

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE QUÍMICA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería
Ambiental

**Diseño del sistema de gestión para demostrar la Carbono Neutralidad del Centro de
Acopio la Sylvia**

Ericka Vanessa Calderón Vargas

CARTAGO, Mayo, 2016

TEC | Tecnológico de Costa Rica
Ingeniería Ambiental

Diseño del sistema de gestión para demostrar la Carbono Neutralidad del Centro de Acopio la Sylvia

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura

Miembros del tribunal



Máster Laura Quesada Carvajal
Director



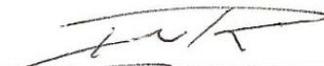
MSc. Teresa Salazar Rojas
Lector 1



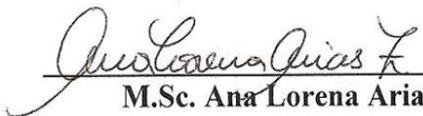
MSc. Luis Hernández Herrera
Lector 2



M.Sc. Diana Zambrano Piamba
Coordinador COTRAFIG



Dra. Floria Roa Gutiérrez
Directora Escuela de Química



M.Sc. Ana Lorena Arias
Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

DEDICATORIA

Este trabajo que es la culminación de años de esfuerzos y estudio se lo dedico a mis padres que durante toda mi vida me han brindado su amor incondicional, su guía y su apoyo. Esas dos personas que con mucho trabajo y dedicación me dieron la oportunidad de estudiar y han cuidado mis pasos sin cortarme las alas, permitiéndome crecer y madurar.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme llegar hasta aquí, guiar mi camino y darme fortaleza para concluir esta etapa de mi vida.

A mis padres y toda mi familia por su amor, paciencia y apoyo en todo momento.

A Laura Ureña con quien inicié este camino, por ser como una hermana, por ayudarme en todo momento, por su paciencia y cariño y en especial por ser mi compañera de aventuras y locuras.

A Rosario Solís por su paciencia, por apoyarme incondicionalmente, por motivarme a seguir adelante y por siempre estar ahí.

A la Máster Laura Quesada Carvajal por ser mi profesora tutora, por su paciencia, guía y dedicación en la dirección de este trabajo.

A la profesora Teresa Salazar y al señor Luis Humberto Hernández por ser los lectores de mi trabajo.

A todo el personal del Centro de Acopio la Sylvia por su colaboración para poder llevar a cabo este proyecto.

A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron durante mi formación académica, a mis profesores, a la Carrera de Ingeniería Ambiental y al Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Tabla de contenido

Resumen	1
Abstract	2
1 Introducción	3
1.1 <i>Objetivos</i>	4
1.1.1 Objetivo general	4
1.1.2 Objetivos específicos	4
2 Revisión de literatura	5
2.1 <i>Cambio climático y efecto invernadero</i>	5
2.2 <i>Huella de Carbono</i>	8
2.3 <i>Situación de Costa Rica</i>	9
2.3.1 Antecedentes	9
2.3.2 Iniciativa presidencial “Paz con la Naturaleza”	9
2.3.3 Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)	11
2.3.4 Normativa nacional	11
2.3.5 Declaratoria de Carbono Neutralidad	14
3 Metodología	16
3.1 <i>Lugar de estudio</i>	16
3.2 <i>Cálculo de la huella de carbono</i>	16
3.2.1 Establecimiento de límites organizacionales y operativos	16
3.2.2 Recopilación de datos y determinación de la línea base e indicadores	17
3.2.3 Cuantificación de las emisiones de GEI y cálculo de la huella	17
3.2.4 Incertidumbre	19
3.3 <i>Medidas de reducción</i>	19
3.4 <i>Medidas de compensación</i>	20
4 Resultados	20
4.1 <i>Huella de Carbono</i>	20
4.1.1 Emisiones por desechos sólidos	21
4.1.2 Emisiones por consumo de combustible fósil	22

4.1.3	Emisiones por consumo de electricidad	23
4.1.4	Emisiones por otras fuentes	23
4.2	<i>Indicadores ambientales y porcentaje de reducción</i>	24
4.3	<i>Medidas de reducción</i>	25
4.4	<i>Medidas de compensación</i>	28
5	Discusión	28
5.1	<i>Indicadores ambientales y porcentajes de reducción</i>	28
5.2	<i>Medidas de reducción</i>	29
5.2.1	Residuos Sólidos	29
5.2.2	Combustibles fósiles.....	32
5.2.3	Otras fuentes	34
5.3	<i>Medidas de Compensación</i>	36
6	Conclusiones y Recomendaciones	38
6.1	<i>Conclusiones</i>	38
6.2	<i>Recomendaciones</i>	39
7	Referencias	40
	Apéndices	43
	Apéndice 1: Resumen de información organizada según fuente de emisión	44
	Apéndice 2: Ejemplo de plantilla para calcular ton CO₂e	47
	Apéndice 3: Propuesta de lista de chequeo para recepción de materiales	48
	Apéndice 4: Propuesta para control de la flotilla vehicular	49
	Apéndice 5: Afiche de conducción eficiente	53
	Anexos	54
	Anexo 1: Productos certificados por INTECO en el área de luminarias	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Acontecimientos importantes en el tema de cambio climático. Elaborado a partir de documentos consultados	5
Figura 2.2. Efecto Invernadero y Calentamiento Global. Tomado del IPCC (s.f)	7
Figura 2.3. Proceso para presentación de proyectos independientes en el MDC. Tomado de la Dirección del Cambio Climático (2015).....	14
Figura 3.1. Ubicación del lugar de estudio	16
Figura 4.1. Generación mensual de residuos sólidos en el año 2014	21
Figura 4.2. Consumo mensual de combustibles fósiles en el año 2014	22
Figura 4.3. Consumo eléctrico mensual en el año 2014.....	23

LISTA DE CUADROS

Cuadro 3.1. Potencial de calentamiento global con un horizonte de 100 años (Tomado de IMN, 2015).....	19
Cuadro 4.1. Clasificación de las fuentes GEI encontradas en el área de estudio	20
Cuadro 4.2. Huella de carbono por fuente de emisión en toneladas de carbono equivalente y porcentaje; y sus respectivos indicadores de consumo.....	21
Cuadro 4.3. Indicadores mensuales de consumo y reducciones esperadas con un 5% para el primer año.....	25
Cuadro 4.4. Propuesta de acciones de mejora para la disminución de la huella de carbono	26
Cuadro 5.1. Ahorro en pago por disposición de residuos sólidos según porcentaje de reducción en la generación.	31
Cuadro 5.2. Costo de compra de UCC's según porcentaje de reducción alcanzado.....	37

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS (escriba en esta página la lista de siglas y acrónimos)

CER	Certificados de Reducción de Emisiones
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CFC	Clorofluorocarbonos
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
CO ₂ e	Dióxido de Carbono Equivalente
DCC	Dirección de Cambio Climático
ECA	Ente Costarricense de Acreditación
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
FE	Factor de Emisión
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GEI	Gases de efecto invernadero
IMN	Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica
INTECO	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
ISO	Organización Internacional de Estandarización
MDC	Mercado Doméstico de Carbono
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Ton CO ₂	Toneladas de carbono
Ton CO ₂ e	Toneladas de carbono equivalente
UCC	Unidad Costarricense de Compensación
VER	Reducciones Verificables de Emisiones

RESUMEN

El cambio climático que vive el planeta genera graves consecuencias a nivel ambiental, social y económico; es por esto que las empresas deben buscar controlar y disminuir sus emisiones. Como aporte a la solución de este problema el Centro de Acopio la Sylvia requirió diseñar un sistema de gestión para demostrar la Carbono Neutralidad. Se utilizó la metodología propuesta en la norma nacional INTE 12-01-06:2011 que consiste en determinar la Huella de Carbono de la empresa, establecer medidas de reducción que mejoren su desempeño ambiental y proponer opciones de compensación para que la empresa logre declararse Carbono Neutral. Se determinó que la Huella de Carbono para el año base fue de 1 365 ton CO₂e, donde los desechos sólidos fueron el mayor componente con un 58,8% seguido de las emisiones de combustibles fósiles con un 38% y otras fuentes un 3,2%. Para lograr una disminución de residuos sólidos se propone un cambio en la recepción de materiales incorporando una lista de chequeo y realizar un estudio de composición de residuos que les permita identificar otros residuos valorizables; en el caso de combustibles fósiles se propone establecer un programa de control y mantenimiento de los vehículos, realizar un estudio de tiempos y movimientos que permita una reorganización de la planta y a largo plazo renovar la flotilla. Además, para lograr el componente de compensación se proponen dos alternativas, adquirir bonos de carbono al incorporar el terreno al programa de pago de servicios ambientales.

Palabras clave: Cambio Climático, Huella de Carbono, Carbono Neutralidad, Centro de Acopio

ABSTRACT

The climate change that the planet has suffered generates serious consequences for the environment, society and economy; that is why companies must control and reduce their emissions. As a contribution to the solution of this problem, the Sylvia Collection Center required to design a management system to demonstrate its Carbon Neutrality. It was used the methodology proposed in the national standard INTE - 12-01-06: 2011 which consists of determining the Carbon Footprint of the company, as well as; establishing reduction measures improve their environmental performance and to propose compensation options so that the company can be Carbon Neutral. It was determined that the Carbon Footprint for the base year was 1 365 ton CO₂e where the solid wastes were the largest component with a 58.8% followed by the emissions from fossil fuels with a 38% and other sources with a 3.2%. To achieve a reduction of the solid waste, a change in the reception of materials is proposed by including a check list and to do a study of the waste composition that allows them indentify other valuable wastes. In the case of fossil fuels, it is necessary to establish a control and maintenance program of the vehicles; also, to do a study of movements and times that permits reorganization of the center and to change the vehicles in a long term. Furthermore, two alternatives are proposed to achieve the compensation components which are to acquire carbon credits by incorporating the terrain to the field payment program of the environmental services.

Key words: Climate Change, Carbon Footprint, Carbon Neutral, Collection Center

1 INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de la humanidad se ha afectado drásticamente el entorno, teniendo múltiples consecuencias. Una de ellas es el cambio climático que vive el planeta a causa del calentamiento global, dado por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este fenómeno provoca graves consecuencias sociales, económicas y ambientales a nivel mundial (MINAE, 2012). A raíz de este problema nace la herramienta de Huella de Carbono, la cual permite medir la cantidad de emisión de GEI asociadas a las actividades de producción o consumo de los seres humanos (Samaniego & Schneider, 2010).

En este caso, el Centro de Acopio la Sylvia desea cuantificar las emisiones que genera en el desarrollo de sus actividades diarias para controlarlas, reducirlas y remediarlas. Y con ello disminuir mediante acciones voluntarias la Huella de Carbono hasta poder alcanzar la Carbono Neutralidad; y así contribuir con el ambiente y la meta país; además de mejorar sus finanzas, productividad e imagen corporativa.

Para lograr lo anterior, se empleó la metodología descrita en la norma nacional para demostrar la C- neutralidad, INTE 12-01-06:2011/Cor.2:2013, dado que, es la propuesta que da el Gobierno de Costa Rica para normalizar la manera de demostrar la C-Neutralidad y lograr que se dé un cambio en los hábitos de consumo y de producción, se mejore la tecnología y se optimice el uso de materias primas y recursos naturales; dentro de un marco claro y entendible para todos los participantes (INTECO, 2013).

