientales potenciales”.<sup>7</sup> Los elementos que se tienen en cuenta en el ACV son los inputs, referentes al uso de recursos, materias, primas, transporte, electricidad y energía; y los outputs que son las emisiones al aire, agua y suelo, así como los

---

<sup>6</sup> Análisis del ciclo de vida y Huella de Carbono. IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Alameda de Urquijo. 36, 6°. Bilbao. 2009. Pg.29.

<sup>7</sup> Análisis del ciclo de vida y Huella de Carbono. IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Alameda de Urquijo. 36, 6°. Bilbao. 2009. Pg. 3.

subproductos obtenidos de cada fase del sistema o proceso. Existen tres tipos de ACV, según el estudio realizado por IHOBE (2009); que son *Gate to Gate*, *Cradle to Gate* y *Cradle to Cradle*, los cuales se han clasificado de esta forma teniendo en cuenta los límites que tiene en cuenta el análisis.

Para llevar a cabo el cálculo de la huella de carbono a partir del análisis del ciclo de vida, se debe considerar, dentro de la categorías de impactos ambientales de los cuales se desea obtener resultado, el calentamiento global, cuya unidad de referencia son los Kg equivalente de CO<sub>2</sub>, lo que sería la medida de la cantidad de GEI en CO<sub>2</sub> equivalente. (IHOBE. 2009). Otras categorías también son tenidas en cuenta en el ACV, como eutrofización, acidificación, reducción de la capa de ozono, entre otros, pero estas no son pertinentes en la presente investigación.

En la categoría de calentamiento global se compara el valor de cada sustancia (GEI como metano, óxido nitroso, etc.) con respecto a la sustancia de referencia de dicha categoría (CO<sub>2</sub>). Se ha establecido a través de IPCC y lo cual es evaluado periódicamente, las equivalencias de cada GEI, así entonces 1 tonelada de emisiones de CH<sub>4</sub> es equivalente a 21 toneladas de CO<sub>2</sub>; y 1 tonelada de N<sub>2</sub>O es equivalente a 310 toneladas de CO<sub>2</sub>. Esto se lleva a cabo a través de los factores de caracterización de cada sustancia, es decir a la equivalencia de esa sustancia con respecto a la sustancia base. (Pikoñ and Gaska. 2010). Cada sustancia es multiplicada por su correspondiente factor de caracterización. De este modo se pueden obtener valores con unidades equivalentes, los cuales al ser sumados miden la cantidad de CO<sub>2</sub> que se está generando. (IHOBE. 2009).

Este factor de caracterización, también llamado factor de emisión representa la cantidad en peso de un contaminante, para el caso de la huella de carbono el CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera, generada por una unidad de la fuente de estudio o actividad, puede ser m<sup>3</sup> de combustible, kWh de energía, cantidad de materia prima, entre otros. Los factores de emisión pueden variar de acuerdo al tipo de combustible, proceso en que se genere la combustión del gas, y la tecnología utilizada para tal fin. (ACCEFYN. 2003).

El IPCC propone una base de datos de factores de emisión para distintos sectores y actividades, disponible en Emission Factor Database, EFDB, sin embargo sugiere que de ser posible se realice su cálculo ya que las condiciones para cada caso son diferentes de acuerdo a los factores anteriormente mencionados. Es por eso que en Colombia la Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales, ACCEFYN, propuso en el año 2003 un método para el cálculo de los factores de emisión de los combustibles colombianos, como el producto del volumen real del combustible en la actividad, la concentración y su poder calorífico. Este método de cálculo de factores de emisión fue aprobado por la UPME, Unidad de Planeación Minero Energética, y está disponible en su sitio web; por lo que fue diseñado para ser utilizado en este tipo de proyectos, donde se desea cuantificar emisiones por quema de combustibles fósiles.

#### 4.4 ECOEFICIENCIA Y SU RELACION CON EL CALENTAMIENTO GLOBAL

El término ecoeficiencia hace referencia a un concepto más completo sobre sostenibilidad, es la habilidad para producir bienes o servicios mientras se consume menos recursos naturales y se incurre en menos impacto sobre el medio ambiente (Picazo-Tadeo et al. 2012). El término, que surgió desde los años noventa (Mickwitz et al. 2005), fue aceptado por el *World Business Council for Sustainable Development*, como una forma de comprometer a las organizaciones a nivel mundial para ser de manera simultánea más competitiva y responsable ambientalmente.

La importancia de la ecoeficiencia nace en la medida que el ser humano comienza a preocuparse por los recursos naturales con que se dispone en el planeta para satisfacer las necesidades humanas. Es decir la ecoeficiencia pasa a ser parte esencial del desarrollo sostenible, ya que permite medir y evaluar el impacto que cada actividad genera al medio ambiente en un contexto económico.

Hoy en día, para solucionar problemas de esta índole y tomar decisiones hay una gran paradoja, ya que existe mucha información, pero esta es poco útil. Entonces por esto se necesitan herramientas más sofisticadas para la toma de decisiones, y los indicadores han sido de gran apoyo para esta problemática (Mickwitz et al. 2005).

Teniendo en cuenta que el término ecoeficiencia involucra el aspecto económico y el ambiental, se han venido proponiendo indicadores que midan esta relación de sostenibilidad. Generalmente la ecoeficiencia se mide como la razón entre el valor agregado por un producto o servicio y el impacto que este genera sobre el medio ambiente. (Cha, Kyoungsoon et al, 2007). La medida de ecoeficiencia es ampliamente utilizada por las organizaciones para distintos fines, entre ellos para la toma de decisiones sobre políticas de la empresa en el nivel gerencial, o para administrar o manejar las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Entonces, cuando se trata de evaluar la ecoeficiencia relacionada con el calentamiento global, surge un nuevo indicador llamado ecoeficiencia del calentamiento global, (Cha, Kyoungsoon et al, 2007) medido como la razón entre el valor agregado de un producto o servicio y la influencia del calentamiento global. Esta influencia del calentamiento global es representada por la medida de dióxido de carbono equivalente CO<sub>2eq</sub>, el cual representa los demás gases de efecto invernadero, dentro de los cuales ya se han mencionado CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC<sub>s</sub>, PFC's, y SF<sub>6</sub>.

En una región de Finlandia, Kymenlaakso, cuyas condiciones naturales habían sido identificadas como vulnerables a los impactos ambientales, debido a la alta actividad en procesos industriales, se realizó un estudio regional para establecer indicadores de ecoeficiencia (Mickwitz et al. 2005). Teniendo en cuenta las características de la región y

la evaluación del impacto ambiental, que se hizo a través de un análisis de Ciclo de vida, se concluyeron tres tipos de indicadores de ecoeficiencia: indicadores de impacto (refiriéndose a las emisiones de CO<sub>2</sub>), indicadores de categoría de impacto (refiriéndose al equivalente en CO<sub>2</sub> de impacto de calentamiento global), y los indicadores de impacto total, los cuales combinan los anteriores. Este estudio incluyó indicadores de carácter social, ya que quienes lo hicieron, plantean que la ecoeficiencia también abarca ese sentido, sin embargo el aspecto social aunque es de gran importancia para la problemática ambiental, no entra en el alcance del presente proyecto.

Propuestas de ecoeficiencia como la que se acaba de mencionar, buscan como meta final para las organizaciones, gobiernos o personas, la elaboración de bienes y la prestación de servicios a precios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y eleven la calidad de vida de la población. Al mismo tiempo, debe promover la reducción progresiva del impacto ambiental negativo de los productos o servicios.

Estos son algunos de los beneficios que se pueden obtener al implementar prácticas ecoeficientes en el consumo de recursos en una organización o institución: minimizará los costos de producción, utilizará de manera más responsable los recursos naturales, reducirá la emisión de contaminantes, mejorará sus relaciones públicas y obtendrá la aprobación de su comunidad entre otros.

A partir de estos planteamientos, en capítulos posteriores se propondrán prácticas de manejo de recursos que contribuyan a la medida ecoeficiente de las actividades y procesos de la ECSAN. Esta medida ecoeficiente será a partir de la huella de carbono calculada, por lo tanto el indicador que evalúe esas prácticas será de ecoeficiencia del calentamiento global; cuyo reto termina siendo el fortalecimiento de la razón entre valor agregado e impacto ambiental, es decir, se reduce el impacto ambiental de GEI, y aumenta el valor agregado (generalmente en términos económicos), para la institución.

#### 4.5 DESARROLLO DE PROYECTOS

A partir de los estudios de Wackernagel y Rees (1996) se han propuesto diferentes métodos para el cálculo de la huella ecológica y de carbono en empresas e instituciones en países como España, Inglaterra, Estados Unidos y Chile “entre los que se destacan el análisis del ciclo de vida basado en las técnicas *input – output*, la aproximación de los componentes o la propuesta de *Carbon Trust*”<sup>8</sup>. Debido a que la herramienta tiene aplicación en empresas y en cualquier tipo de organización, se les ha denominado recientemente Huella Ecológica y Huella del Carbono Corporativa.

---

<sup>8</sup> DOMÉNECH, Juan Luis. Huella Ecológica y Desarrollo Sostenible. Segunda Edición. AENOR Ediciones. España. 2009.

En el año 2009 Juan Luis Doménech publicó su propuesta y aplicación de una metodología para calcular la huella ecológica y del carbono de la Autoridad Portuaria de Gijón en España. Para obtener las variables de consumo, el autor tuvo en cuenta los datos proporcionados por la contabilidad del Puerto, por lo que a través del consumo energético, eléctrico, de combustibles, de materiales, de servicios, a los residuos emisiones y vertidos, recursos agropecuarios, recursos forestales y agua, y uso del suelo; entre su productividad, pudo calcular en una hoja de Excel la cantidad de consumo sobre su productividad obteniendo así la Huella Ecológica y luego expresó esta cantidad de hectáreas en emisiones de CO<sub>2</sub> teniendo en cuenta el factor de absorción del recurso de superficies sumideros de carbono.

Como resultado de su investigación, Doménech encontró que la huella ecológica de la Autoridad del Puerto de Gijón, es 6,483 ha/año, es decir que para realizar sus actividades, el puerto necesita de esta cantidad de hectáreas en un año. La huella de Carbono a la que equivale esta cantidad de superficie de tierra es 30,485 ton/año de CO<sub>2</sub>. Analizando la división de fuentes de consumo, la mayor parte del porcentaje de influencia se debe al consumo de materiales.

Seguidamente en el mismo año, Juan Luis Doménech junto con Adolfo Carballo y María García-Negro (2009), publicaron una investigación sobre la estimación de la huella corporativa del carbono, basados en la alternativa metodológica MC3, “método compuesto de las cuentas contables”. (Carballo et al. 2009). Ellos estimaron la huella de carbono de una empresa productora de Vino en Galicia, España; pasando por dos fases, la primera fue la recolección de datos sobre los estados financieros, y posteriormente la elaboración de un cuestionario para recolectar las categorías de consumo de un año determinado que fue en ese caso, el 2006. La investigación arrojó que la empresa emite 5,47 ton/año (2006) de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de vino producida.

En el año 2010 estudiantes de la Universidad de Illinois en Chicago realizaron un proyecto en el que basados en las investigaciones de Wackernagel y Rees (1996), calcularon la huella ecológica de esa Institución de Educación Superior. Este proyecto tuvo la intención de evaluar la consecución de sus objetivos de sustentabilidad, a través del indicador de la huella. El resultado arrojó que la cantidad de unidades de terreno que ellos necesitan para realizar sus actividades corresponde a 97,601 ha/año; y el recurso que representa el mayor porcentaje de consumo es la energía utilizada para terreno para construcción.

En el año 2008, un estudio de la secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de Argentina, arrojó la huella de carbono del argentino promedio. En el estudio se tuvo en cuenta el consumo en los sectores de transporte, alimento, residuos y energía; y se concluyó que un argentino emite en sus actividades diarias 5,71 toneladas de CO<sub>2</sub>, siendo el transporte el factor que más influye en la medida. (Castillo y Petrillo. 2008)

En el 2007, se realizó un análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la Universidad de Santiago de Compostela, España; en donde se tomó como base el método MC3 y después de unas

modificaciones, se calculó la huella de carbono de las emisiones directas e indirectas; los consumos indirectos fueron el consumo de papel y la movilidad. Los resultados arrojaron que en el año de estudio, la Universidad de Compostela emite 32.407,83 toneladas de CO<sub>2</sub>, siendo el consumo eléctrico el factor de mayor influencia en la medida de las emisiones. (López y Blanco. 2007).

La huella ecológica y la huella de carbono se ha convertido en un indicador que provee el punto de partida de proyectos encaminados a la reducción de los gases de efecto invernadero, ya sea de mitigación o compensación (Cornejo y Wilkie. 2010). En muchos países de Latinoamérica como por ejemplo Ecuador, Argentina, Peru, entre otros y la mayor parte de los países de Europa y Asia, el tema ambiental es primordial en las políticas de esos países, ya que como influye en todos los aspectos, constantemente se están proponiendo e implementando medidas que reduzcan desde las distintas perspectivas el impacto que los problemas ambientales producen en los procesos políticos, económicos y sociales.

Dentro de las medidas que el Protocolo de Kioto ha propuesto adoptar, están los proyectos Mecanismos de Desarrollo Limpio, MDL. En Colombia, a través de las Resoluciones 0453 y 0454 de 2004, la autoridad competente, entonces llamada Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, propuso el procedimiento de aprobación de estos proyectos y un comité técnico intersectorial de mitigación de cambio climático. Desde entonces, este tipo de proyectos se han llevado a cabo principalmente en los sectores minero energético, industrial, de transportes, residuos y agropecuario<sup>9</sup>.

La mayoría de los proyectos MDL en Colombia están basados en el cambio de combustible utilizado en los procesos productivos de esos sectores. Con esto se busca reducir las emisiones generadas en su quema. Otros proyectos están basados en la generación de energía a partir de fuentes renovables. Hay también plantas de tratamiento de aguas y otros proyectos de recuperación de bosques. Hoy en día el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuenta con un amplio portafolio de los proyectos MDL destacados que han sido registrados y otros que están en proceso de aprobación nacional.

En Ecuador específicamente, se llevó a cabo un proyecto en el sector agropecuario, para el aprovechamiento del estiércol de ganado para producir biogás, el cual reemplazaría el entonces combustible *Liquified Petroleum Gas*, LPG por sus siglas en inglés, utilizado en las actividades del sector. La obtención del biogás traería beneficios como el reemplazo de combustible, por uno menos contaminante, el cual sería obtenido a partir de las emisiones de la materia orgánica, reduce el uso de leña, evitando la tala de árboles.

---

<sup>9</sup> Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. MDL en Colombia. Grupo de Mitigación de Cambio Climático. Colombia.

Además el producto obtenido en el proceso, no solo sería biogás, sino también el abono orgánico que se transforma a partir del proceso anaerobio (Cornejo y Wilkie. 2010).

En Perú, se realizó un estudio sobre el funcionamiento de biodigestores que producen biogás en condiciones de altura y bajas temperaturas. Comúnmente los biodigestores se emplean en áreas rurales de países en desarrollo. Son prácticas artesanales que permiten el aprovechamiento de recursos en un sistema sostenible. El gas que en mayor volumen se obtiene del proceso de la digestión anaerobia es el metano  $\text{CH}_4$ , luego el  $\text{CO}_2$  y otros. Básicamente un biodigestor se construye con un recipiente plástico generalmente cilíndrico, al cual se le adaptan un tubo de entrada de la materia orgánica, y dos de salida, para el biogás generado, y para el abono orgánico que se produce en el proceso anaerobio (Ferrer et al. 2011).

Otra de las investigaciones llevadas a cabo en América del Sur, es en el caso de Brasil la evaluación del potencial de los desechos sólidos orgánicos para la producción de biogás como generador de energía (Ribeiro y Silva. 2009). La base de estas investigaciones nace de la crisis ambiental, el Protocolo de Kioto, la implementación de MDL, y el desarrollo económico y el alto costo de los combustibles; con lo cual se ha estudiado la posibilidad de nuevas fuentes de producción de energía, que respondan a estas necesidades y se logre preservar los recursos naturales, consiguiendo así la sostenibilidad. En ese estudio, los residuos sólidos orgánicos provienen de la industria del azúcar y alcohol (vino), desechos urbanos y aguas residuales, y desechos de animales.

En China en el año 2005, se realizó un estudio para determinar la cantidad de gases de efecto invernadero que se reducirían por el cambio en las prácticas a nivel de los hogares en las zonas rurales, ya que el Gobierno de ese país había popularizado el uso sistemático del biogás como combustible para satisfacer las necesidades energéticas. Entonces el estudio determinó que al sustituir todas las fuentes de energía disponibles en esas zonas, incluyendo la leña, la paja, el petróleo refinado, la electricidad, el gas natural, y el gas de petróleo licuado, las emisiones de gases de efecto invernadero se habrían reducido desde el año 1991 al 2005 de manera eficiente. Los beneficios de reducción que se habrían obtenido incluiría además el manejo adecuado de los desechos orgánicos, que son los insumos utilizados para la producción del biogás. Además se estimó en esa investigación que para el año 2010 se incrementaría la producción y el uso del biogás, mejorando significativamente en las zonas rurales de China en cuanto a la reducción de las emisiones de los gases (Yu et al. 2008).

En cuanto a los gases de efecto invernadero medidos, se determinó en el estudio, que el metano,  $\text{CH}_4$ , es el que en mayor proporción se emite en la digestión anaerobia, a través de la cual produce el biogás, y cabe resaltar que los desechos orgánicos utilizados para tal fin provienen del estiércol y desechos humanos (Yu et al. 2008).



Los resultados finales mostraron que la aplicación de digestores anaerobios para producir biogás ahorró cerca de 40% el consumo de combustible para los medios de vida en los hogares de las zonas rurales en China. En el 2005, 6,5 billones de m<sup>3</sup> de biogás se produjeron para uso doméstico, específicamente en cocina, iluminación, bombeo de agua (Yu et al. 2008).

Entre los años 2008 y 2009, se realizó una investigación en cuatro universidades de Ghana, en donde se clasificó a la población en residenciales, y personal y estudiantes no residenciales, con el objetivo de determinar la cantidad de aguas residuales generadas en cada grupo. Se evidenció que esta cantidad también dependía de las temporadas de clase o vacaciones. El objetivo de la investigación fue estudiar otra fuente de energía proveniente de biomasa, distintas a las que ya estaban disponibles, y establecer la cantidad que se podría obtener de la muestra de las cuatro universidades (Arthur et al. 2011).

La atención que el Gobierno de Ghana le ha dado al desarrollo de las tecnologías para nuevas fuentes de energía, surgió luego de los años 1980, cuando se evidenciaba el aumento en el uso de leña y consecuentemente la devastación de amplias áreas de bosques. A pesar de que existe la preocupación del Gobierno por mejorar la eficiencia energética en ciertos sectores con la utilización de nuevas fuentes, no hay fuertes políticas para construcción de plantas de producción de biogás (Arthur et al. 2011).

En esa investigación, se establece una propuesta en la cual a través del tratamiento de las aguas residuales se obtiene lodo que sirve como materia orgánica para la digestión anaerobia que produce compost y biogás, logrando actuar en tres frentes que son, producción limpia energética, tratamiento de residuos y producción de fertilizantes para el suelo. De esta forma se propone un nuevo punto de partida para la producción de biogás, y al Gobierno, plantear nuevas políticas partiendo de los hallazgos, para lograr un ambiente sostenible (Arthur et al. 2011).

Como es evidente en los casos expuestos anteriormente, la producción de energía renovable a partir de la biomasa se ha convertido en una de las opciones más eficientes y efectivas sobre otras fuentes de energía, como es el caso de la energía solar, hídrica y eólica. La razón es porque la producción de la energía renovable requiere de menos capital de inversión por unidad de producción. La biomasa puede ser utilizada para producir distintas fuentes o formas de energía, como es el calor, vapor, electricidad, hidrógeno, metano, etanol y metanol; de ahí su gran importancia (Venkateswara et al. 2010), además porque debido a sus propiedades reduce la cantidad de emisiones generadas en su quema al ser utilizada.

Es por esto que en la India se realizó un estudio para estimar el potencial de energía proveniente del tratamiento de desechos orgánicos como residuos sólidos urbanos,

residuos de cultivos y desechos agrícolas, los lodos de aguas residuales, estiércol, desechos industriales, que incluye destilerías, fábricas de productos lácteos, pulpa y papel, aves de corral, mataderos y la industria del azúcar (Venkateswara et al. 2010). En este estudio se calcularía la cantidad de biogás que se produciría del tratamiento anaerobio de los residuos orgánicos que se acaban de mencionar. El tratamiento anaerobio consiste en la digestión en donde ocurren dos distintas reacciones biológicas, la fase ácida y la fase de formación de metano. En la primera los compuestos orgánicos complejos se convierten en simples y finalmente en ácidos orgánicos; y en la segunda fase ocurre la estabilización de desechos.

A pesar del gran potencial para producir energía renovable encontrada en los desechos orgánicos en India, se necesitan políticas del Gobierno para integrar la bioenergía en la planificación energética, que trascienda las barreras de la utilización en las zonas rurales, más allá de la investigación; con el fin de crear un mix energético equilibrado (Venkateswara et al. 2010).

