

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Química

Carrera de Ingeniería Ambiental

***Sistema para la Gestión de los Gases de Efecto
Invernadero en el Banco Central de Costa Rica***



Proyecto Final de Graduación para optar al grado de Licenciatura en
Ingeniería Ambiental



Ligia Elena Bolaños Mejía.

Cartago, Mayo 2017

***Sistema para la Gestión de los Gases de Efecto Invernadero en el Banco
Central de Costa Rica***

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



MSc. Teresa Salazar Rojas

Director.



Ing. Rosa Vásquez Rodríguez

Lector 1.



Ing. Sarita Moreno Azofeifa

Lector 2.



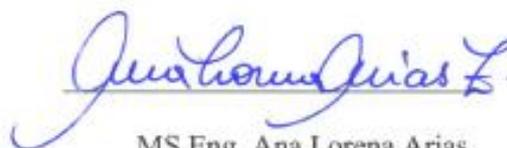
MS. Eng. Diana A. Zambrano P.

Coordinador COTRAFIG



Dra. Floria Roa Gutiérrez

Directora Escuela de Química



MS Eng. Ana Lorena Arias

Coordinador Carrera de Ingeniería Ambiental

Agradecimientos

Antes que a nadie a Dios por permitirme concluir una meta más.

A mis papás, quienes a pesar de todo siempre me ayudaron a llegar donde estoy hoy.

A la MSc. Teresa Salazar mi directora de tesis, por los consejos y las recomendaciones que me ayudaron a crecer como profesional.

A don Ricardo Álvarez, encargado del Departamento de Servicios Institucionales, así como los funcionarios de la División de Gestión y Desarrollo del Banco Central. Principalmente, a José Chávez, Jennifer de la O y Franklin Giraldo, por la ayuda y colaboración en todo el proceso.

A mis amigos y compañeros de risas y lagrimas durante estos años de estudio, Ivannia y Enderson.

Dedicatoria

A Vichor quien me enseñó el valor de las cosas buenas.

Tabla de Contenido

<i>Resumen</i>	<i>xi</i>
<i>Abstract</i>	<i>xii</i>
1. Introducción	1
1.1 Perfil de la Organización	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
2. Revisión de Literatura	4
2.1. Generalidades del cambio climático y los gases de efecto invernadero	4
2.2 Metodología para la Estimación de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero	8
2.3 Plan de para la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. 11	
3. Marco Metodológico	18
3.1. Inventario de Gases de Efecto Invernadero	18
3.2. Plan para la Reducción de Emisiones	21
3.3 Parámetros Económicos en Inversión	21
3.4. Metodología para el Seguimiento de los GEI	22
4. Discusión y resultados	23
4.1 Inventario de gases de efecto invernadero	23
4.2 Plan para Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	33
4.3 Análisis Financiero para Opciones de Remoción con Mayor Potencial de Reducción	43
4.4 Metodología para el Seguimiento de los GEI	47
5. Conclusiones	48
6. Recomendaciones	49
7. Referencias Bibliográficas	51

Apéndices	57
<i>Apéndice 1. Cuestionario para la Identificación de las Fuentes de Emisión y Recopilación de Información.</i>	.. 58
<i>Apéndice 2. Registro de consumo eléctrico para el edificio principal del Banco Central de Costa Rica.....</i>	61
<i>Apéndice 3. Registro de ocupación del Banco Central durante el año 2015.</i>	62
<i>Apéndice 4. Viajes al exterior en aviones efectuados por los funcionarios del Banco Central de Costa Rica durante el año 2015.</i>	63
<i>Apéndice 5. Listado de la flota vehicular del Banco Central de Costa Rica.....</i>	64
<i>Apéndice 6. Incertidumbres Asociadas a los Datos de la Actividad para el Inventario de GEI.....</i>	65
<i>Apéndice 7. Flujos de caja proyectados para proyecto de cambio flota vehicular de combustión por vehículos híbridos.</i>	66
<i>Apéndice 8. Flujos de caja proyectados para proyecto de cambio de flota vehicular de combustión por vehículos eléctricos en miles de colones.</i>	67
<i>Apéndice 9. Flujo de caja proyectado para proyecto de instalación de paneles fotovoltaicos en miles de dólares.....</i>	68
<i>Apéndice 10. Instructivo para la Cuantificación de los GEI en el Banco Central....</i>	69
<i>Apéndice 11. Afiche Informativo para Funcionarios del Banco Central: Calentamiento Global e Inventario de Gases de Efecto Invernadero.</i>	77
<i>Apéndice 12. Afiche Actividades de Capacitación: Gestión de los Residuos Sólidos.</i>	78
Anexos	79
<i>Anexo 1. Factores de Emisión del Instituto Metrológico Nacional para el 2015.</i>	80

Lista de Cuadros

<i>Cuadro 4.2. Fuente de Emisión Identificadas cuantificadas en el Inventario de GEI.</i>	23
<i>Cuadro 4.3. Exclusiones del Inventario de GEI.</i>	25
<i>Cuadro 4.4. Estimación de las Incertidumbres para los datos de la actividad.</i>	25
<i>Cuadro 4.5. Inventario de Gases de Efecto Invernadero para el Banco Central de Costa Rica en el período 2015.</i>	27
<i>Cuadro 4.6. Emisiones de GEI por Fuente de Emisión de GEI.</i>	28
<i>Cuadro 4.7. Estimación de Reducciones Producto de la Implementación de Medidas de Reducción de GEI.</i>	40
<i>Cuadro 4.8. Propuesta de Medidas de Reducción de las Emisiones de Dióxido de Carbono.</i>	42
<i>Cuadro 4.9. Reducción de kg de dióxido de carbono por el intercambio de equipos.</i>	43
<i>Cuadro 8.1. Registro de consumo eléctrico del edificio principal del BCCR periodo 2015.</i>	61
<i>Cuadro 8.2. Registro de ocupación del Banco Central de Costa Rica durante el 2015.</i>	62
<i>Cuadro 8.3. Registro de viajes al exterior en aviones de los funcionarios del Banco Central de Costa Rica durante el año 2015.</i>	63
<i>Cuadro 8.4. Listado de la flota vehicular del Banco Central de Costa Rica.</i>	64
<i>Cuadro 8.5. Incertidumbres asociadas a los datos de la actividad para los Factores de Emisión de GEI.</i>	65
<i>Cuadro 8.6. Flujos de caja proyectados para proyecto de cambio flota vehicular de combustión por vehículos híbridos.</i>	66
<i>Cuadro 8.7. Flujos de caja proyectados para proyecto de cambio de flota vehicular de combustión por vehículos eléctricos.</i>	67
<i>Cuadro 8.8. Flujo de caja proyectado para proyecto de instalación de paneles fotovoltaicos.</i>	68
<i>Cuadro 9.1. Factores de emisión utilizados para la estimación del inventario de GEI.</i>	80

Lista de Figuras

<i>Figura 2.1. Proceso de calentamiento global e influencia de los gases de efecto invernadero.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 2.2. Relación de disminución del pH y el incremento de dióxido de carbono en la atmósfera.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2.3 Fuentes de Emisión de acuerdo con su Alcance en la Organización.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.4. Diagrama para el desarrollo de un plan de reducción de emisiones de GEI.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3.1. Ubicación Geográfica del Banco Central de Costa Rica.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4.1. Diagrama de Pareto para las medidas de reducción de mayor significancia.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 8.1. Clasificación de las Fuentes de Emisión de acuerdo a su alcance.....</i>	<i>73</i>

Lista de Gráficos

<i>Gráfico 4.1. Distribución porcentual de las emisiones de GEI por alcances.</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico 4.2. Consumo eléctrico mensual del BCCR durante el año 2015.</i>	<i>31</i>
<i>Gráfico 4.3. Distribución porcentual de las fuentes de emisión de alcance directo.....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico 4.4. Emisiones de GEI por Categoría para diferentes Entes Bancarios Nacionales.....</i>	<i>30</i>

Lista de Siglas y Acrónimos

BCCR: Banco Central de Costa Rica.

BCF: bromo clorofluorocarbono.

CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

CH₄: metano.

CO₂: dióxido de carbono.

EPA: United States Environmental Protection Agency.

GEI: gases de efecto invernadero.

HFC: Hidrofluorocarbonos.

IMN: Instituto Meteorológico de Costa Rica.

INTECO: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

ISO: International Standard Organization.

LCD: *liquid crystal display*.

LED: light-emitting diode.

LPG: gas licuado de petróleo.

MINAE: Ministerio Nacional de Ambiente y Energía.

NO_x: óxido nitroso.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

PFC: Perfluorocarbonos.

PGAI: Programas de Gestión Ambiental Institucional.

PTFE: poli tetrafluoretileno.

TIR: tasa interna de retorno.

RECOPE: Refinadora Costarricense de Petróleo.

VAN: valor actual neto.

IR: Índice de Rentabilidad.

WBCSD: World Business Council for Sustainable Development.

WRI: World Resource Institute.

Lista de Símbolos

GtC: giga toneladas de carbono.

Fe = factor de emisión asociado.

CO₂e: dióxido de carbono equivalente.

kg CO₂: kilogramos de dióxido de carbono.

F_t : Flujos de caja proyectados para cada periodo.

I_o : Inversión inicial del proyecto de inversión.

n: cantidad de periodos de tiempo.

PCG: potencial de calentamiento global.

kW: kilowatt.

gCH₄ /L: gramos de metano liberados por litro de combustible consumido.

gN₂O/L: gramos de óxido nitroso liberados por litro de combustible consumido.

gCH₄ /L: gramos de óxido metano liberados por litro de combustible consumido.

kg CH₄ /kg de desechos: kilogramos de metano liberado por cada kg de residuos sólidos (desechos) generados.

kg CH₄ /persona/año: kilogramos de metano liberado por persona durante un año.

kg CO₂/kWh: kilogramos de dióxido de carbono liberado por cada kilowatt hora consumido.