Lo que se alcanzó a partir del cálculo de la Huella de Carbono en el centro de acopio, fue generar una propuesta para cuantificar las emisiones, reducirlas y compensarlas; con el fin de generar una línea base para que la empresa pueda realizar la declaratoria de Carbono Neutralidad. El estudio consistió en hacer un diagnóstico de la planta, análisis de la información, elaboración del inventario de GEI, cálculo de la Huella de Carbono, propuestas de acciones que les permitan reducir sus emisiones, opciones de compensación y recomendaciones.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Diseñar el sistema de gestión que le permita al Centro de Acopio la Sylvia realizar una declaratoria de Carbono Neutralidad.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar la cuantificación de las emisiones de GEI para calcular la Huella de Carbono del Centro de Acopio.
- Determinar los indicadores ambientales y un posible porcentaje de reducción para el primer año en cada uno de los componentes identificados.
- Proponer acciones de mejora e identificar las oportunidades que permitan la disminución de la Huella de Carbono.
- Plantear las medidas de compensación aplicables en el Centro de Acopio.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CAMBIO CLIMÁTICO Y EFECTO INVERNADERO

El cambio climático desde hace mucho tiempo dejó de ser una curiosidad científica o un simple problema ambiental. Como lo ha dicho el Secretario General de las Naciones Unidas, es el principal problema ambiental, primordial en nuestro tiempo; y además de los mayores desafíos que enfrentan los reguladores ambientales. Se trata de una crisis cada vez mayor en los ámbitos económicos, de salud, producción de alimentos, seguridad y muchos otros sectores (García, 2011 & United Nations Environment Programme, 2015).

A través del tiempo se han tomado medidas para lograr enfrentar las consecuencias del mismo a nivel mundial, en la Figura 2.1 se muestra en una línea del tiempo algunos de los acontecimientos más importantes.

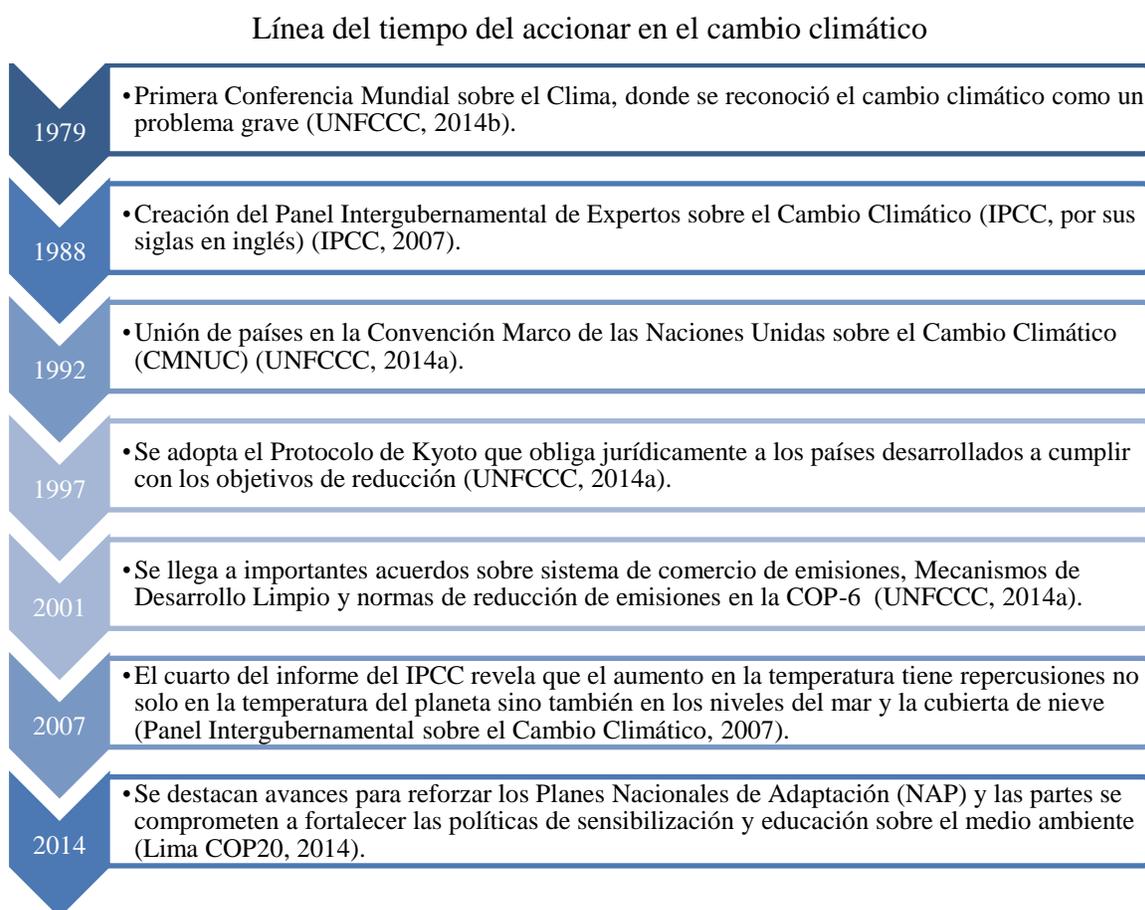


Figura 2.1. Acontecimientos importantes en el tema de cambio climático. Elaborado a partir de documentos consultados

En la última Conferencia sobre Cambio Climático desarrollada en París en el año 2015, se estableció como principal objetivo que el incremento de la temperatura global se mantenga muy por debajo de los 2°C limitando a 1,5°C para evitar efectos catastróficos en los países más vulnerables y se llegaron a los siguientes acuerdos (United Nations, 2015):

- Alcanzar la carbono neutralidad para mitad de siglo, logrando un equilibrio entre los gases emitidos y los que pueden ser absorbidos.
- Cada 5 años todos los países deben comunicar sus contribuciones de reducción de emisiones de GEI.
- Los países desarrollados están en la obligación de brindar apoyo financiero a los países en desarrollo logrando un balance entre mitigación y adaptación.
- Se incluye una meta global cualitativa en adaptación, que busca aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático.
- Es legitimado el mecanismo de desarrollo y transferencia de tecnología y el rol de los bosques en la lucha contra el cambio climático; además se crea un mecanismo de desarrollo sostenible.
- Se espera que los 195 países firmen el acuerdo entre abril del 2016 y abril del 2017. El acuerdo entrará en vigor 30 días después de que al menos 55 países u organizaciones de países, que sumen el 55% de las emisiones globales hayan ratificado a nivel nacional.

La CMNUCC definió cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”(Naciones Unidas, 1992).

Por otra parte, dentro del cambio climático se encuentra el concepto de efecto invernadero, el cual se trata de un proceso natural que calienta la superficie de la Tierra y permite mantener la temperatura idónea para que se desarrolle la vida en el planeta. Cuando la energía del Sol llega a la atmósfera, parte de ella se refleja de regreso al espacio y el resto es absorbido e irradiado por los GEI. Estos gases incluyen el vapor de agua, dióxido de

carbono, metano, óxido nítrico, ozono y algunos productos químicos artificiales como los clorofluorocarbonos (CFC) (Caballero, Lozano, & Ortega, 2007 & Australian Government, 2015).

El problema es que las actividades humanas han alterado el proceso natural del efecto invernadero, aumentando las concentraciones de los gases y contribuyendo al calentamiento de la Tierra, en la Figura 2.2 se observa gráficamente cómo funciona el efecto invernadero y cómo sucede el calentamiento global.

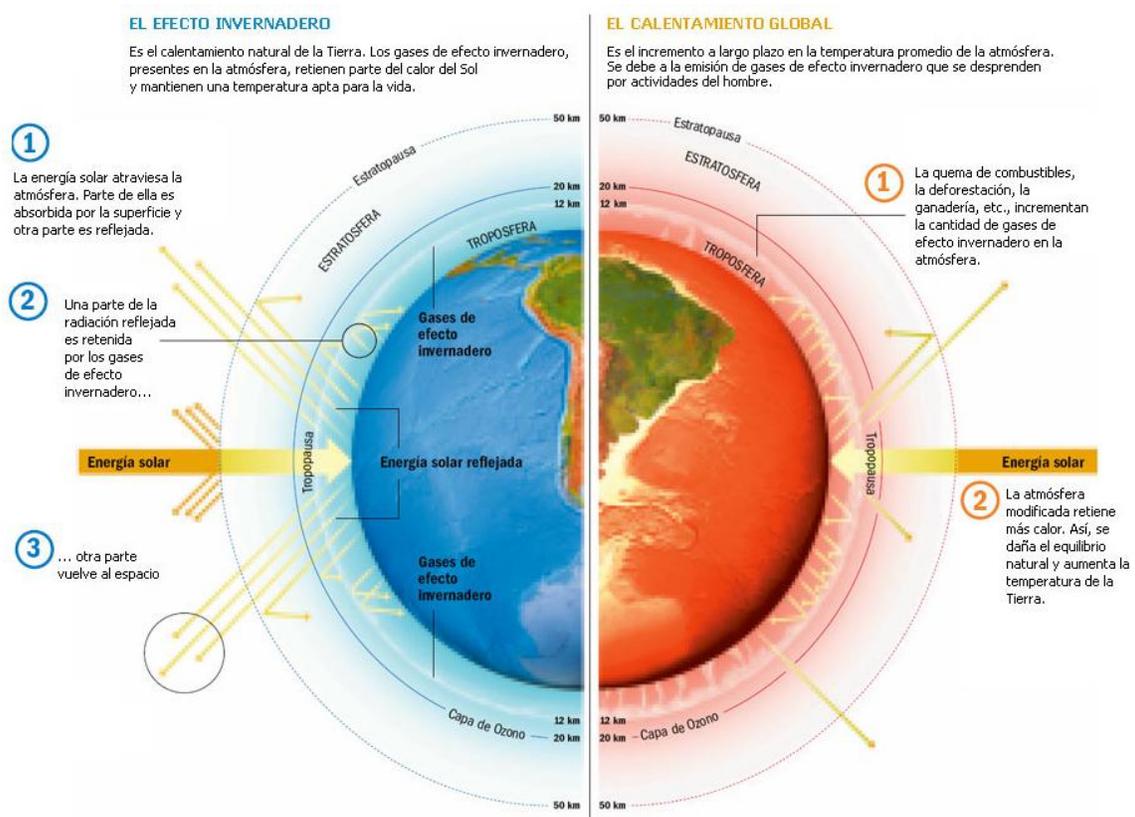


Figura 2.2. Efecto Invernadero y Calentamiento Global. Tomado del IPCC (s.f)

Durante los últimos 130 años, la temperatura media del planeta ha aumentado y más de la mitad de ese aumento se ha dado en los últimos 35 años. Los 12 años más calientes se registran desde 1998 y cada uno de los últimos 37 años ha sido más cálido que el promedio esperado para el siglo 20. Durante los últimos 50 años se han realizado mediciones detalladas de los niveles de CO₂ y los datos muestran que los niveles han aumentado de

manera constante cada año, hoy son 25% más que en 1957 (González et al., 2003 & Union of Concerned Scientists, 2015).

Las consecuencias del cambio climático serán un grave problema en el futuro del planeta, puesto que se esperan incrementos en las temperaturas máximas y mínimas. Y un pequeño aumento en la temperatura, provoca que el clima cambie aceleradamente y esto afecta negativamente tanto a los ecosistemas naturales como a las sociedades humanas (Amestoy, 2013).

2.2 HUELLA DE CARBONO

A la representación de la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera derivados de actividades de consumo de bienes y servicios o producción se le llama Huella de Carbono, y se considera como una de las herramientas más importantes para cuantificar estas emisiones (Espíndola & Valderrama, 2012).

A pesar de su nombre la Huella de Carbono no mide únicamente el CO₂ emitido, también toma en cuenta todos los GEI que contribuyen al calentamiento global. Se mide en toneladas de carbono equivalente (ton CO₂e), para lograr eso los resultados individuales de cada gas se convierten en emisiones de CO₂ equivalente; multiplicando los datos de las actividades (cantidad) por factores de emisión (Lima COP20/CMP10, 2015).

Por lo tanto, se requiere definir una metodología a seguir para el proceso de cálculo de la huella de carbono, basada en la normativa de cálculo existente, la elección de una herramienta de cálculo en la cual se introduzcan todos los procesos y variables necesarias para el cálculo (Lima COP20/CMP10, 2015).