Los anteriores, son estudios que se han encontrado en la literatura, sobre propuestas de manejo de recursos que buscan la sostenibilidad ambiental, las cuales tienen en cuenta el impacto ambiental sobre recurso aire, es por eso que a partir de la medición de los gases emitidos en determinadas actividades, se puede evidenciar si la implementación de estas propuestas realmente disminuye el impacto sobre el medio ambiente.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

Este capítulo describirán los principales métodos que a través de los años se han implementado con el fin de estandarizar los cálculos y mediciones de huella de carbono en el mundo. Estas metodologías permiten a los usuarios cumplir paso a paso una serie de requisitos para llegar a la obtención de un inventario de gases de efecto invernadero, transformados en unidades de dióxido de carbono, por lo que el resultado es la huella de carbono. Cabe resaltar que organizaciones alrededor del mundo preocupadas por temas ambientales como el calentamiento global generado por la acumulación de estos gases, tienen grandes objetivos como crear nuevas metodologías, cada vez más completas o específicas de acuerdo a cada país, para ser utilizadas por gobiernos u organizaciones para sus inventarios de GEI, es por esto que en este capítulo se describirán las más relevantes en la actualidad para este tipo de proyectos.

### 5.1 MÉTODOS EXISTENTES

A pesar de que son todos distintos, los métodos para la medición de la huella de carbono tienen el mismo fin que es medir el impacto al medio ambiente que generan los gases de efecto invernadero en unidades de CO<sub>2eq</sub>. En lo que difieren generalmente es en su formulación y en el paso a paso que debe recorrer quien lo implementa. A continuación se detallarán las normas internacionalmente más utilizadas; que han sido debidamente aprobados por organizaciones a nivel mundial que promueven la medición y programas de disminución de huella como Carbon Footprint Ltd., Carbon Trust y Global Footprint Network.

- *GHG Protocol*. El protocolo de gases de efecto invernadero es el método más usado por personas, gobiernos y empresas en el mundo. El objetivo de este método es abarcar todas las posibles fuentes de las emisiones que se cuantifiquen con él, esto quiere decir que además de ofrecer pautas para establecer alcances para cuantificar las emisiones, ofrece criterios de selección de herramientas de cálculo dependiendo del sector de la organización que lo pretenda implementar. Y también ofrece las herramientas de cálculo, es decir las hojas de cálculo estandarizadas o con posibilidad de modificación en cuanto a tipo de sector, alcance, factores de emisión entre otros.  
La primera versión del *GHG Protocol* fue presentado por primera vez en el año 2001, como un estándar corporativo, y a través de los años se ha modificado en sus distintas versiones, adicionando también las herramientas de cálculo como ya se mencionó. (Protocol, 2012).
- ISO 14064. La norma ISO 14064 fue creada por la Organización Internacional de Normalización con el objetivo de “beneficiar a las organizaciones, los gobiernos,

los proponentes de proyectos y las partes interesadas en todo el mundo, proporcionando claridad y coherencia para la cuantificación, seguimiento, informe y la validación o verificación de los proyectos e inventarios de GEI” (NTC-ISO 14064-1. ICONTEC). Esta norma se divide en tres partes, la primera con orientación a organizaciones, la segunda a nivel de proyecto, y la tercera para validación y verificación de declaraciones.

La parte 1 de la norma se centra en la gestión de GEI en compañías y organizaciones, entregando así pautas para establecer límites y la cuantificación. La diferencia que tiene esta norma con las demás es que incluye los requisitos para cuantificar las remociones de los GEI y también las pautas para la gestión de calidad del inventario. Sin embargo no sugiere herramientas de cálculo para la cuantificación como tal. Es el usuario de esta norma quien debe buscar otras fuentes para construir una hoja que permita registrar y proveer el dato final sobre el inventario de GEI.

La norma en Colombia fue ratificada por el Consejo Directivo de ICONTEC, para la parte 1 que es la que aplica en este tipo de proyecto, el 26 de Julio del año 2006, y adopto la identificación de NTC-ISO 14604-1 (NTC-ISO 14064-1. ICONTEC).

- PAS 2050. En el año 2008 nació la primera versión de la norma PAS 2050 en el Reino Unido. Los promotores de esta norma fueron BSi (*British Standards*) y Defra (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*), cuyo objetivo fue proponer una guía para evaluar la huella de carbono de bienes y servicios. La norma PAS “*Publicly Available Specification*” pretende ser un estándar disponible para el nivel corporativo del Reino Unido para cuantificar sus emisiones, e influir en el nivel gerencial en la toma de decisiones en cuanto a diseño de producto, de procesos de fabricación y gestión de proveedores. Sin embargo, esta norma especifica que su enfoque es a nivel de producto únicamente. La guía se base en el análisis del ciclo de vida del producto para medir las emisiones que se generan a partir de las actividades del ciclo. Cuando se trata de evaluación de emisiones de un proceso productivo, esta norma puede resultar muy efectiva, ya que tiene en cuenta todo el recorrido de un producto, desde la materia prima hasta la disposición final, y todo lo que en el proceso influye, como energía consumida etc. Esta norma entrega al usuario la herramienta de cálculo ya que es muy específica para su objetivo, lo que la convierte en una norma muy completa. Existe una versión del PAS 2050 que nació en el año 2011. (*Guide to PAS 2050. BSi. United Kingdom. 2008*)
- Existen otras normas que han sido desarrolladas en otros países como Francia, Suecia y Japón, que son “*BP X30-323 y Bilan Carbone, EPD System y TS Q 0010*” respectivamente. Las primeras han sido desarrolladas e implementadas

desde hace algunos años por lo que han resultado fiables, la última fue creada recientemente pero según estudios realizados por la Fundación Entorno en España, para el Desarrollo Sostenible, afirman que ha tenido buena implicación de empresas. (AccionCO2, 2012).

Sin embargo estas normas están basadas y son consistentes con ISO 14604 y con *GHG Protocol*, lo que permite considerarlas como las más reconocidas y completas del en el mundo.

## 5.2 ELECCIÓN DE UN MÉTODO PARA LA MEDICIÓN DE HUELLA DE CARBONO

Teniendo en cuenta los métodos existentes mencionados en el numeral anterior, se requiere la aplicación de alguno de ellos para la medición de huella de carbono en la ECSAN.

Este tipo de trabajo investigativo, por ser descriptivo, incluye elementos cualitativos, a través de los cuales se busca el significado de las cosas. Este tipo de elementos cualitativos recoge la información mediante observación o entrevistas, más que por experimentos; puesto que tienen como finalidad captar experiencias hacia lo concreto (Díaz y Andrés, 2005).

### 5.2.1 La Entrevista Cualitativa

Con el fin de determinar el método pertinente para medir la huella de carbono, se recurrió al método cualitativo de la entrevista como técnica de investigación. Desde los años 30 del siglo pasado aproximadamente, se ha venido utilizando la entrevista como una técnica investigativa en las ciencias sociales, y de ahí se ha generalizado su aplicación (Díaz y Andrés, 2005).

Existen distintos tipos de entrevista como técnica investigativa. En el presente proyecto se implementará la de tipo enfoque, desarrollada por Merton en 1956, ya que el objetivo obedece a este tipo de entrevista, en la que hay un foco de interés alrededor del cual se hace la conversación, se elige a una persona objeto de la entrevista, y se profundiza en un asunto, sin necesidad de cuestionario, sino cuestionamiento.

Este tipo de entrevistas, pueden abordar distintos intereses del investigador según Bodgan (1986)<sup>10</sup>, como conocer sobre la vida o autobiografía sociológica, de aprendizaje o situacional.

---

<sup>10</sup> Díaz, G; Andrés Ortiz, R. La entrevista cualitativa. Universidad Mesoamericana. 2005

Para obtener indagar sobre la información objetivo de la entrevista, que es el método indicado aplicar para medir la huella de carbono en la ECSAN, se realizarán entrevistas cualitativas, de enfoque, y situacional. Ya que se elegirá a los entrevistados idóneos en el tema, con ellos se abordará el tema específico de los métodos existentes y se les pedirá su opinión sobre el indicado en el objeto de estudio. A través de estas entrevistas, se pretende concluir y elegir sobre distintos escenarios.

### 5.2.2 Selección de Entrevistados

En Colombia, el tema ambiental y de desarrollo sostenible que se lleva a cabo en este proyecto, está tomando fuerza. Desde el Gobierno de Colombia se están tomando medidas para el tema de las emisiones a la atmósfera; y otras organizaciones no gubernamentales también están investigando sobre el tema y proponiendo al sector público y privado asesorías en este tipo de estudios. El objetivo de esto es garantizar a las generaciones futuras recursos para vivir y un ambiente más agradable, lo que se conoce como desarrollo sostenible.

Estas son entonces, las organizaciones que se deben contactar para quienes están encargadas de estos temas, debido a su experiencia y conocimientos, participen en el panel de expertos del método Delphi que se aplicará.

Se contactó a la Fundación Natura Colombia, "...organización de la sociedad civil dedicada a la conservación, uso y manejo de la biodiversidad para generar beneficios social, económico y ambiental, en el marco del desarrollo humano sostenible."<sup>11</sup> Esta organización dentro de sus servicios, presta asesorías a empresas para el cálculo de su huella de carbono. De Natura, se invitó a Susana Vélez Haller, quien ocupa el cargo de Asesora en Cambio Climático, a responder las rondas de preguntas que se realizarán en el panel.

La segunda organización en ser contactada fue LOGyCA, quienes ofrecen a la comunidad productos y servicios en logística para la toma de decisiones en la cadena de valor. La sección de investigación que creó esta organización es el CLI (Centro Latinoamericano de Innovación de Logística), ellos lideran proyectos investigativos de tres áreas de la logística y la gestión de cadena de valor, que son sostenibilidad, catalizadores y *Supply Chain* en mercados emergentes (Logyca.2012). Dentro de los proyectos de sostenibilidad, está la huella de carbono. Este equipo es liderado por Vivian Rangel, a quien se invitó a pertenecer al panel de expertos.

La tercera entidad en ser contactada fue el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en Colombia. El Ministerio está organizado bajo la Dirección del Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de él dependen las oficinas de asuntos administrativos y de control.

---

<sup>11</sup> Misión. Fundación Natura. Disponible en [www.natura.org.co](http://www.natura.org.co)

Seguidamente el Viceministro está a cargo de cinco Direcciones. Una de ellas es la Dirección de Cambio Climático. En esta Dirección esta una Profesional en el tema quien maneja mediciones de huella de carbono en proyectos que se han desarrollado por el Ministerio, Diana Barba, a quien se invitó a participar en las fases del panel.

Estas serán entonces las tres entrevistadas idóneas, que proporcionarán la información necesaria para describir los escenarios y llegar a la toma de la decisión sobre el método que se aplicará en la medición de la huella de carbono.

### 5.2.3 Desarrollo de la Entrevista

El objetivo de la entrevista cualitativa es elegir entre los existentes, el método y herramienta de cálculo para medir la Huella de Carbono en la escuela de Formación Policial ECSAN.

Previo al contacto con el entrevistado, se establecen las preguntas que se harán durante la entrevista, de manera que se lleve un orden de ideas y llegar al foco que es determinar un método pertinente.

Las preguntas son de tipo abierto, esto quiere decir que requiere de una amplia descripción para ser contestadas. Con este tipo de pregunta se pretende acrecentar el conocimiento con la información que el entrevistado dé. Es muy importante establecer un orden en las ideas, de manera que la respuesta de una pregunta lleve a otra.

Las preguntas que buscaban el foco y que se plantearon a las entrevistadas durante la entrevista son las siguientes:

- ¿Cuáles son las metodologías para medición de huella de carbono que usted conoce?
- ¿Cuáles herramientas han sido utilizadas por la organización donde usted labora para medición de huella de carbono?
- ¿Según su experiencia y conocimientos, qué criterios se debe tener cuenta para la selección del método y herramienta de medición de huella de carbono en una organización de formación, tipo escuela?
- ¿Qué criterios se deben tener en cuenta para establecer el año base para la huella de carbono?

Por vía telefónica se contacta primeramente a las entrevistadas, a quienes se invita a participar en la técnica. El objetivo antes mencionado, es la primera información de enfoque que se le comunica a las entrevistadas.

Una vez acceden a participar, se comienza con las preguntas. Aunque estas preguntas que se han anotados son puntuales, cabe aclarar que a medida que se comienza la

entrevista, pueden surgir otras preguntas de clarificación o de prueba, es decir para aclarar alguna información que haya quedado dudosa. Estas preguntas no se anotaron anteriormente porque no es necesario que en todas las entrevistas aparezca.

En el Anexo B se plasma la transcripción de estas entrevistas. Y con el fin de dar constancia de las respuestas de las entrevistadas, luego de la entrevista telefónica, fueron enviadas vía email las mismas preguntas.

#### 5.2.4 Resultados de la Entrevista

A continuación se presenta un cuadro resumen que contrasta las respuestas de las tres entrevistadas. Esto con el fin de tomar una decisión respecto al método a elegir.

Tabla 1 Contraste entre las respuestas obtenidas de las entrevistas aplicadas.

	Entrevistada 1	Entrevistada 2	Entrevistada 3
Pregunta 1	<i>GHG Protocol</i> ISO 14064	<i>GHG Protocol</i> ISO 14064 PAS 2050	<i>GHG Protocol</i> ISO 14064
Pregunta 2	<i>GHG Protocol</i>	<i>GHG Protocol</i>	<i>GHG Protocol</i>
Pregunta 3	Depende de los sistemas de gestión que haya implementado la organización. Pero en mi opinión en mejor el <i>GHG Protocol</i> que es conocido internacionalmente	Depende del tipo de organización. Por ejemplo, si se quiere medir la huella en el ciclo de vida del producto fabricado por una empresa conviene el PAS 2050, sin embargo. Para una organización tipo escuela, donde la infraestructura es tipo oficina, es mejor el estándar corporativo del <i>GHG Protocol</i> .	Todos los métodos apuntan al mismo fin, sin embargo el <i>GHG Protocol</i> proporciona las herramientas de cálculo necesarias para la medición, por lo cual me parece el más completo.
Pregunta 4	Toda la información requerida por el método disponible en un sistema de calidad de manejo de la información.	Información confiable y verificable, y que se pueda comparar con los años posteriores.	La empresa debe tener toda la información requerida en el año en que se está midiendo la huella.

Fuente. Autor.



### 5.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ELEGIDO

Los resultados de las entrevistas con expertos en el tema, concluyen que el *GHG Protocol* es el método apropiado para la cuantificación de la huella de carbono. Sin embargo también se debe tener en cuenta que la ECSAN en su Sistema Integrado de Gestión ha venido implementando las distintas normas ISO para certificar sus sistemas y procesos. Entonces por esta razón y en base también a las sugerencias de los expertos que participaron en los cuestionarios, se ha decidido elaborar un método que reúna el estándar corporativo del *GHG Protocol*, y la norma ISO 14064-1 para la cuantificación e informe de emisiones de GEI.

A continuación se detallará el método seleccionado del panel de expertos, y más adelante se elaborará con base en esas pautas un cruce entre las características más importantes del *GHG Protocol* y la norma ISO 14064-1.

#### *GHG Protocol*

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero consiste en cuatro estándares que han sido publicados y puestos a disposición de todos los usuarios. Cada uno de ellos tiene un objetivo distinto para ser implementado según las necesidades y características de la organización que lo elija, y de acuerdo al objetivo del proyecto en el que se emplee como método. Por estas razones y otras que se irán nombrando a continuación, se ha dicho que es el más usado alrededor del mundo.

El primer estándar es el Corporativo. Se entiende como “corporativo” cualquier organización de los sectores privado o público. El documento, llamado Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte, está dirigido a las organizaciones que pretenden cuantificar y reportar su inventario de gases de efecto invernadero que son producto de las actividades y operaciones del negocio. (Protocol, 2012).

El segundo estándar, llamado Protocolo y Lineamientos para la Contabilidad en Proyectos, está orientado al cálculo de las reducciones de las emisiones de GEI en proyectos específicos de esta índole. Es por esto que se considera el más completo en ese ámbito ya que es específico y brinda beneficios a los proyectos de mitigación en el marco del cambio climático.

El tercer estándar es el de Contabilidad y Reporte en la Cadena de Valor Corporativa. Cabe resaltar que éste difiere del primer estándar en que se centra en las emisiones de la cadena de valor, lo que serían las emisiones indirectas, del alcance 3 (aquellas que ocurren en fuentes que no son propiedad ni controladas por la organización) y esto precisamente porque en la cadena de valor participan proveedores y clientes entre otras

partes, y lo que estos aportan a los procesos generan de igual forma emisiones a la atmósfera.

El cuarto y último estándar es el de Contabilidad y Reporte en el Ciclo de Vida del Producto. Este estándar se asemeja al estándar de PAS 2050, ya que mide las emisiones de GEI asociados al ciclo de vida de un producto específico en una empresa, desde la consecución de sus materias primas, manufacturas, transporte uso y disposición. (Protocol, 2012).

#### Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte

El estándar y guía corporativo del *GHG Protocol* de contabilidad de emisiones, está fundamentado en los principios de relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión. Es por esto que grandes empresas de talla mundial lo han utilizado como método para su inventario de gases de efecto invernadero. Además, los inventarios de gases de efecto invernadero tienen una trascendencia en las metas de la organización, ya que permiten detectar oportunidades de reducción de emisiones, y si la empresa decide reportarlos, puede participar en programa gubernamentales y no gubernamentales de reportes para certificación, etiquetados, programas de mercado de emisiones, entre otras.

#### Definición de los alcances

Con el fin de realizar el inventario de gases de efecto invernadero y consecuentemente la medición de huella de carbono, con base en la metodología de *GHG Protocol* que ha sido elegida mediante la opinión de expertos, es necesario definir primeramente los límites organizacionales y los límites operacionales.

#### Límites Organizacionales

Los límites organizacionales se establecen para reportar y contabilizar la información sobre los gases de efecto invernadero que se emiten. La importancia de la definición de estos límites radica en que a través de ellos se puede conocer cuáles unidades del negocio y operaciones se pueden contabilizar de acuerdo al control que se tenga sobre ellas.

Existen dos enfoques, el de participación accionaria, que representa el alcance de los “derechos que una empresa tiene sobre los riesgos y beneficios derivados de la operación”<sup>12</sup>. Y el enfoque de control, que establece la contabilidad de las emisiones a partir de las operaciones sobre las que la organización tiene control.

---

<sup>12</sup> Determinación de los límites Organizacionales. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. SEMARNAT. 2001.

Si se define el enfoque de control, se debe establecer si éste es financiero u operacional. El control financiero se da cuando la empresa dirige las políticas operativas para percibir los beneficios financieros de las mismas. Mientras que el control operacional se da solo para introducir políticas sobre las operaciones y control sobre ellas, sin que eso implique obtener beneficios y riesgos económicos o financieros producto de las operaciones.

### Limites Operacionales

Una vez definido el enfoque para el reporte y control de las emisiones que se medirán, se establece dentro de las operaciones aquellas fuentes de emisiones que son directas, es decir que la organización puede controlar, y las indirectas que son emisiones a consecuencia de las actividades de la escuela pero sus fuentes no son propiedad de esta.

De esta forma, el protocolo de gases de efecto invernadero, las clasifica en tres alcances así, Alcance 1, son las emisiones directas, de fuentes controladas operacionalmente por la empresa, estas emisiones no incluyen las de gases no contemplados en Kioto, como CFC's o NO<sub>x</sub>, ni las de combustión de biomasa. Estas deben contabilizarse por separado (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. SEMARNAT. 2001).

El Alcance 2 y 3, se refiere a emisiones indirectas. Las del Alcance 2 son emisiones por el consumo de energía eléctrica, específicamente la compra de energía para operaciones de la organización, por lo tanto estas emisiones se generan en la planta donde ocurre la generación de energía, por lo que se considera indirecta.

Las emisiones de Alcance 3, son consecuencia de las actividades de la empresa, pero estas no ocurren en fuentes que son propiedad y controladas por la empresa, ejemplo de las fuentes del Alcance 3 son, actividades adquiridas, vehículos de contratistas, otros servicios contratados (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. SEMARNAT. 2001).

Cuando se mencionan las emisiones que excluye el protocolo, se dice que una de ellas es las emisiones de combustión de biomasa. Estas emisiones provienen de procesos biológicos, a través del cual se recuperan los residuos orgánicos para lograr enmienda orgánica que puede ser utilizada como abono para mejorar la fertilidad y características del suelo. Este proceso, conocido como compostaje, es fuente de emisión de gases de efecto invernadero como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.<sup>13</sup>

Cabe anotar que no se considera dentro del alcance de los métodos existentes de reporte corporativo, ya que no se consume un combustible fósil, sino que su proceso biológico es el que genera las emisiones. Sin embargo se recomienda su cuantificación.

---

<sup>13</sup> Protocolo para la cuantificación de Gases de Efecto Invernadero en actividades de gestión de residuos. ASEGRE. Enterprise pour l'Environnement. Madrid. 2010.