Qn = flujos de caja de cada período.

(1+r) = tasa de descuento.

k: tasa rentabilidad mínima en proyectos de inversión.

PR_D: período de recuperación descontado.

Resumen

Con el propósito de definir un sistema para gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero en el Banco Central de Costa Rica, se cuantificaron sus emisiones de GEI mediante la construcción de un inventario basado en los lineamientos de la norma ISO 14064:2016 para el año natural 2015. Así mismo, se propusieron medidas de reducción, con indicadores de desempeño, para cada una de las fuentes de emisión. Se realizó una valoración económica para conocer la viabilidad en la implementación de proyectos con alto potencial de reducción de los GEI en las actividades del Banco. Se desarrolló una metodología para el seguimiento de los GEI. Las actividades del Banco Central produjeron 263.5 toneladas de CO_{2e} durante el año 2015. De las cuales, el 43% es producto de emisiones de alcance uno y dos. La implementación de la totalidad de las medidas de reducción permitirá reducir 97 ton de CO_{2e} ahorrando 142 millones de colones anuales al BCCR. Las medidas con mayor potencial de reducción son el cambio de la flota vehicular por vehículos eléctricos, permitiendo reducir las emisiones provenientes del consumo de gasolina. De igual forma, la instalación de paneles fotovoltaicos, permitirá reducir el consumo de energía eléctrica, disminuyendo en un 31% las emisiones de GEI. La valoración económica mostró rentabilidad en la implementación de estos proyectos. De allí que, en un plazo no mayor a 4 años se recuperará la inversión de los vehículos eléctricos. De igual manera, en un plazo no mayor a 5 años el BCCR podría recuperar la inversión realizada en la colocación de los paneles solares. Finalmente, los resultados demuestran el valor y la importancia tanto a nivel económico como ambiental de tomar acciones sobre los procesos empresariales que generan emisiones de GEI.

Palabras Clave: Cambio Climático, Inventario de Gases de Efecto Invernadero, Gases de Efecto Invernadero, Proyectos Ambientales, Valoración Económica de Proyectos.

Abstract

In order to define a system for managing greenhouse gas emissions at the Central Bank of Costa Rica, its GHG emissions were quantified through the construction of an inventory based on the guidelines of ISO 14064:2016 for the year Natural 2015. Likewise, reduction measures, with performance indicators, were proposed for each of the emission sources. An economic assessment was made to ascertain the feasibility in the implementation of projects with high GHG reduction potential in the Bank's activities. A methodology for the monitoring of GHG was developed. The activities of the Central Bank produced 263.5 tons of CO_{2e} during the year 2015. Of these, 43% is the product of emissions of one and two. The implementation of all the reduction measures will reduce 97 tons of CO_{2e} and save 142 million colones per year to the BCCR. The measures with greater potential of reduction are the change of the vehicle fleet by electric vehicles, allowing to reduce the emissions coming from the consumption of gasoline. Similarly, the installation of photovoltaic panels, will reduce the consumption of electrical energy, reducing by 31% GHG emissions. The economic valuation showed profitability in the implementation of these projects. Hence, within a period of no more than 4 years will recover the investment of electric vehicles. Likewise, in a term not exceeding 5 years the BCCR could recover the investment made in the placement of the solar panels. Finally, the results demonstrate the value and importance, both economically and environmentally, of taking action on the business processes that generate GHG emissions.

Key Words: Climate Change, Greenhouse Gas Inventory, Greenhouse Gases, Environmental Projects, Investment Evaluation.

1. Introducción

En 1997, más de 152 países adoptaron el protocolo de Kioto, comprometiéndose a implementar mejoras ambientales. El cual no fue ratificado por los países firmantes sino hasta el año 2005. El mismo buscaba comprometer a los países firmantes a estabilizar sus emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global. El protocolo de Kioto enunció por primera vez el interés mundial por controlar y reducir los gases contaminantes emitidos a la atmósfera causantes del calentamiento global.(United Nations Framework on Climate Change, 2014) A lo cual Costa Rica, en el año 2007 adquiere el compromiso de la C-neutralidad para el año 2021. Mediante el decreto Acuerdo 36-2012-MINAET se oficializa el Programa País para la C- neutralidad en empresas tanto públicas como privadas. (Ministerio Nacional de Ambiente y Telecomunicaciones, 2012)

El Programa de Gestión Ambiental Institucional obliga a las empresas de carácter público a la medición y control de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). De allí, organizaciones del sector público se ven en la obligación de llevar a cabo iniciativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero producto de sus actividades (Ministerio de Ambiente y Energía, 2011). A lo cual, el Banco Central de Costa Rica ha tomado acciones para buscar reducir el impacto de sus actividades en el medio ambiente, como la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero producto de sus actividades, las cuales permitirán tomar acciones para reducir su impacto al medio ambiente.

La presente investigación busca realizar la cuantificación de los gases de efecto invernadero producto de las actividades del Banco Central de Costa Rica. Para lo cual, se cuantificaron las emisiones de gases de efecto invernadero de parte del Banco Central conforme al método establecido en la norma INTE/ISO 14064:2016. Norma establecida y utilizada para la cuantificación de GEI. Además, se utilizó la norma nacional INTE 12-01-06:2016 para ajustar tanto las características del inventario, así como la propuesta de una metodología para dar seguimiento a la cuantificación de estas emisiones. Se valoraron económicamente las alternativas que presentarán un mayor potencial de reducción de emisiones de GEI. De manera tal que, pueda visualizarse preliminarmente la rentabilidad de su ejecución para el Banco Central de Costa Rica. Para aportar seguimiento al proceso se realizó un instructivo para la cuantificación de los GEI.

1.1 Perfil de la Organización

El Banco Central de Costa Rica es una institución autónoma, la cual presenta una personalidad jurídica y patrimonios propios. Fundado en 1953 mediante la Ley 1552 conocida como la Ley Orgánica del Banco Central de Costa Rica. Ley que presentó una modificación en el año 1995 para convertirse en la actual Ley 7558. (BCCR, s.f.) En esta misma se asigna como objetivo principal al Banco Central de Costa Rica mantener la estabilidad financiera de la moneda en el entorno nacional como internacional. Así como, velar por la estabilidad de la economía del país y el buen uso de las reservas monetarias. (Ley 7558, 1995)

Para asegurar el correcto cumplimiento de los objetivos para el cual fue creado el Banco Central de Costa Rica se le asignaron entre otras las funciones esenciales de: (Ley 7558, 1995):

- Custodia y administración de las reservas monetarias internacionales del país.
- Definir y maneja todos los aspectos relativos a la política cambiaria en torno a diferentes monedas internacionales.
- Autorización de emisión de monedas y billetes, en conformidad a las necesidades liquidas del país.
- Determinación y definición de las políticas de crédito, así como vigilancia y coordinación del Sistema Económico Nacional.

Con el incremento en el uso y avance de las tecnologías de información, el Banco Central de Costa Rica ha generado una herramienta que permite realizar transferencias y pagos electrónicos mediante la aplicación electrónica SINPEMOVIL. Por lo que ha modificados sus instalaciones y funciones para incorporar mayor cantidad de elementos relativos al ámbito de las tecnologías de información. De manera tal que, le permitan asegurar la continuidad y seguridad de las información provista en las transacciones.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar una metodología para permitir la gestión de gases de efecto invernadero producidos en el edificio principal del Banco Central de Costa Rica.

1.2.2 Objetivos Específicos

-Elaborar el inventario de gases de efecto invernadero para el edificio principal del Banco Central de Costa Rica.

- Planteamiento de medidas para la reducción de los gases de efecto invernadero, para las fuentes de emisión de GEI identificadas con los respectivos indicadores ambientales de desempeño.

- Efectuar un análisis de factibilidad financiera para valorar las propuestas de mayor potencial de reducción.

-Describir una metodología para el seguimiento de los gases de efecto invernadero en el Banco Central de Costa Rica.

2. Revisión de Literatura

2.1. Generalidades del cambio climático y los gases de efecto invernadero

La naturaleza se encuentra en equilibrio; el clima, así como la energía proveniente del Sol no resultan una excepción a esta regla. La atmósfera funciona como una gran manta, permitiendo que la energía emitida por el Sol pueda ingresar en los niveles necesarios para asegurar la vida en el planeta. En este proceso intervienen gases esenciales, los cuales absorben los rayos infrarrojos del Sol, manteniendo la temperatura favorable para la proliferación de la vida. A estos gases se les conoce como gases de efecto invernadero (Environmental Protección Agency, 2016).

Los gases de efecto invernadero son enviados a la atmósfera por fuentes tanto naturales como antropogénicas. Sin embargo, las actividades humanas de intensa industrialización han incrementado de manera desmesurada su cantidad en atmósfera, superando las emanaciones que naturalmente puedan ser fijadas (Bonilla y Lemus, 2010). Esto provoca una alteración en el delicado equilibrio natural, impulsando una mayor cantidad de la absorción de la radiación dentro de la superficie terrestre. Lo cual ha causado un fuerte aumento en las temperaturas globales (Cyril, 2015). En la figura 2.1 se muestra de manera general la importancia de los gases de efecto invernadero y como su incremento en la atmósfera influye con el calentamiento global.

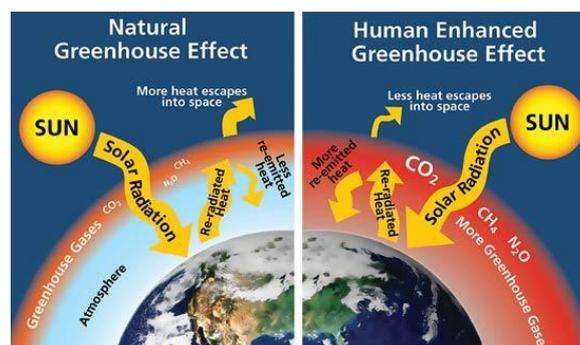


Figura 2.1. Proceso de calentamiento global e influencia de los gases de efecto invernadero.