Para iniciar se deben definir los límites de la medición y determinar qué tipos de emisiones van a ser incluidas en el inventario de GEI. Finalmente, la medición realizada pasa por un proceso de verificación de la metodología empleada, identificación correcta de todos los datos y validación del dato final de la Huella de Carbono (Lima COP20/CMP10, 2015).

2.3 SITUACIÓN DE COSTA RICA

2.3.1 Antecedentes

Costa Rica fue uno de los primeros países en firmar la CMNUCC en el año de 1994, esta convención buscaba “estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera hasta alcanzar valores que impidan interferencias antropogénicas peligrosas para el sistema climático mundial en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible” (Dirección de Cambio Climático, 2014).

En 1996, se publicó el primer inventario nacional de emisiones, desde entonces se han dado varios proyectos y programas de reducción. Además, por medio de la Ley Orgánica del Ambiente se ha promulgado la prevención, el control y la disminución de las emisiones de gas en la atmósfera (Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, 2002).

Posteriormente en el año 2002, el país se convirtió en el número 79 en ratificar el Protocolo de Kyoto, que tenía como meta reducir la emisión de gases que causan el efecto invernadero, fenómeno que ha provocado el aumento de la temperatura del planeta (Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, 2002).

2.3.2 Iniciativa presidencial “Paz con la Naturaleza”

En esta iniciativa Costa Rica asume cuatro compromisos en el ámbito interno y cuatro compromisos en el ámbito internacional, que son adicionales a las obligaciones internacionales que ya se han contraído (Sánchez, 2007):

A nivel nacional

- Costa Rica se compromete a ser neutral en carbono, o “C-Neutral”, para el año 2021, con el liderazgo del Poder Ejecutivo mediante acciones como hacer que todos los viajes al exterior sean neutrales en carbono, reducir significativamente el impuesto sobre los automóviles híbridos, y otros tipos de vehículos que usen fuentes

renovables de energía, entre otras acciones. Además en el 2015 el país adquiere un compromiso a largo plazo, para el 2050 se pretende llegar a una emisión de CO₂ per cápita menor a las dos toneladas y en el 2100 a una tonelada de CO₂ per cápita mediante la descarbonización de la economía (Cascante, 2015).

- Se da la firma de un decreto ejecutivo que obliga a todas las instituciones del Estado a elaborar, y poner en práctica, un plan de gestión ambiental.
- Aumentar la cobertura boscosa y zonas protegidas del país, expandiendo el sistema de Pago de Servicios Ambientales a través del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), para que alcance una cobertura de 600.000 hectáreas.
- Promover el aprendizaje del desarrollo sostenible y la educación ambiental, en los programas escolares y colegiales.

A nivel internacional

- Liderar una red internacional de países neutrales en emisiones de carbono.
- Impulsar la creación de un sistema de retribuciones para los países que cuentan con bosque primario, con el interés de que tengan un incentivo para no deforestarlo.
- Impulsar en el exterior la implementación de mecanismos de canje de deuda externa bilateral por conservación ambiental.
- Endosar una iniciativa propuesta por el premio Nobel de Química de 1995, Mario Molina, que propugna la creación de un canon por la emisión de dióxido de carbono.

Por lo tanto, “Paz con la Naturaleza” no es tan solo una iniciativa nacional sino también global donde se busca convocar a todos los países del mundo a fortalecer sus acciones y políticas públicas; para asumir con mayor compromiso los esfuerzos para revertir las tendencias de degradación ambiental provocadas por el ser humano (MINAE, 2009).

Además se crea una Estrategia Nacional de Cambio Climático como herramienta para agilizar la toma de decisiones, establecer prioridades y determinar un mecanismo de monitoreo que legitimize la meta de carbono neutralidad al 2021 (MINAE, 2009).

2.3.3 Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)

Está definida en torno a seis componentes estratégicos; siendo la mitigación y adaptación los principales aspectos. Los otros componentes son transversales: métricas, desarrollo de capacidades y transferencia tecnológica, sensibilización pública, educación y cambio cultural, y financiamiento (MINAE, 2009).

Tiene como objetivo general “reducir los impactos sociales, ambientales y económicos del cambio climático y tomar ventaja de las oportunidades, promoviendo el desarrollo sostenible mediante el crecimiento económico, el progreso social y la protección ambiental por medio de iniciativas de mitigación y acciones de adaptación, para que Costa Rica mejore la calidad de vida de sus habitantes y de sus ecosistemas, al dirigirse hacia una economía carbono neutral competitiva para el 2021. Esta responsabilidad compartida se debe dar por medio del desarrollo de capacidades y la legitimidad para incidir tanto en la Agenda Nacional como la Agenda Internacional” (MINAE, 2009).

Además, el 23 de febrero del 2015 se lanza la Alianza para la Carbono Neutralidad. Que se trata de una iniciativa público-privada que busca lograr un incremento en la cantidad de empresas carbono neutral en Costa Rica y así impulsar a este sector a trabajar en la reducción de su huella de carbono en un periodo de dos años (Dirección de Cambio Climático, 2015a).

La alianza estará enfocada en brindar capacidades técnicas y ofrecer facilidades; para esto se atenderán necesidades técnicas relacionadas a temas como eficiencia energética, energías renovables, sustitución de combustibles, manejo y reemplazo de refrigerantes, gestión de residuos, entre otros (Dirección de Cambio Climático, 2015a).

2.3.4 Normativa nacional

En el caso de la certificación de carbono neutralidad la única norma reconocida por el Gobierno de Costa Rica es la INTE – 12-01-06:2011 “Sistema de gestión para demostrar la carbono neutralidad”, que se trata de una normativa voluntaria que sigue la norma internacional en términos de procesos de verificación por parte de un organismo acreditado

la ISO 14065. Dentro de esta se utilizan varias normas de referencia, sin embargo para este trabajo es importante destacar una de ellas, la norma internacional INTE/ISO 14064-1: Gases de efecto invernadero. Parte 1: especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero; ya que es aplicable porque el trabajo se realiza en una institución (Dirección de Cambio Climático, 2012).

Según lo que se indica en el Programa País para llevar a cabo un inventario de emisiones de GEI o Huella de Carbono se debe cumplir con lo indicado en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero: “Estándar Corporativo de contabilidad y reporte”

La carbono neutralidad se logra cuando se cumple la siguiente ecuación (INTECO, 2013):

$$e_{(i-1)} - r_{(i)} - c_{(i)} = 0 \qquad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

e: emisión

r: reducción

c: compensación

i: año o período del inventario

Para garantizar que la información utilizada en la ecuación es cierta e imparcial debe cumplir con los siguientes principios según la norma:

- **Pertinencia:** realizar la selección de fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías adecuadas según el usuario.
- **Cobertura total:** incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI.
- **Coherencia:** realizar comparaciones significativas de la información relacionada con los GEI.
- **Exactitud:** reducir los sesgos y las incertidumbres en los cálculos.
- **Transparencia:** divulgar información suficiente, clara, comprensible, basada en documentación apropiada para tomar decisiones con una confianza razonable.

Para cumplir con la ecuación el primer paso es la cuantificación de las emisiones y remociones de GEI, para esto las organizaciones deben elaborar un inventario de GEI, según las metodologías internacionales reconocidas; posteriormente se deben realizar las reducciones, para lo cual se debe implementar un plan de gestión donde se registren todas las reducciones y/o remociones de emisiones o aumento de remociones (INTECO, 2013). Por último, se debe realizar la compensación para contrarrestar las emisiones que no se han logrado reducir. La norma nacional indica que se pueden utilizar tres mecanismos:

- Reducciones de Emisiones Certificadas (CER, por sus siglas en inglés)
- Reducciones de Emisiones Voluntarias (VER por sus siglas en inglés): Gold Standard, Voluntary Carbon Standard, otros
- Unidades Costarricenses de Compensación (UCC)

El único mecanismo nacional son los UCC's y para ello se crea el Mercado Doméstico de Carbono (MDC) regulado por el Decreto N°37926-MINAE del 11 de noviembre de 2013, que va a brindar instrumentos para el intercambio y comercialización de créditos de carbono generados en ciertos proyectos o actividades, interesados en colaborar con la reducción de GEI (Dirección de Cambio Climático, 2015b).

Este mercado local estará basado en un mercado voluntario de intercambio de reducción de emisiones, donde todas aquellas organizaciones que optan por ser C-Neutral, estarán sujetos al cumplimiento de un sistema de estándares que permita verificar la reducción de emisiones y validar la carbono neutralidad. La oferta se dará por parte de programas sectoriales y proyectos específicos de mitigación, que van a generar reducción de emisiones mediante la UCC, la cual se introduce como un instrumento de mercado (Dirección de Cambio Climático, 2015b).

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra un esquema de los pasos a seguir para vender UCCs dentro del Mercado de Carbono.

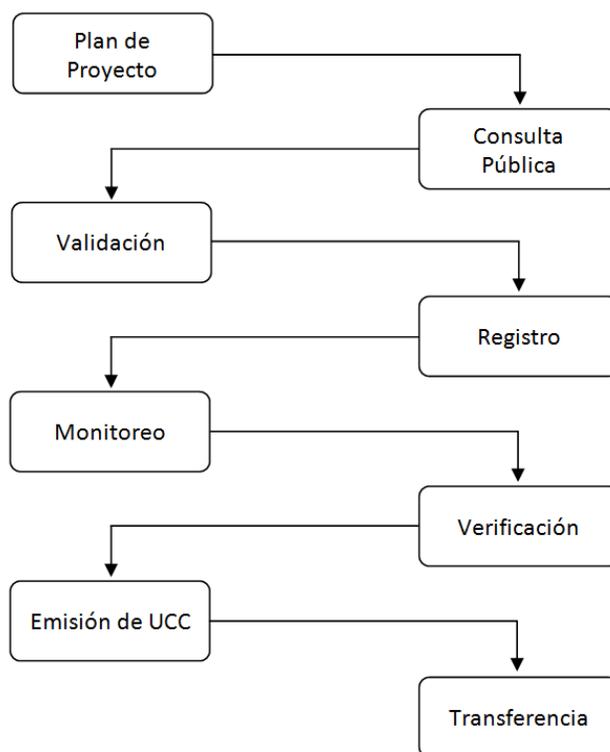


Figura 2.3. Proceso para presentación de proyectos independientes en el MDC. Tomado de la Dirección del Cambio Climático (2015).

Sin embargo, como este mercado aún no se encuentra activo se emplea el transitorio 3 del Programa País, donde se indica que los procesos de compensación por medio de UCCs deberán realizarse a través del FONAFIFO (MINAE, 2012).

2.3.5 Declaratoria de Carbono Neutralidad

En junio del 2013, el Instituto de Normas Técnicas en Costa Rica (INTECO) se convirtió en el primer ente verificador de emisiones de carbono del país, fue acreditado por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) como órgano competente para realizar dicho trabajo y efectuar la declaración de las empresas dentro del Programa País del MINAE (INTECO, 2016).

Para obtener la declaratoria las entidades deben compensar sus emisiones restantes e implementar reducciones relacionadas con la eficiencia energética, administración de la energía e inversión en tecnologías más limpias, además de modificar la maquinaria industrial para aumentar su eficiencia; entre otras acciones que promuevan un ahorro en los

costos operativos de las organizaciones; finalmente deben ser verificados por un ente acreditado (INTECO, 2016).

Algunos de los beneficios que las empresas obtienen al convertirse en carbono neutrales, son (INTECO, 2016):

- Contribución ambiental al disminuir las emisiones de efecto invernadero.
- Identificación de procesos para lograr prácticas más eficientes. Esto se ve reflejado en ahorros energéticos y, por ende, económicos.
- Buena imagen corporativa.
- Posibles estímulos futuros por parte de ministerios y entes gubernamentales.