## Identificación y Cálculo de emisiones de GEI

Esta sección del Protocolo, es una guía que se debe seguir paso a paso para cuantificar las emisiones. Los pasos que describe la guía (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. SEMARNAT. 2001), son:

- Identificar fuentes: de acuerdo a la definición de los límites operacionales, es decir los alcances 1, 2 y 3, se buscarán las fuentes de combustión fijas, móviles, y de procesos, de las emisiones directas e indirectas.
- Seleccionar método de cálculo: según la guía del protocolo, “la aproximación más común para calcular las emisiones de GEI es mediante la aplicación de factores de emisión documentados”. en el capítulo de Marco Referencial, se hizo una breve descripción de este término. La información documentada que pueden proporcionar los factores de emisión, se refiere a la cantidad de CO<sub>2</sub> que puede haber por unidad de combustible. Esta información se debe computar con la información que se haya recolectado en cuanto a los combustibles consumidos en el año base.
- Recolectar datos y factor de emisión: las emisiones del Alcance 1, por ser emisiones directas, deberán ser calculadas a partir de las fuentes controladas, y teniendo en cuenta los combustibles utilizados para las actividades que ocurren en dichas fuentes. Los factores de emisión aplicados a este primer alcance, serán los publicados por las entidades responsables. Las emisiones del Alcance 2, por ser indirectas, serán calculadas a partir del consumo de electricidad, y por esta razón los factores de emisión serán los publicados por los proveedores de este servicio. De la misma forma ocurre con las emisiones del Alcance 3, ya que por no ser controladas por la empresa, su fuente de información será de terceros.
- Aplicar herramienta de cálculo: Existen según el protocolo de gases de efecto invernadero, dos tipos de herramientas para cálculos. Estas son las intersectoriales y las específicas por sector. Las primeras se pueden aplicar independientemente del sector donde se esté midiendo la emisión de GEI, y detalla por separado las fuentes de combustión fijas, las fuentes de combustión móviles, las emisiones de HFC's, y además incorpora un análisis de incertidumbre. Y la segunda herramienta específica según el sector de la organización los alcances y su implicación. Ambos tipos de herramientas permiten la medición y el inventario completo. Sin embargo, las específicas por sector tiene en cuenta las características de cada uno, por lo que resultaría mejor cuando se requiere un inventario corporativo.

- Enviar los datos a nivel corporativo: el protocolo recomienda utilizar formatos estandarizados de la organización cuando se requiere publicar los resultados, ya que se facilita la comparación con otros reportes posteriores, y reduce el riesgo de errores en la información digitada.

Para tener un ejemplo claro del esquema del reporte de GEI, se investigo en la página web de la organización de GEI México, la manera como han reportado sus resultados. Esta organización tiene un programa voluntario de contabilidad y reporte de GEI, y promoción de proyectos de reducción de emisiones (Mexico, 2010). En la página web, empresas como Grupo Bimbo y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (TEC de Monterrey), han publicado sus reportes de emisiones de GEI. Cabe resaltar que estas empresas inscritas han utilizado el método *GHG Protocol* para medir sus emisiones.

Generalmente el esquema que siguen para el reporte es el que se ha mostrado en el presenta capítulo y el mismo que se mostrará en el siguiente. Comenzando con la definición del año base, luego los alcances (límite organizacional y operacional), y finalmente la identificación y cálculo de emisiones.

#### 5.4 ARMONIZACIÓN DE MÉTODOS

En el presente proyecto, se contrastará el método elegido por los expertos, *GHG Protocol*, con la norma ISO 14064-1, con el fin de elaborar una norma que armonice la realidad del sistema de gestión en la ECSAN, con la validez del estándar corporativo más usado a nivel mundial para medir la huella de carbono en organizaciones.

Norma ISO 14064-1: Especificaciones con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.

Como se explico en el numeral de métodos existentes, la norma ISO 14064, consta de tres partes las cuales van orientadas a distintos fines, la primera a organizaciones, la segunda a proyectos y la ultima a la validación y verificaciones de la cuantificación y reporte de las emisiones de GEI.

El objetivo de la norma ISO 16064-1, es especificar los principios y requisitos para la cuantificación y el informe de emisiones de GEI a nivel de organización.

El diseño y desarrollo del inventario de GEI que establece la norma comienza con la definición de los límites de la organización, los cuales están en alguno de dos enfoques:

de control, o de cuota de participación. El primero se refiere a las emisiones provenientes de instalaciones sobre las que la organización tiene control ya sea operacional o financiero; mientras que el segundo enfoque se refiere a las emisiones provenientes de las respectivas instalaciones (NTC-ISO 14064-1. ICONTEC), es decir que no las considera por lo que controle sino por su totalidad.

Seguidamente se definen los límites operativos, cuyo establecimiento incluye la identificación de las fuentes de emisiones directas e indirectas, por energía y otras indirectas. En esta norma los las emisiones directas no se clasifican, sino que todas se agrupan como tal.

Al igual que el *GHG Protocol*, la norma ISO 14064-1 establece que aquellas emisiones provenientes de la combustión de biomasa, no entran en estos límites, sino que se deben contabilizar por separado.

#### Cuantificación de emisiones y remociones de GEI

Se deben completar las siguientes fases, que llevan a la cuantificación y documentación de las emisiones.

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

A continuación se realiza una matriz en donde se contrastan los dos métodos de cuantificación expuestos, *GHG Protocol* y la Norma ISO 14064-1 para armonizarlas de tal forma que se aplique la que se eligió mediante la opinión de expertos, y vaya de acuerdo a los lineamientos del sistema de gestión en la ECSAN.

Tabla 2 Contraste entre el *GHG Protocol* y la norma ISO 14064-1

Requisito / Método	<i>GHG Protocol</i> – Estándar Corporativo de contabilidad y reporte de	ISO 14064-1 Orientación de de organizaciones a nivel las	Observaciones
Objetivo y Campo de Acción	Introducción	Numeral 1	
Términos y definiciones	Glosario	Numeral 2	
Principios	Capítulo 1	Numeral 3	
Límites Organizacionales	Capítulo 3	Numeral 4.1	
Límites Operacionales	Capítulo 4	Numeral 4.2	
Emisiones directas	Capítulo 4 (Alcance 1)	Numeral 4.2.2	
Emisiones indirectas	Capítulo 4 (Alcance 2 y 3)	Numeral 4.2.3, 4.2.4	
Elección de año base	Capítulo 5	Numeral 5.3.1	
Identificación y cálculo de GEI	Capítulo 6	Numeral 4.3	
Identificación de fuentes	Capítulo 6	Numeral 4.3.2	
Selección del método	Capítulo 6	Numeral 4.3.3	Se refiere a elegir la base de los cálculos
Recolectar datos y factores de emisión	Capítulo 6	Numeral 4.3.4 y 4.3.5	
Aplicar herramientas de cálculo	Capítulo 6	Numeral 4.3.6	La norma ISO no establece ni proporciona las herramientas de cálculo y el Estándar corporativo sí.
Enviar los datos a nivel corporativo	Capítulo 6	Numeral 7	

Fuente. Autor.

Por lo que se puede evidenciar en el contraste entre los métodos, las dos normas cumplen los mismos requisitos, y esto se debe a que ambas están orientadas al reporte de emisiones de GEI, a nivel corporativo. Entonces el enfoque es similar y las fases también.

La diferencia que se encuentra es que la Norma ISO 14064-1 no proporciona las herramientas de cálculo, mientras que el Estándar Corporativo si, por lo tanto se encuentra una ventaja de este último método sobre la norma ISO.

De esta forma quedan armonizadas para el fin, y se puede decir con certeza que aunque se aplique el método elegido por los expertos en el panel, *GHG Protocol*, este cumple con todos los requisitos que la norma ISO 14064-1 define, y se ajusta a la realidad de los sistemas de gestión que ha implementado la ECSAN.

## 5.5 SUPUESTOS E HIPOTESIS

Los supuestos en los que se basa la investigación para alcanzar los objetivos y validar la hipótesis que mas adelanta se plantea, son los siguientes:

- Es posible calcular la cantidad de emisiones en unidades de CO<sub>2</sub> a partir de las actividades de servicio de la ECSAN a través de una metodología identificada, ya que se puede obtener la cuantificación de los consumos de recursos que generan emisiones al medio ambiente y además éstas pueden ser transformadas a unidades de CO<sub>2</sub> partiendo de la base que ya se han realizado estudios similares.
- Es posible calcular los factores de emisión de CO<sub>2</sub>, a partir de distintas metodologías existentes, para los combustibles la FECOC propuesta por la Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales, ACCEFYN, ya que esta tiene en cuenta el tipo de combustible, el proceso y la tecnología utilizada en el proceso objeto de estudio; por otra parte la metodología para calcular el factor de emisión del Sistema Interconectado Nacional ya que en esta se tiene en cuenta las tecnologías de generación eléctrica; y finalmente los factores de emisión proporcionados por organizaciones internacionales, con base en los cuales se calcularán las emisiones de fuentes no controladas por la empresa.
- Es posible proponer un manejo de recursos partiendo de los resultados de la huella de carbono, que relacione el valor agregado del servicio ofrecido por la ECSAN y el impacto que este genera sobre el medio ambiente, como posibles indicadores de ecoeficiencia; ya que se conocen las variables que intervienen en los procesos de servicio y los recursos utilizados.

La hipótesis que se pretende validar en el trabajo de investigación y que muestra la relación entre las variables que intervienen en él, es la siguiente:



Se podrá proponer un plan de manejo ecoeficiente de recursos, a través de la huella de carbono medida en los procesos de servicio de la ECSAN, a partir del consumo de recursos y su correspondiente factor de emisión de CO<sub>2</sub>.

## 5.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

El proyecto de investigación presentado, es de carácter descriptivo puesto que pretende caracterizar los procesos de servicio para medir a partir de ellos las emisiones generadas de CO<sub>2</sub> o la huella de carbono, y con base en ella se propondrá un manejo de recursos para los procesos, en el que se establecen relaciones entre las distintas variables que influyentes.

Por lo anterior, las variables que intervienen en las distintas etapas del proyecto son:

Variables influyentes: Cambio en las políticas por efectos del gobierno, incremento no previsto de demanda de recursos para la prestación de servicios, o carencia de recursos por una situación no controlable.

Variables de respuesta: Consumo de recursos en actividades realizadas en la ECSAN que generan emisiones, factores de emisión para cada consumo.

Resultados: Huella de Carbono de la ECSAN, Propuesta de manejo de recursos para mejorar la eficiencia de los procesos de servicio de la ECSAN.

Variables controlables: Sitio fijo ECSAN, políticas ya establecidas, procesos estandarizados aun cuando no sean ecoeficientes.

Unidades de análisis: Unidades de servicio de la ECSAN.

Tabla 3 Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Equipo de medición	Unidades de medida	Método de medición
Consumo de recursos en actividades realizadas en la ECSAN que generan emisiones	Hoja de cálculo	Gas natural: m <sup>3</sup> Combustible: galones Energía eléctrica: kWh Consumo de papel: Kg papel Viajes: millas Generación de residuos: Kg residuo	Reportes históricos de consumos de las fuentes que generan emisiones de GEI.
Factores de emisión para cada consumo	Hoja de cálculo	Peso de CO <sub>2</sub> /unidad de actividad	Metodología propuesta por ACCEFYN: Factores de emisión de combustibles colombianos FECOC. Metodología propuesta por la UPME: FE del SIN EPA (E.E.U.U) ECODES (España).
Huella de Carbono de la ECSAN	Hoja de cálculo	Toneladas de CO <sub>2</sub> /año emitidas.	El método elegido a partir de los resultados de las entrevistas es el estándar corporativo del <i>GHG Protocol</i> .
Propuesta de manejo de recursos para mejorar la ecoeficiencia en la ECSAN.	NA	NA	Descripción de procesos de servicio, relación entre variables y propuesta de manejo ecoeficiente.

Fuente. Autor.

## 6. MEDICION DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA ECSAN

Teniendo en cuenta las pautas ofrecidas por el estándar elegido para la medición de la huella de carbono, que es el Protocolo de gases de efecto invernadero, se describirán las etapas a ser aplicadas a la ECSAN.

### 6.1 ELECCIÓN DEL AÑO BASE

El año base se refiere al año a partir del cual se comienza a contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Los criterios para la elección de este año base deben ser, de acuerdo al *GHG Protocol*, que sea un año para el que exista información confiable sobre los gases de efecto invernadero (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. SEMARNAT. 2001).

Como su nombre lo indica, el año base será el punto de partida para monitorear el desempeño de las emisiones de los siguientes años. Cabe resaltar que los siguientes años en que se realice el inventario de GEI, los criterios de cálculo deben ser iguales, para que la comparación de los resultados sea coherente. De lo contrario, si en el o los siguientes años se toman distintos datos como las fuentes, los límites o el método, la empresa debe definir una política de ajuste de las emisiones del año base y un recalcu.

De acuerdo a la descripción anterior, en la ECSAN se ha establecido que el año base para la medición de huella de carbono, será el año 2011. Como se mencionó en el capítulo anterior, el presente proyecto se propuso desde el segundo periodo del año 2010. Por lo tanto se comenzó a medir y recolectar información en el siguiente año 2011, y serán estos datos los que influirán en las variables del proyecto. Los aspectos que se midieron serán detallados a continuación.

### 6.2 ALCANCES

Como se mencionó en la descripción de las etapas del estándar, se deben definir límites organizacionales y operacionales, que a continuación se describen:

#### 6.2.1 Definición del límite organizacional

Para elegir en qué enfoque se basará la delimitación organizacional se hará un análisis de las unidades que operan dentro de la ECSAN.

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, la ECSAN es una escuela de formación policial que pertenece a la organización de la Policía Nacional de Colombia, sin embargo esta escuela internamente maneja una contabilidad separada del resto de unidades de la Policía. Entonces se define que el límite organizacional será de control, ya que la organización tiene control operacional sobre sus unidades, es decir a pesar de que la escuela pertenece a la Policía Nacional, tiene autonomía para establecer políticas de operación en los procesos. En este punto cabe resaltar que existen dentro de la escuela algunas unidades que no son propiedad ni controladas por ella, y por esta razón no entran dentro de los límites organizacionales.

De las unidades mencionadas en el capítulo sobre generalidades de la escuela, aquellas que no entran en el alcance de la organización son Sanidad y las casas y bloques de apartamentos fiscales. Los consumos y emisiones que son producto de la actividad diaria de estas unidades no son reportadas por la ECSAN, por este motivo no impactarán en la huella de carbono de la ECSAN, puesto que a pesar de que están dentro del área de la escuela, no pertenecen a su organización y no son controlados por esta, sino por otras instituciones de la Policía Nacional, de las cuales dependen, a quienes reportan y tienen contabilidad separada.

Cuando se establece que el enfoque será de control, debido a las características de la organización, se debe definir si el control que la ECSAN ejerce sobre sus unidades y respectivas actividades es control financiero o control operacional.

Dentro de la organización de la ECSAN, ya se conoce cuáles son las unidades y sus procesos que están controlados por ella, sin embargo no todas las unidades perciben beneficios de las operaciones. Por ejemplo, los grupos de Área Administrativa y Financiera (Remonta, Contratos, Logístico, etc.) son controlados por el encargado de esta área, e internamente se planea las operaciones que estas dependencias tendrán y controlan su desempeño, sin embargo sus recursos provienen y se presupuestan en la Dirección Administrativa y Financiera (DIRAF) de la Policía Nacional.

Entonces por esta razón el límite organizacional para la medición de huella de carbono en la ECSAN, está basado en un enfoque de control operacional, ya que la organización internamente tiene autoridad o ejerce control sobre sus operaciones y sobre las políticas y medidas que podría implementar.

### 6.2.2 Definición del límite operacional

Los límites operacionales se dividen específicamente en las emisiones directas e indirectas. A continuación se anotarán los alcances que se han definido como límites operacionales:

Alcance 1: Fuentes que son controladas por la empresa.

El primer alcance, llamado según el estándar de *GHG Protocol Alcance 1*, abarca aquellas fuentes de emisiones que son controladas por la empresa, y pueden ser fijas, fugitivas de procesos o móviles. Las fuentes fijas del Alcance 1 están divididas en generación de vapor o calor a partir de la quema de determinado combustible; las fugitivas de procesos corresponden a las emisiones resultado de un proceso físico o químico. Y las fuentes móviles son las que emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera, a partir de una actividad de quema de combustible, que se realiza en fuentes móviles como vehículos.

Para establecer en la ECSAN cuáles son estas fuentes de generación de emisiones, se realizó una observación y análisis de su infraestructura. Primero se observó el plano que muestra su área total y divisiones internas (ver Anexo C). En el siguiente numeral se detalla los resultados de esta identificación de fuentes.

Alcance 2: Electricidad adquirida y consumida por la empresa.

El Alcance 2, solo incluye la energía que es adquirida por la ECSAN. En este punto cabe aclarar que la ECSAN realiza un proceso de compra de energía particular. Para conseguir la descripción del proceso de adquisición y consumo de la electricidad consumida por la ECSAN, se recurrió al Arquitecto Asesor del Área Administrativa y Financiera. Al igual que con las emisiones del Alcance 1, esta identificación del consumo de energía eléctrica se detallará en el siguiente numeral.

Alcance 3: Fuentes no controladas por la empresa.

Las emisiones del Alcance 3, como se explicó en el capítulo anterior, se refieren a aquellas que han sido generadas por fuentes no controladas por la ECSAN, pero en las que intervienen actividades de ellos.

La medición de estas emisiones y su reporte son opcionales para cada empresa que este aplicando el estándar *GHG Protocol* como método en la medición de GEI y huella de carbono, por lo que generalmente no son medidas. Sin embargo en este proyecto de Huella de Carbono en la ECSAN, las emisiones del Alcance 3 si serán medidas y reportadas, ya que contribuyen a que el resultado de la huella de carbono de la institución sea real. Para la identificación de estas fuentes de emisiones se recurrió al área de Planeación en donde se pudo conocer que información está disponible, teniendo en cuenta que las emisiones que se calculen en este apartado no son controladas por la ECSAN. En el siguiente numeral se detallará los hallazgos.

## 6.3 IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE EMISIONES

### 6.3.1 Identificación de Fuentes

En el numeral anterior, se describió como se identificarían las fuentes de emisiones de GEI existentes en la ECSAN, entonces a continuación se describirán las fuentes encontradas ya sean fijas o móviles, directas o indirectas, y su modo de operación.

Teniendo en cuenta que este es el primer paso en el diseño y desarrollo del inventario, en el Anexo D se muestra cómo se comenzó a organizar la información que se detalla a continuación, para luego recolectar datos y aplicar las herramientas de cálculo.

Alcance 1.

Fuentes fijas.

- Generación de calor o vapor

De todos los bloques de edificios donde funcionan los distintos departamentos y áreas de la ECSAN, se indagó frente al Ingeniero de Desarrollo Ambiental del área de planeación de la ECSAN, en cuales habría emisiones a partir de consumos de gas. A continuación se detallará cada fuente identificada y la actividad que conlleva a la generación de emisiones:

- Calderín de la piscina: éste se emplea en la ECSAN como calentador del agua de la piscina, es de marca *Laars Mighty Term*, utiliza gas natural como combustible para funcionar, y no tiene sistema para controlar las emisiones a partir de la quema y uso del combustible.
- Hornos y estufas del comedor de cadetes: el comedor de cadetes está ubicado de forma aislada del resto de bloques. Las estufas y hornos industriales, se alimentan de gas natural para su funcionamiento.
- Calentadores en los bloques de alojamiento: el gas natural alimenta una caldera que funciona como calentador del agua que se suministra a cuatro bloques de alojamientos para los cadetes estudiantes que residen en la escuela.
- Hornos, estufas y calentadores del bloque de casino de oficiales: este casino de oficiales, es un bloque en donde hay alojamiento para los oficiales que residen dentro de la escuela de cadetes. Este bloque además tiene un comedor para los oficiales, el cual tiene un contador de gas natural exclusivo para suministrar el recurso a la cocina y a los calentadores de los baños.

## Fuentes móviles

- Vehículos de la ECSAN: el parque automotor de la ECSAN, está conformado por 80 vehículos, así:

Tabla 4 Vehículos operados por la ECSAN.

TIPO	TOTAL
AMBULANCIA	1
AUTOMOVIL	2
AUTOMOVIL GOLF	2
BUS	10
BUSETA	5
CAMIÓN	9
CAMIONETA	8
VOLQUETA	2
CAMPERO	6
MICROBUS	6
PANEL	11
TRACTOR	3
MOTOCICLETAS	15
TOTAL	80

Fuente: Presentación ECSAN Mayo 2012-Planeación.

La actividad que realizan estos vehículos, está controlada por el departamento Vehículos del Grupo Logístico quienes dependen del Área Administrativa y Financiera de la ECSAN, ya que estos vehículos están a disposición de las actividades que requieran la movilidad de los estudiantes o funcionarios de la institución. Las órdenes de servicio de movilidad requerido por la ECSAN son elaboradas para determinar la cantidad y tipo de vehículos que se necesiten por

transporte, y el área de Planeación es quien finalmente debe aprobar estas órdenes, por lo que es allí donde reposan.

El combustible utilizado por los vehículos varía dependiendo del tipo, en el documento de Excel anexo se muestra los datos de la hoja de cálculo en donde se midió la huella, está establecido por tipo de vehículo que combustible se utiliza. A estos vehículos se les ha instalado un chip que permite controlar el consumo, y es modificado cada vez que se lleva a la estación de servicio. De la misma manera por cada uno hay establecido un límite de consumo de acuerdo al kilometraje recorrido, y este reporte de consumos y kilometraje es controlado por la DINA E mediante un sistema llamado SIGEA (Sistema de Información para la Gestión del Equipo Automotor de la Policía Nacional)<sup>14</sup>.

Es importante aclarar que los vehículos de la ECSAN requieren además mantenimiento, sin embargo estos servicios como arreglos de motor y partes, cambio de aceite y filtros y mecánica y electricidad, son contratados a otra empresa y por esta razón no entran en el Alcance 2.

#### Alcance 2.

El proceso de compra de energía eléctrica parte de una planeación que realiza la Policía Nacional, la cual identifica las edificaciones o unidades que son grandes consumidoras, las agrupa y realiza una licitación en donde se detalla la ciudad, el tipo de consumo y las redes disponibles, entonces las empresas generadoras de energía interesadas realizan sus propuestas respecto a una unidad de consumo (kWh, por ejemplo) y la cantidad de la misma.