Fuente: Lallanina, 2015.

El Protocolo de Kioto enuncia a seis como los gases de efecto invernadero: óxido nítrico (NO_x), dióxido de carbono (CO₂), Perfluorocarbonos (PFC), metano (CH₄),

Hidrofluorocarbonos (HFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆). (Xu, Zaelke, Velders, & Ramanathan ,2013).

2.1.1 Características de los Gases de Efecto Invernadero

- **Óxido nitroso (NO_x)**

El óxido nitroso es de los gases de efecto invernadero que presenta el mayor nivel de contaminación, debido a que su permanencia en la atmósfera es de alrededor de 114 años. (Cuellar, Y, 2015) Es generado de manera antropogénica por la ganadería extensiva, así como la agricultura extensiva, la cual implementa altas cantidades de fertilizantes nitrogenados. Los gases emitidos por el tubo de escape de los automóviles, por la quema de carbón, petróleo o gas natural constituyen también una fuente importante de generación (Fagodiya, R., Pathak, H., Kumar, A., Bhatia, A. & Jain, N., 2017).

- **Metano (CH₄)**

El metano puede ser generado por diversas fuentes tanto naturales como antropogénicas. Siendo las actividades antropogénicas las principales causantes del desequilibrio de los procesos naturales de absorción y remoción de los GEI. En los últimos años el incremento en la ganadería ha incrementado desmedidamente la generación de metano, debido a que es este el resultado del proceso digestivo de los animales rumiantes (Bonilla y Lemus, 2010). De igual manera existen otras las actividades humanas que presentan una alta liberación de metano a la atmósfera se encuentran (Avellino; 2010):

- Acumulaciones y quemas de hidrocarburos como: petróleo, gas o carbón en donde este es emitido de manera periódica y esporádica.
- Producción de arroz inundado, debido a la descomposición de la materia orgánica en el fondo del agua.
- Sistemas donde se presenta actividad bacteriana en ausencia de oxígeno como en las cloacas, alcantarillas y sistemas sépticos.

- **Compuestos Hidrofluorocarbonos (HFC)**

Los compuestos Hidrofluorocarbonos fueron desarrollados en 1930 (Arias, 2016). Estos compuestos son muy utilizados en sistemas de refrigeración y aires acondicionados. Uno de los más utilizados es el R-22 o clorodifluorometano, el cual es considerado un gas agotador de la capa de ozono.

En el año 2005, se presenta y se aprueba el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. El cual fue ratificado en Costa Rica en el año 1991, mediante la ley 7223. Actualmente, la Oficina Técnica del Ozono trabaja para asegurar su cumplimiento en el país. (Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, s.f.)

Las sustancias agotadoras de que presentan una persistencia en la atmósfera de entre 100-400 años. Además de alterar el proceso natural de regeneración de capa de ozono estas sustancias contribuyen con el calentamiento global. Aspecto que se debe a que al igual que sustancias como el metano o el dióxido de carbono retienen y fijan el calor de la atmósfera (Cyril, 2015).

- **Dióxido de Carbono. (CO₂)**

El CO₂ es considerado como la referencia comparativa con respecto a los demás gases, aunque su efecto como gas invernadero es mucho menor que los demás. (Xu, Zaelke, Velders & Ramanathan, 2013).

La generación de dióxido de carbono antropogénico, se debe principalmente a la quema de carbón natural, así como cualquier otra fuente de combustibles fósiles para generar energía. Asimismo, este gas resulta producto de procesos industriales que involucran combustión y transporte de cualquier tipo (Environmental Protection Agency, 2016). De igual manera, el dióxido de carbono puede generarse por el uso de pesticidas, en procesos de producción de plásticos, industrias químicas y en la fabricación de aceite (Gevorkian, 2010).

2.1.1 Consecuencias globales del cambio climático y su efecto en Costa Rica

En el período comprendido entre el 2002-2011, las emisiones de dióxido de carbono provenientes de la industria del cemento y las quemas de combustibles fósiles superaron los 8.3GtC y los 9.5GtC para el año 2011. En la Figura 2.2, se aprecia la relación establecida entre la cantidad de dióxido de carbono liberado a la atmósfera, así como en la creciente disminución del nivel de acidez del agua en los océanos. Condición que está provocando una alteración en los ecosistemas vivientes, al igual que en las especies marinas que los habitan (IPCC, 2013).

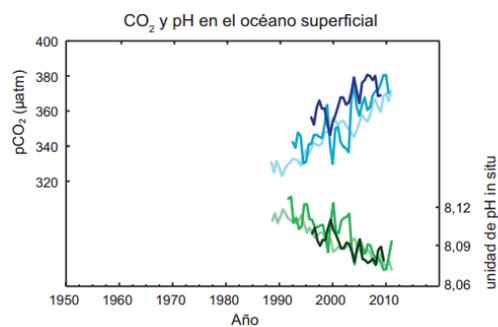


Figura 2.2. Relación de disminución del pH y el incremento de dióxido de carbono en la atmósfera.

Fuente: IPCC; 2013

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) (2013), estimó que los aumentos en temperatura presentados en las superficies de los mares en las últimas dos décadas, oscilaron entre los 0.65-1.06°C. Este incremento en las temperaturas ha provocado una disminución en el permafrost promoviendo un aumento en los niveles de agua de los océanos, originando alteraciones en los delicados ecosistemas marinos (Montzka, Dlugokencky & Butler, 2011).

Debido a su localización y topografía la región Centroamericana se caracteriza por presentar una alta vulnerabilidad a los cambios del clima. Las variaciones climáticas producidas en las últimas décadas, han provocado un incremento en la frecuencia e intensidad de: las inundaciones, tormentas tropicales, sequías, así como huracanes. Ocasionando grandes pérdidas económicas a los agricultores, así como pérdidas materiales a los habitantes de zonas afectadas. (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 2014) De acuerdo con la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático

(2008), es de esperarse que para el 2020 la escasez de agua y la cantidad e intensidad de los ciclones y tormentas tropicales se incremente significativamente. Asimismo, se espera la extinción de muchas especies animales por la pérdida o el cambio en las condiciones de sus hábitats naturales.

Costa Rica es cuna de uno de los mayores índices de biodiversidad por metro cuadrado en el mundo, aspecto que la vuelve más vulnerable a los cambios producto del calentamiento global. La ubicación geográfica de Costa Rica hace que este más expuesta a las consecuencias de las variaciones climáticas. En los últimos años Costa Rica ha reportado un incremento frecuencia de las sequías en el país. (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 2014) Debido a que, la contribución de los gases de efecto invernadero producto de las actividades de América Latina es baja, la cual constituye cerca del 4% y en el caso de Costa Rica esta alcanza el orden el 0.01%. Sin embargo, las zonas costeras de la región Centroamericana están expuestas al incremento en los nivel mar, relacionados al deshielo de los polos; condición que afectaría las viviendas ubicadas en estas zonas. (Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 2000) De igual manera, esta variación en el océano podría modificar el curso de las mareas, así como su intensidad. Aspectos que podría afectar a los sectores pesqueros.

2.2 Metodología para la Estimación de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero

Con el fin de asegurar el cumplimiento de las iniciativas acordadas por los países dentro del Protocolo de Kioto, diversos entes tanto gubernamentales como no gubernamentales produjeron una serie de iniciativas para contabilizar y reportar los GEI. Estos esfuerzos han permitido facilitar la cuantificación de las emisiones de GEI producto de las actividades normales de las empresas u organizaciones.

Actualmente, los inventarios de gases de efecto invernadero cuentan con enfoques y principios debidamente estandarizados mediante protocolos. Aspecto que ha permitido simplificar los procesos y abaratar los costos asociados a su preparación (Hidalgo, 2013). La información recolectada y documentada en estos inventarios contribuye a la definición de estrategias para la gestión y reducción de emisiones. Otorgando a las empresas la posibilidad de participar en programas obligatorios o voluntarios de reducción de emisiones de GEI (WRI & WBCSD, 2006).

En la actualidad, se cuenta con diversos protocolos que sirven como base para la estimación de los gases de efecto invernadero: Directrices para la Elaboración de Inventarios Nacionales del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (2006), The World Resource Institute (WRI), Green House Protocol, Green House Protocol, Bilan Carbone (Hidalgo, 2013).

Para Costa Rica, el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) es el ente encargado de la normativa respecto a los aspectos relativos al carbono neutralidad. Para lo cual se cuenta con las normas INTE 12-01-06:2016 la cual establece los lineamientos y requisitos para asegurar la C-Neutralidad. De igual manera, la norma basada en el protocolo establecido por el IPCC INTE/ISO-14064:2016, sirve de guía para la realización de inventarios de GEI.

Sin importar el protocolo implementado para realización del inventario de GEI, deberán incorporarse cualidades o principios como la transparencia, la consistencia, la precisión, la relevancia y la integridad. Estos principios le aportan al inventario una mayor credibilidad, trazabilidad, así como una representación imparcial y fidedigna de las emisiones de la organización (INTE 12-01-06:2016, 2016).

El programa país para la C-Neutralidad el cual presenta los lineamientos a seguir para asegurar la C-neutralidad en las organizaciones mediante la norma INTE 12-01-06:2016. En la cual se presentan todos los requerimientos técnicos con los que deberán contar los inventarios de GEI, así como cuantificación de las reducciones. La metodología para generar planes de reducciones y compensaciones. Asimismo, provee de una guía para permitir a las empresas confeccionar las declaratorias asociadas a procesos de certificación de la C-Neutralidad (INTE 12-01-06:2016, 2016).