3 METODOLOGÍA

3.1 LUGAR DE ESTUDIO

El proyecto fue desarrollado en el Centro de Acopio la Sylvia ubicado de acuerdo a la división territorial de Costa Rica en la provincia de Heredia, cantón de Barva, distrito San Pablo, en las instalaciones de un antiguo beneficio de café como se muestra en la Figura 3.1.

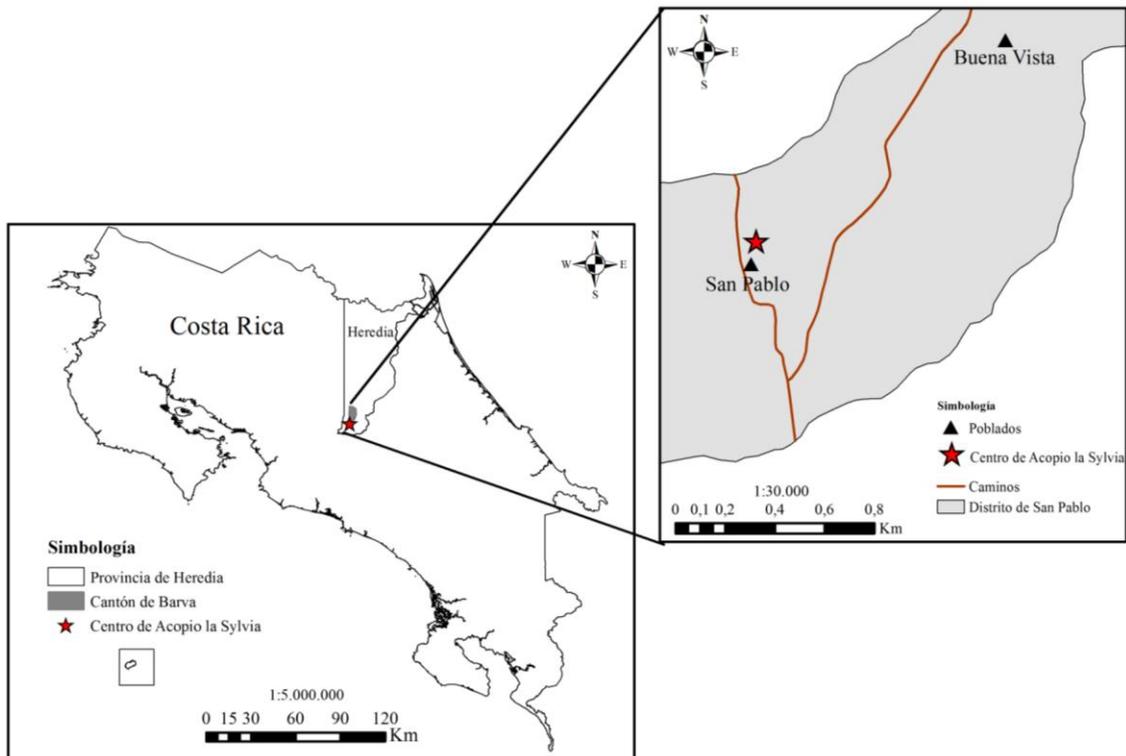


Figura 3.1. Ubicación del lugar de estudio

3.2 CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

3.2.1 Establecimiento de límites organizacionales y operativos

Los límites de la organización se definieron mediante un enfoque de control, donde la organización cuantifica todas las emisiones de GEI producidas en las operaciones de las cuales tiene pleno control operacional y financiero como se indica en la Norma INTE 12-01-06:2011/Cor.2:2013.

Para el caso de los límites operativos se emplea la norma INTE/ISO 14064-1 y se identificaron las fuentes de GEI dentro del área de estudio, mediante visitas a la empresa para evaluar cada una de las áreas de trabajo y las actividades desarrolladas y así poder clasificarlas dentro de alguno de los siguientes parámetros (INTECO, 2006):

- **Emisiones directas:** Emisiones generadas por fuentes propias de la empresa y controladas por la misma.
- **Emisiones indirectas:** Emisiones provenientes de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo consumidos por la organización.
- **Otras emisiones indirectas de GEI:** Emisiones diferentes a las indirectas, que son consecuencia de actividades de la organización pero originadas en fuentes que pertenecen o son controladas por otras organizaciones.

3.2.2 Recopilación de datos y determinación de la línea base e indicadores

Se solicitaron los registros tanto físicos como digitales de cada actividad identificada como fuente de emisión, y se consultó a los encargados por áreas de trabajo y al personal. Posteriormente se digitó y organizó dicha información para generar una base digital, en el Apéndice 1 se muestra un resumen de los registros. Además, se elaboró una hoja electrónica en Excel para el control de los registros y el cálculo de las toneladas de carbono (ton CO₂) en cada actividad, en el Apéndice 2 se muestra un ejemplo.

Debido al acceso y calidad de la información se eligió el año 2014 como año base para el estudio. Además, a partir de los datos recolectados se elaboraron indicadores que van a reflejar aproximadamente el comportamiento mensual según las actividades que se desarrollan en el lugar. Con base a estos indicadores se establecerán los porcentajes de reducción.

3.2.3 Cuantificación de las emisiones de GEI y cálculo de la huella

Se utilizó el Método 1 indicado en la Norma INTE 12-01-06:2011/Cor.2:2013, el cual consiste en la multiplicación de los factores de emisión o remoción, por los datos de la actividad generadora de GEI. En Costa Rica dichos factores son elaborados por el Instituto

Meteorológico Nacional (IMN), a continuación a manera de ejemplo se muestra la ecuación para el cálculo de las ton CO₂ generadas por el consumo de combustible de la flotilla vehicular de una empresa (Instituto Meteorológico Nacional, 2015):

Factores

- CO₂ : 2,26 kg CO₂ /L combustible
- CH₄ : 0,8162 CH₄ g/L combustible
- N₂O : 0,2612 N₂O g/L combustible

Consumo de combustible (diesel o gasolina)

$$Emisión = Combustible\ consumido \times FE \qquad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Emisión: ton GEI/año

Combustible consumido: L/año

FE: Factor de emisión para el combustible

En caso que en la empresa se determine alguna fuente de emisión para la cual el IMN no tenga definido un factor, se procederá a utilizar factores definidos internacionalmente por el IPCC.

Por otro lado, debido a que no todos los GEI tienen la misma capacidad para atrapar los rayos ultravioleta, se tiene el índice llamado potencial de calentamiento global (PCG), el cual mide de manera relativa cuánto calor puede ser atrapado por un determinado GEI en comparación con el dióxido de carbono. Este índice se utiliza para calcular la emisión en toneladas de carbono equivalente (ton CO₂e) que es la unidad oficial en la cual se debe reportar la cantidad total de emisiones, los valores se muestran en el Cuadro 3.1. Se aplicó la ecuación 3 para determinar la emisión generada por cada una de las fuentes de GEI identificadas.

$$Emisión\ final = Emisión \times PCG \qquad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

Emisión final: ton CO₂e/año

Emisión: ton GEI/año

PCG: Potencial de calentamiento global

Cuadro 3.1. Potencial de calentamiento global con un horizonte de 100 años (Tomado de IMN, 2015)

Gas	PCG
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310

Para obtener la huella de carbono de la empresa se empleó la ecuación 4 donde se realiza la sumatoria de las emisiones por cada fuente:

$$\text{Huella de Carbono} = \sum_1^n (\text{emisión final por fuente}) \quad \text{Ecuación 4}$$

3.2.4 Incertidumbre

La norma señala que la organización debe evaluar la incertidumbre de la metodología utilizada cuando corresponda y además que se debe hacer una descripción del impacto de las incertidumbres en la exactitud de los datos de emisiones y remociones de GEI (INTECO, 2013).

En este caso no se realizó un análisis de la incertidumbre ya que se eligió el Método 1 donde se utilizan factores oficiales y específicos para cada categoría de fuente y con respecto a los datos de emisiones y remociones de GEI, se trabajó con datos primarios.

3.3 MEDIDAS DE REDUCCIÓN

Se establecieron medidas de reducción para cada una de las fuentes de emisión de GEI identificada sin embargo tienen prioridad aquellas fuentes que son significativas y que representan más de un 5% de peso porcentual del total en el inventario de GEI. Se dividieron en tres periodos de tiempo según la dificultad de ejecución y los recursos necesarios.

3.4 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

Para cumplir con lo solicitado por la Norma nacional para demostrar la C-neutralidad INTE 12-01-06:2011/Cor.2:2013, el planteamiento de la compensación debe cumplir con los siguientes principios: ser verificadas por un ente acreditado, asegurar que tienen adicionalidad, permanencia y que no presentan fuga y doble contabilidad, los créditos deben ser emitidos después de que se produzca la reducción o remoción en el año del inventario y los registros deben ser independientes, transparentes y oficializados por la autoridad competente.

Por la naturaleza de la empresa, al analizar los tres mecanismos de compensación que plantea la norma, se seleccionaron las UCCs y además se plantea la opción de incorporar un terreno que tiene la empresa al programa de Pago por Servicios Ambientales.

4 RESULTADOS

Se definen los límites operativos y se clasifican las fuentes de GEI identificadas, como se muestra en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Clasificación de las fuentes GEI encontradas en el área de estudio

Emisiones directas	Emisiones indirectas	Otras emisiones indirectas de GEI
Consumo de combustible fósil		
Aguas residuales	Consumo de energía eléctrica	Desechos sólidos
Consumo de gas LPG		

4.1 HUELLA DE CARBONO

A partir de los datos seleccionados como año base y la hoja de cálculo construida (ver Apéndice 1), se obtiene una huella de carbono de 1 365 ton CO₂e para el año 2014 cuya distribución por fuente de emisión y peso porcentual se muestra en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Huella de carbono por fuente de emisión en toneladas de carbono equivalente y porcentaje; y sus respectivos indicadores de consumo.

Fuente	Ton CO ₂ e	Porcentaje (%)
Desechos Sólidos	802,30	58,8
Consumo de combustible fósil	519,24	38,0
Consumo de Electricidad	19,29	1,4
Agua Residual	15,00	1,1
Uso de gas LPG	9,18	0,7
Total	1 365	100

4.1.1 Emisiones por desechos sólidos

Representan un 58,8% del total de la huella y comprende todo el material que la empresa no logra recuperar o procesar y por lo tanto debe enviar al relleno sanitario, para su disposición final. Este material es por ejemplo cajones de refrigeradoras, espumas, etiquetas de botellas, plásticos no reciclables entre otros que se van acumulando en un contenedor, y una vez lleno se transporta al relleno sanitario Parque Tecnología Ambiental Uruka, para el año 2014 se enviaron 658 ton de residuos sólidos distribuidos mensualmente, como se muestra en la Figura 4.1.

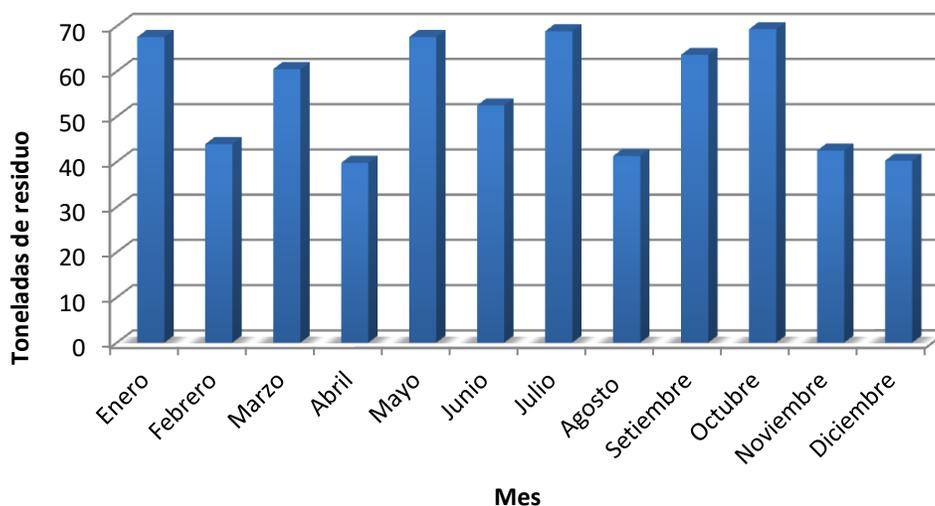


Figura 4.1. Generación mensual de residuos sólidos en el año 2014

4.1.2 Emisiones por consumo de combustible fósil

Los tipos de combustible utilizados por la empresa son gasolina y diesel, se cuenta con una flotilla de 28 vehículos, de los cuales el 57% son de carga pesada y utilizan diesel, estos vehículos son los encargados de transportar material, también se tiene una trituradora de chatarra que emplea este tipo de combustible; para el año en estudio se tuvo un consumo de 168 124 litros de diesel.