En el caso de la ECSAN, el ganador de la licitación que se realizó fue la empresa EMCALI, compañía que brinda el servicio en la actualidad, y quien para proporcionar la energía requerida arrendó redes de transmisión a CODENSA. El consumo se controla con un dispositivo conectado a la red celular y en tiempo real se puede monitorear por la empresa operadora desde su sede en Cali.

#### Alcance 3.

- Materiales adquiridos: la ECSAN es gran consumidora de materiales los cuales son adquiridos a distintos proveedores, por lo tanto su fabricación no ocurre en la escuela. De manera general los materiales que se consumen en la ECSAN son útiles de aseo, cafetería y campaña, uniformes para estudiantes y funcionarios,

---

<sup>14</sup> Manual Logístico de la Policía Nacional. Publicación basada en la Resolución 03295 del 15 de octubre de 2010. Oficina de Planeación. Dirección General. Colombia.



artículos para actividades culturales, artículos de papelería y oficina, medicamentos, y artículos para el mantenimiento de las instalaciones<sup>15</sup>.

Teniendo en cuenta el análisis del consumo y rotación de estos materiales, que se realizó gracias a la información suministrada por Almacén de Intendencia de la ECSAN, quienes pertenecen al Grupo Logístico y dependen del Área Administrativa y Financiera, y teniendo en cuenta también la disponibilidad de información para el cálculo de las emisiones tal como los factores de emisión, se ha elegido el papel utilizado para actividades académicas y administrativas como el material adquirido a partir del cual se calculará emisiones del Alcance 3.

- Viajes no operados por la ECSAN: se calcularán las emisiones que se generen a partir de las actividades de movilidad de estudiantes o funcionarios de la ECSAN que hayan sido operadas por fuentes no controladas por la institución.

En este caso el área de Planeación, quien custodia las órdenes de servicio de movilidad, ha manifestado que los viajes de estudiantes o funcionarios que no han sido operados por vehículos de la ECSAN, se debe sólo a viajes en avión. Por esta razón serán las emisiones generadas en estos viajes las que se midan dentro del Alcance 3 de este proyecto.

#### Combustión de Biomasa

Se ha identificado que la ECSAN genera emisiones a partir de la combustión de biomasa, la cual se define en el Protocolo de Gestión de Residuos<sup>16</sup> como, “la materia orgánica no fósil y biodegradable a partir de plantas, animales y microorganismos”.

Como ya se ha mencionado anteriormente, este tipo de emisiones no se deben incluir en las emisiones de los alcances 1,2 o 3. Pero teniendo en cuenta que contribuyen a la huella de carbono, si se deben cuantificar y posteriormente reportar en el informe de GEI o huella de carbono.

- Procesos biológicos

En la ECSAN, existe un programa para la gestión de todos sus residuos sólidos. Estos residuos, clasificados en orgánicos, inorgánicos y peligrosos. Se manejan así: los orgánicos e inorgánicos, son manejados por los cadetes de la escuela y se reportan al

---

<sup>15</sup> Manual Logístico de la Policía Nacional. Publicación basada en la Resolución 03295 del 15 de octubre de 2010. Oficina de Planeación. Dirección General. Colombia.

<sup>16</sup> Protocolo para la cuantificación de Gases de Efecto Invernadero en actividades de gestión de residuos. ASEGRE. Enterprise pour l'Environnement. Madrid. 2010.

área ambiental de planeación, con el fin de llevar un control. Y los peligrosos entre los que se encuentran los RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) y los de las actividades del polígono, los maneja el área de Telemática, quien los controla y entrega para disposición final a una empresa contratista. Teniendo en cuenta esta descripción, se ha establecido que es el procesamiento de los residuos sólidos orgánicos los que generan emisiones a la atmósfera.

Cabe anotar que el procesamiento de residuos sólidos inorgánicos entre los que se encuentra el papel, cartón, vidrio, metal, plástico y tetra pack, son reciclados por las Compañías de la ECSAN, y en este proceso no hay emisiones a la atmósfera.

- Planta de compostaje: la compostera, que se construyó con el fin de aprovechar el material orgánico generado en la ECSAN, utiliza los residuos de la poda de jardines, las heces de los equinos y los desechos orgánicos del comedor de cadetes y del casino de oficiales; para producir abono orgánico. Esta compostera se ubicó en el sector Caniles por su cercanía a las caballerizas puesto que el material de estos es el principal insumo.

Se dice que las emisiones que se generan a partir de este proceso biológico, son emisiones fugitivas que el mismo proceso genera a partir de la descomposición de los residuos mencionados anteriormente.

### 6.3.2 Selección del método de cálculo

En el capítulo de Elección De Un Método Para La Medición De Huella De Carbono, se seleccionó mediante el método Delphi la metodología propuesta por *GHG Protocol*, luego se identificó que el método que se debe aplicar en este tipo de organización, la ECSAN, es el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte, el cual al ser contrastado con la Norma ISO 14064-1 quedó armonizado.

Este método al igual que los demás establece que para calcular el potencial de calentamiento global, es decir las unidades de CO<sub>2</sub> que se generan a partir de una actividad determinada, es necesario tener los datos de la actividad (consumo de recursos), y un factor de emisión.

Para la cuantificación de las emisiones del Alcance 1, se utilizarán los factores de emisión documentados por ACCEFYN, la cual se mencionó en el Marco Referencial. Estos factores de emisión FECOC (factores de emisión de los combustibles colombianos) provienen de la metodología desarrollada para el sector minero energético en Colombia, y la cual está disponible en la página web del Sistema de Información Ambiental Minero Energético, SIAME. Esta metodología consiste en una base de datos sobre los distintos

tipos de combustibles que son utilizados en los procesos en Colombia, los cuales de acuerdo a su poder calorífico y combustión, permiten determinar la cantidad de CO<sub>2</sub> que hay en la combustión de cada uno de ellos, lo que se llama factor de emisión.

Para la cuantificación de las emisiones del Alcance 2, se tomará el factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Interconectado Nacional, SIN, que está documentado y disponible en la página web del Sistema de Información Ambiental Minero Energético, SIAME. Tal y como lo establece el Protocolo de GEI, esta información es suministrada por la entidad que provee la energía eléctrica.

Para la cuantificación de las emisiones del Alcance 3, provenientes del consumo de materiales adquiridos, en el caso del papel, se utilizará el factor de emisión utilizado en un estudio realizado en el año 2007 por la Fundación Ecología y Desarrollo en España para la cuantificación de sus emisiones. Se ha recurrido a este factor de emisión, ya que en Colombia no se ha desarrollado un método para el cálculo de este factor en la manufactura del; papel. De hecho en un reporte de Fuentes Puntuales del Ministerio de Ambiente, se presentan algunos factores de emisión nacionales de los sectores más influyentes en generación de emisiones en Colombia, y no establecen datos colombianos para el sector de pulpa, papel y cartón, sino que los toma de otras bases de datos internacionales.

Con respecto a las emisiones del Alcance 3 provenientes de viajes operados por terceros, se utilizará el factor de emisión propuesto por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, EPA en adelante, puesto que han sido ellos los que han desarrollado una metodología para la cuantificación de emisiones provenientes de vuelos corporativos operados por terceros, basados en las millas recorridas en cada trayecto<sup>17</sup>.

Las emisiones de GEI provenientes de la combustión de biomasa, que en la ECSAN se generan en el proceso de compostaje, como ya se ha anotado anteriormente, no pertenecen a los alcances del límite operacional, por lo tanto no necesariamente deben ser calculadas con el método elegido. Ipso facto se ha seleccionado el protocolo de gestión de residuos el cual fue desarrollado por *Enterprise pour l'Environnement* y publicado por ASEGRE (Asociación de Empresas Gestoras de Residuos y Recursos Especiales). Este protocolo ha sido armonizado con los métodos que se han mencionado con anterioridad, conteniendo las mismas directrices, entonces puede ser aplicado para medir las emisiones provenientes del proceso de compostaje. Los factores de emisión para calcular las emisiones de GEI provenientes del manejo de residuos orgánicos, serán tomados de la base de datos del IPCC, estos se encuentran en el criterio de Desechos, Tratamiento biológico de desechos sólidos. Allí aparecen los factores de emisión de gases

---

<sup>17</sup> Optional Emissions from Commuting, Business Travel, and Product Transport. Climate Leaders. EPA. May 2008.

como el  $N_2O$ , y el  $CH_4$ , producto de la transformación biológica de los desechos en el compostaje.

### 6.3.3 Recolección de datos y factores de emisión

Cada una de las emisiones que se medirán en la huella de carbono de la ECSAN, deben provenir de la quema de determinados combustibles fósiles, por esto, una vez identificadas las fuentes, se debe establecer qué combustible utiliza cada una para determinar la cantidad de  $CO_2$  que genera en su quema y su correspondiente factor de emisión.

En las fuentes fijas de emisión del Alcance 1, específicamente las de generación de calor o vapor, todas utilizan gas natural para su funcionamiento. Entonces se recurrió en la escuela a AFINA para solicitar la información de las cuentas del gas que reporten el consumo durante el año 2011, en el cual se calcularán las emisiones de año base. Finalmente Tesorería fue quien proporcionó esta información.

Cuando se analizaron las cuentas, se notó que existían distintas cuentas de consumo de gas. Esto se debe a que existen distintos contadores que van dirigidos a las fuentes. La primera cuenta de gas natural reporta el consumo de gas de las instalaciones del casino de oficiales y de los calentadores de alojamiento de oficiales, ubicados en el mismo bloque del casino. La segunda cuenta que es de gas natural industrial, reporta el consumo de gas del calderín de la piscina, las instalaciones del comedor de cadetes y la caldera que calienta el agua en la batería de baños de los bloques de alojamiento de los cadetes; siendo estas las fuentes que se identificaron en la ECSAN. Sin embargo existen otras cuentas de consumo de gas, que reportan un consumo mínimo o nulo durante ese año, y al analizar, se trata de las cuentas de gas de las casas fiscales y los bloques de apartamentos fiscales. Como se mencionó en la definición de los límites, estas casas y apartamentos no son controlados por la ECSAN, y a partir del año 2011 fueron demolidas, razón que justifica que el consumo sea nulo.

Las fuentes móviles de emisión del Alcance 1, se deben a la quema de los combustibles utilizados por cada vehículo durante el año 2011. Debido a que el grupo de Vehículos de la ECSAN depende de AFINA, se recurrió a ellos para solicitar la información de los consumos. Sin embargo como ya se explicó anteriormente, la información que reporta el chip de cada vehículo se registra en el SIGEA, por lo que dicha información fue suministrada por la DIRAF a la cual el sistema reporta.

En la hoja de cálculo que se ha elaborado para medir la huella de carbono en la ECSAN, esta detallado en la hoja de datos de entrada, cuales fueron estos consumos de combustibles fósiles. Por otra parte, los factores de emisión del gas natural, están detallados en el mismo documento, en la hoja llamada factores de conversión.

Las emisiones del Alcance 2, provenientes del consumo de energía eléctrica comprada por la ECSAN, serán calculadas a partir del consumo de kWh. Estos datos, y el factor de emisión del SIN, que ya se explicó, también están detallados en la hoja de datos de entrada del documento de Excel que se ha elaborado para medir la huella de carbono.

Los datos sobre los consumos de las fuentes no controladas por la ECSAN que se van a tener en cuenta en el Alcance 3 serán, el consumo de resmas de papel durante el año 2011, información que fue suministrada por Almacén de Intendencia, dependencia de Grupo Logístico y este a su vez de AFINA. Como ya se ha dicho, sólo se tendrá en cuenta este material adquirido por la disponibilidad de información con respecto al factor de emisión. Y la información sobre los viajes no operados por la ECSAN, que en este caso serán los viajes en avión, será suministrada por el área de Planeación. De acuerdo a la guía del protocolo que se ha seguido en este proyecto, los datos que se deben tener en cuenta para la cuantificación de emisiones generadas por viajes operados por terceros, es la distancia recorrida en cada viaje.

Una vez obtenida la información sobre los viajes corporativos operados por aviones, los cuales no pertenecen a la ECSAN, se recurrió a una de las empresas aéreas comerciales más conocidas en Colombia, para solicitar la información sobre la distancia aérea recorrida en cada uno de estos vuelos. Esta información, al igual que la información de materiales adquiridos se encuentra en la hoja Datos de Entrada del documento en Excel del cálculo de la huella de carbono.

La información sobre el peso de la materia orgánica (residuos de alimentos, poda y hojas de árboles, y heces de equinos) recogidos en el periodo de tiempo en el que se calculará la huella, proviene de los registros que hacen las compañías, sin embargo se deben reportar al área de Planeación, y son ellos quienes suministraron los datos para este proyecto. En los reportes que se han venido realizando por parte de los estudiantes de la ECSAN, se ha determinado que del total de la materia orgánica recogida mes a mes, el treinta por ciento corresponde a guano, el cual se compone de heces, desechos de comida, aserrín y heno. Y el setenta por ciento restantes corresponde a los restos de la poda de jardines y hojas de los árboles recogidas.

El material que se recoge, es llevado al área dispuesta para el proceso, allí la parte de pastos se apila y la parte del guano se dispone en fosas. Para medir la cantidad de materia orgánica se calcula primero su volumen y luego su peso en kilogramos. De allí se determina el 30% y 70% para determinar lo correspondiente a cada parte, guano y pastos. Estos datos, y los factores de emisión elegidos, será la información que se ingrese en la hoja de cálculo para emisiones de GEI provenientes de la combustión de biomasa.

#### 6.3.4 Aplicación de la herramienta de cálculo

De aquellas herramientas de cálculo que propone el Protocolo de gases de efecto invernadero, se debe elegir en primera instancia aquella que se ajuste a las características de la ECSAN. Como ya se mencionó, existen dos tipos, las intersectoriales y las específicas por sector. Teniendo en cuenta que la ECSAN está dentro de un sector específico, y difiere mucho de otro tipo de organizaciones, ya que es de servicios y su infraestructura está conformada en gran medida por oficinas y no plantas industriales, se ha decidido utilizar la herramienta específica por sector de organizaciones basadas en oficinas.

Estas herramientas ofrecen hojas de cálculo estandarizadas, las cuales están disponibles en la página del *GHG Protocol*, y están clasificadas de acuerdo al Alcance. Para registrar las emisiones del Alcance 1 la herramienta ofrece hojas de cálculo para las provenientes de fuentes fijas, llamada en inglés *Stationary Combustion Tool*<sup>18</sup> y otra para fuentes móviles, llamada en inglés *Mobile Combustion GHG Emissions Calculation Tool*<sup>19</sup>. Los datos que se deben suministrar para las fuentes de combustión fija son, fuente, tipo de combustible, cantidad del mismo en unidades respectivas, y previamente se debe configurar, como en este caso, los factores de emisión, ya que por defecto, la hoja ingresa los documentados por el IPCC.

Los datos que se deben suministrar para las fuentes de combustión móvil son, fuente, modalidad de transporte, tipo de actividad realizada por la fuente, tipo de vehículo, distancia recorrida y unidades respectivas, tipo de combustible utilizado y cantidad, y al igual que en las de Alcance 1, previamente se debe configurar, como en este caso, los factores de emisión, ya que por defecto, la hoja ingresa los documentados por el IPCC.

Para registrar las emisiones del Alcance 2, provenientes del consumo eléctrico, la herramienta también ofrece una hoja de cálculo llamada en inglés *GHG Emissions from Purchased Electricity*<sup>20</sup>, la cual calcula la cantidad de emisiones que se generan a partir del consumo de energía eléctrica comprada por la organización en un periodo determinado, y de acuerdo a los factores de emisión reportados por la entidad que provee el servicio.

El cálculo y registro de las emisiones de Alcance 3, a partir de las actividades indirectas de quema de combustible, se harán utilizando las mismas pautas utilizadas en la cuantificación de emisiones del Alcance 1. Esto quiere decir que los datos de materiales

---

<sup>18</sup> World Resources Institute (2008). GHG Protocol tool for Stationary Combustion. Version 4.0.

<sup>19</sup> World Resources Institute (2008). GHG Protocol tool for mobile combustion. Version 2.0.

<sup>20</sup> World Resources Institute (2011). GHG Protocol tool for stationary combustion. Version 4.3.

adquiridos se documentarán con la herramienta *Stationary Combustion Tool* y los datos de los viajes no operados por la ECSAN, se documentarán con la herramienta *Mobile Combustion GHG Emissions Calculation Tool*. Sin embargo, cabe resaltar que los factores de emisión cambian. Para la actividad de consumo de papel, se utilizará como se ha dicho, los factores que proporciona ECODES, y los factores de emisión de los viajes no operados por la ECSAN, en cuanto a las distancias recorridas, serán tomados del reporte de EPA, como ya se mencionó.

Las emisiones provenientes de la producción de compost, por combustión de biomasa, que en este caso la conforman los residuos sólidos orgánicos y de los equinos de la ECSAN, serán calculadas en base a la herramienta de cálculo<sup>21</sup> que ofrece el Protocolo de Gestión de Residuos. Esta herramienta de cálculo ofrece el cálculo de las emisiones provenientes de los distintos tratamientos que existen en la gestión de residuos. Sin embargo, como en este trabajo se ha identificado el proceso de compostaje como fuente de emisiones por combustión de biomasa, se utilizará solamente la hoja del documento que calcula las emisiones de plantas de compostaje.

Las herramientas seleccionadas, las cuales se registraran en una hoja de cálculo, se muestran en el reporte a nivel corporativo que se redactará para mostrar los resultados después de realizar los pasos anteriores.

Una vez aplicadas las herramientas y con base en los datos de entrada que ya se han descrito, se obtiene un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero y finalmente la huella de carbono de la ECSAN del año 2011, la cual se presenta en la tabla del reporte de inventario de GEI.

#### 6.3.5 Enviar los datos a nivel corporativo

Tal y como se ha mencionado, el reporte a nivel corporativo que se redactará para la ECSAN, llevará el mismo esquema que se ha seguido en este capítulo. Primero una introducción sobre el proyecto y su relevancia, seguidamente la elección del año base, por ser primera vez que se realiza en la institución. Luego la definición de los límites organizacionales y operacionales, y por último la identificación y cálculo de las emisiones.

La importancia de este informe radica en que tendrá los aspectos más importantes del proceso con que se realizó la medición y los resultados. Por esto será el punto de partida y comparación de los siguientes años en que se realice la medición de la huella de carbono, a partir de los hallazgos de esta primera edición se podrá comparar año a año, si las estrategias de reducción y compensación tienen resultados eco eficientes.

---

<sup>21</sup> ASEGRE (2010). Herramienta de cálculo de emisiones en actividades de gestión de residuos. Versión 4.0.

Cabe resaltar que la huella de carbono es un mecanismo que permite evaluar la eficiencia ambiental con respecto a las emisiones de GEI que se generan, y como se acaba de mencionar, permite hacer comparaciones a partir del año base, es decir con respecto a los resultados de años anteriores dentro de la misma organización; por esto no implica una comparación con otras organizaciones.

Si bien existe una unidad funcional a partir de la cual las organizaciones realizan comparaciones de huellas de carbono, que se basa en una determinada cantidad de producto o servicio; para comparar las huellas de diversas organizaciones de un mismo sector se necesita que las éstas realicen las mismas actividades productivas, que cuenten con similar estructura organizacional y de procesos.

La ECSAN es un tipo particular de institución, y como se mencionó en el marco referencial fue nombrada como institución de educación superior, entonces por esto se podría clasificar como una universidad de la Policía Nacional. Sin embargo la Escuela cuenta con servicios que, por su naturaleza policial, no se asemejan a los que cualquier otra institución de educación superior en Colombia tiene. Esto quiere decir que resultaría complejo y poco factible definir una unidad funcional para hacer comparaciones entre la huella de carbono de la ECSAN con la de otra universidad.

Como se mencionó en el marco referencial existen en Colombia 25 de estas instituciones de educación de la Policía Nacional y que podrían ser tomadas como punto de comparación con la ECSAN para analizar los resultados de huella de carbono, ya que tienen la misma naturaleza y algunos de los servicios ofrecidos son semejantes, sin embargo en esta primera versión del proyecto de medición de huella no aplica la comparación, ya que la ECSAN es la primera de estas escuelas que calcula huella de carbono y no hay unidad funcional para comparar.

Teniendo en cuenta la importancia que le da a este tipo de proyectos el hecho de saber cómo es el desempeño ambiental de una institución en contraste con otra de naturaleza similar, se inició en una de las primeras etapas del proyecto un análisis del método de cálculo de una universidad en Europa, la Universidad de Santiago de Compostela, que calculo su huella de carbono en el año 2007. Esta información se ha ampliado en el capítulo 4, en Desarrollo de Proyectos. En esa versión ellos utilizaron datos de movilidad de vehículos, consumo de papel y compra y uso de energía para calcular con el método de MC3. Sin embargo es una base distinta a la que utilizaría para el cálculo de la huella en la ECSAN porque en este proyecto se eligió el *GHG Protocol* y los límites incluían la generación de gases a partir de consumo de combustible en fuentes fijas además.



Por las razones que se acaban de exponer, el alcance de este proyecto solo será la medición de huella y propuesta de manejo de recursos que tiendan a minimizar las emisiones.

El esquema es similar al que tienen los reportes de la organización de reporte voluntario GEI México, y será un documento anexo a este (Anexo D), ya que sólo la información puntual es la relevante para el nivel corporativo.