El programa país define como emisiones de cuantificación obligatoria a aquellas que provengan de las actividades propias de la organización, las cuales se definen como emisiones directas o de alcance uno. De igual manera, exige la cuantificación de aquellas emisiones de GEI indirectas producto del consumo de energía eléctrica dentro de la organización, a las cuales se les conoce como emisiones indirectas o de alcance dos. La organización deberá asegurar su documentación y cuantificación, evitando cometer errores de doble contabilidad. Ahora bien, la norma INTE 12-01-06:2016 excluye la cuantificación de las emisiones de alcance tres. La excepción de las emisiones de otras indirectas, debe entre otras razones a la dificultad de cuantificación, así como la dificultad para ser

controladas dentro de los planes de reducción de GEI. Sin embargo, esta exclusión no es obligatoria, por lo que en caso de que la organización desee cuantificar sus emisiones provenientes de otras fuentes indirectas, podrá hacerlo. En todo caso deberá mantener procesos de documentación, cuantificación, reducción y compensación, tal como lo haría para las demás emisiones del inventario (INTE 12-01-06:2016, 2016). La Figura 2.3 muestra las fuentes de emisión asociadas a los diferentes alcances de la organización.

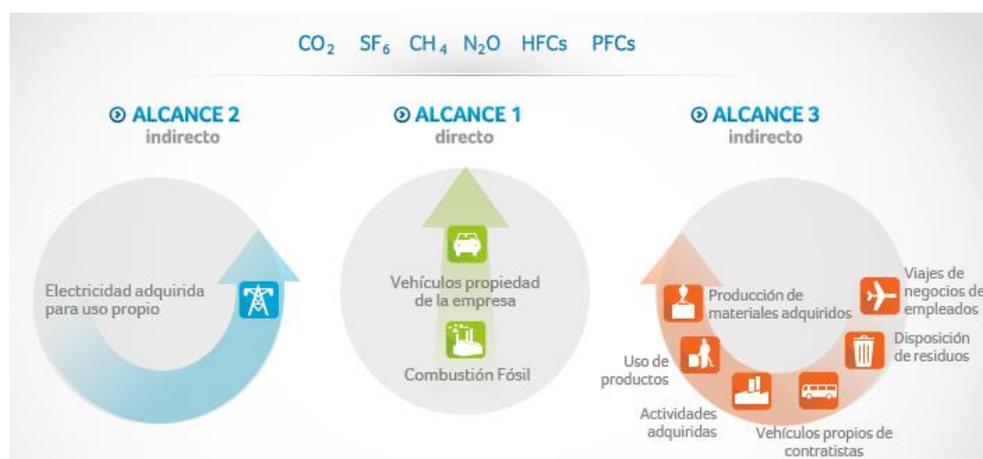


Figura 2.3 Fuentes de Emisión de acuerdo con su Alcance en la Organización.

Fuente: Pacífico Seguros, 2014.

La norma INTE/ISO 14064:2016 consta de tres documentos, los cuales sirven de guía para la cuantificación de los GEI. Asimismo, dicha norma provee una guía respecto a la presentación, seguimiento y validación de los resultados obtenidos dentro de los inventarios de gases de efecto invernadero.

La sección de la norma INTE/ISO 14064-01 explica los pasos que se deberán seguir para la gestión, diseño de los inventarios, cuantificación de las reducciones, así como el reporte de la cuantificación de los GEI. De igual manera, orienta en relación con la calidad del inventario, auditorías internas y responsabilidad en relación con las actividades de verificación (INTE/ISO 14064, 2016).

La sección de la norma INTE/ISO 14064-02 se enfoca en los procesos para dar seguimiento a proyectos cuyo enfoque sea primordialmente la reducción de GEI. Establecer los requisitos para la definición de las líneas base. El seguimiento y cómo deberán ser los informes de desempeño del proyecto (INTE/ISO 14064, 2016).

La sección de la norma INTE/ISO 14064-03 se enfoca en el detalle de los principios de verificación y validación de los inventarios de GEI. Siendo esta una guía para la

planificación de aquellos proyectos que requieran planificación para la verificación y validación (INTE/ISO 14064, 2016).

2.3 Plan de para la Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

2.3.1 Metodología para el desarrollo de un Plan para la Reducción de Gases de Efecto Invernadero.

El desarrollo de un plan para la reducción de emisiones, implica mucho más que la selección de medidas para la reducción. Es un compromiso en el que la mejora continua, tiene un papel fundamental. Es la complejidad de en su implementación, lo que provoca retos que deben ser superados para asegurar el éxito del programa. Tal como la son las limitaciones económicas, que en muchos casos impiden realizar las mejoras planteadas.

La implementación de un plan para las reducciones de GEI deberá ser desarrollado conforme a los lineamientos establecidos en la norma INTE 12-01-06:2016. Norma que establece los requerimientos básicos que deberá tener un plan de reducciones asegurando su validez y confiabilidad. Asimismo, la norma ISO INTE 14064-02, provee una guía de los pasos que deberán efectuarse para reducir las emisiones de GEI mediante un proyecto ambiental.

El uso de las normas de la Organización Internacional de Estandarización (ISO), en el desarrollo de un plan de reducción, puede contribuir a facilitar el control y seguimiento de las metas de reducción definidas por la organización. Además, aporta una mayor seguridad en la calidad de la información generada (INTE 12-01-06:2016).

La norma ISO 14001:2015, define la puesta en marcha de un plan de gestión como un ciclo continuo de valoración y mejora. La Figura 2.4 muestra el ciclo continuo de mejora continua necesaria para la puesta en marcha de los planes de gestión y su relación con las demás intenciones de la organización mediante el uso de cuatro fases: Planeamiento, Implementación, Evaluación y Mejora. Lo que implica, la calidad del proceso requerirá un compromiso de la organización.

El Proceso de Planeamiento, es una de las fases de mayor trascendencia, ya que es en esta parte, se identifican las oportunidades de mejora con las que cuenta la organización. De igual manera, es en este punto en el que la empresa deberá definir los alcances que el proyecto tendrá. Por tanto, se deberán establecerse objetivos y las metas. Asimismo, será

necesario definir indicadores de desempeño. Así como, destinar los recursos y responsables de dar continuidad y seguimiento a la implementación de las mejoras. De manera que, será necesario definir un año base, el cual será el punto de partida (ISO 14001:2015).

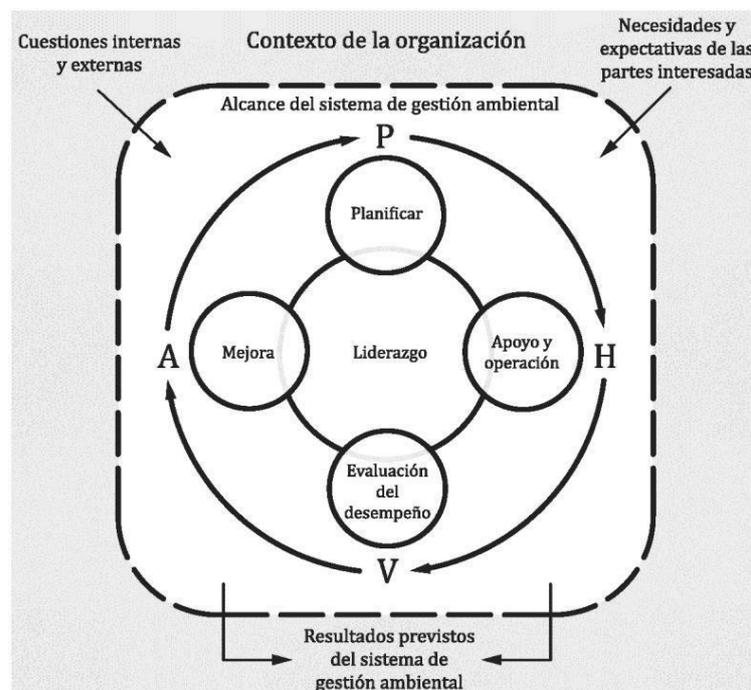


Figura 2.4. Diagrama para el desarrollo de un plan de reducción de emisiones de GEI

Fuente: ISO 14001:2015

El proceso de implementación, deberá asegurar la continuidad en la puesta en marcha de las mejoras propuestas de la manera que había sido planteado. En la implementación de un plan de reducciones, es indispensable cuantificar las reducciones de GEI asociadas (ISO INTE 14064-02). En este punto, es importante que todas las instancias y personas que formen parte de la organización conozcan respecto a la ejecución del plan y como ellas pueden contribuir con su desarrollo. Por lo tanto, la comunicación y divulgación de la información son esenciales (ISO 14001:2015).

El Proceso de Evaluación, es un proceso periódico. En esta fase la evaluación de los indicadores de desempeño, permitirá determinar el avance del plan en torno a los objetivos y metas fijadas (ISO 14001:2015).

El proceso de mejora, permite modificar los procesos que no resultaron como se había establecido. Asimismo, permite optimizar y actualizar metodologías, de manera que la implementación de mejoras resulte más eficiente (ISO 14001:2015). Este tipo de evaluación no resulta necesaria en proyectos para la reducción, dado que, estos presentan plazos definidos de inicio y termino (ISO INTE 14064-02).

La norma INTE 12-01-06:2016, menciona respecto al desarrollo de planes de gestión para las reducciones de los GEI. Los mismos deberán contar con el apoyo de las altas direcciones. Las estrategias adoptadas deberán ser definidas considerando las metas, acciones, metodología a seguir, indicadores de desempeño, de manera que pueda asegurarse el cumplimiento de las reducciones de GEI establecidas en el plazo indicado. De igual manera, el plan deberá ser valorado y actualizado al menos una vez en un periodo no mayor a los 12 meses. (INTE 12-01-06:2016, 2016)

2.1.2 Estrategias Implementadas para la Reducción de Emisiones de GEI en Organizaciones Financieras.

Muchos organismos bancarios han buscado disminuir el impacto de sus actividades ante el medio ambiente. Algunos por imagen, otros han sido obligados por las diversas normativas adoptadas por los países en materia ambiental. Diversas organizaciones han implementado mecanismos distintos para mejorar ambientalmente sus actividades. Algunos entes bancarios han modificado la estructura de sus procesos, de manera que se requiera el menor uso de recursos naturales. De igual manera, otros han implementado normas ambientales en sus procesos, así como certificaciones ambientales para los edificios como la certificación LEED (Sandoval, 2011).