En el caso del consumo de gasolina, fue de 25 065 litros, se atribuye a 8 vehículos livianos y 6 montacargas que durante la jornada laboral andan por todo el plantel haciendo movimientos de material ya sea, alimentando alguna máquina o almacenando el material que ya está listo; para dicho equipo se compra gasolina y se almacena en el lugar para uso diario.

Para el año en estudio las emisiones por consumo de combustible fósil representan un 38% del total de la huella y el consumo se distribuyó mensualmente como se aprecia en la Figura 4.2.

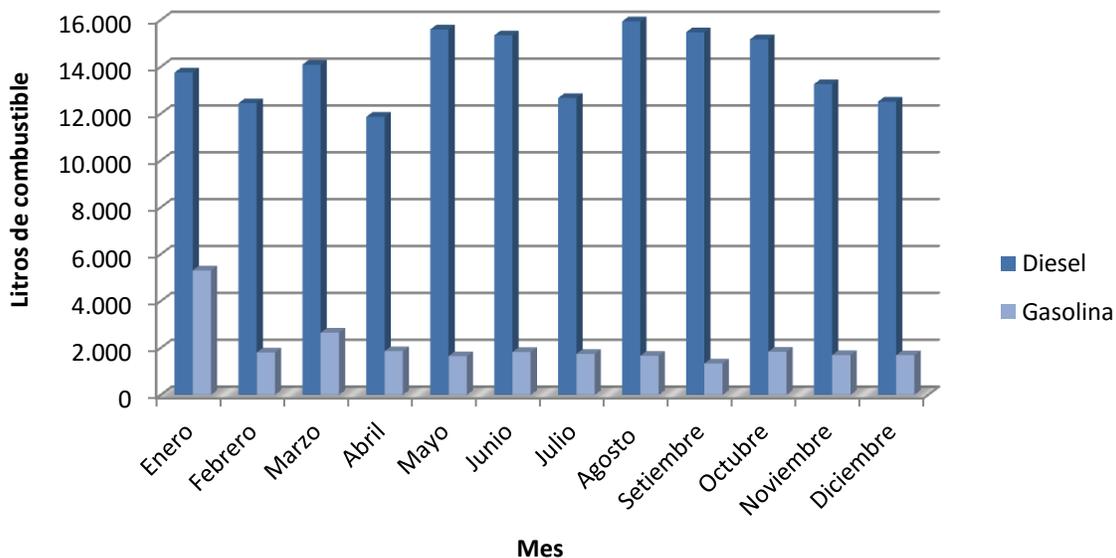


Figura 4.2. Consumo mensual de combustibles fósiles en el año 2014

4.1.3 Emisiones por consumo de electricidad

El servicio de electricidad es brindado por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNF), en las instalaciones solo se cuenta con un medidor de consumo eléctrico y para el año 2014 se tuvo un consumo de 164 880 kWh, dándose el mayor consumo en marzo y el menor en enero.

Este consumo se explica ya que, el centro de acopio cuenta con 14 máquinas entre embaladoras y cortadoras que se encienden durante 9 horas al día de lunes a viernes y ocasionalmente los sábados 7 horas. Y además cinco computadoras que utiliza el personal administrativo.

Representa el 1,4% en el total de la huella y como se aprecia en la Figura 4.3 su comportamiento mensual no varía significativamente.

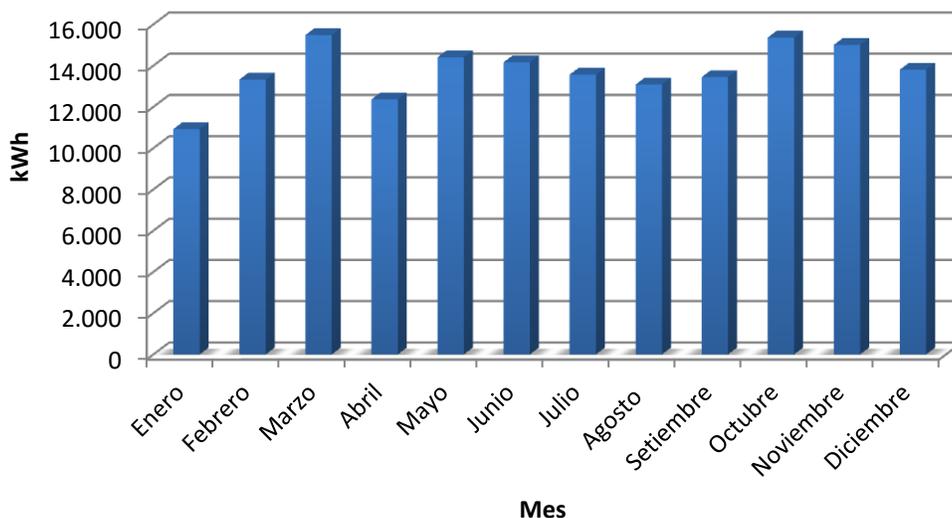


Figura 4.3. Consumo eléctrico mensual en el año 2014

4.1.4 Emisiones por otras fuentes

El agua residual y la utilización de gas LPG son los porcentajes más bajos dentro de la huella de carbono con un 1,1% y 0,7% respectivamente.

Para el caso del agua residual, las emisiones corresponden a lo que reciben los tanques sépticos que se encuentran en la empresa, por concepto de lavado de manos y utilización del servicio sanitario principalmente ya que, se tiene una cantidad aproximada de personal de 164 empleados, con una jornada laboral de 7am a 5pm de lunes a viernes y sábados de 7am a 3pm.

Con respecto al gas LPG, se dan por el corte de piezas metálicas grandes. En el centro de acopio existe una sección donde llega chatarra y piezas metálicas que necesitan ser fraccionadas por medio de un soplete alimentado por gas LPG para poder realizar un adecuado embalaje y cumplir con las especificaciones solicitadas por el comprador.

4.2 INDICADORES AMBIENTALES Y PORCENTAJE DE REDUCCIÓN

Se elaboraron indicadores de consumo mensual que permitan tener una visión más real del desempeño de la empresa y sean parámetros para medir la disminución en las emisiones.

Costa Rica cuenta con de un galardón otorgado anualmente, donde se premia el esfuerzo y trabajo voluntario para proteger los recursos naturales, enfrentar el cambio climático, mejorar las condiciones higiénico sanitarias y la salud pública. Se trata del Programa Bandera Azul Ecológica (2015) y posee una categoría que va dirigida al cambio climático y fue creada para ser implementada por cualquier tipo de organización, busca lograr responsabilidad ambiental empresaria, dentro de un marco de sostenibilidad. Tiene como propósito impulsar las acciones para combatir los efectos del cambio climático por medio de la gestión socioambiental integral, generar conciencia y realizar acciones que permitan reducir consumos.

Utilizando como marco de referencia dicha categoría se establece un porcentaje de reducción del 5% en cada una de las fuentes de emisión, para el primer año de implementación de las medidas de reducción, como se muestra en el Cuadro 4.3.

A continuación, a manera de ejemplo se muestra el cálculo de la reducción de las emisiones para el primer año en el caso de los desechos sólidos.

$$\text{Ton CO}_2e_{(anuales)} \times \% \text{ de reducción} = \text{reducción de emisiones}_{(anuales)} \quad \text{Ecuación 5}$$

Datos:

Emisiones por desechos sólidos en año base: 802 Ton CO₂e

Porcentaje de reducción: 5%

$$802 \text{ Ton CO}_2e \times 5\% = 40 \text{ Ton CO}_2e$$

Cuadro 4.3. Generación por fuente en el año base y reducciones esperadas con un 5% para el primer año

Fuente	Generación en el año 2014	Indicador de consumo	Emisiones en el año base (ton CO ₂ e)	Reducción de emisiones para el primer año (ton CO ₂ e)
Desechos Sólidos	658 ton	55 ton/mes	802	40
Consumo de combustible fósil	193 189 L	16 000 L/mes	519	26
Consumo de Electricidad	164 880 kWh	13 740 kWh/mes	19	0,96
Agua Residual	-	-	15	0,75
Uso de gas LPG	5 700 L	475 L/mes	9	0,46
		Total	1365 ton CO ₂ e	68,17 ton CO ₂ e

4.3 MEDIDAS DE REDUCCIÓN

Para lograr aplicar las medidas de reducción es importante que cada uno de los empleados de la empresa adquiera un compromiso. Es por esto que como primera acción es necesario capacitar en el tema ambiental a todo el personal para que entiendan la importancia y el porqué de los cambios; e incorporar un proceso de sensibilización que les permita ir integrando las nuevas medidas a su rol de trabajo.

En el Cuadro 4.4 se presenta un listado de acciones para cada fuente de emisión, a realizar en diferentes periodos de tiempo según la complejidad o requerimiento de recursos.

Cuadro 4.4. Propuesta de acciones de mejora para la disminución de la huella de carbono

Fuente de emisión	En menos de 1 año	Entre 1 y 3 años	Entre 3 y 5 años
Desechos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Definir cuáles materiales tienen la capacidad de procesar y bajo qué condiciones. • Emplear una lista de chequeo en la recepción de materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un estudio de composición en los residuos que son enviados al relleno sanitario. • Buscar nuevas opciones de procesamiento o tratamiento para los materiales que se envían al relleno sanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesar los residuos en el mismo centro de acopio, para transformarlos en artículos o materias que puedan vender.
Combustibles Fósiles	<ul style="list-style-type: none"> • Control de gastos de combustible, mantenimiento, repuestos y una bitácora del estado de cada vehículo. • Dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos. • Planificar mejor la entrada y salida de materiales. • Hacer uso de los montacargas únicamente cuando sea necesario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reorganizar la planta de tal manera que la movilización de materiales con camiones o montacargas sea mínima. • Capacitar a los conductores con técnicas de conducción eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar paulatinamente un cambio en la flota vehicular, buscando el uso de vehículos híbridos, eléctricos o que utilicen energía limpia.
Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituir lámparas y balastos de eficiencia convencional por equipos de alta eficiencia, así como instalar reflectores especulares. • Organizar la jornada de trabajo de acuerdo con la cantidad de material a procesar para no encender todas las máquinas si no es necesario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar con un electricista las instalaciones eléctricas y los consumos de cada máquina. • Elaborar un manual de uso para cada una de las máquinas. • Modificar el techo de las bodegas para incrementar la luz natural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Renovar el equipo utilizado (embaladoras, cortadoras) por máquinas más eficientes y de ser posible de bajo consumo, además buscar unificar procesos para disminuir la cantidad de maquinaria utilizada.