## 7. PROPUESTA DE MANEJO ECOEFICIENTE PARA LA ECSAN

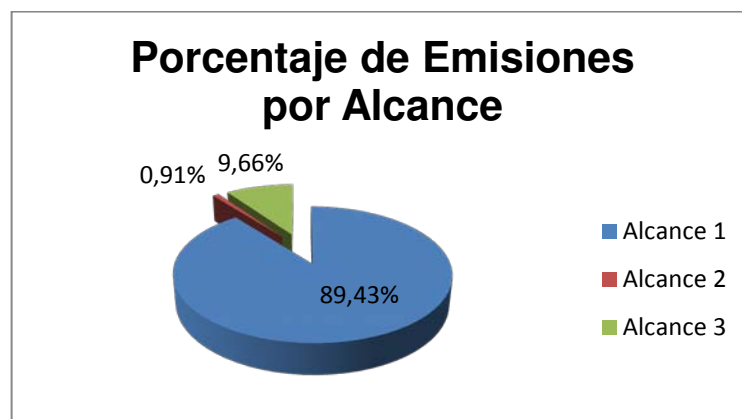
En el presente capítulo se presentara una propuesta que nace de los resultados de la huella de carbono en la ECSAN. En el reporte a nivel corporativo que se redacto para entregar a la escuela y que está contemplado en el Anexo D, se expresan los resultados sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y huella de carbono que se generan a partir del consumo de combustibles fósiles en las actividades de servicio.

### 7.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA HUELLA DE CARBONO

De acuerdo a los resultados del indicador de emisiones, la huella de carbono en la ECSAN es de 47,36 toneladas de CO<sub>2</sub>eq, obtenido de la suma de gases de efecto invernadero CO<sub>2</sub>, y CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en su potencial de calentamiento global, es decir la cantidad de CO<sub>2</sub> contenida en el metano y el oxido nitroso.

Aquellas fuentes que generan la mayor cantidad de estos gases a la atmosfera están en el Alcance 1, como se puede evidenciar en el Grafico 1, y que como ya se ha mencionado en algunos capitulos, es el límite operacional que incluye las fuentes de emisiones controladas por la institución. Se identificó como fuentes del Alcance 1, los puntos fijos de generación de calor o vapor, que consumen gas natural y gas natural industrial en su funcionamiento, y los puntos móviles, que son los vehículos que controla operacionalmente la ECSAN, y que consumen ya sea gasolina o diesel.

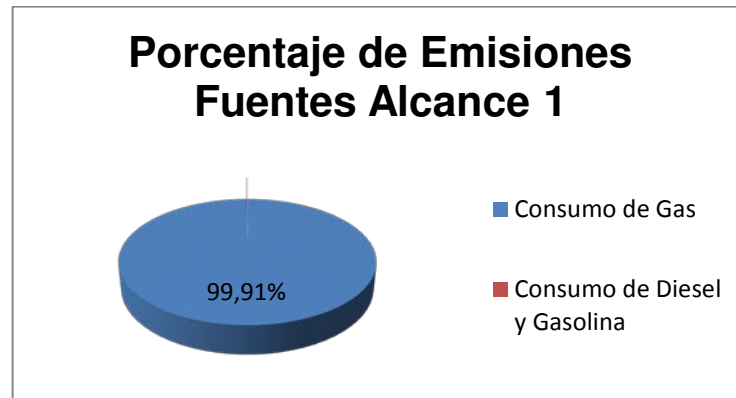
Gráfico 1 Porcentaje de emisiones por Alcance.



Fuente. Autor

Al analizar las fuentes del Alcance 1 que se acaban de mencionar, se muestra que el mayor porcentaje de emisiones generadas corresponde a las fuentes de consumo de gas natural y gas natural industrial, y el Grafico 2 lo revela. Estas fuentes que ya se han detallado en el capítulo de Identificación y Cálculo de Emisiones, son el calderín de la piscina, los hornos y estufas del comedor de cadetes, los calentadores en los bloques de alojamiento, y los hornos, estufas y calentadores del bloque de casino de oficiales.

Gráfico 2 Porcentaje de emisiones de las fuentes del Alcance 1

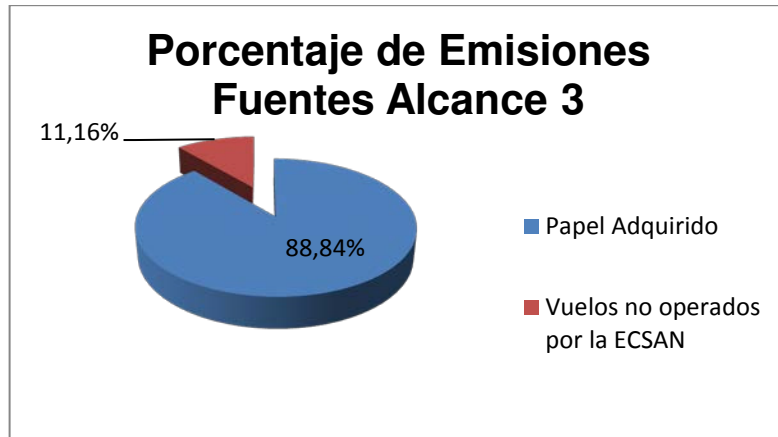


Fuente. Autor

Con respecto al consumo de energía eléctrica, el cual está contemplado en el Alcance 2, se puede afirmar que las emisiones que se generan en su compra y uso son poco significativas en comparación a los Alcances 1 y 3. Es probable que en la ECSAN, se esté haciendo un uso racional de este tipo de recurso, por lo que el impacto ambiental a partir de su consumo es bajo.

Las emisiones del Alcance 3, provenientes del uso o consumo de recursos controlados por terceros, y en el caso de la ECSAN se refieren, al consumo de papel y a los vuelos en avión, se puede decir que son mayores a las generadas en el uso y consumo de energía eléctrica, pero menores que las generadas por el consumo de combustibles fósiles en actividades controladas por la ECSAN. En el Grafico 3 se muestra que de las dos fuentes analizadas en el Alcance 3, aquella que genera más emisiones es el consumo de papel en actividades de servicio en la escuela, en comparación a las emisiones generadas en los viajes corporativos en avión.

Gráfico 3 Porcentaje de emisiones de las fuentes del Alcance 3



Fuente. Autor

Por otra parte, se calcularon las emisiones que se generan en la ECSAN a partir de la combustión de biomasa. Estas emisiones aunque no entran en los límites operacionales que propone el protocolo de gases de efecto invernadero, se deben calcular aparte e incluirse en el inventario de gases de efecto invernadero. Al calcular las emisiones provenientes del proceso de compostaje en el que se utilizan los desechos sólidos orgánicos: residuos de la poda de jardines, heces de los equinos y los desechos orgánicos del comedor de cadetes y del casino de oficiales; se evidenció que existe una gran influencia sobre el medio ambiente por los gases que se emiten del proceso biológico. La cantidad de metano y óxido nítrico que se calculó equivale a 20,89 toneladas de CO<sub>2</sub>, por tanto si se compara esta cantidad con el resultado de los Alcances 1, 2 y 3, se afirma que equivale al 44% de la huella.

## 7.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Teniendo en cuenta los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en la ECSAN en el periodo del año 2011, se propone en este numeral un manejo que parte del aprovechamiento de los mismos recursos que actualmente se utilizan. La importancia de la propuesta radica en que ésta será para el manejo ecoeficiente de los recursos, es decir que dará valor agregado a los procesos de servicio de la escuela que ya se han mencionado en las generalidades, y su mejorará impacto sobre el medio ambiente, en cuanto las emisiones que se calculan mediante la huella de carbono se reduzcan.

### 7.2.1 Manejo de residuos sólidos orgánicos para procesos biológicos

El proceso biológico al que someten actualmente los residuos sólidos orgánicos en la ECSAN, tiene el fin de producir materia orgánica llamada compost o abono, para ser utilizado como fertilizante de suelo en jardines y zonas verdes de la escuela. Sin embargo tiene un alto impacto ambiental ya que genera una cantidad considerable de gases de efecto invernadero.

La propuesta que se presente en este trabajo de investigación, consiste en el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos dentro del mismo proceso biológico. Esto quiere decir que se seguirá buscando en el proceso el abono orgánico, pero además se aprovecharán las emisiones de gases de efecto invernadero. El manejo que se propone de los residuos, será mejorar la administración desde su disposición en la fuente, es decir la clasificación de los residuos en los comedores, alojamientos, y caballerizas, hasta ser llevados y procesados en la planta de compostaje que se ha dispuesto en las instalaciones de la escuela. Se requiere una mayor cantidad de desechos para lograr un mayor aprovechamiento.

La tecnología para el tratamiento de los residuos deberá ser modificada. Es decir que los desechos que se convierten en material aprovechable, que desde siempre se han apilado para su tratamiento, deberán ser depositados en fosas o tanques. El objetivo de este cambio se basa en la teoría de la digestión anaerobia, es decir que los desechos orgánicos se procesan en ausencia de oxígeno y bajo la acción de un grupo de microorganismos ocurren las reacciones de fase ácida y formación de metano, de lo cual se obtendrá el biogás.

Con esto no sólo se recupera material fertilizante para suelos, sino que también se obtiene el metano atrapado en el biodigestor, para ser aprovechado como biogás, el cual puede ser utilizado en las fuentes que consumen dicho combustible.

La cantidad de biogás que se genere a partir de la digestión anaerobia depende de dos factores fundamentales que son, la cantidad de biomasa que se utilice para la digestión y el tipo de biomasa. De acuerdo a los datos sobre el tipo de insumos que se utilizan en la compostera de la ECSAN y la cantidad que se ha reportado en la actividad, se determinó la cantidad de biogás que se puede producir al año, lo cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5. Estimación de la producción de biogás en la ECSAN.

Tipo de Biomasa	Cantidad	Producción específica de Biogás	Producción anual de Biogás en la ECSAN
Guano	18980,64 kg	0,35 m <sup>3</sup> /kg	6643,22 m <sup>3</sup>
Pasto	44288,16 kg	0,8 m <sup>3</sup> /kg	35430,53 m <sup>3</sup>

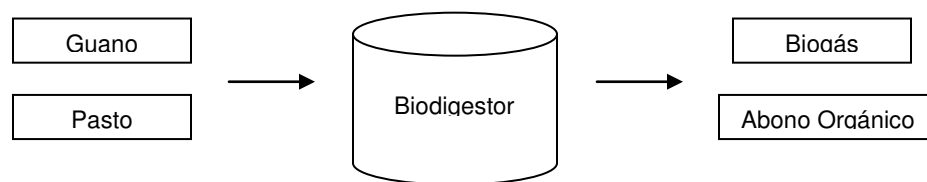
Fuente. Autor.

Los datos de la cantidad específica de biogás que se produce por kilogramo de biomasa, se obtuvo del estudio realizado en Perú por Ferrer et al. 2011, del cual ya se habló en el Marco Referencial, y aunque pueden existir variaciones este es un valor aproximado, que permite realizar los cálculos en el presente estudio.

Entonces una vez calculada la cantidad de biogás que se podría generar de la digestión anaerobia de la biomasa que llega a la compostera de la ECSAN, bajo condiciones específicas dentro de un digestor en ausencia de oxígeno, el total de esta nueva fuente de combustible para satisfacer la demanda de las fuentes fijas de generación de calor o vapor es de 42073,75 m<sup>3</sup>.

La siguiente figura muestra la dinámica de los recursos y el producto que se obtendrá de la propuesta de manejo de los residuos sólidos orgánicos.

Figura 1 Esquema de la propuesta de manejo de residuos sólidos orgánicos



Fuente. Autor

### 7.2.2 Manejo del combustible utilizado en las fuentes fijas de generación de calor o vapor

Las fuentes fijas de generación de calor o vapor se han identificado en la ECSAN como las que consumen el tipo de combustible gas natural, y de acuerdo a la huella de carbono del año 2011, generaron mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para contrarrestar el impacto que conlleva el consumo de ese combustible, se propone utilizar el biogás generado en el manejo de los residuos sólidos orgánicos como insumo para los procesos de logística y abastecimiento, que se llevan a cabo en las fuentes fijas.

La cantidad de biogás que se produzca anual a partir de la digestión anaerobia de los residuos de la ECSAN, es de 42073,75 m<sup>3</sup>, esta cifra estimada, al ser contrarrestada con la demanda anual del año 2011 de 184266 m<sup>3</sup> de gas natural para las fuentes fijas, es de sólo el 22%.

Es probable que inicialmente el biogás que se logre obtener de la digestión anaerobia no satisfaga la gran demanda de gas que tienen estas fuentes fijas, por lo que la propuesta para el insumo iniciaría con algunas fuentes. Al analizar el consumo de gas del año 2011, las fuentes fijas que consumen gas natural demandaron 28103 m<sup>3</sup> de este combustible,

las cuales se han identificado como el casino y bloque de alojamiento de oficiales, lo cual está en su totalidad controlado por un solo contador; mientras que las fuentes fijas que consumen gas natural industrial, demandaron 156163 m<sup>3</sup>, las cuales se han identificado los hornos y estufas del comedor de cadetes, el calentador de los bloques de alojamiento de cadetes, y el calderín de la piscina. Entonces para comenzar a utilizar el biogás producido en la digestión anaerobia, se propone a la ECSAN utilizar la cantidad producida para suplir la demanda de combustible en el casino de oficiales, que comprenderían las fuentes de estufas y hornos del comedor y los calentadores de alojamientos.

Sin embargo, como se espera que el sistema de procesos de logística y abastecimientos se convierta en un sistema sostenible, en la medida que se mejore la administración de los residuos en la ECSAN, se deberá lograr abastecer en su totalidad todas las fuentes con el biogás generado en el proceso biológico.

### 7.2.3 Manejo de emisiones generadas por la combustión de biogás

Una vez se implemente el nuevo bioinsumo, será inevitable que en su quema se generen emisiones de gases de efecto invernadero, sin embargo estas emisiones podrán ser compensadas con un programa de servidumbre forestal, que permita capturar y almacenar las emisiones de dióxido de carbono generadas.

La cantidad de carbono que se podría compensar a partir de la servidumbre de árboles, varía en función de ciertas variables que son, la zona latitudinal donde se realice la siembra, la especie que se siembre y la edad que esta alcance, si es forestal, agro silvicultura o pastos. De igual manera, de acuerdo a la especie, la cantidad del carbono capturado varía dependiendo si se mide por debajo de la tierra es decir en las raíces, o bien por encima de la tierra, es decir hojas o ramas.

De acuerdo a lo anterior, en el año 2007 se publicó un estudio realizado para determinar la cantidad de carbono capturado en distintas especies, este estudio se llevo a cabo en Panamá, y su objetivo fue estudiar la posibilidad de establecer un proyecto de secuestro de carbono. La cantidad de carbono capturado de acuerdo con la servidumbre, se midió de acuerdo a las hectáreas de un determinado tipo de especie sembrada. Estos datos darán las pautas para calcular las hectáreas que se requieran sembrar de manera que se compensen las emisiones de gases de efecto invernadero que se han calculado durante el año 2011 en la ECSAN.

Colombia está ubicada en la zona latitudinal baja de acuerdo con su extensión y límites (República, 2012), y de acuerdo con las determinaciones sobre tecnologías, Políticas Y Medidas Para Mitigar El Cambio Climático que publico el IPCC desde 1996, en esta zona pueden llevarse a cabo las tres medidas mencionadas, forestación, agro silvicultura y/o pastos.

A continuación se detallará en una matriz por cada tipo de posible medida a implementar en un proyecto de secuestro de carbono, el valor de las variables que influyen:

Tabla 6 Estimación de captura de carbono

Medida/Variable	Edad promedio que alcanzan las especies	Carbono capturado	Costo de implementar la servidumbre
Forestación	7,9 años	335 ton/ha	7 US\$/ton C
Agro silvicultura	23,2 años	145 ton/ha	5 US\$/ton C
Pastos	12,5 años	46 ton/ha	No se tiene información

Fuente. Autor.

La información sobre los costos de implementar las medidas para mitigar el carbono emitido en pastizales, no está disponible ya que no se han evaluado las opciones de mitigación.

Entonces, teniendo en cuenta el carbono capturado por las especies en el tiempo promedio de vida, se puede concluir que por año, las especies que se siembren en una hectárea de un sistema de forestación, mitigarán 42 toneladas de carbono, con un costo estimado de \$296 dólares. Por otra parte las especies que se siembren en una hectárea de un sistema de agro forestación o agro silvicultura, mitigarán 6 toneladas de carbono en un año, con un costo estimado de \$31,25 dólares. Y por último las especies que se siembren en una hectárea de un sistema de pastizales, mitigarán 3,68 toneladas de carbono al año, para este último, no se tiene un estimado del costo.

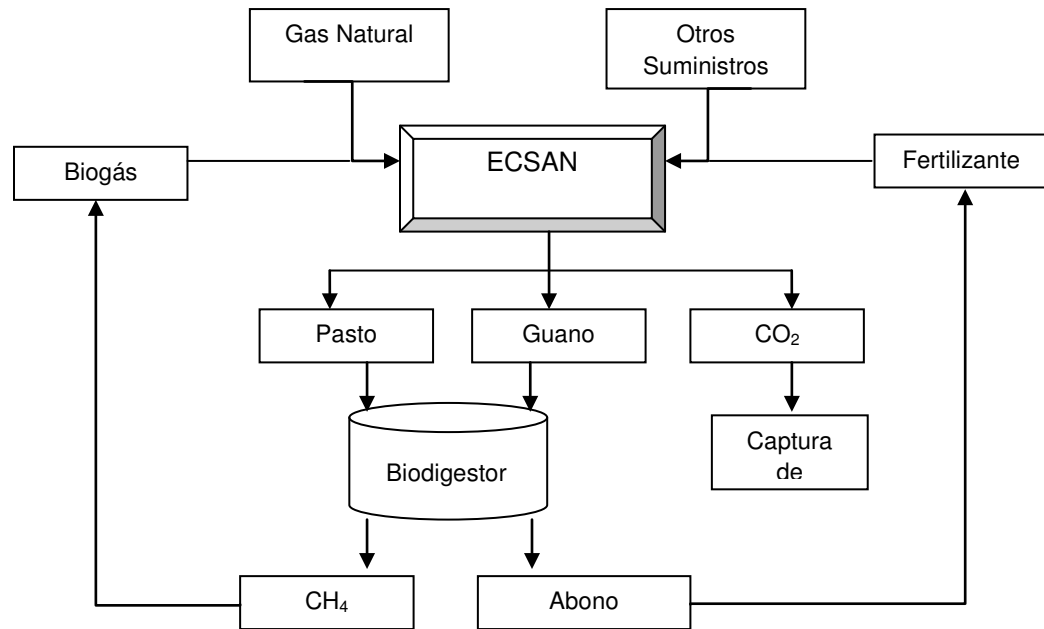
Cabe resaltar que si una empresa decide implementar esta medida de manejo, no es necesario que cuente con el terreno para la siembra, ya que existen organizaciones que prestan el servicio. Ellos organizan de acuerdo a las emisiones que se deseen compensar, un programa de servidumbre en terrenos de su propiedad o que han conseguido para tal fin, y a su vez emiten un certificado donde conste que la empresa interesada está sembrando cierta cantidad de una especie o especies determinadas, lo cual compensará en un periodo de tiempo establecido, las emisiones que la empresa genera por año.

De acuerdo a este análisis sobre la propuesta de manejo, el nivel gerencial de la ECSAN, deberá elegir el tipo de medida a implementar, de acuerdo a los costos estimados.

En la siguiente figura se detallará el sistema de las propuestas de manejo que se han descrito, el manejo de residuos sólidos orgánicos y el manejo del combustible utilizado y las emisiones generadas en las fuentes fijas, como una sola propuesta ecoeficiente, en la cual se agrega un valor a los procesos y se reduce el impacto ambiental.



Figura 2 Esquema de la propuesta de manejo ecoeficiente de recursos



Fuente. Autor.

### 7.3 INVESTIGACIONES FUTURAS

El presente proyecto finaliza con la propuesta de manejo de recursos en la ECSAN, sin embargo, es un proyecto al cual se debe dar continuidad ya que es la única forma de evaluar si hubo o no mejoras en la eficiencia del manejo. Ipso facto, se proponen las siguientes líneas como continuación del proyecto:

- Implementación de las propuestas de manejo de recursos, tanto para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos, como para el manejo de combustible en las fuentes que consumen gas.
- Propuesta de indicadores de ecoeficiencia que evalúen el cambio debido a la implementación del nuevo manejo de recursos.
- Sigüientes mediciones de la huella de carbono en la ECSAN, que permitan comparar los resultados desde el año 2011.
- Nuevas propuestas de manejo ecoeficiente de recursos.

Con estos nuevos proyectos, una vez se evalúe su viabilidad y pertinencia, es posible que a nivel del tipo de organización que es la ECSAN, se inscriba ante las autoridades como un proyecto de mecanismo de desarrollo limpio.

El impacto que este tipo de proyectos genera, no sólo mejora desempeño ambiental y la credibilidad que la organización gane ante las partes interesadas, sino que va más allá, reflejándose en la mejora en la calidad de vida que pueda tener la sociedad en la que influye la organización, de igual forma sus empleados. Teniendo en cuenta que la Policía Nacional es un ente que tiene gran influencia en la sociedad, siendo esto una de las partes misionales de la institución, se justifica aún más la trascendencia del proyecto, en la medida que se tomen espacios con las comunidades donde la Escuela intervenga, para hacer jornadas de sensibilización y adopción de las medidas.

Éstas son medidas que impactan positivamente desde el punto de vista económico, social, ambiental y político; en otras palabras, son medidas que contribuyen al desarrollo sostenible, primero de la comunidad, y luego de todo un país.

Si cada uno de los 1,758 miembros de la ECSAN se compromete bajo el liderazgo del área de Planeación, a masificar las medidas propuestas en este proyecto para disminuir el impacto ambiental, ya sea a través de la siembra de servidumbres, o dándole un mejor manejo a los residuos generados, los resultados serían de gran magnitud.