Ejemplo de esto es el caso Banco de América, el cual como parte de las metas definidas para el Banco estuvo la de realizar inversiones para reducir las emisiones de GEI asociadas a sus actividades. Dentro de las acciones realizadas por este banco estuvo la realización de un plan para la reducción de papel, electricidad, agua, así como un plan para la gestión de los residuos sólidos. De igual forma algunas de las mejoras fueron: instalación de sensores de movimiento en baños, salas, oficinas, así como la colocación de irrigadores con sensor para el ahorro de agua. Se incorporó dentro del edificio luminarias tipo LED y se realizaron cambios en las computadoras para ahorrar energía. Asimismo, se otorgaron

incentivos a las personas que cambiaran sus autos por otros más amigables con el ambiente. (Bank of America, 2012)

De igual manera, la empresa COOPEANDE realizó cambios en la estructura interna de sus actividades para reducir sus emisiones de GEI. Para lo cual realizaron modificaciones internas dentro del edificio para cumplir con los estándares definidos por la certificación LEED (“Leadership in Energy and Environmental Design”) la cual se encuentra basado en cuatro ejes estratégicos: eficiencia del agua, materiales, energía, salud y experiencia humana. Ejes que presentan un enfoque ambiental completo. Por lo que permite con su implementación la realización de un edificio “amigable al medio ambiente” (U.S. Green Building Council, 2017) De igual manera, se hicieron cambios tecnológicos como la colocación de bombillas LED, la capacitación del personal en temas de ahorro energético y uso de adecuado el agua. Además, realizaron mejoras en el edificio para aprovechar la luz natural. (COOPEANDE, 2016)

2.4 Parámetros financieros para la valoración de proyectos

La finalidad en la realización de una valoración financiera de un plan de inversión, es determinar la conveniencia o inconveniencia en el empleo de recursos económicos en el desarrollo de un proyecto (Duarte; Jiménez, Arias, Ruíz & Tibana, 2007).

Según Manotas y Toro (2009) existen tres metodologías para la valoración de proyectos de inversión económica. Los métodos basados en el retorno esperado, métodos basados en el riesgo de exposición de un proyecto y los métodos de valoración que toman en consideración tanto el riesgo asociado como la tasa de retorno esperada.

Cada modelo de valoración de proyectos tiene características que han sido modificadas para reflejar mejor la realidad de las condiciones particulares que definen los proyectos de inversión. Sin embargo, todos se valen de los mismos indicadores tanto económicos como financieros, para proyectar la existencia de rentabilidad en un proyecto de inversión (Hisham, 2003).

Los indicadores económicos se centran en el uso de precios reales conforme al desarrollo económico de un país. Por el contrario, los indicadores financieros de inversión utilizan los precios de mercado importantes en el proceso de la toma de decisiones (Correa, 2016). Ahora bien, en lo que respecta a la valoración financiera de un proyecto de inversión los indicadores financieros más importantes en el proceso de la toma de decisiones son el

valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), el índice de rentabilidad y el período de recuperación descontado (Pérez, Cruz, Quirós & Salas, 2012).

2.4.1 Valor Actual Neto:

El valor presente neto se refiere a la diferencia existente entre el costo del proyecto de inversión y la ganancia del mismo. Para lo cual se define una tasa de descuento considerada la rentabilidad mínima aceptable para sopesar si se llevará a cabo la inversión (Correa, 2016). Un VAN positivo indica que el proyecto es rentable y puede ser llevado a cabo. Sin embargo, un VAN negativo implica que el proyecto no genera ganancia por lo que no debe llevarse a cabo (Pérez et al, 2012).

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^n} = -I_o + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

F_t = flujos de caja proyectados para cada periodo.

I_o = inversión inicial del proyecto de inversión.

n = cantidad de períodos de tiempo.

2.4.2. Tasa Interna de Retorno:

La tasa interna de retorno, permite medir y comparar la rentabilidad intrínseca de un proyecto de inversión. Define la tasa de rendimiento en la cual se devuelve la totalidad de la inversión efectuada sin pérdidas ni ganancias (Kendrick, 2015). Es posible interpretar la TIR como la tasa de mayor rendimiento producida ante flujos de efectivo definidos. Este indicador depende de la cuantía y de la duración de los flujos de efectivo proyectados (Pérez et al, 2012). Flujos en los cuales se utiliza una tasa de descuento (k), la cual representa el porcentaje de rentabilidad mínima aceptable, para valorar si el proyecto deberá llevarse a cabo. Generalmente, se utilizan en este respecto los porcentajes de rentabilidad de bonos de inversión o tasas de interés en cuentas de ahorro a plazo en bancos (Correa, 2016).

La estimación de la tasa interna de retorno no cuenta con un enfoque matemático específico para su estimación, sino más bien se estima mediante la prueba y el error. (Kendrick, 2015) El cálculo de la TIR inicial se hace basado en la proyección de la corriente

futura de cobros y pagos de manera que estos generen un valor actual neto igual a cero, la Ecuación 2 permite la estimación de la TIR (Correa, 2016):

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

F_t = flujos de caja proyectados para cada periodo.

I_0 = inversión inicial del proyecto de inversión.

n = cantidad de períodos de tiempo.

El análisis de la tasa interna de retorno se hace conforme con la relación entre el valor resultante tasa de descuento, por lo tanto, se presentaría alguno de estos casos (Correa, 2016):

- $TIR > k$, implica que la tasa de rendimiento del proyecto de inversión es mayor a la tasa de descuento, por lo que el proyecto genera ganancias.
- $TIR < k$, implica que la rentabilidad mínima del proyecto no alcanza la mínima rentabilidad requerida en la inversión.
- $TIR = 0$, implica que no representa una ganancia o pérdida de la rentabilidad de la inversión.

2.4.3. Índice de Rentabilidad

El índice de rentabilidad (IR) es una variante del indicador económico valor actual neto. En el cual se toman los valores de los valores del VAN obtenidos para el proyecto de inversión y se dividen entre la inversión de capital realizada inicialmente (Mascareñas, 2008). El cual es puede ser calculado con la Ecuación 3.

$$IR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}}{I_0} > 1 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

IR = índice de rentabilidad de proyecto de inversión.

I_0 = inversión inicial del proyecto.

F_t = Flujos de caja proyectados para el año t

k = tasa interna de descuento.

Un proyecto es considerado rentable si el índice de rentabilidad supera una unidad ($IR > 1$). Esto se debe a que el flujo de efectivo para el proyecto resulta ser mayor que la inversión inicial que debe hacerse para poner en marcha el proyecto. (Mascareñas, 2008)

2.4.4. Período de recuperación descontado

Periodo de recuperación descontado, permite conocer la cantidad de tiempo necesario para recuperar una inversión. Este indicador resulta de mucha ayuda cuando lo que interesa es reducir la exposición del riesgo en la implementación de un proyecto. La estimación del período de recuperación descontada considera la sumatoria de los flujos de caja proyectados de todos los periodos hasta que esta iguale el costo del capital del proyecto. Tal como se muestra en la Ecuación 4 (Briozzo, Pesce & Villareal, 2011):

$$PR_d = \frac{I_0}{\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

PR_d = período de recuperación descontado.

I_0 = inversión inicial del proyecto.

F_t = Flujos de caja proyectados para el año t

k = tasa interna de descuento.

3. Marco Metodológico

3.1. Inventario de Gases de Efecto Invernadero

3.1.1 Ubicación Temporal y Espacial

La cuantificación del inventario de gases de efecto invernadero, se realizó para la totalidad de las instalaciones en el edificio principal del Banco Central de Costa Rica. El mismo se encuentra ubicado entre las avenidas Central y Primera, calles 2 y 4, San José, Costa Rica. En la figura 3.1 se muestra la ubicación geográfica del Banco Central en la provincia de San José.

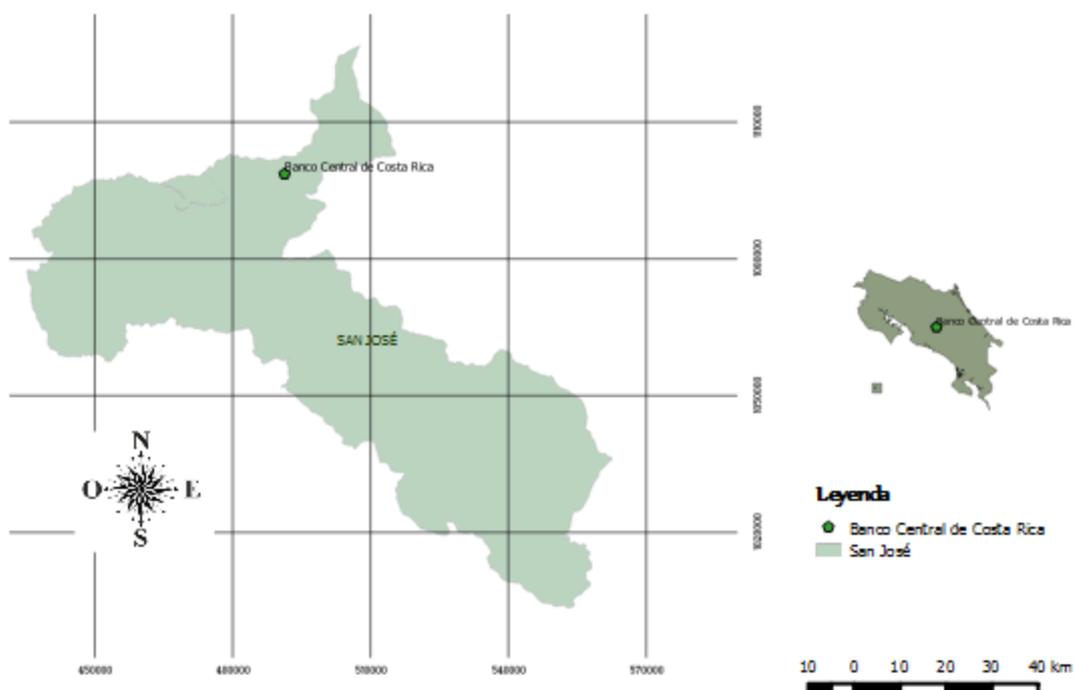


Figura 3.1. Ubicación Geográfica del Banco Central de Costa Rica.