Agua Residual	<ul style="list-style-type: none">• Colocar rotulación con información y consejos de ahorro de agua.• Reemplazar los sanitario por dispositivos de bajo consumo,• Colocar reductores de caudal en los grifos,	<ul style="list-style-type: none">• Cambiar los productos utilizados para la limpieza, por productos biodegradables en lugar de persistentes.	<ul style="list-style-type: none">• Implementación de biojardineras para el tratamiento de aguas gris.
---------------	---	---	--

4.4 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

Para que el centro de acopio pueda lograr la C-Neutralidad es necesario que compense las emisiones que no logra reducir, para ello se propone a la empresa dos opciones:

- Ingresar al Programa de Pago por Servicios Ambientales.
- Comprar Unidades Costarricenses de Compensación al FONAFIFO.

5 DISCUSIÓN

5.1 INDICADORES AMBIENTALES Y PORCENTAJE DE REDUCCIÓN

Es necesario que la organización establezca indicadores de desempeño ambiental medibles que sean objetivos, verificables y reproducibles (International Organization for Standardization, 2015). Por lo tanto, los indicadores construidos a partir de los datos recolectados serán una guía para la empresa una vez implementadas las acciones de mejora. Por medio de estos es posible, monitorear cada una de las fuentes identificadas para medir las disminuciones que se logren y supervisar que no se dé un aumento en la generación.

Es necesario actualizar año a año estos indicadores para lograr eficiencia en los procesos de medición y control; además se pueden construir nuevos, conforme se vayan implementando las acciones de mejora, tal como un indicador del personal capacitado en educación ambiental en la empresa.

En el caso de los porcentajes de reducción, el Programa de Bandera Azul Ecológica solicita una disminución mayor al 1% en las emisiones para el primer año, por lo tanto se establece una disminución de un 5%. Sin embargo, si se logran aplicar todas las acciones de mejora se podría conseguir incluso un porcentaje mayor, disminuyendo considerablemente las emisiones que deben ser compensadas.

5.2 MEDIDAS DE REDUCCIÓN

5.2.1 Residuos Sólidos

Las emisiones producidas por los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario, son el componente principal de la Huella de Carbono del Centro de Acopio la Sylvia como se muestra el Cuadro 4.2 en la sección de resultados. En el año base se dio una emisión de 802 ton CO₂e y se obtiene un indicador de 55 ton/mes, cifras que revelan la necesidad de priorizar acciones para disminuir en este aspecto.

Aunque se trata de un lugar donde se valorizan los residuos sólidos, no se logra procesar la totalidad de lo que ingresa por lo cual un porcentaje se envía al relleno sanitario para su disposición final, por ejemplo ingresan materiales para los que actualmente no tienen mercado, los residuos generados en los procesos de embalaje y los desechos que generan los empleados durante la jornada de trabajo forman parte de ese porcentaje.

Por lo anterior, es necesario que se hagan cambios en la recepción de materiales y se lleve a cabo un estudio de composición de residuos, que les permita conocer exactamente lo que están desechando, para analizar el mercado y buscar nuevas opciones de procesamiento o tratamiento.

De acuerdo con el último inventario nacional de GEI, más del 15% de las emisiones nacionales totales están dadas por el sector de residuos (se incluyen residuos sólidos y aguas residuales), esto se debe al manejo deficiente que históricamente ha tenido el país en materia de gestión de residuos y manejo de aguas residuales (Rojas, 2014). En el mismo estudio se indica que son muy pocos los rellenos sanitarios que presentan condiciones óptimas de operación, existe una proliferación de botaderos clandestinos y además las aguas residuales en muchos casos se disponen sin tratamiento en los cuerpos de agua, incrementando las emisiones de GEI a la atmósfera.

Por eso, todas las acciones cuentan y si la empresa logra una disminución en sus residuos, no solo va a tener un impacto en su inventario de GEI sino también en el alcance de la meta país.

En la primera etapa del proceso, la recepción de los materiales; es importante que se defina qué tipo de materiales están en la capacidad de recibir y en qué condiciones. Una vez realizado esto se informa al personal y se implementa de una lista de chequeo que permita tener un mayor control sobre los residuos comprados, en el Apéndice 3 se muestra un ejemplo de cómo podría estar configurada la lista.

Esta acción le va a permitir a la persona encargada de la admisión, tener un panorama claro de que debe o no debe recibir y en qué condiciones debe ingresar, funcionando como un filtro disminuyendo considerablemente los residuos no valorizables que son enviados al relleno sanitario por parte de la empresa y generando un impacto en los clientes ya que se verán obligados a mejorar el manejo de sus residuos.

Una vez aplicada esta acción es importante llevar a cabo el estudio de composición de residuos, en Costa Rica existe una metodología para realizar el mismo y está dada por el Ministerio de Salud (2015). Por lo tanto, debe ser tomada como base adaptándola a las necesidades de la empresa.

El reglamento indica que el muestreo debe ser de una semana, que se recolectan las muestras, se pesan, se mezclan los residuos para homogenizar, se realizan los cuarteos que sean necesarios hasta obtener una muestra de aproximadamente 50 kg, de ahí se clasifican los materiales en las categorías que solicita la metodología, se piden 10 categorías principales y se permite la aplicación de las sub-categorías que sean necesarias según el objetivo del estudio.

Sin embargo, como la cantidad de residuos generados diariamente es de aproximadamente 1.830 kg al día según los indicadores obtenidos, es más factible realizar una separación en el momento. Para esto es necesario que las personas encargadas del estudio vayan separando los residuos que se van generando durante el día, en recipientes rotulados con las sub-categorías definidas.

Al final de la jornada laboral se pesan los materiales por sub-categoría y se anota en un registro. Todo lo anterior se repite para cada uno de los días de muestreo. Al final, a partir

de los datos recolectados se puede obtener la generación per cápita por día y la composición de los residuos.

En este caso en particular, se espera obtener un porcentaje muy bajo o idealmente un 0% en las categorías que corresponden a materiales que la empresa acopia, en caso contrario, si se obtiene un porcentaje considerable, el estudio estaría reflejando que existen deficiencias en el proceso de separación y selección de los residuos y sería necesario vigilar el proceso para erradicar el problema.

Además, se va a conocer exactamente qué tipo de materiales se envían al relleno y porqué. De esta manera se puede mejorar la lista de chequeo, analizar el porcentaje de materia orgánica que se produce, para valorar la implementación de compostaje que sirva como abono para las zonas verdes y plantas que se tienen dentro de la empresa y se podrá estudiar la posibilidad de buscar alianzas con algún sector que esté utilizando esos materiales para la elaboración de productos o alguna materia prima.

Como recomendación a largo plazo, se plantea la idea de que en algún momento el centro de acopio analice si es factible para ellos procesar ciertos materiales y elaborar algún producto que luego puedan comercializar.

En términos económicos el centro de acopio también puede reducir sus gastos operativos ya que por cada tonelada que disminuyan de sus residuos se ahorran ¢ 21 000 que es el precio que deben pagar al Parque de Tecnología Ambiental Uruka. Por lo tanto, entre mayor sea la cantidad de residuos que se logren disminuir menor será la inversión económica, en el Cuadro 5.1 se muestra un escenario de ahorro utilizando diferentes porcentajes de reducción.

Cuadro 5.1. Ahorro en pago por disposición de residuos sólidos según porcentaje de reducción en la generación.

Porcentaje de reducción (%)	Ahorro (¢)
5	690 480
10	1 381 800
15	2 072 700
20	2 761 773

Por otra parte, también se disminuyen las emisiones por combustibles fósiles ya que se reducen los viajes al relleno sanitario y también se tiene un ahorro de combustible; solo en el 2014 se realizaron más de 100 viajes para transportar los desechos sólidos a su disposición final, lo que implica uso de personal, kilometraje de vehículos, gasto de combustible, emisiones contaminantes e inversión económica.

5.2.2 Combustibles fósiles

Las emisiones por combustibles fósiles son el segundo componente con mayor peso porcentual en la huella de carbono, para el 2014 se emitieron 519 ton CO₂e y se genera un indicador de 16 000 litros de combustible mensuales. A nivel nacional el mayor emisor de CO₂ es el sector transporte por el uso de combustibles fósiles; corresponde a un 70% del consumo energético total del país (Intituto Meteorológico Nacional, s.f.).

Ya que es indispensable emplear vehículos para transportar los materiales es necesario lograr un uso más eficiente de los mismos y una mejora en la administración de la flota vehicular para disminuir las emisiones.

Es necesario lograr un mayor control del gasto de combustible, del mantenimiento que se le da a cada vehículo, de los repuestos que se compran, cambios de aceite, entre otros ya que no se puede mejorar si no se tienen datos que evidencien el estado y las necesidades del parque automotor con que se está trabajando (Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, 2013).

Se puede llevar una bitácora por vehículo donde se registren las revisiones mecánicas, el gasto de combustible, el mantenimiento preventivo y un control del kilometraje a la salida y entrada utilizando el odómetro, para poder calcular si se está haciendo buen uso del vehículo, cruzando la información de kilometraje con las distancias estimadas según las rutas establecidas.

Para lograr lo anterior, se elaboraron cuatro propuestas de hojas de control, que se muestran en el Apéndice 4. La primera va a permitir registrar las revisiones mecánicas, brindando información sobre cuales vehículos presentan más problemas y garantizando que se tiene

una flotilla en buen estado. La segunda hoja tiene como fin llevar un control del combustible, lo ideal es que sea un registro digital que se llene con las facturas que los choferes deben entregar, así se pueden ir generando registros por ejemplo para programas como Bandera Azul.

El mantenimiento preventivo y velar por el buen estado de los vehículos también permite minimizar el consumo de combustible y la generación de emisiones. Pequeñas acciones como controlar la presión de las llantas para evitar resistencia excesiva a la rodadura generan una diferencia; ya que por ejemplo por cada 7 psi de presión por debajo del valor correcto puede provocar un aumento del 5% en el consumo de combustible (Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, 2013) y para esto es la tercera hoja del Apéndice 4.

La última hoja va a permitir llevar un control del kilometraje de los vehículos, para verificar que se cumplen adecuadamente con las rutas y que se está utilizando de forma eficiente.

También es importante reorganizar la planta para disminuir al máximo los movimientos de materiales que deben realizar los montacargas y camiones. Para lograr esto se puede realizar un estudio de tiempos y movimientos que además va a mejorar la productividad de la empresa.

Al medir y establecer cuanto tiempo se invierte en el trabajo se pueden identificar las tareas que provocan un rendimiento negativo y así diseñar estrategias para corregirlas. También es útil para solucionar problemas en la ejecución del proceso, conocer la capacidad de los operarios, organizar los puestos de trabajo y aprovechar eficientemente los materiales y la maquinaria (Pinilla, 2014).

Otra acción importante es capacitar a los choferes en el tema de conducción eficiente, se trata de técnicas sencillas para adquirir un nuevo estilo de conducir que no solo va a generar mayor seguridad y comodidad en el momento de manejar, sino que también va a permitir un ahorro de combustible y menos emisiones contaminantes. Se pueden programar talleres según la jornada de trabajo con los conductores para explicarles las técnicas y evacuar dudas. En el Apéndice 5 se muestra una propuesta de afiche con algunas técnicas, para que

sea colócalo en puntos estratégicos de la planta, donde los choferes lo vea constantemente y sea un refuerzo del conocimiento adquirido los talleres.

Otro factor que provoca que se dé un ineficiente consumo de energía e incrementa la contaminación atmosférica en el sector transporte es la antigüedad del parque vehicular en el país; según el Informe Anual de Estadísticas de Riteve del 2014, la edad promedio de la flota vehicular reportada en las inspecciones periódicas es de 16 años (Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), 2015).

La empresa posee vehículos con más de 10 años de antigüedad, como medida a largo plazo, utilizando los registros y controles de la flotilla se pueden evaluar las unidades y seleccionar las que se encuentran en peores condiciones para iniciar la renovación. La compra de los nuevos vehículos debe procurar la adquisición de unidades eficientes y de ser posible amigables con el medio ambiente.