## 8. CONCLUSIONES

La evaluación de los procesos internos de toda organización en todos los ámbitos es clave fundamental para lograr la mejora continua de las políticas y los procesos implicados. En este proyecto que se ha presentado, en donde se evidencia la organización por procesos que desde hace algunos años lleva a cabo la ECSAN, se ven una serie de políticas tanto en la Gestión de Calidad como en la Gestión Ambiental, bajo las cuales funcionan los procedimientos de cada proceso institucional, sin embargo esto no garantiza la eficiencia del sistema, es decir que se puede tener un montaje de la manera como se hacen las cosas, pero si no es la mejor manera de hacerlas, si no se están utilizando los recursos de la mejor forma, el sistema deja de ser eficiente.

Es por esto que la ECSAN, para autoevaluarse en la realización de sus procesos internos, ha decidido implementar una serie de programas que conduzcan a valorar la forma en que esos procesos, que ya están documentados, se hacen y decidir si se pueden realizar de una manera a través de la cual se aprovechen mejor los recursos. Como se mencionó al inicio de este trabajo, existe un sector difuso, llamado así en este tipo de estudios ambientales, al cual la escuela pertenece; sin embargo a través del desarrollo del proyecto se ha demostrado que resulta un reto medir emisiones ambientales en empresas de ese sector, ya que a diferencia de las empresas de los demás sectores no todo está dado, sino que se debe pesquisar las fuentes de las emisiones con el objetivo de hacer una medición veraz.

En este proyecto específicamente se valoró uno de los objetivos ambientales que surgió a través de la Política Ambiental, el cual implica el control de impacto ambiental producto del uso de combustibles fósiles; luego al detectar las fuentes que generen mayor impacto ambiental, se propone un manejo de recursos, en donde se aborda otro de los objetivos que es manejar adecuadamente los residuos no peligrosos generados en la Institución.

A través de la metodología *GHG Protocol* elegida por medio de la opinión de expertos en el tema, se midieron las emisiones de gases de efecto invernadero, y huella de carbono generada por el consumo de combustibles y otras actividades en la ECSAN, el método utilizado propone un reporte de inventario de los gases generados a nivel corporativo. En este inventario se determinó que de las fuentes que generan emisiones, aquella que tiene mayor impacto sobre el medio ambiente es la combustión de gas. En el caso de la ECSAN se identificaron las fuentes de generación de calor o vapor del casino de oficiales, que incluye cocina y calentadores de alojamiento, por otra parte el calderín de la piscina, y la cocina y alojamiento de cadetes.

El inventario también reportó las emisiones provenientes de la combustión de biomasa, que en el caso de la ECSAN se generan en el proceso biológico que ocurre en la

transformación de los residuos sólidos orgánicos en abono orgánico. Estas emisiones también son significativas y tienen un gran impacto ambiental.

La propuesta que se realizó consiste en el aprovechamiento de las emisiones generadas y los recursos utilizados en los procesos, es decir que teniendo en cuenta que las fuentes que tienen mayor impacto son las que consumen gas natural y la compostera, se propone cambiar el proceso en la planta de compostaje por un biodigestor, que además de producir el abono orgánico, transformará las emisiones del proceso en digestión anaerobia a través de la cual se obtendrá biogás. Este biogás será suministrado a las fuentes que funcionan con gas, y así las emisiones podrán reducir porque se quemaría otro tipo de combustible. Además para compensar las nuevas emisiones se propone un proyecto de siembra de árboles que potencialmente las capturarán y almacenarán.

De esta forma se propone un manejo eco eficiente, porque además de aprovechar los recursos se reduce el impacto sobre el medio ambiente. Aunque el alcance de este proyecto llega hasta el planteamiento de la propuesta, el nivel corporativo que en este caso es la ECSAN, deberán evaluar la factibilidad para su implementación. Es importante que así como este proyecto fue inscrito ante las autoridades ambientales del distrito, que es la Secretaría Distrital de Ambiente, se le de continuidad año a año, con el objetivo de valorar si entre un periodo y otro se logró aumentar la eficiencia en los procesos, lo cual se ve reflejado en los resultados de la huella. En este punto radica el compromiso que la alta dirección debe tener frente al tema ambiental y su influencia sobre los demás ámbitos de la organización, ya que en la medida en que se adapten los procesos al nuevo componente ambiental, se adopta una cultura que lograra alinear los objetivos de todas las áreas. De esta forma la gestión ambiental de la ECSAN podrá ser un claro ejemplo para todos los órganos de control, así todas las Direcciones de la Policía Nacional podrán implementar este tipo de programas dentro de sus sistemas de gestión, y finalmente mostrar que en este tipo de instituciones es posible contribuir con el tema ambiental.

Este proyecto desde su planteamiento hasta su propuesta final, logró mostrar aportes al desarrollo sostenible a partir de los procesos que pertenecen al sistema de gestión integral de la ECSAN, lo cual se evidencia desde el planteamiento de objetivos de calidad, seguido del proyecto de huella de carbono, hasta la propuesta de manejo ecoeficiente de recursos. En la medida en que estos planes se ejecuten y monitoreen, la ECSAN logrará ser una organización responsable que responda con la conservación de recursos y garantía de los mismos a generaciones venideras de la sociedad, de clientes internos y externos, en fin de todas las partes interesadas.

## BIBLIOGRAFÍA

Monroy, Nestor; Aguirre Alejandro. 2003. El protocolo de Kioto: ¿una oportunidad para la industria colombiana? *Revista de ingeniería*. 18: 108-116.

Sandoval, Marco; Stolpe Neal; Zagal, Erick; Mardones, Maria; Junod, Julio. 2003. The carbon sequestration in agriculture and its importance in global warming. *Theoría: Ciencia, Arte y Humanidades*. 12: 65-71.

Pikoń, Krzysztof; Gaska, Krzysztof. 2010. *Greenhouse Gas Emission Mitigation Relevant to Changes in Municipal Solid Waste Management System*. *Journal of the Air & Waste Management Association* 61(1): 782-788.

García-Orcoyen, Cristina. 2005. Kioto en positivo: hacia la práctica empresarial del desarrollo sostenible. *Tiempo de Paz*. 77: 33-37.

Rotz, C. A.; Montes, F; Chianese, D. S. 2010. The *carbon footprint* of dairy production systems through partial life cycle assessment. *Journal of Dairy Science*. 93(3): 1266-1282.

Carballo, P. Adolfo; Garcia-Negro, Maria do Carme; Doménech, Q. Juan Luis. 2009. El MC3 una alternativa metodológica para estimar la huella corporativa del carbono HCC. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. 2(5): 1-16.

Gallardo F, Christian; López O, Luis María; Doménech S, Juana; Juárez C, Manuel C. 2010. Emisión de Gases de Efecto Invernadero. Justificación de la Implantación y Aceptación de la Huella de Carbono y Medidas Variantes. Universidad de la Rioja, Logroño, España.

Schneider, Heloísa; Samaniego, Joseluis. La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Naciones Unidas (Santiago de Chile). 2010.

Wiedmann, T. and Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA.

Castillo M, Nazareno; Petrillo, Daniela. 2008. Cálculo de la huella de carbono del argentino promedio. Dirección de Cambio Climático, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Huella de carbono corporativa: una herramienta de gestión empresarial contra el cambio climático. Autoridad Portuaria de Gijón. Doménech, Juan Luis; González A, Mónica. 2009.

Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades. Universidad Santiago de Compostela, Oficina de Desarrollo Sostenible. López A, Noelia; Blanco H, Dora. 2007.

- Mickwitz, Per; Melanen, Matti; Rosenstrom, Ulla; Seppala, Jyri. 2005. Regional eco-efficiency indicators e a participatory approach. *Journal of Cleaner Production*. 14: 1603-1611.
- Picazo-Tadeo, Andrés J; Beltrán-Esteve, Mercedes; Gómez-Limón, José A. 2012. Assessing eco-efficiency with directional distance functions. *European Journal of Operational Research*. 220: 798-809.
- Cha, Kyoungsoon; Lim, Songtak; Hur, Tak. 2007. Eco-efficiency approach for global warming in the context of Kyoto Mechanism. *Ecological Economics*. 67: 274-280.
- Cornejo, Camilo; Wilkie, Ann C. 2010. Greenhouse gas emissions and biogas potential from livestock in Ecuador. *Energy for Sustainable Development*. 14: 256-266.
- Ferrer, Ivet; Garfi, Marianna; Uggetti, Enrica; Ferrer-Martí, Laia; Calderon, Arcadio; Velo, Enric. 2011. Biogas production in low-cost household digesters at the Peruvian Andes. *Biomass and Bioenergy*. 35: 1668-1674.
- Yu, Liu; Yaoqiu, Kuang; Ningsheng, Huang; Zhifeng, Wu; Lianzhong, Xu. 2008. Popularizing household-scale biogas digesters for rural sustainable energy development and greenhouse gas mitigation. *Renewable Energy*. 33: 2027-2035.
- Arthur, Richard; Baidoo, Martina Francisca; Brew-Hammond, Abeeku; Cudjoe Bensah, Edem. 2011. Biogas generation from sewage in four public universities in Ghana: A solution to potential health risk. *Biomass and Bioenergy*. 35: 3086-3093.
- Venkateswara Rao, P; Baral, Saroj S; Dey, Ranjan; Mutnuri, Srikanth. 2010. Biogas generation potential by anaerobic digestion for sustainable energy development in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14: 2086-2094.
- Ribeiro Salomon, Karina; Silva Lora, Electro Eduardo. 2009. Estimate of the electric energy generating potential for different sources of biogas in Brazil. *Biomass and Bioenergy*. 33: 1101-1107.
- Kirby, Kathryn R; Potvin, Catherine. 2007. Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project. *Forest Ecology and Management*. 246: 208-221.
- Análisis del ciclo de vida y Huella de Carbono. IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Alameda de Urquijo. 36, 6°. Bilbao. 2009.
- Factores de emisión de los combustibles colombianos. Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales ACCEFYN. Bogotá. 2003.

La Entrevista Cualitativa. Universidad Mesoamericana. Díaz I, Gisela. Ortiz, Rafaela A. 2005.

Doménech, Juan Luis. Huella Ecológica y Desarrollo Sostenible. AENOR Ediciones. Segunda Edición. España. 2009.

Política de Calidad de la Escuela.

Manual de Calidad ECSAN. Abril de 2012.

Manual del Sistema de Gestión Ambiental de la Policía Nacional. Diciembre 5 de 2011.

Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. MDL en Colombia. Grupo de Mitigación de Cambio Climático. Colombia.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Especificaciones con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. NTC-ISO 14064-1. 2006.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Documentación, presentación de Tesis, Trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. 2008.

BSi; CARBON TRUST. *Guide to PAS 2050. How to assess the carbon footprint of goods and services. United Kingdom. 2008.*

SEMARNAT, WRI. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar corporativo de contabilidad y reporte. 2001

ASEGRE; Enterprise pour l'Environnement. Protocolo para la cuantificación de Gases de Efecto Invernadero en actividades de gestión de residuos. Madrid. 2010.

EPA. Optional Emissions from Commuting, Business Travel, and Product Transport. Climate Leaders. May. 2008.

AccionCO2. 2012. Fundacion Entorno. [www.accionco2.es](http://www.accionco2.es). [En línea] 2012.

IPCC. 2012. EFDB. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>. [En línea] 2012.

Mexico, Programa GEI. 2010. [www.geimexico.org](http://www.geimexico.org). *Programa GEI Mexico*. [En línea] 2010.

Organización de las Naciones Unidas. 2010. Documentacion de las Naciones Unidas: Guía de Investigación. [En línea] 2010. <http://www.un.org/depts/dhl/spanish/resguids/specenvsp.htm>.

Policía Nacional. 2010. [www.policia.edu.co](http://www.policia.edu.co). [En línea] 2010. <http://www.policia.edu.co/policia/quienes.html>.

—. 2010. [www.policia.gov.co](http://www.policia.gov.co). [En línea] 2010. [http://www.policia.gov.co/portal/page/portal/INSTITUCION/Resena/Resena\\_Historica1](http://www.policia.gov.co/portal/page/portal/INSTITUCION/Resena/Resena_Historica1).

Protocol, GHG. 2012. [www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org). *GHG Protocol*. [En línea] 2012.

República, Banco de la. 2012. [www.banrepcultural.org](http://www.banrepcultural.org). [En línea] 2012. <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/geografia/geo54.htm>.

Rio+20. 2012. [www.rio20.net](http://www.rio20.net). [En línea] 2012. [Citado el: 29 de 06 de 2012.]

UAM. 2004. Curso Combinado de Predicción y Simulación. [www.uam.es/predysim](http://www.uam.es/predysim). [En línea] 2004.



## ANEXOS

### Anexo 1 Estructura básica orgánica de la ECSAN



Fuente. Presentación ECSAN. Mayo de 2012.

## Anexo 2 Entrevistas para determinar metodología a utilizar en la medición de huella de carbono

### Entrevistada N°1

Entrevistada: Susana Vélez Haller, asesora en cambio climático de la Fundación Natura Colombia.

Investigador: Buenos días Susana mi nombre es Olga Aguilar. En la reunión de mitigación y compensación de huella de carbono en la Secretaría Distrital de Ambiente tuve la oportunidad de conocerla y me gustaría que me orientara en mi proyecto de investigación en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, en la que debo medir la huella de carbono, por lo que debo elegir un método de los existentes para calcular la huella de carbono en esta institución. ¿Usted me permite hacerle una serie de preguntas acerca de este tema?

Entrevistada: Sí Olga, dime en que te puedo ayudar.

Investigador: Gracias. Bueno la primera pregunta es: ¿Cuáles son las metodologías para medición de huella de carbono que usted conoce?

Entrevistada: yo conozco el *GHG Protocol* y la ISO 14064.

Investigador: ¿Cuáles herramientas han sido utilizadas por la organización donde usted labora para medición de huella de carbono?

Entrevistada: En Fundación Natura sólo hemos utilizado el *GHG Protocol* para medir huella de carbono.

Investigador: ¿Según su experiencia y conocimientos, qué criterios se deben tener cuenta para la selección del método y herramienta de medición de huella de carbono en una organización de formación, tipo escuela?

Entrevistada: A decir verdad depende mucho de los sistemas de gestión que haya implementado la organización, por ejemplo si la Escuela de Policías General Santander ha implementado sus sistema de gestión integral basado en las normas ISO, sería bueno implementar la metodología que propone la ISO-14064, pero en mi opinión el mejor método es el *GHG Protocol* que es conocido internacionalmente y avalado por *Carbon Trust*.

Investigador: Gracias. Y por último, ¿Qué criterios se deben tener en cuenta para establecer el año base para la huella de carbono?

Entrevistada: Considero que toda la información requerida por el método disponible en un sistema de calidad de manejo de la información es lo que prima.

Investigador: Bueno Susana, muchas gracias por su colaboración. Esa información me es muy útil.

Entrevistada: Claro que sí, con mucho gusto. Éxitos en su investigación.

Investigador: Gracias, que tenga buen día.

Entrevistada: Igualmente.

## **Entrevistada N°2**

Entrevistada: Vivian Rangel, Integrante del Grupo de Investigación del Centro Latinoamericano de Innovación de Logística.

Investigador: Buenos días Vivian mi nombre es Olga Aguilar. Soy estudiante de Maestría de la Universidad de la Sabana y estoy realizando mi trabajo de investigación en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, en la que debo medir la huella de carbono, por lo que debo elegir un método de los existentes para calcular la huella de carbono en esta institución.

A través de internet, conseguí su hoja de vida y sé que en Logyca ustedes han asesorado a empresas en medición de huella de carbono, ¿Usted me permite hacerle una serie de preguntas acerca de este tema?

Entrevistada: Claro que sí.

Investigador: Muchas gracias. Bueno la primera pregunta es la siguiente: ¿Cuáles son las metodologías para medición de huella de carbono que usted conoce?

Entrevistada: Bueno yo conozco el *GHG Protocol*, la norma ISO 14064 y también el PAS 2050.

Investigador: OK, La siguiente pregunta es: ¿Cuáles herramientas han sido utilizadas por la organización donde usted labora para medición de huella de carbono?

Entrevistada: En las asesorías e investigaciones que hemos realizado utilizamos el *GHG Protocol*.

Investigador: ¿Según su experiencia y conocimientos, qué criterios se debe tener cuenta para la selección del método y herramienta de medición de huella de carbono en una organización de formación, tipo escuela?

Entrevistada: Esto depende del tipo de organización. Por ejemplo, si se quiere medir la huella en el ciclo de vida del producto fabricado por una empresa conviene el PAS 2050,

sin embargo, para una organización tipo escuela, donde la infraestructura es tipo oficina, es mejor el estándar corporativo del *GHG Protocol*.

Investigador: Vivian, yo he investigado y leído sobre algunas metodologías aplicadas en España que usted no me ha mencionado, como la MC3, método de las cuentas contables, ¿usted sabe que tan factible sea utilizarlo?

Entrevistada: Bueno Olga la verdad es que en el mundo se ha desarrollado muchas herramientas, y puede que se hayan implementado en algunos países, pero las que ciertamente están estandarizadas y avaladas por órganos internacionales son las que he mencionado, por lo tanto yo te aconsejaría apoyarte de ellas.

Investigador: Si lo tendré en cuenta, ahora la última pregunta, ¿Qué criterios se deben tener en cuenta para establecer el año base para la huella de carbono?

Entrevistada: Pienso que lo que debes tener en cuenta para establecerlo es contar con información confiable y verificable, para tener veracidad del resultado, y por otro lado que esa información se pueda comparar con los años posteriores, teniendo en cuenta que se comienza a partir de ese año y se comprara en adelante.

Investigador: Vivian muchas gracias por compartir esta información conmigo.

Entrevistada: Con mucho Olga. Espero que le sea de mucha ayuda.

Investigador: Claro que sí. Que tenga un buen día.

Entrevistada: Igualmente.

### **Entrevistada N°3**

Entrevistada: Diana Barba, Asesora en la Dirección del cambio climático en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Investigador: Diana buenas tardes, mi nombre es Olga Aguilar. Soy estudiante de Maestría de la Universidad de la Sanaba y estoy realizando mi trabajo de investigación en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, en la que debo medir la huella de carbono, por lo que debo elegir un método de los existentes para calcular la huella de carbono en esta institución.

A través de Héctor Herrera de la UPME pude conseguir tu contacto, ya que necesito una orientación en metodología para medición de la huella, ¿podrías concederme una entrevista?

Entrevistada: Sí, con mucho gusto dime.

Investigador: Gracias. La primera pregunta es: ¿Cuáles son las metodologías para medición de huella de carbono que usted conoce?

Entrevistada: Las metodologías que yo conozco son: el *GHG Protocol*, la norma ISO 14064.

Investigador: ¿Cuáles herramientas han sido utilizadas por la organización donde usted labora para medición de huella de carbono?

Entrevistada: Nosotros utilizamos el *GHG Protocol* en el cálculo de huella en las asesorías que hemos brindado a distintos entes.

Investigador: ¿Según su experiencia y conocimientos, qué criterios se debe tener cuenta para la selección del método y herramienta de medición de huella de carbono en una organización de formación, tipo escuela?

Entrevistada: Creo que todos los métodos apuntan al mismo fin, sin embargo el *GHG Protocol* proporciona las herramientas de cálculo necesarias para la medición, cosa que no tienen los demás métodos, en la página de ellos puedes encontrar tanto los estándares, como las guías y las herramientas según el tipo de organización. Por esa razón me parece el método más completo.

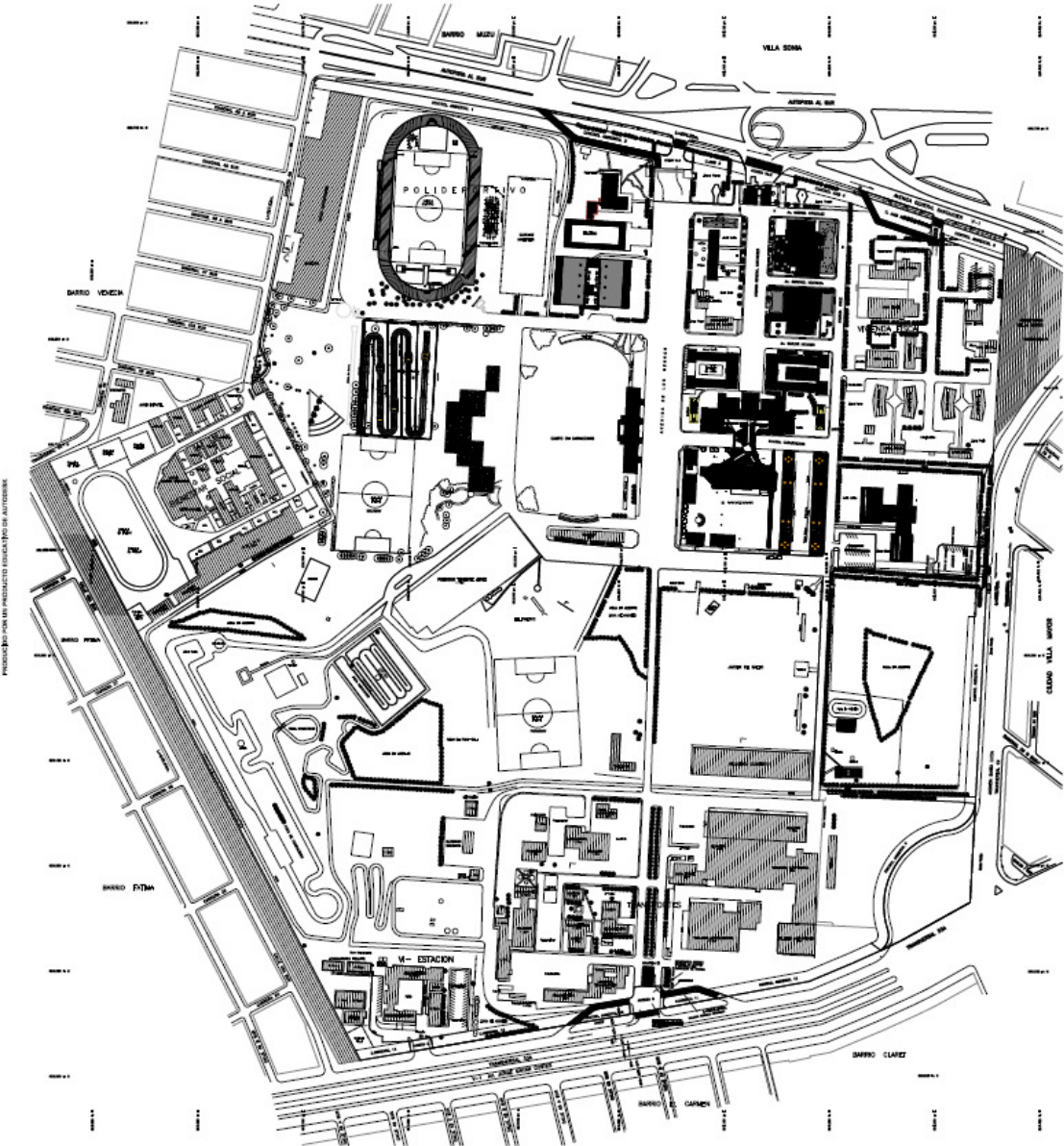
Investigador: Perfecto ¿Qué criterios se deben tener en cuenta para establecer el año base para la huella de carbono?