El edificio principal cuenta con una extensión de 22000 m² los cuales se distribuyen en nueve pisos, un área de parqueos y un sótano. El Banco Central de Costa Rica contaba en el 2015 con 725 personas colaboradores fijos, además de una cantidad variable de estudiantes que acuden al BCCR para realizar su práctica profesional. De igual manera, acuden durante el mes otras personas a realizar labores de mantenimiento del edificio. Así como otras personas quienes son invitadas a actividades particulares del Banco Central o solicitan la emisión de los certificados de firma digital. Aspectos que provocan que la población del BCCR resulte fluctuante durante el día, así como los fines de semana. En el año 2015, el

promedio mensual de personas que visitaron por diversas razones el BCCR fue de 16666 personas. En el Apéndice 2, se puede apreciar en detalle la cantidad de personas que visitaron mensualmente las instalaciones principales del Banco Central de Costa Rica durante el año 2015.

El inventario de gases de efecto invernadero fue realizado para el año de trabajo 2015.

3.1.2. Identificación de fuentes de GEI

Se revisaron los procesos asociados a las actividades del Banco Central, los cuales se encuentran debidamente documentados. A partir de esto, se realizó un cuestionario guía el cual se aplicó a las personas encargadas del mantenimiento del edificio y proveeduría. Con el fin de verificar los datos aportados, se efectuaron visitas a las instalaciones del edificio principal del Banco Central. En el Apéndice 10 se muestra una copia de la estructura del cuestionario aplicado a los encargados.

3.1.3. Metodología para la cuantificación

En el proceso de cuantificación de los gases de efecto invernadero se utilizó la metodología definida en la norma ISO/INTE 14064-01 (2016). El método para la estimación de las emisiones del dióxido de carbono se encuentra basado en el tipo de fuente generadora de emisión. La Ecuación 5 presenta el cálculo utilizado para este caso.

$$\text{ton } CO_2 = \sum A * Fe^1 \text{ (Ecuación 5)}$$

Donde:

CO₂ = dióxido de carbono.

A = datos de la actividad.

Fe = factor de emisión asociado².

Existen fuentes de emisión que emanan gases de efecto invernadero diferentes al dióxido de carbono. Por lo que resulta necesario reestructurar la ecuación para la cuantificación de las emisiones, considerando ahora el potencial de calentamiento de cada uno de los gases de efecto invernadero asociados a la fuente de emisión. Tal como se muestra en la Ecuación 6:

1 IPCC (2006)

2 Factores de emisión provenientes del Instituto Meteorológico Nacional.
<http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/factores-de-emision>

$$\text{ton (CO}_2\text{e)}^3 = \sum A * Fe * PCG^4 \text{ (Ecuación 6)}$$

Donde:

CO₂e = dióxido de carbono equivalente.

A = datos de la actividad.

Fe = factor de emisión asociado.

PCG = potencial de calentamiento global.

En el caso particular de los viajes en avión la estimación de las emisiones de GEI producidas por este rubro fueron cuantificadas mediante el uso de la calculadora denominada: “Carbon emission calculator”, provista por el Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO) utilizando como bases para el cálculo los destinos especificados en el Apéndice 3.

En el link: <http://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx> el cual re direcciona a la página oficial de la ICAO donde se encuentra la calculadora utilizada para la cuantificación de las emisiones producto de los viajes en avión.

3.1.4. Factores de emisión de GEI utilizados

Conforme lo establecido en la norma INTE ISO 14064-01 (2016) se utilizaron los factores de emisión definidos por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) (Instituto Meteorológico Nacional, 2016). En el Anexo 1, se enuncian los factores de emisión actualizados para el año 2015

3.1.5. Estimación de las incertidumbres asociadas

La aproximación de las incertidumbres asociadas a la estimación se calculó conforme lo establecido por el IPCC (2006) en la sección de incertidumbres. Para la estimación se utilizó el método 2: Simulación de Monte Carlo. Las incertidumbres asociadas a los factores de emisión fueron proporcionadas por el Instituto Meteorológico Nacional. (Instituto Meteorológico Nacional, 2016) De igual manera, las incertidumbres asociadas al combustible fósiles fueron tomadas de Decreto N° 26425-MEIC.

3 Implica que una molécula de CO₂e es equivalente a una molécula de CO₂
4 IPCC (2006)

3.2. Plan para la Reducción de Emisiones

Mediante la búsqueda y revisión bibliográfica se definieron las alternativas técnicas más adecuadas para reducir la mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero al ambiente. Así mismo, se aproximaron teóricamente las reducciones para las fuentes de alcance uno y dos esto debido a la facilidad de control e implementación de mejoras. Así como el ahorro económico asociado a cada uno, con los precios proporcionados por las empresas encargadas de brindar el servicio.

3.2.1 Implementación de las Medidas de Reducción de GEI

Se establecieron tres períodos de tiempo para la implementación de las medidas para la reducción de GEI. Se consideró en este punto el peso de la medida en la disminución de las emisiones de GEI, los recursos necesarios, así como la dificultad de implementación. La estimación de las toneladas de CO_{2e} reducidas con la implementación de las opciones de mejora, fueron estimadas con ayuda de los manuales técnicos del fabricante de los equipos o productos. Así como, especificaciones técnicas provistas por los distribuidores y fabricantes, así como proyectos de arquitectura sostenible. De igual manera, los ahorros asociados a la implementación de las medidas de reducción de GEI, se estimaron con ayuda de los valores actuales de los combustibles fósiles aportados por RECOPE, así como el costo actual de los kWh establecido por la CNFL.

3.3 Parámetros Económicos en Inversión

3.3.1 Selección de las fuentes de emisión con mayor potencial de reducción

Se realizó el diagrama de Pareto con el fin de seleccionar aquellas fuentes de emisión en las cuales la implementación de las opciones de mejora presentaría un impacto más significativo. Se utilizaron las toneladas de GEI que se disminuirían posterior a la ejecución de las opciones propuestas para este cálculo. La estimación de las toneladas de CO_{2e} reducidas luego de implementar las opciones de mejora, fueron estimadas con ayuda de los manuales técnicos del fabricante de los equipos o productos. Así como, especificaciones técnicas provistas por los distribuidores y fabricantes. Para la realización del diagrama de Pareto se utilizó el programa Minitab.

3.3.2 Flujos de Caja Proyectados

Los ahorros de mantenimiento y combustible producto de la implementación de las opciones de mejora fueron estimados mediante la diferencia entre el costo del mantenimiento

actual de los equipos con respecto al costo de mantenimiento reportado por los talleres de servicio autorizados para brindar este tipo de servicio.

3.3.3 Valor Actual Neto

La estimación del valor actual neto se desarrolló con los flujos de caja proyectados de un periodo no mayor a cinco años. El VAN fue calculado con una tasa de descuento del 5.5%⁵. Se hizo uso de la Ecuación 1 presente en la sección 2.4.1.

3.3.4 Tasa Interna de Retorno

La estimación de la tasa interna de retorno se desarrolló con los flujos de caja proyectados de un periodo no mayor a cinco años. La TIR se calculó con la Ecuación 2 la sección 2.4.2.

3.3.5 Período de Recuperación Descontado

El cálculo del período de recuperación descontado se llevó a cabo mediante el uso de la siguiente Ecuación 3 presentada en la sección 2.4.3.

3.4. Metodología para el Seguimiento de los GEI.

La metodología para el seguimiento en la cuantificación de los GEI está basada en la norma ISO-INTE 12-01-06:2016. Además, se realizará de acuerdo a las especificaciones de establecidas en la norma ISO-INTE 14064-01.

⁵ 5.5% representa la tasa de interés asociada a la inversión de dinero en bonos de Hacienda al año 2015.

4. Discusión y resultados

4.1 Inventario de gases de efecto invernadero

Los resultados de la cuantificación del inventario de gases de efecto invernadero corresponden al período de gestión del Banco Central para el año 2015. Año que resulta ser base, debido a que no se contaba con un inventario de gases de efecto invernadero previo.

4.1.1 Identificación de las Fuentes de Emisión.

Se consideraron para la cuantificación de los gases de efecto invernadero las emisiones provenientes de las fuentes de emisión presentes en el edificio central del Banco Central de Costa Rica. El Cuadro 4.1 muestra las fuentes de emisión que fueron cuantificadas en el inventario de GEI para el edificio principal del BCCR.

Cuadro 4.1. Fuente de Emisión Identificadas cuantificadas en el Inventario de GEI.

<i>Tipo</i>	<i>Fuente de Emisión</i>
Directas (Alcance uno)	Planta eléctrica de emergencia.
	Sistema contra incendios.
	Flota vehicular.
	Extintores.
	Unidades de Aire Acondicionados de R-22a
	Unidades de Aires Acondicionados de R410a
	Aceites y Lubricantes de la Planta Eléctrica.
	Aceites y Lubricantes del Sistema contra Incendios.
Indirecta (Alcance dos)	Consumo de energía eléctrica.
Otras indirectas	Viajes aéreos.
	Gestión de residuos sólidos.
	Tratamiento de aguas residuales.
	Servicio de Transporte por Taxis

4.1.2 Características de las Fuentes de Emisión:

Se detallan a continuación las características más relevantes relacionadas a las diferentes fuentes de emisión identificadas en el edificio principal del Banco Central.