5.2.3 Otras fuentes

Los dos componentes mencionados anteriormente conforman el 96,8% de la huella, el restante 3,2% está dado por el consumo de electricidad que aporta 19,29 ton CO₂e, el agua residual con una generación de 15 ton CO₂e y por último el uso de gas LPG con 9,18 ton CO₂e. Aunque las emisiones generadas por estas fuentes son bajas de igual manera es importante implementar acciones que le permitan a la empresa disminuirlas.

El consumo energético se ve afectado en gran medida por los hábitos y prácticas de uso de la energía, además de las decisiones a la hora de adquirir los equipos consumidores. Es por esto que la educación pasa a ser fundamental para adquirir buenos hábitos y prácticas que conlleven a una cultura de eficiencia energética (Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), 2015).

Dentro de las primeras acciones que se pueden ejecutar para disminuir el consumo de energía eléctrica es la sustitución de lámparas y balastos convencionales por equipos de alta eficiencia y además la instalación de reflectores especulares que permiten que se dé la

distribución de la luz precisa, en el Anexo 1 se adjuntas tres empresas certificadas por INTECO.

También se puede reorganizar la jornada de trabajo dependiendo de los materiales que se tengan y con ello evitar el uso innecesario de maquinaria; por ejemplo si se tiene muy poca cantidad de botellas plásticas, pueden trabajar la parte manual pero no se utiliza la maquina compactadora hasta tener una cantidad que alcance para trabajar durante toda la jornada y el personal se ubica en otras áreas donde se necesite apoyo.

Por otra parte, debido a que se trata de un edificio viejo y la maquinaria utilizada en su mayoría es antigua, es importante que un especialista revise las instalaciones eléctricas y el consumo de cada equipo para verificar que todo funciona adecuadamente y que no existen picos eléctricos. Además es importante que se elabore un manual de operación para cada máquina con el fin de que se utilicen de forma más eficiente.

También para mejorar la iluminación e incorporar luz natural que permita la disminución de consumo eléctrico se puede realizar una modificación en el techo de las bodegas, haciendo tragaluces o incorporando lámparas que empleen la luz del sol como fuente de energía.

Como medida a largo plazo se plantea una renovación del equipo utilizado, que permita unificar procesos con máquinas más eficientes y de bajo consumo. Esta renovación no solo va a permitir disminuir el gasto eléctrico sino que también va a traer beneficios económicos a la empresa aumentando la productividad.

Por otra parte, en el caso de las emisiones por aguas residuales se pueden reemplazar los inodoros por dispositivos de bajo consumo y colocar reductores de caudal en los grifos, además de incorporar rotulación con acciones para el ahorro del agua. Ya que, al disminuir el consumo de agua potable directamente se va a tener una disminución en la generación de agua residual.

A mediano plazo se pueden ir reemplazando los productos utilizados en la limpieza por productos biodegradables que son amigables con el ambiente y no son persistentes por lo tanto no dañan los ríos y mares.

Y a largo plazo se plantea la idea de incorporar biojardineras como tratamiento para las aguas grises y para luego utilizar el agua para riego de todas las zonas verdes que existen en las instalaciones.

5.3 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

Como primera opción ya que se cuenta con un terreno donde hay bosque, pueden usarlo para compensar entrando al Programa de Pago de Servicios Ambientales. Puesto que, es de esas plantaciones de donde el FONAFIFO obtiene los bonos de carbono para venderlos.

El Programa de Pago de Servicios Ambientales consiste en un reconocimiento financiero por parte del Estado a los propietarios de bosques y/o plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que ayudan directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente (FONAFIFO, 2014).

El país reconoce los siguientes servicios ambientales (FONAFIFO, 2014):

- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción).
- Protección del Agua para uso Urbano, rural o hidroeléctrico.
- Protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, de investigación y de mejoramiento genético, así como para la protección de ecosistemas y formas de vida.
- Belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

La otra opción es comprar UCC's, una unidad es equivalente a una tonelada métrica de CO₂ equivalente y va a provenir de las emisiones evitadas, reducidas, removidas y/o almacenadas que sean permanente, medibles, monitoreables, verificables y reportables (Dirección de Cambio Climático, 2015c).

Por medio de la Junta de Carbono, órgano máximo administrativo del MDC se desarrollarán los procedimientos e infraestructura para la comercialización de las UCCs, que puede ser por transacción directa entre el desarrollador y la empresa que compensa sus emisiones o por medio de la Bolsa Nacional de Valores; actualmente es el FONAFIFO quien se encarga de vender las UCC's hasta que el MDC empiece a regir; cada una tienen un valor de US\$ 7.5 (Dirección de Cambio Climático, 2015b).

En el Cuadro 5.2 se muestra la cantidad de UCC's que el centro de acopio puede comprar y el costo de las mismas para lograr la C-Neutralidad dependiendo del porcentaje de reducción que alcance.

Cuadro 5.2. Costo de compra de UCC's según porcentaje de reducción alcanzado.

Porcentaje de reducción (%)	Cantidad de UCC's necesarias	Monto de inversión (\$)
5	1297	9 728
10	1229	9 214
15	1160	8 702
30	956	7 166

Una opción que permite disminuir la cantidad de bonos de carbono que debe comprar para realizar la compensación, es utilizar el terreno con que cuenta la empresa como remociones dentro del inventario de GEI. Cualquier sumidero de carbono es calificado como una remoción de carbono, pero debe ser considerada y contabilizada como parte del inventario de gases según lo indica la norma, es necesario que un profesional colegiado en el área forestal realice la cuantificación del carbono almacenado y esto se descuenta de las emisiones en el año de inventario (Bedoya Arrieta, R (19 de noviembre del 2015). Comunicación personal).

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El Centro de Acopio la Sylvia emitió 1 365 ton CO₂e en el año 2014 a partir de las fuentes de emisión evaluadas que fueron desechos sólidos, fuentes móviles, consumo eléctrico, aguas residuales y consumo de gas LPG.

Se elaboró un indicador para cada fuente de emisión identificada y se estableció un porcentaje de reducción del 5% partiendo de lo propuesto en el Programa Bandera Azul Ecológica.

Del total de emisiones de GEI, los desechos sólidos presentaron mayor incidencia con un 58,8%, como medidas de reducción se plantean: a corto plazo una modificación en la recepción de materiales, a mediano plazo la ejecución de un estudio de composición de residuos y a largo plazo procesar in situ la mayor cantidad de residuos posibles.

El segundo componente con mayor peso porcentual dentro del inventario de GEI son las emisiones por combustibles fósiles con un 38% provenientes de la flotilla vehicular, como medidas de reducción a corto plazo se plantea dar mantenimiento preventivo a los vehículos y seguimiento en el uso del combustible, a mediano plazo una restructuración de la planta y a largo plazo la renovación paulatina del transporte utilizado.

Como medida de compensación según la legislación se tiene la compra de UCC's al FONAFIFO. Sin embargo, se sugiere el ingreso al Programa de Pago de Servicios Ambientales como opción para pagar los bonos de carbono.

6.2 RECOMENDACIONES

- Al realizar el diagnóstico de la empresa para identificar las fuentes de emisión, se encuentran aspectos que pueden mejorarse y por lo tanto se recomienda :
 - Acondicionar un lugar que cumpla con los requerimientos necesarios para almacenar el combustible que manejan diariamente con el fin de evitar algún incidente por derrame o un posible incendio.
 - Mejorar el área donde se realizan los cortes de piezas metálicas con gas, ya que es necesario que exista mayor ventilación y que cumpla con todas las disposiciones para dicho tipo de trabajo.
 - Colocar canales de escurrimiento y trampas de grasa en los patios de carga y descarga de materiales y áreas abiertas para drenar las aguas pluviales y evitar que las grasas y aceites que se encuentran en los pisos y son lavados por la lluvia, lleguen al alcantarillado pluvial.
 - Mejorar la rotulación de todas las áreas de trabajo y demarcar las zonas de paso.
 - Valorar las condiciones en que se encuentran los tanques sépticos y drenajes; además de revisar las conexiones.

- Incorporar el terreno que posee la empresa dentro del Inventario de GEI como parte de las remociones.

- Ingresar al Programa Bandera Azul Ecológica en la categoría de Cambio Climático.

- Realizar campañas de sensibilización y capacitar al personal en temas ambientales mediante charlas y talleres, que les permita comprender los cambios que van a ser implementados por la empresa en búsqueda de la Carbono Neutralidad.

7 REFERENCIAS

- Amestoy, J. A. (2013). *El Planeta Tierra en peligro: calentamiento global, cambio climático, soluciones*. ECU.
- Australian Government. (2015). Greenhouse effect. Recuperado de <https://www.environment.gov.au/climate-change/climate-science/greenhouse-effect>
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto Invernadero, Cambio Climático, Calentamiento Global. *Revista Umam.mx*, 8. Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm>
- Cascante, L. F. (2015). Ministro de Ambiente: “La meta de carbono neutralidad para 2021 se mantiene.” *La Republica*. Recuperado de Cascante, L. F. (2015). Ministro de Ambiente: “La meta de carbono neutralidad para 2021 se mantiene.” *La Republica*. Recuperado de https://www.larepublica.net/noticia/ministro_de_ambiente_la_meta_de_carbono_neutralidad_para_2021_se_mantiene/
- COP20/CMP10, L. (2015). ¿Cómo se mide la Huella de Carbono? Recuperado de <http://www.cop20.pe/22973/como-se-mide-la-huella-de-carbono/>
- Dirección de Cambio Climático. (2012). Programa País. Recuperado de <http://cambioclimaticocr.com/2012-05-22-19-47-24/programas/programa-pais>
- Dirección de Cambio Climático. (2014). Normativa y Políticas Internacionales sobre el Cambio Climático. Recuperado de <http://cambioclimaticocr.com/agenda-internacional>
- Dirección de Cambio Climático. (2015a). Carbono Neutral. Recuperado de <http://www.cambioclimaticocr.com/2012-05-22-19-47-24/empresas-y-organizaciones-hacia-la-carbono-neutralidad-2021>
- Dirección de Cambio Climático. (2015b). *Guía para la Participación en el Mercado Doméstico de Carbono en Costa Rica Plan de Proyecto o Protocolo Consulta pública Validación Registro Monitoreo Verificación Emisión de UCC*. Recuperado de http://cambioclimaticocr.com/biblioteca-virtual/cat_view/7-publicaciones-mercado-domestico-de-carbono-mdc/9-participacion-en-mercado-de-carbono
- Dirección de Cambio Climático. (2015c). *Mercado Doméstico de Carbono*. San José.
- Dirección de Gestión de Calidad Ambiental. (2013). *Guía práctica para la reducción de emisiones en el sector público costarricense*. Recuperado de <http://www.digeca.go.cr/documentos/ambientalizacion/Guia de Emisiones.pdf>
- Espíndola, C., & Valderrama, J. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información Tecnológica*, 23.

Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000100017

Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). (2014). Pago de Servicios Ambientales. Recuperado de <http://www.fonafifo.go.cr/psa/>

García, C. (2011). El Cambio Climático: Los aspectos científicos y económicos más relevantes. *Revista Critica de Ciencias Sociales Y Jurídicas*, 32.

González, M., Jurado, E., González, S., Aguirre, Ó., Jiménez, J., & Navar, J. (2003). Cambio Climático Mundial: Origen y Consecuencias. *Ciencia UANL*, VI. Recuperado de http://eprints.uanl.mx/1287/1/cambio_climatico.pdf

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). Norma nacional para demostrar la C- neutralidad. Requisitos. (2013). Costa Rica.

Instituto de Normas Técnicas en Costa Rica (INTECO). Gases de efecto invernadero — Parte 1 : especificación con orientación , a nivel de las organizaciones , para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero . (2006). Costa Rica.