Entrevistada: A mi parecer la empresa debe tener toda la información requerida en el año en que se está midiendo la huella, para poder establecer mejor el año base, es decir contar con todo lo que se haya definido en los alcances en un año determinado. De nada sirve identificar fuentes de emisión, si no se tiene la información de esa fuente en el año base.

Investigador: Bueno Diana, muchas gracias por su tiempo. Esta información me será de mucha ayuda.

Entrevistada: Con gusto. Que tenga un buen Olga.

Anexo 3 Plano planta cubierta ECSAN.



Fuente. Planeación ECSAN. Mayo 2012.

Anexo 4 Reporte de inventario de emisiones de gases de efecto invernadero

HUELLA DE CARBONO

ESCUELA DE CADETES DE POLICIA GENERAL FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA

2012

## LISTAS ESPECIALES

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Definición del límite organizacional

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fuentes de emisiones directas de la ECSAN

Tabla 2. Fuentes de emisiones indirectas de la ECSAN

Tabla 3. Datos de actividad en fuentes de emisiones directas de la ECSAN

Tabla 4. Datos de actividad en fuentes de emisiones indirectas de la ECSAN

Tabla 5. Datos de actividad en fuentes de emisiones de combustión de biomasa

Tabla 6. Descriptivos de los datos de entrada

Tabla 7. Factores de emisión

Tabla 8. Herramientas de cálculo utilizadas

Tabla 9. Huella de Carbono ECSAN



## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. AÑO BASE

2. LIMITE ORGANIZACIONAL

3. LIMITE OPERACIONAL

4. IDENTIFICACION Y CÁLCULO DE EMISIONES

4.1 IDENTIFICAR FUENTES

4.2 SELECCIONAR MÉTODO DE CÁLCULO

4.3 RECOLECTAR DATOS Y FACTORES DE EMISIÓN

4.4 APLICAR HERRAMIENTA DE CÁLCULO

5. CONCLUSIONES

## INTRODUCCIÓN

El calentamiento global surge cuando un grupo de gases que se encuentran en la atmósfera tales como el CO<sub>2</sub> dióxido de carbono, N<sub>2</sub>O óxido nitroso, CH<sub>4</sub> metano, entre otros, atrapan la energía (radiación electromagnética absorbida del sol) que emite la tierra, se calientan y remiten esa energía, así la temperatura cerca de la superficie de la tierra se eleva y la parte alta se enfría, generando el efecto invernadero, llamado de esta manera por el proceso realizado en los invernaderos, y a los gases se les ha denominado gases de efecto invernadero (GEI). (Pikoñ and Gaska. 2010; Sandoval et al. 2003).

Teniendo en cuenta esta problemática ambiental que afecta a todos, se han venido realizando acuerdos para los países desarrollados, que los encaminen a desarrollar acciones en todos los sectores productivos que regulen el problema y disminuyan la cantidad de GEI emitidos a la atmosfera. Estos acuerdos puntualizaron en el Protocolo de Kioto en Diciembre de 1997.

La cantidad de GEI emitida en las actividades de los sectores productivos, se ha denominado huella de carbono, equivalente sólo en CO<sub>2</sub>, debido a que es el más abundante de todos los gases emitidos. (Monroy et al. 2003).

Colombia es un país en vía de desarrollo y esto implica que no se debe acoger a los compromisos del Protocolo de Kioto para la disminución de emisiones de GEI, sin embargo es suscriptor de los compromisos adquiridos en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), y debe reportar los inventarios nacionales de emisiones de estos gases, (ACCEFYN. 2003); y también puede participar con mecanismos de desarrollo limpio. Por lo tanto, llevar a cabo estudios para implementar medidas que permitan a las organizaciones ser responsables socialmente y realizar procesos sostenibles y amigables con el medio ambiente es uno de los retos que tienen muchas empresas del sector productivo en Colombia. (Monroy et al. 2003).

La Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander, ECSAN en adelante, institución de la Policía Nacional de Colombia, se ha interesado por encaminar sus actividades al cumplimiento de su política ambiental, la cual se da mediante la resolución 01836 de 9 de Junio de 2010, en la que la Policía Nacional se compromete "...a contribuir con la protección del medio ambiente, a través de la prevención de la contaminación, el cumplimiento de la legislación y las diferentes regulaciones ambientales y el control de los impactos ambientales adversos asociados a nuestras instalaciones, procesos y servicios, así como al mejoramiento continuo del desempeño ambiental de la institución"; por esto en aras de lograrlo han desarrollado una serie de planes y proyectos ambientales.

El presente documento reporta en detalle los aspectos más importantes de uno de los proyectos que suscribió la ECSAN en Febrero del presente año ante la Secretaría Distrital de Ambiente, en Bogotá D.C. Este proyecto de medición de huella de carbono es el resultado de la identificación de una necesidad ambiental de la escuela, como lo es medir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas a partir de sus actividades de servicio.

Se describirá el año base elegido, a partir del cual se realizará en los siguientes años las mediciones de los mismos gases, con el fin de contrastar el desempeño de los planes de acción que surjan a partir del resultado año a año. En caso de tener modificaciones en cuanto a los datos de actividades o fuentes de emisión, se deberá hacer los respectivos ajustes en el año base para seguir contrastando los resultados de la huella de carbono en la ECSAN.

Es importante resaltar que la metodología a través de la cual se ha realizado la medición de la huella de carbono, obedece al Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, *GHG Protocol* por sus siglas en inglés, y su estándar Corporativo de Cuantificación y Emisiones. Este protocolo, que es el más completo y certificado a nivel internacional, contiene las herramientas de cálculo con las cuales se realiza la medición.

Debido a que el sistema de gestión ambiental de la ECSAN se basa en la ISO 14000, se ha sido contrastar el método de la norma ISO 14064, de cuantificación de gases de efecto invernadero Parte I para compañías y organizaciones, con el *GHG Protocol*, de manera que se perciba que aunque no se utilizará el correspondiente al sistema de gestión, éste contiene las mismas características y requisitos.

Entonces paso a paso se desarrollará la metodología propuesta por el estándar del *GHG Protocol* hasta llegar a los resultados sobre las emisiones correspondientes a la huella de carbono de la ECSAN.

## 1. AÑO BASE

El año base se refiere al año a partir del cual se comienza a contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Los criterios para la elección de este año base deben ser, de acuerdo al *GHG Protocol*, que sea un año para el que exista información confiable sobre los gases de efecto invernadero (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. SEMARNAT. 2001).

Como su nombre lo indica, el año base será el punto de partida para monitorear el desempeño de las emisiones de los siguientes años. Cabe resaltar que los siguientes años en que se realice el inventario de GEI, los criterios de cálculo deben ser iguales, para que la comparación de los resultados sea coherente. De lo contrario, si en el o los siguientes años se toman distintos datos como las fuentes, los límites o el método, la empresa debe definir una política de ajuste de las emisiones del año base y un recalcu.

De acuerdo a la descripción anterior, en la ECSAN se ha establecido que el año base para la medición de huella de carbono, será el año 2011. La información necesaria para obtener los resultados del proyecto se comenzó a recolectar en el año 2011, tanto por parte de la ECSAN como por parte del autor, por lo que serán estos datos los que influyan en las variables del proyecto. Los aspectos que se midieron serán detallados a continuación.

## 2. LÍMITE ORGANIZACIONAL

Para elegir en qué enfoque se basará la delimitación organizacional se hará un análisis de las unidades que operan dentro de la ECSAN.

La ECSAN es una escuela de formación policial que pertenece a la Policía Nacional de Colombia, sin embargo esta escuela internamente maneja una contabilidad separada del resto de unidades de la Policía. Entonces se define que el límite organizacional será de control, ya que la organización tiene control operacional sobre sus unidades, es decir a pesar de que la escuela pertenece a la Policía Nacional, tiene autonomía para establecer políticas de operación en los procesos. En este punto cabe resaltar que existen dentro de la escuela algunas unidades que no son propiedad ni controladas por ella, y por esta razón no entran dentro de los límites organizacionales.

Las unidades de la ECSAN que no entran en el alcance de la organización son Sanidad y las casas y bloques de apartamentos fiscales. Los consumos y emisiones que son producto de la actividad diaria de estas unidades no son reportadas por la ECSAN, por este motivo no impactarán en la huella de carbono de la ECSAN, puesto que a pesar de que están dentro del área de la escuela, no pertenecen a su organización y no son controlados por esta, sino por otras instituciones de la Policía Nacional, de las cuales dependen, a quienes reportan y tienen contabilidad separada.

Cuando se establece que el enfoque será de control, debido a las características de la organización, se debe definir si el control que la ECSAN ejerce sobre sus unidades y respectivas actividades es control financiero o control operacional.

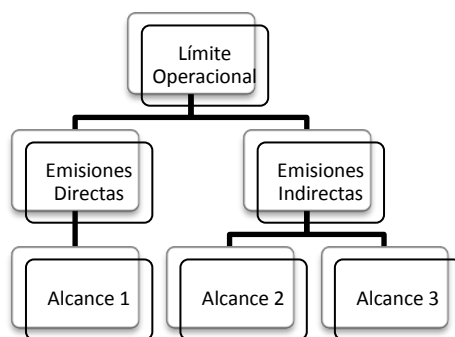
Dentro de la organización de la ECSAN, ya se conoce cuáles son las unidades y sus procesos que están controlados por ella, sin embargo no todas las unidades perciben beneficios de las operaciones. Por ejemplo, los grupos de Área Administrativa y Financiera (Remonta, Contratos, Logístico, etc.) son controlados por el encargado de esta área, e internamente se planea las operaciones que estas dependencias tendrán y controlan su desempeño, pero sus recursos provienen y se presupuestan en la Dirección Administrativa y Financiera (DIRAF) de la Policía Nacional.

Entonces por esta razón el límite organizacional para la medición de huella de carbono en la ECSAN, está basado en un enfoque de control operacional, ya que la organización internamente tiene autoridad o ejerce control sobre sus operaciones y sobre las políticas y medidas que podría implementar.

### 3. LÍMITE OPERACIONAL

El límite operacional define los alcances de las emisiones directas e indirectas emitidas por la organización. Las directas son aquellas originadas en fuentes controladas por la ECSAN, y las indirectas se originan por fuentes no controladas por al ECSAN. En el cuadro que se muestra a continuación se define el límite de forma resumida.

Figura 1. Definición del límite organizacional



Fuente. Autor

#### Fuentes del Alcance 1.

Las fuentes del alcance 1 abarcan aquellas que son controladas por la empresa, y pueden ser fijas, fugitivas de procesos o móviles. Las fuentes fijas del Alcance 1 están divididas en generación de vapor o calor a partir de la quema de determinado combustible; las fugitivas de procesos corresponden a las emisiones resultado de un proceso físico o químico. Y las fuentes móviles son las que emiten gases de efecto invernadero a la atmosfera, a partir de una actividad de quema de combustible, que se realiza en fuentes móviles como vehículos.

En la ECSAN se realiza un proceso biológico en la planta de compostaje, la cual fue construida para aprovechar los residuos sólidos orgánicos provenientes de las actividades de la cafetería, poda de jardines y heces de equinos, en la producción de abono orgánico. Sin embargo los gases de efecto invernadero que se emiten en ese proceso no provienen de la combustión de combustibles fósiles, sino de la combustión de biomasa. Estas emisiones no están contempladas en ninguno de los alcances por lo que se deben cuantificar por separado.

#### Fuentes del Alcance 2.

El Alcance 2, solo incluye como fuente de emisiones el consumo de la energía que es adquirida por la ECSAN. En este punto cabe aclarar que la ECSAN realiza un proceso de compra de energía particular.

### Fuentes del Alcance 3.

Las emisiones del Alcance 3, se refieren a aquellas que han sido generadas por fuentes no controladas por la ECSAN, pero en las que intervienen actividades de ellos, pueden ser viajes operados por terceros o adquisición de materiales para su uso en las actividades de servicio.

#### 4. IDENTIFICACION Y CÁLCULO DE EMISIONES

A continuación se detallarán los pasos que contempla el estándar del *GHG Protocol* y que se realizaron para la cuantificación de la huella de carbono en la ECSAN.

##### 4.1 IDENTIFICAR FUENTES

Tabla 1. Fuentes de emisiones directas de la ECSAN

FUENTES DE EMISIONES DIRECTAS			
Alcance	Fuente	Descripción	Combustible utilizado
1	Fija-Generación de calor o vapor	Calderín de la piscina	Gas Natural Industrial
		Hornos y estufas del comedor de cadetes	Gas Natural Industrial
Calentadores en los bloques de alojamiento		Gas Natural Industrial	
Hornos, estufas y calentadores del bloque de casino de oficiales		Gas Natural	
	Móviles-Vehículos de la ECSAN	80 Vehículos	Diesel - Gasolina

Fuente. Autor.

Tabla 2. Fuentes de emisiones indirectas de la ECSAN

FUENTES DE EMISIONES INDIRECTAS		
Alcance	Fuente	Descripción
2	Compra y Uso de Energía Eléctrica	Grandes consumidores, proveedor EMCALI
3	Materiales adquiridos	Compra y uso de papel
	Viajes no operados por la ECSAN	Viajes de traslado de funcionarios o estudiantes de la ECSAN en avión

Fuente. Autor.



## 4.2 SELECCIONAR MÉTODO DE CÁLCULO

El método de cálculo fue el mencionado anteriormente, *GHG Protocol*, y su estándar corporativo de cuantificación y reporte de gases de efecto invernadero. La información requerida por este estándar para la cuantificación de emisiones consiste en los datos de las actividades, los cuales son los descritos en el cuadro anterior, y un respectivo factor de emisión.

El factor de emisión representa la cantidad en peso de un contaminante, para el caso de la huella de carbono el CO<sub>2</sub> emitido a la atmosfera, generada por una unidad de la fuente de estudio o actividad, puede ser m<sup>3</sup> de gas u otro combustible, kWh de energía, cantidad de materia prima, entre otros. Los factores de emisión pueden variar de acuerdo al tipo de combustible, proceso en que se genere la combustión del gas, y la tecnología utilizada para tal fin. (ACCEFYN. 2003).

El método seleccionado para la cuantificación de emisiones es el protocolo de gestión de residuos el cual fue desarrollado por Enterprise pour l'Environnement y publicado por ASEGRE (Asociación de Empresas Gestoras de Residuos y Recursos Especiales). Este protocolo ha sido armonizado con los métodos que se han mencionado con anterioridad, conteniendo las mismas directrices, entonces puede ser aplicado para medir las emisiones provenientes del proceso de compostaje.

## 4.3 RECOLECTAR DATOS Y FACTORES DE EMISIÓN

A continuación se presenta un cuadro con la información recolectada en la ECSAN, sobre los consumos de combustible en las actividades de servicio que generan emisiones directas, al igual que para las emisiones indirectas, provenientes de actividades y consumos que fueron para la ECSAN pero suministrados por terceros.

Tabla 3. Datos de actividad en fuentes de emisiones directas de la ECSAN

FUENTES DE EMISIONES DIRECTAS					
Alcance	Fuente	Combustible	Cantidad	Unidades	GEI Emitido
1	CAOFI	Gas Natural	28103	m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub>
	Calderin Piscina, Bloques	Gas Natural Industrial	156163	m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub>
	Alojamiento y Comedor de Cadetes				
	Vehículos	Diesel	90,80	m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub>
	Vehículos	Gasolina	33,06	m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub>

Fuente. Autor.

Tabla 4. Datos de actividad en fuentes de emisiones indirectas de la ECSAN

FUENTES DE EMISIONES INDIRECTAS					
Alcance	Fuente	Actividad	Cantidad	Unidades	GEI Emitido
2	Compra y uso de energía eléctrica	Generación de Energía eléctrica	1516,525	kWh	CO <sub>2</sub>
	Materiales adquiridos	Manufactura del papel	2508,61	Kg	CO <sub>2</sub>
3	Viajes operados por terceros	Recorridos en avión	2330,83	Millas	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O

Fuente. Autor.

Los datos de las emisiones provenientes de la combustión de biomasa, que en el caso de la ECSAN son producto del tratamiento de los residuos sólidos orgánicos de la compostera, también serán anotados en el reporte, aunque como ya se mencionó no serán parte de los alcances 1, 2 y 3, puesto que el protocolo no los contempla dentro del límite operacional.

Tabla 5. Datos de actividad en fuentes de emisiones de combustión de biomasa

FUENTE DE EMISIÓN PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA					
Alcance	Fuente	Combustible	Cantidad	Unidades	GEI Emitido
NA	Producción de Compost	Biomasa húmeda (30%) Biomasa seca (70%)	18980,64	Kg	CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O
			44288,16	Kg	

Fuente. Autor.

#### Análisis Estadístico de los datos recolectados

Con el ánimo de caracterizar los datos observados y recolectados para establecer la fiabilidad de los cálculos que se realizarán para medir la huella, se hará un análisis estadístico descriptivo, es decir se analizará la información sobre consumos de recursos en la ECSAN durante el año 2011, y se determinarán parámetros o medidas que resuman el comportamiento de la población de datos que se ha tomado en el estudio.

Dentro de las medidas descriptivas que se analizarán están, la media aritmética que denota la localización del centro de los datos, y la variabilidad que denota la dispersión de las observaciones en el conjunto de datos. Por otro lado se describirá la mediana y moda del conjunto de datos.

Con un nivel de confianza del 95%, se calculó cada uno de los parámetros anotados en el párrafo anterior, los cuales se registran a continuación para cada alcance que se delimitó en la huella de carbono de la ECSAN:

Tabla 6. Descriptivos de los datos de entrada

<i>Unidades</i>	<i>Gas industrial</i> <i>m<sup>3</sup></i>	<i>Gas natural</i> <i>m<sup>3</sup></i>	<i>Energía</i> <i>kWh</i>	<i>Biomasa húmeda 0.3</i> <i>Kg</i>	<i>Biomasa seca 0.7</i> <i>Kg</i>
Media	13013.58	2341.92	126.38	1581.72	3690.68
Error típico	586.80	82.51	1.88	0.00	0.00
Mediana	13637.00	2322.50	124.74	1581.72	3690.68
Moda	NA	2287.00	NA	1581.72	3690.68
Desviación estándar	2032.74	285.82	6.50	0.00	0.00

Fuente: Autor.

El promedio del consumo de gas natural industrial reportado por la ECSAN durante el periodo en que se mide la huella de carbono es 13013.58 m<sup>3</sup> siendo esta cifra la localización del centro de los datos observados, por otra parte se observa que durante los doce meses analizados no existe repetición en las cifras, por lo que la moda es cero, o no aplica, y en cuanto a la dispersión de los datos con respecto a la media se observa que es 2032.74. En cuanto al consumo de gas natural durante el año 2011 en la ECSAN, es decir aquel que se utiliza para consumo en el casino de oficiales, la media presentada es de 2341.92 m<sup>3</sup>; de acuerdo a los datos obtenidos el consumo que ocurrió con mayor frecuencia fue de 2287 m<sup>3</sup> y la medida que describe la dispersión de las observaciones recolectadas en el periodo mencionado es de 285.85; es decir esta cifra describe la distancia del conjunto de datos respecto a la localización de su promedio. Para el consumo de kWh de energía, clasificado dentro de la metodología en el alcance 2, con el nivel de confianza señalado arriba se afirma que el promedio de los datos es de 126.38, con un error menor de 1.88 y sin moda, ya que los datos en la observación no se repiten.

Con respecto a los datos obtenidos del consumo de biomasa, utilizado para calcular las emisiones de GEI, específicamente metano y óxido nítrico, cabe resaltar que éstos corresponden a un periodo de tiempo que se tomó como base. Esta información fue suministrada por la ECSAN de esta forma dado que durante el año en que se midió la huella sólo en un mes se digitalaron los datos, sin embargo las fuentes de proveniencia de los datos no variaron durante ese año, por lo tanto se puede inferir que mes a mes la información no debió variar.