- *Planta Eléctrica de Emergencia:* Consiste en una planta para la generación de energía eléctrica mediante el uso de diésel. La misma es de marca Mitsuhi Electric de 515kba. La misma permite al BCCR contar con 8 horas de energía eléctrica.
- *Sistema contra Incendios:* Consiste en un sistema automatizado, el cual cuenta con sensores de humo, sensores térmicos de temperatura fija, los cuales se encuentran distribuidos por todo el edificio. De igual manera cuenta con una planta eléctrica accionada con diésel la cual se acciona en caso de un incendio para bombear agua mediante tuberías a los diferentes sectores del edificio. El agua es bombeada mediante aspersores ubicados en las diferentes oficinas y pisos del inmueble.
- *Flota vehicular:* El Banco Central cuenta con catorce vehículos de los cuales uno se encuentra en préstamo al Ministerio de Hacienda. De los trece restantes once son de uso administrativo para el transporte de bienes y personal y los dos restantes son de uso discrecional de la Junta Directiva del Banco Central. La información relativa a las marcas modelos puede ser consultada en el Apéndice 4.
- *Unidades de Aires Acondicionados:*
El Banco Central cuenta un sistema de enfriamiento de Precisión de la marca Liebert. Se cuenta con 2 sistemas de refrigeración VRV Multislip colocados en el piso 3 y 5 los cuales funcionan con el refrigerante R410a. De igual manera, cuenta con múltiples unidades slip las cuales utilizan como gas de refrigeración el R22a.
- *Extintores:* El Banco Central cuenta con 57 extintores de dióxido de carbono distribuidos por el todo el edificio del Banco Central. De los cuales 43 corresponden a extintores de 10 libras, 8 de 5 libras, 4 de 15 libras y 2 de 20 libras.
- *Consumo de energía eléctrica:* El servicio de energía eléctrica es suministrado por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). El Banco Central, actualmente sólo cuenta con un medidor para la medida del consumo eléctrico del edificio principal.

- *Generación de Aguas Residuales:* Las aguas residuales producidas por las actividades propias del Banco Central, son de tipo ordinario. Las cuales son dispuestas al alcantarillado municipal de San José.
- *Servicio de Transporte por Taxis:* El servicio de taxis es brindado por las empresas Taxis Guaría y Alfaro. Los cuales realizan traslados dentro del Área Metropolitana a funcionarios para reuniones, actividades y demás. El pago de los servicios se realiza por cantidad de kilómetros recorridos. A lo cual la empresa emite facturas con los montos y fechas de los servicios.
- *Gestión de los Residuos Sólidos:* Actualmente, el Banco Central no cuenta con un programa de gestión para los residuos sólidos. Sin embargo, se cuenta con baterías de reciclaje ubicadas en la zona de parqueo y en el salón comedor. Las cuales por diversas razones no son utilizadas adecuadamente, por lo que los residuos producidos dentro de las instalaciones son gestionados en su totalidad por la Municipalidad de San José.

4.1.3 Incertidumbres de Datos de las Fuentes de Emisión

El Cuadro 4.2. muestra la estimación de las incertidumbres asociadas a los registros de consumo para una de una de las fuentes de emisión identificadas. En el Apéndice 5, se detallan las incertidumbres a las demás fuentes de emisión.

Cuadro 4.2. Estimación de las Incertidumbres para los datos de la actividad.

Fuente de Emisión	Gas de Efecto Invernadero	Emisiones de GEI (kg)	Incertidumbre asociada al factor de emisión (%)		Incertidumbre del equipo (%)		Incertidumbre Combinada (%)		Contribución a la varianza del año 2015
			-	+			-	+	
			Diésel de la planta eléctrica	CO ₂	6817,32	3.12	3.19	5	
CH ₄	6,68	71		191	5	5	71.18	191.06	0.0000
NO ₂	19,75	71		191	5	5	71.18	19.06	0.0001

La Incertidumbre de los datos de la actividad constituye el 2% del total de las emisiones de GEI liberadas para el año 2015. Por lo que se puede asegurar la materialidad del Inventario de GEI realizado. Sin embargo, la incertidumbre podría mejorarse reduciendo el nivel de incertidumbre de los datos asociados a los equipos generadores de la incertidumbre. Tal es el caso de los tanques de almacenaje de combustible, los cuales presentan una incertidumbre en la medición del 5% sobre el total de su contenido.

4.1.4 Cuantificación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero

La cuantificación de los gases de efecto invernadero para las fuentes de emisión identificadas, se detalla en el Cuadro 4.3 en el cual se muestran la generación de GEI para cada una de las fuentes de emisión identificadas.

Algunas fuentes de emisión de GEI debieron ser excluidas de la cuantificación final en el inventario de GEI. El Cuadro 4.3. muestra las fuentes de emisión que fueron excluidas de la cuantificación del inventario para el año 2015. Aspecto que se debió a la carencia de información permitiera ser utilizada para alimentar la información del inventario. Así como, la ausencia de registros de consumo asociados a algunas de las fuentes de emisión excluidas.

Cuadro 4.3. Exclusiones del Inventario de GEI

Fuente de Emisión	Tipo de Fuente	Razón de Exclusión
Unidades de aires acondicionados de R-410a	Alcance uno	No se contaba con registros de recargas.
Unidades de aires acondicionados de R-410a	Alcance uno	No se contaba con registros de recargas.
Aceites y Lubricantes del Sistema contra Incendios.	Alcance uno	No existían registros de gasto de aceite.
Servicio de Transporte por Taxis	Alcance tres	Información no era ajustable al inventario.

Cuadro 4.4. Inventario de Gases de Efecto Invernadero para el Banco Central de Costa Rica en el período 2015.

<i>Tipo de Fuente de Emisión</i>	<i>Fuente de Emisión</i>	<i>Unidad de Medida</i>	<i>Valor de Consumo</i>	<i>Gas de Efecto Invernadero</i>	<i>Ton de CO_{2e} por gas</i>	<i>Ton de CO_{2e} por fuente de emisión</i>
Directas	Recarga de extintores de CO ₂	kg	258.55	CO ₂	0.26	0.2585
	Diésel de la planta eléctrica	Litros	2609	CO ₂	6.81	6.84
				CH ₄	0.007	
				NO ₂	0.020	
	Lubricantes y aceites de la planta eléctrica	Litros	180	CO ₂	0.092	0.0918
	Diésel del sistema contra incendios	Litros	1113	CO ₂	2.91	2.96
				CH ₄	0.009	
				NO ₂	0.008	
	Diésel de la flota vehicular	Litros	1135	CO ₂	2.97	3.025
				CH ₄	0.004	
				NO ₂	0.054	
	Gasolina de la flota vehicular	Litros	6839.2	CO ₂	15.26	15.99
				CH ₄	0.130	
NO ₂				0.6		
Indirectas	Consumo energía eléctrica	kWh	2164610	CO ₂	82.47	82.47
Otras Indirectas	Viajes en avión	Kilómetros	188837	CO ₂	1.4 9	151.49
	Residuos sólidos	kg de residuos	20922.3	CH ₄	0.37	0.37
	Aguas Residuales	Persona/año	19926	CH ₄	0.03	0.03

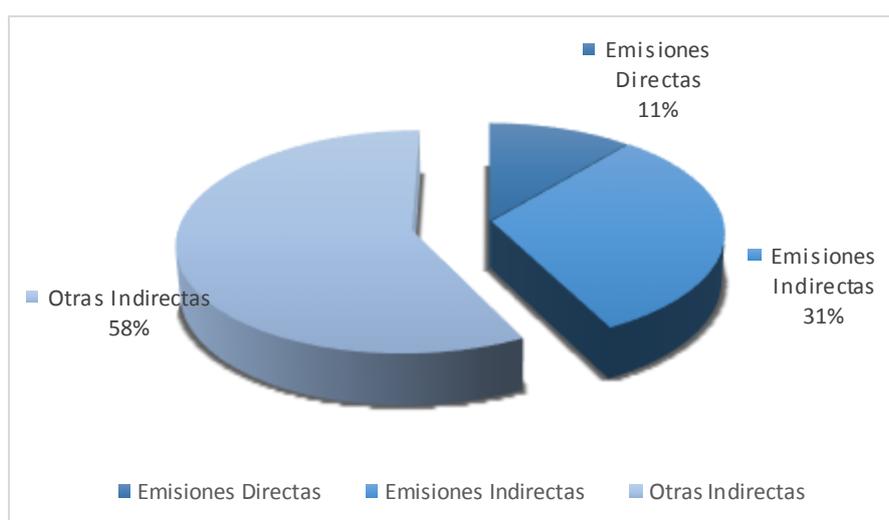
Las emisiones de gases de efecto invernadero en el edificio principal del Banco Central de Costa Rica para el año 2015 resultaron ser de 263.5 toneladas de CO_{2e}.

Cuadro 4.5. Emisiones de GEI por tipo de Fuente de Emisión de GEI.

Clasificación de las Fuentes de Emisión	CO _{2e} emitido (ton)
Directas (Alcance 1)	29.15
Indirectas (Alcance 2)	82.47
Otras Indirectas (Alcance 3)	151.88

Las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de otras fuentes indirectas constituyen el mayor aporte dentro del inventario. Las cuales tal como se detalla en el Cuadro 4.5, constituyen 151.88 ton de CO_{2e} lo que representa el 58% del total de las emisiones de GEI producidas por el Banco Central. Sin embargo, las emisiones de GEI indirectas provenientes del consumo eléctrico constituyen igualmente un aporte significativo en la generación de GEI. Generando estas 82.47 ton de CO_{2e} lo que equivale al 31% de la totalidad de emisiones de GEI producto de las actividades del BCCR, tal como se aprecia en el Gráfico 4.1. De igual manera, las emisiones de GEI producto de los alcances uno y dos, los cuales son de cumplimiento obligatorio para el programa país, liberan 111.62 ton de CO_{2e} lo que constituyen sólo el 42% de la totalidad del inventario. De los cuales el consumo de energía eléctrica, el cual corresponde al alcance dos representa el 74% de estas emisiones de GEI.