Instituto de Normas Técnicas en Costa Rica (INTECO). (2016). INTECO declaró carbono neutral a siete nuevas empresas en Costa Rica. Recuperado de <http://www.inteco.or.cr/esp/entertainment/item/91-cneutral-nuevasorganizaciones>

Instituto Meteorológico Nacional. (2015). *Factores de emisión gases de efecto invernadero*. Recuperado de <http://cglobal.imn.ac.cr/sites/default/files/documentos/factoresemision-gei-2015.pdf>

International Organization for Standardization. ISO 14001:2015 Environmental management systems (2015). Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en>

Intituto Meteorológico Nacional. (n.d.). *Colección de láminas Cambio Climático*. doi:10.1017/CBO9781107415324.004

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2009). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Recuperado de <http://cambioclimaticocr.com/2012-05-22-19-42-06/estrategia-nacional-de-cambio-climatico>

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Oficializa Programa País Carbono Neutralidad (2012). Costa Rica.

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2015). *Plan Nacional de Energía 2015-2030*. San José. Recuperado de <http://www.dse.go.cr/>

Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. (2002). *Protocolo de Kyoto*.

- Ministerio de Salud. Oficializa “ Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios ” (2015). Costa Rica.
- Naciones Unidas. (1992). *Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático* (Vol. 62301). Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Pinilla, L. F. (2014). Estudio de tiempos y movimientos, la medición de la productividad. *Revista Metal Actual*, 62–67. Recuperado de http://www.metalactual.com/revista/33/administracion_medicion.pdf
- Programa Bandera Azul Ecológica. (2015). *Manual de Procedimientos Categoría Cambio Climático*. Recuperado de <http://banderaazulecologica.org/cambio-climatico/129>
- Rojas, J. P. (2014). Residuos sólidos y calentamiento global – Parte 1. *CEGESTI*, (254). Recuperado de http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_254_310314_es.pdf
- Samaniego, J., & Schneider, H. (2010). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. Recuperado de <http://repositorio.cepal.org:80/handle/11362/3753>
- Sánchez, O. A. (2007). Paz con la naturaleza. *La Nación*. Recuperado de http://www.nacion.com/opinion/Paz-naturaleza_0_915508509.html?print=1#
- Union of Concerned Scientists. (2015). Global Warming Science. Recuperado de <http://www.ucsusa.org/our-work/global-warming/science-and-impacts/global-warming-science#.Vjftwbcvdpg>
- United Nations. (2015). *Adoption of the Paris agreement*. Paris. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- United Nations Environment Programme. (2015). Climate Change. Recuperado de <http://www.unep.org/climatechange/Introduction.aspx>

APÉNDICES

APÉNDICE 1: RESUMEN DE INFORMACIÓN ORGANIZADA SEGÚN FUENTE DE EMISIÓN

Cuadro A.1.1. Consumo mensual de combustibles fósiles en el año 2014.

Mes	Gasolina		Diesel	
	Litros	Importe (¢)	Litros	Importe (¢)
Enero	5 306,35	1 000 263	13 756,18	8 589 452
Febrero	1 805,74	1 193 861	12 445,87	7 867 900
Marzo	2 649,31	1 811 140	14 092,58	9 089 147
Abril	1 862,19	1 339 859	11 867,66	7 954 698
Mayo	1 648,62	1 225 931	15 595,79	10 572 723
Junio	1 826,58	1 401 584	15 342,09	10 571 278
Julio	1 746,25	1 373 467	12 667,82	8 585 511
Agosto	1 665,08	1 311 404	15 938,86	10 629 031
Setiembre	1 335,10	1 016 804	15 473,97	10 082 504
Octubre	1 835,09	1 371 679	15 173,41	10 147 265
Noviembre	1 695,59	1 235 052	13 259,87	8 505 249
Diciembre	1 689,48	1 115 546	12 509,50	7 543 836

Cuadro A.1.2 Consumo de energía eléctrica para el año 2014

Mes	Consumo (kWh)
Enero	10 920
Febrero	13 320
Marzo	15 480
Abril	12 360
Mayo	14 400
Junio	14 160
Julio	13 560
Agosto	13 080
Setiembre	13 440
Octubre	15 360
Noviembre	15 000
Diciembre	13 800

Cuadro A.1.3 Generación mensual de residuos sólidos en el año 2014

Mes	Cantidad (kg)	Importe (€)
Enero	67 589	1 419 369
Febrero	43 896	921 816
Marzo	60 484	1 270 164
Abril	39 760	834 960
Mayo	67 588	1 419 348
Junio	52 470	1 101 870
Julio	68 860	1 446 060
Agosto	41 260	866 460
Setiembre	63 640	1 336 440
Octubre	69 318	1 455 678
Noviembre	42 470	891 870
Diciembre	40 230	844 830

APÉNDICE 2: EJEMPLO DE PLANTILLA PARA CALCULAR TON CO₂E

CONSUMO DE DIESEL									
AÑO	MES	CONSUMO (l)	kg CO₂	g CH₄	g N₂O	Ton CO₂	Ton CO₂e (CH₄)	Ton CO₂e (N₂O)	Ton CO₂ e (Totales)
2014 (Base)	Enero	13.756,2	37.004,116	1.947,875	1.947,875	37,004	0,041	0,604	37,649
	Febrero	12.445,9	33.479,396	1.762,335	1.762,335	33,479	0,037	0,546	34,063
	Marzo	14.092,6	37.909,048	1.995,510	1.995,510	37,909	0,042	0,619	38,570
	Abril	11.867,7	31.924,005	1.680,461	1.680,461	31,924	0,035	0,521	32,480
	Mayo	15.595,8	41.952,667	2.208,363	2.208,363	41,953	0,046	0,685	42,684
	Junio	15.342,1	41.270,209	2.172,439	2.172,439	41,270	0,046	0,673	41,989
	Julio	12.667,8	34.076,445	1.793,764	1.793,764	34,076	0,038	0,556	34,670
	Agosto	15.938,9	42.875,533	2.256,943	2.256,943	42,876	0,047	0,700	43,623
	Setiembre	15.474,0	41.624,982	2.191,114	2.191,114	41,625	0,046	0,679	42,350
	Octubre	15.173,4	40.816,484	2.148,555	2.148,555	40,816	0,045	0,666	41,528
	Noviembre	13.259,9	35.669,056	1.877,598	1.877,598	35,669	0,039	0,582	36,291
	Diciembre	12.509,5	33.650,566	1.771,346	1.771,346	33,651	0,037	0,549	34,237
TOTAL		168.123,6	452.252,507	23.806,303	23.806,303	452,253	0,500	7,380	460,132

Figura A.2.1 Plantilla para el cálculo de toneladas de CO₂e generadas por el consumo de diesel

APÉNDICE 3: PROPUESTA DE LISTA DE CHEQUEO PARA RECEPCIÓN DE MATERIALES

Cuadro A.3.1 Lista de chequeo para recepción de la compra de materiales

Centro de Acopio la Sylvia			
<i>Fecha de ingreso:</i>		<i>Empresa o persona:</i>	
Material	Peso	Calidad	Valor
Papel Blanco			
Papel Color			
Papel Periódico			
Cartón			
Botellas de vidrio			
Botellas vidrio color			
Vidrio plano			
Aluminio			
Hierro			
Acero inoxidable			
Cobre / Bronce			
Latón			
Plástico PET			
Plástico HDPE			
Plástico LDPE			
Otros plásticos			
Electrónicos			
Baterías			
Chatarra			
Otros:			
Notas:			

APÉNDICE 5: AFICHE DE CONDUCCIÓN EFICIENTE



CONSEJOS PARA UNA CONDUCCIÓN EFICIENTE

RECUERDEN:

- Cerrar las ventanas cuando utilicen el aire acondicionado.
- Revisar la presión de los neumáticos al menos una vez al mes.
- Arrancar sin pisar el acelerador.
- Cambiar de marcha lo antes posible, gasolina antes de las 2500 revoluciones por minuto y diesel antes de las 2000 revoluciones por minuto.
- Mantener una velocidad uniforme, evitar las aceleraciones y frenados innecesarios.
- Conducir con anticipación y previsión.
- Utilizar rodaje por inercia en las desaceleraciones.
- Utilizar el aire acondicionado en lugar de abrir las ventanas al circular en pista a velocidades altas.

Figura A.5.1 Consejos para una conducción más eficiente. Elaboración propia

ANEXOS

ANEXO 1: PRODUCTOS CERTIFICADOS POR INTECO EN EL ÁREA DE LUMINARIAS

	LISTA PRODUCTOS CERTIFICADOS LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS, SISTEMA 2 CON DOCUMENTO NORMATIVO ESPECÍFICO Fecha de Actualización 2014-09-04	R03-IGDP-05-01v2 Página 1 de 1
---	--	---

CERTIFICADO NÚMERO	EMPRESA	Producto Certificado	Especificaciones				Fecha de Emisión ¹	Fecha de Expiración ²	Documento Normativo	
			Marca Comercial	Forma	Potencia	Modelo				Sin envoltente (Si o No)
020-CP-2008	Iluminación Tecno Lite, S.A	Lámparas Fluorescentes Compactas.	Tecno Lite	Helicoidal	13 W	HEL-13W/65	No	2008-01-28	2015-09-04	INTE 28-01-07-08 “Eficiencia energética- Lámparas fluorescentes compactas y circulares-Rangos de desempeño” INTE 28-01-08-08 “Eficiencia energética- Lámparas fluorescentes compactas y circulares- Etiquetado”
					15 W	HEL-15W/65	No			
					23 W	HEL-23W/27	No			
					23 W	HEL-23W/65	No			
					13 W	HEL-13W/65	No			
				Cuádruple	13 W	CE-13W/65	No			
				Triple	13 W	TE-13W/27	No			
			15 W		TE-15W/65	No				

Figura A.1.1 Certificación de la empresa Iluminación Tecno Lite S.A



**LISTA PRODUCTOS CERTIFICADOS
LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS, SISTEMA 2 CON
DOCUMENTO NORMATIVO ESPECÍFICO
Fecha de Actualización 2014-06-06**

**R03-IGDP-05-01v2
Página 1 de 1**

CERTIFICADO NÚMERO	EMPRESA	Producto Certificado	Especificaciones					Fecha de Emisión ¹	Fecha de Expiración ²	Documento Normativo
			Marca Comercial	Potencia	Modelo	Temperatura de Color	Forma			
032-CP-2009	REYA de Costa Rica, S.A	Lámparas Fluorescentes Compactas.	EMPALUX	11 W	FS11116	6500 K	Espiral	2009-06-16	2015-06-02	INTE-28-01-07-08 “Eficiencia Energética- Lámparas fluorescentes compactas y circulares- Rangos de desempeño” INTE 28-01-07-09 “Eficiencia energética-Lámparas fluorescentes compactas y circulares- Etiquetado”.
				15 W	FS11526	6500 K	Espiral			
				25 W	FS12526	6500 K	3U			
				25 W	FS12616	6500 K	Espiral			

Figura A.1.2 Certificación de la empresa REYA de Costa Rica S.A

CERTIFICADO NÚMERO	EMPRESA	Producto Certificado	Especificaciones				Fecha de Emisión ¹	Fecha de Expiración ²	Documento Normativo	
			Marca Comercial	Potencia	Modelo	Temperatura de Color				Forma
093-CP-2014	Eagle Electric Centroamerican S.A.	Lámparas Fluorescentes Compactas.	E-LIGHT	9 W	309B	6500 K	Espiral	2014-05-07	2015-05-07 Se extiende certificación hasta el 2016-02-05	INTE-28-01-07-08 "Eficiencia Energética- Lámparas fluorescentes compactas y circulares- Rangos de desempeño" INTE 28-01-07-09 "Eficiencia energética- Lámparas fluorescentes compactas y circulares- Etiquetado".
				11 W	311B	6500 K	Espiral			
				15 W	315B	6500 K	Espiral			
				20 W	320B	6500 K	Espiral			

Figura A.1.3 Certificación de la empresa Eagle Electric Centroamerican S.A.