Por lo anterior, para los datos de biomasa generada el error típico y la desviación estándar es cero, ya que no existen datos alejados del promedio porque todos son iguales.

#### Factores de emisión

Los factores de emisión fueron tomados de distintas bases de datos, lo cual está especificado en el siguiente cuadro informativo.

Tabla 7. Factores de emisión

Combustible/Actividad	Factor de Emisión			Unidades	Fuente de Información
	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>		
Diesel Generico	300539			mg/m3	FECOC
Gasolina Generica	303054			mg/m3	FECOC
Gas Natural Generico	229,67			g/m3	FECOC
Generación Eléctrica	0,2849			kg/kWh	UPME. Versión 2009.3
Manufactura del Papel	1,62			kg/kg	ECODES
Trayecto corto <300	0,277	0,0000085	0,0000104	kg/pasg	EPA
Trayecto medio >300<700	0,229	0,0000085	0,0000104	kg/pasg	EPA
Trayecto largo >700	0,185	0,0000085	0,0000104	kg/pasg	EPA
Biomasa seca		0,6	10	g/kg	IPCC
Biomasa humeda		0,3	4	g/kg	IPCC

Fuente. Autor.

#### 4.4 APLICAR HERRAMIENTA DE CÁLCULO

Las herramientas de cálculo para medir las emisiones de los alcances 1, 2 y 3 son las que suministra el estándar corporativo del *GHG Protocol*, estas fueron implementadas para hallar la huella de carbono en la ECSAN.

La herramienta utilizada para la cuantificación de emisiones provenientes de la combustión de biomasa fue tomada de las que ofrece el protocolo de gestión de residuos, método con el cual se calculó estas emisiones.

Tabla 8. Herramientas de cálculo utilizadas

Alcance	Herramienta de cálculo	Versión	Descripción
1	<i>Stationary Combustion Tool</i>	4.0	Requiere la descripción de los datos de actividad de combustión de las fuentes fijas identificadas, tales como la cantidad de combustible utilizado.
	<i>Mobile Combustion GHG Emissions Calculation Tool</i>	2.0	En caso de no contar con la información del combustible consumido, esta herramienta ofrece el cálculo a partir de la distancia recorrida.
2	<i>GHG Emissions from Purchased Electricity</i>	4.3	Esta herramienta de cálculo proporciona la cuantificación de emisiones a partir de los kWh que se compraron y usaron durante el periodo en que se realice la medición.
3	<i>Stationary Combustion Tool</i>	4.0	
	<i>Mobile Combustion GHG Emissions Calculation Tool</i>	2.0	
NA	Herramienta de cálculo de emisiones en actividades de gestión de residuos	4.0	Esta herramienta requiere el peso del material orgánico procesado para obtener el compost y un factor de emisión de metano y óxido nitroso.

Fuente. Autor.

Una vez aplicadas estas herramientas de cálculo en un documento de Excel, cuyo principal procedimiento es multiplicar los datos de actividad por el factor de emisión correspondiente, se obtiene la cantidad en peso de CO<sub>2</sub>, cabe resaltar que se deben realizar las conversiones de unidades necesarias hasta llegar a toneladas.

A continuación un resumen de los resultados obtenidos, sobre la huella de carbono en la Escuela de Cadetes de Policía General Francisco de Paula Santander.

Tabla 9. Huella de Carbono ECSAN

	Cantidad	Descripción
Alcance 1	42,32	Consumo de Gas
	0,037	Consumo de Diesel y Gasolina
Subtotal	42,36	t CO <sub>2</sub>
Alcance 2	0,432	Compra y Uso de Energía
Subtotal	0,432	t CO <sub>2</sub>
Alcance 3	4,06	Papel Adquirido
	0,510	Vuelos no operados por la ECSAN
Subtotal	4,57	t CO <sub>2</sub>
Total Huella de Carbono	47,364	Toneladas de CO <sub>2</sub> /año

	Cantidad	Descripción
Combustión de Biomasa	10,895	t CO <sub>2</sub> eq a partir de CH <sub>4</sub>
	10,003	t CO <sub>2</sub> eq a partir de N <sub>2</sub> O
Total	20,898	t CO <sub>2</sub> eq

Fuente. Autor.

## 5. CONCLUSIONES

El cálculo de la huella de carbono, proveniente de emisiones de actividades de la institución, es una medida de evaluación ambiental que se vuelve necesario si se quiere llegar a la eficiencia dentro de dichas actividades. Sin embargo es menester aplicar medidas de mejora en los procesos para que al ser medidas año tras año, se evalúe la eficiencia de los planes de acción y la eficiencia ambiental en cuanto a emisión de gases.

Una vez realizado el cálculo, es importante publicar los resultados a nivel corporativo, ya que esta es la única forma de lograr la implementación de los planes de acción. Este reporte es el resultado de un proceso de investigación, recolección de información en la ECSAN, y apoyo de todos sus miembros, ya que sólo de esta forma se hace posible su culminación.

Con respecto a los datos obtenidos de la medición de emisiones en la ECSAN, se puede evidenciar que en el alcance 1, que son las emisiones provenientes de fuentes puntuales en la institución, el consumo de gas, especialmente el industrial, genera alto impacto ambiental por sus altas emisiones de dióxido de carbono. El consumo de energía, en contraste con las demás fuentes, no es representativo por la cantidad de dióxido de carbono, por lo que se puede intuir que se le está dando un uso adecuado al recurso. En las emisiones de alcance 3, el consumo de papel representa un alto impacto en la generación de emisiones, lo que permite pensar en un plan para manejo adecuado de este recurso. En términos generales, la combustión en las actividades del alcance 1, son las que más impactan en la huella de carbono de la ECSAN.

Las emisiones provenientes de la combustión de biomasa, en la producción de compost, permite evidenciar que el proceso a pesar de ser para el aprovechamiento de los residuos generados en las actividades de servicio, está impactando en gran medida a las emisiones generadas por la ECSAN.

Este proyecto, como ya se mencionó solo funciona si se aplican medidas para la disminución, y se realiza la medición año a año, por lo que es una recomendación que se hace a nivel corporativo.

Por último, con respecto al sistema de gestión ambiental que se ha aplicado en la ECSAN, se propone que de alguna forma este protocolo se incluya en los procesos de la institución, para que de manera formal se comience a evaluar, también teniendo en cuenta que el estándar ha sido armonizado con una de las normas de la familia ISO 14000, que es el sistema de gestión ambiental que se ha implementado en la escuela.

Tipo Fuente		Fuente	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Fuente de Información	Herramienta de Cálculo
Fija	Generacion calor o vapor	Calderin Piscina	x			AFINA-Tesoreria	Combustion Fija
		Hornos y estufas cocina y casino	x			AFINA-Tesoreria	Combustion Fija
		Calentadores alojamiento	x			AFINA-Tesoreria	Combustion Fija
Móvil	Transporte	Vehiculos operados por ECSAN	x			DIRAF-AFINA-Grupo Logístico	Transporte WRI
Fija		Consumo energía		x		Planeación	Compra y Uso Energía
Fija		Materiales adquiridos (Papel)			x	Intendencia	Combustion Fija
Móvil	Transporte	Viajes operados por terceros			x	Planeación	Transporte WRI
Procesos	Combustion Biomasa	Compostera		NA		Planeación	Gestion Residuos



Item	Combustible/Actividad	Factor de Emisión			Unidades	Fuente de Información
		CO2	N2O	CH4		
1	Diesel Generico	300539			mg/m3	FECOC
2	Gasolina Generica	303054			mg/m3	FECOC
3	Gas Natural Generico	229,67			g/m3	FECOC
4	Generación Eléctrica	0,2849			kg/kWh	UPME. Version 2009.3
5	Manufactura del Papel	1,62			kg/kg	ECODES
6	Trayecto corto <300	0,277	0,0000085	0,0000104	kg/pasg mile	EPA
7	Trayecto medio >300<700	0,229	0,0000085	0,0000104	kg/pasg mile	EPA
8	Trayecto largo >700	0,185	0,0000085	0,0000104	kg/pasg mile	EPA
9	Biomasa seca		0,6	10	g/kg	IPCC
10	Biomasa humeda		0,3	4	g/kg	IPCC

CLAVE: Masa/Und vol, energia, recurso (papel)

m3/2011	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
gas natural	2189	2287	2154	2384	2470	2782	1683	2468	2349	2296	2287
gas industrial	9151	13428	14220	14279	15111	10837	11081	15429	15213	13846	11635

energia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
kW/mes	87535	85334	94377	89131	98155	89332	90261	95043	96526	94113	89367
kW/hora	121,6	118,5	131,1	123,8	136,3	124,1	125,4	132,0	134,1	130,7	124,1

biomasa kg	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
30%	1581,72	1581,72	1581,72	1581,72	1581,72	1581,72	1581,72	1581,72	1581,72	1581,72	1581,72
70%	3690,68	3690,68	3690,68	3690,68	3690,68	3690,68	3690,68	3690,68	3690,68	3690,68	3690,68
total	5272,4	5272,4	5272,4	5272,4	5272,4	5272,4	5272,4	5272,4	5272,4	5272,4	5272,4

galones/año	Total año	m3/año	
Ambulancia	228,87	0,87	264,18 gal
Automovil	522,988	1,98	
Bus	3598,573	13,62	
Bus B70	5485,192	20,76	
Buseta	5008,957	18,96	
Camion	1952,118	7,39	
Camion NPR	4442,856	16,82	
Camioneta	2169,777	8,21	
Camioneta	1720,546	6,51	
Microbus	416,213	1,58	
Microbus	717,075	2,71	
Motocicleta	503,207	1,90	
Panel	4772,499	18,07	
Pickup doble	348,588	1,32	
Volqueta	834,492	3,16	

distancia recorrida	fecha	Km	N Miles	
bogota-cali-bogota	17-20 marzo	563,01	304,00	1,852
bogota-medellin-bogota	7 -10 abril	493,4	266,41	
bogota-cartagena-bogota	25-28 abril	1214,912	656,00	
bogota-medellin-bogota	4-6 junio	493,4	266,41	
bogota-pereira-bogota	29/09-03/10	337,064	182,00	
bogota-cartagena-bogota	13-18 octubre	1214,912	656,00	

papel adquirido	cantidad/año	und	peso g	peso kg
papel carta	715	resmas	1615828,5	1615,83
papel oficio	334	resmas	892782	892,78

Diciembre	Total
2754	28103
11933	156163

Diciembre	Total
82724	1091898
114,9	1516,5

Diciembre	Total
1581,72	18980,64
3690,68	44288,16
5272,4	63268,8

Datos de Entrada				Toneladas de GEI	
Fuentes Fijas	Tipo Combustible	Cantidad	Unidades	g CO2	t CO2
Casino y Bloque de Alojamiento CAOFI	Gas natural	28103	m3	6454416,01	6,45
Calderín Piscina, Comedor Cadetes, Bloques Alojamiento	Gas natural Industrial	156163	m3	35865956,21	35,87
					<b>42,32</b>

Datos de entrada				Toneladas de GEI	
Fuentes Móviles -Tipo Vehículo	Tipo Combustibe	Cantidad	Unidades	mg CO2	t CO2
Ambulancia	Diesel	1	0,87 m3	260369,30	0,000260369
Automovil	Gasolina	0	1,98 m3	599945,51	0,000599946
Bus	Diesel	1	13,62 m3	4093843,33	0,004093843
Bus B70	Diesel	1	20,76 m3	6240117,04	0,006240117
Buseta	Diesel	1	18,96 m3	5698337,98	0,005698338
Camion	Diesel	1	7,39 m3	2220787,31	0,002220787
Camion NPR	Diesel	1	16,82 m3	5054324,70	0,005054325
Camioneta	Gasolina	0	8,21 m3	2489058,97	0,002489059
Camioneta	Diesel	1	6,51 m3	1957344,14	0,001957344
Microbus	Gasolina	0	1,58 m3	477458,61	0,000477459
Microbus	Diesel	1	2,71 m3	815765,78	0,000815766
Motocicleta	Gasolina	0	1,90 m3	577253,74	0,000577254
Panel	Gasolina	0	18,07 m3	5474770,66	0,005474771
Pickup doble	Gasolina	0	1,32 m3	399882,61	0,000399883
Volqueta	Diesel	1	3,16 m3	949342,84	0,000949343
					<b>0,037</b>

Diesel	90,80
Gasolina	33,06

COMPRA Y CONSUMO DE ENERGIA

Datos de Entrada			Toneladasn de GEI	
Fuente	Electricidad consumida por area total	Unidades	Kg CO2	t CO2
Consumo de energia	1516,525	kWh	432,06	<b>0,432</b>

Datos de Entrada			Toneladas de GEI	
Fuente indirecta: Papel Adquirido	Cantidad	Unidades	Kg CO2	t CO2
papel carta	1615,83	kg	2617,642	2,618
papel oficio	892,78	kg	1446,307	1,446
				<b>4,064</b>

Datos de Entrada			Toneladas de GEI	
Fuente indirecta: Viajes	Trayecto	Unidades	Kg CO2	t CO2
bogota-cali-bogota	304,00	miles	69,6160	0,070
bogota-medellin-bogota	266,41	miles	73,7969	0,074
bogota-cartagena-bogota	656,00	miles	121,3600	0,121
bogota-medellin-bogota	266,41	miles	73,7969	0,074
bogota-pereira-bogota	182,00	miles	50,4140	0,050
bogota-cartagena-bogota	656,00	miles	121,3600	0,121
				<b>0,510</b>

Fuente indirecta: Viajes	Trayecto	Unidades	g CH4	g CO2eq	t CO2eq
bogota-cali-bogota	304,00	miles	0,0032	0,0664	6,63936E-08
bogota-medellin-bogota	266,41	miles	0,0028	0,0582	5,8185E-08
bogota-cartagena-bogota	656,00	miles	0,0068	0,1433	1,4327E-07
bogota-medellin-bogota	266,41	miles	0,0028	0,0582	5,8185E-08
bogota-pereira-bogota	182,00	miles	0,0019	0,0397	3,97488E-08
bogota-cartagena-bogota	656,00	miles	0,0068	0,1433	1,4327E-07
					<b>5,09053E-07</b>

Fuente indirecta: Viajes	Trayecto	Unidades	g N2O	g CO2eq	t CO2eq
bogota-cali-bogota	304,00	miles	0,0026	0,801	8,0104E-07
bogota-medellin-bogota	266,41	miles	0,0023	0,702	7,02003E-07
bogota-cartagena-bogota	656,00	miles	0,0056	1,729	1,72856E-06
bogota-medellin-bogota	266,41	miles	0,0023	0,702	7,02003E-07
bogota-pereira-bogota	182,00	miles	0,0015	0,480	4,7957E-07
bogota-cartagena-bogota	656,00	miles	0,0056	1,729	1,72856E-06
					<b>6,14174E-06</b>

Datos de Entrada			Toneladas de GEI		
Tipo de residuos	Cantidad	Unidades	g CH4	g CO2 eq	t CO2eq
Guano (30%)	18980,64	kg	75922,56	1594373,76	1,594
Pasto (70%)	44288,16	kg	442881,6	9300513,6	9,301
					<b>10,895</b>

Datos de Entrada			Toneladas de GEI		
Tipo de residuos	Cantidad	Unidades	g N2O	g CO2 eq	t CO2eq
Guano (30%)	18980,64	kg	5694,192	1765199,52	1,765
Pasto (70%)	44288,16	kg	26572,896	8237597,76	8,238
					<b>10,003</b>

**Total 20,898**

22143,8



HUELLA DE CARBONO ESCUELA DE CADETES DE POLICIA GENERAL FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

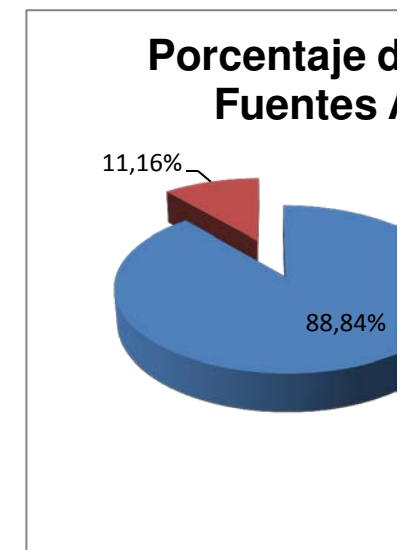
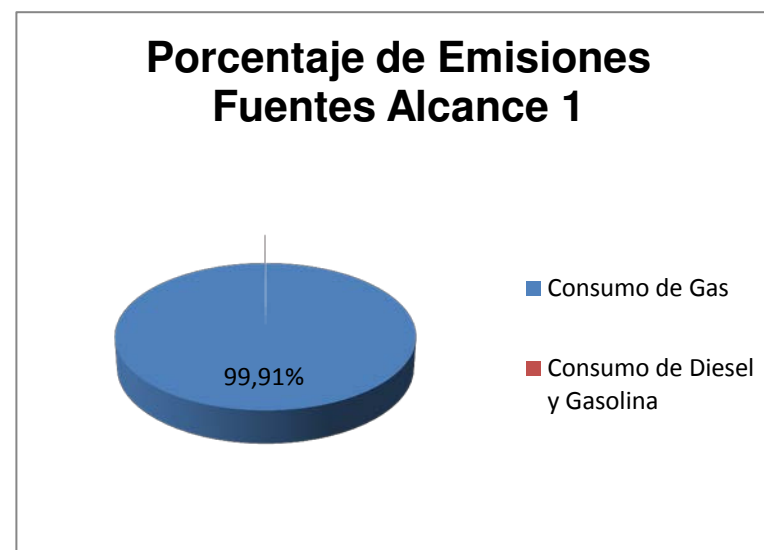
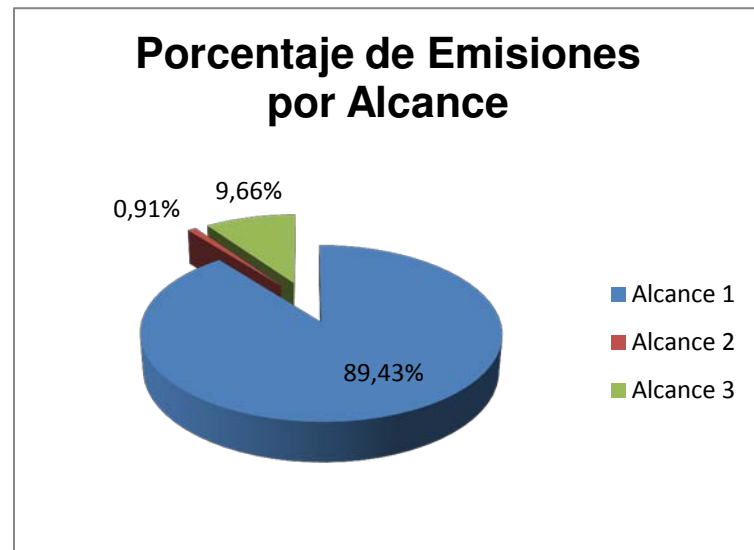
	Cantidad	Descripción
<b>Alcance 1</b>	42,32	Consumo de Gas
	0,037	Consumo de Diesel y Gasolina
Subtotal	42,36	<b>t CO2</b>
<b>Alcance 2</b>	0,432	Compra y Uso de Energía
Subtotal	0,432	<b>t CO2</b>
<b>Alcance 3</b>	4,06	Papel Adquirido
	0,510	Vuelos no operados por la ECSAN
Subtotal	4,57	<b>t CO2</b>
<b>Total Huella de Carbono</b>	<b>47,364</b>	<b>Toneladas de CO2/año</b>

	Cantidad	Descripción
<b>Combustión de Biomasa</b>	10,895	t CO2eq a partir de CH4
	10,003	t CO2eq a partir de N2O
<b>Total</b>	<b>20,898</b>	<b>t CO2eq</b>

Alcance	Cantidad	Porcentaje de Emisiones por Alcance
Alcance 1	42,36	89,43%
Alcance 2	0,43	0,91%
Alcance 3	4,57	9,66%
	47,36	100,00%

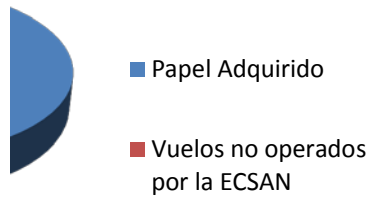
Alcance 1	Cantidad	Porcentaje de Emisiones Fuentes Alcance 1
Consumo de Gas	42,32	99,91%
Consumo de Diesel y Gasolina	0,037	0,09%
	42,36	100,00%

Alcance 3	Cantidad
Papel Adquirido	4,06
Vuelos no operados por la ECSAN	0,510
	4,57



Porcentaje de Emisiones Fuentes Alcance 3	
	88,84%
	11,16%
	100,00%

## le Emisiones Alcance 3



MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS PARA GENERAR ABONO Y BIOGÁS

Tipo de Biomasa	Cantidad kg	Producción específica de Biogas m3/kg	Producción anual de Biogas en la ECSAN m3
Guano	18980,64	0,35	6643,224
Pasto	44288,16	0,8	35430,528
		TOTAL	42073,752

MANEJO DE LAS EMISIONES GENERADAS POR AL COMBUSTIÓN DE BIOGÁS

Medida/Variable	Edad promedio que alcanzan las especies	Carbono capturado	Costo de implementar la servidumbre
Forestación	7,9 años	335 ton/ha	7 US\$/ton C
Agro silvicultura	23,2 años	145 ton/ha	5 US\$/ton C
Pastos	12,5 años	46 ton/ha	No se tiene información