Gráfico 4.1. Distribución porcentual de las emisiones de GEI por alcances.



Las emisiones producto de los viajes en avión constituye la mayor fuente de generación de emisiones de GEI dentro del inventario la cual genera 151.49 ton de CO_{2e} lo que corresponde el 57.5% de la totalidad de las emisiones de GEI generadas. Esta fuente de emisión resulta producto de los viajes al exterior realizados por los colaboradores con el propósito de participar en congresos, así como capacitaciones internacionales. Aspecto que resulta normal y es propio de las entidades bancarias.

Asimismo, el consumo de energía eléctrica resulta el segundo aporte más importantes en el proceso de generación de servicios en el Banco Central de Costa Rica el cual constituye el 31.3% lo que equivale a 82.47 ton de CO_{2e}. Del mismo modo, el consumo de gasolina de la flota vehicular produce 16 ton de CO_{2e} representando esto el 6% del total del inventario, producto de los vehículos de combustión interna que utilizan gasolina como combustible. Cabe destacar, a pesar de que el consumo de gasolina en la flota vehicular no se constituye un aporte tan sobresaliente en el inventario de GEI es una fuente de emisión de alto interés. Esto se debe, al uso intensivo que tiene el BCCR de los vehículos de combustión interna para el transporte de los funcionarios del Banco Central alrededor del país. De igual manera, en el Cuadro 4.6 se pueden apreciar las demás fuentes de emisión y sus contribuciones al inventario de GEI.

Cuadro 4.6. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Fuente de Emisión de GEI.

Fuente de Emisión de GEI	Emisiones de CO _{2e} (ton)	Contribución al Inventario de GEI (%)
Recarga de extintores de CO ₂	0.26	0.01
Diésel de la Planta eléctrica	6.84	2.6
Lubricantes y aceites de la planta eléctrica	0.918	0.04
Diésel del sistema contra incendios	2.96	1.11
Aceites y Lubricantes del sistema contra incendios	0.143	0.005
Gasolina de la flota vehicular	15.99	6.07
Diésel de la flota vehicular	3.02	1.15
Consumo eléctrico	82.47	31.3
Viajes en avión	151.49	57.5
Residuos Sólidos	0.25	0.01
Aguas Residuales	0.37	0.14

El edificio cuenta con una plataforma para el traslado y respaldo de las transacciones financieras efectuadas por medio del sistema electrónico de pago del SINPE MOVIL. Este sistema presenta un uso intensivo de sistemas de información. Aspecto que requiere para su óptimo funcionamiento de una serie de equipos de enfriamiento asociados a este tipo de recursos informáticos. De igual manera, se realizó la instalación masiva de aires acondicionados en los pisos 3, 6 y 9 del edificio principal. Aspectos que contribuyen en el alto consumo eléctrico del edificio del Banco Central. En el Gráfico 4.2, se aprecia el consumo eléctrico del edificio principal para el año 2015. El detalle del consumo eléctrico del edificio del Banco Central se encuentra detallado en el Apéndice 1 al final de este documento.

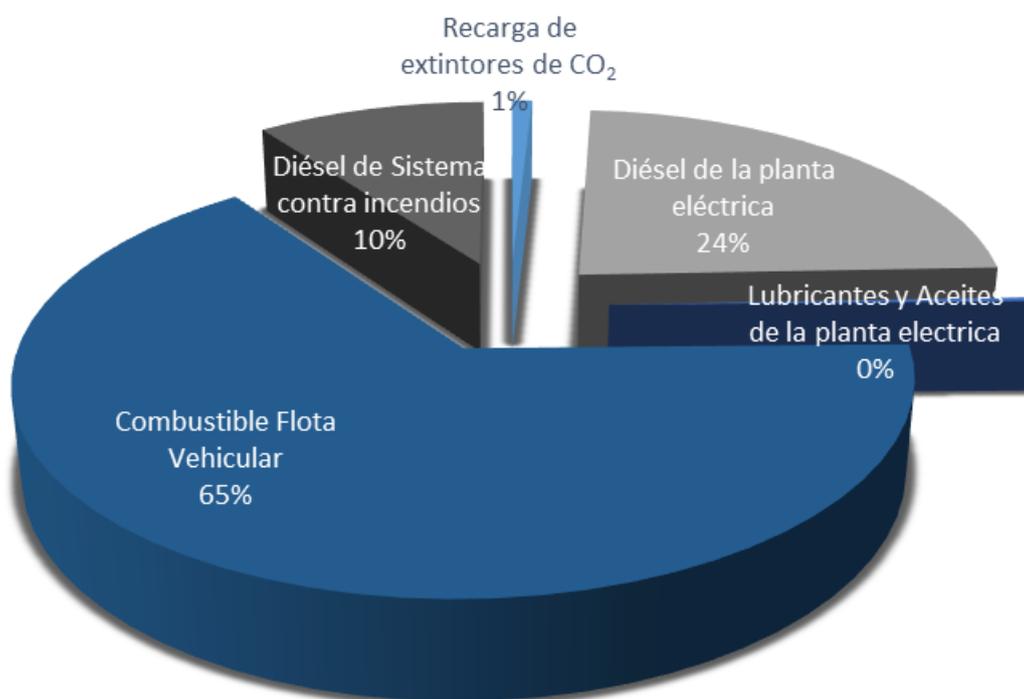
Gráfico 4.2. Consumo eléctrico mensual del BCCR durante el año 2015.



Tal como se aprecia en el Gráfico 4.2, el consumo eléctrico para las instalaciones del BCCR durante el año 2015 se mantiene relativamente constante, sin presentar fluctuaciones importantes, como las esperadas por la instalación de aires acondicionados. El montaje de los sistemas de acondicionamiento ambiental no se refleja dentro en la factura eléctrica para el año 2015, debido a que su instalación se realizó a finales de ese año en época lluviosa.

Asimismo, la constancia en el consumo puede explicarse debido a que los procesos del Banco Central no presentaron ningún tipo de alteración o modificación importante en tanto en equipos, como en funciones durante el año del inventario de GEI. De igual manera, la cantidad de funcionarios del Banco no sufrió variaciones importantes durante ese año.

Gráfico 4.3. Distribución porcentual de las fuentes de emisión de alcance directo



Las emisiones que provienen de fuentes de alcance directo del Banco representan el 11% de la totalidad de las emisiones de GEI del inventario. Donde el consumo de combustibles de la flota vehicular interna del Banco Central constituye el rubro de mayor aporte. En el Gráfico 4.3 se muestra como el consumo de combustibles de flota vehicular representa el 65% de las emisiones de GEI generadas por fuentes de emisión directas.

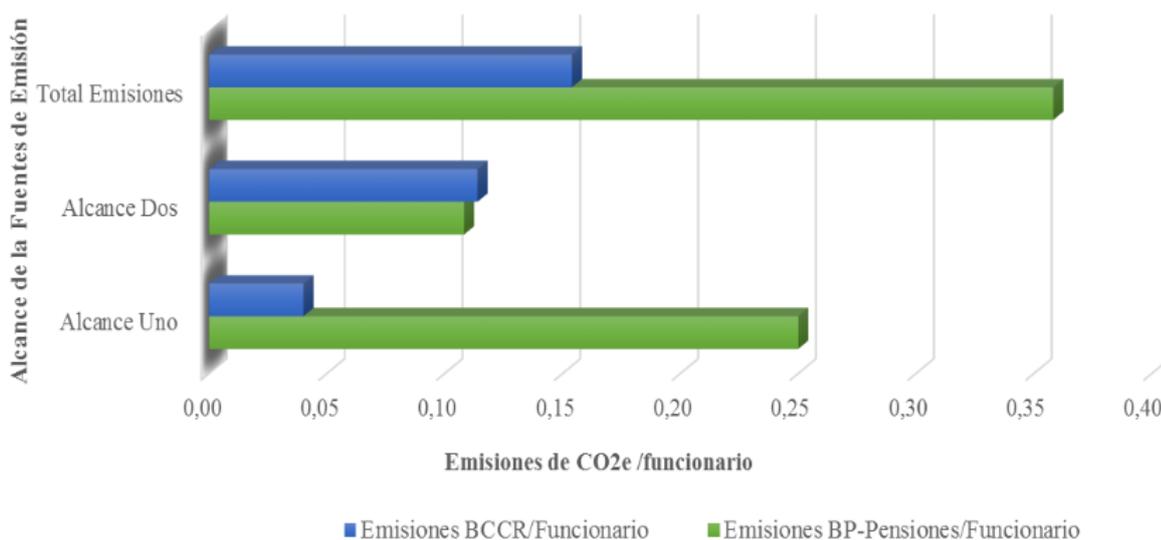
El Banco Central cuenta con una flota vehicular propia de 14 vehículos, de los cuales tres se alimentan de combustible diésel mientras que los otros 11 presentan un motor de combustión con gasolina. Estos vehículos son utilizados para el transporte de los colaboradores del Banco Central a diversos puntos dentro y fuera del Área Metropolitana. Así mismo, varias de estas unidades son para el transporte exclusivo de la gerencia y la Junta Directiva. En el Apéndice 4, se puede apreciar con más detalle más los modelos y estilos de los vehículos utilizados por el Banco Central para el transporte interno de sus colaboradores.

El consumo de combustible de la planta eléctrica de emergencia constituye el segundo rubro de mayor consumo de las emisiones de GEI directas. El cual constituye el 24% del total de emisiones de GEI en las emisiones directas. Aspecto que se debe a los procesos de mantenimiento que son llevados a cabo todas las semanas, en los cuales se enciende la planta eléctrica durante una hora.

Para el año 2015 el Banco Central de Costas Rica generó 263.5ton de CO2e. De las cuales las emisiones provenientes de otras indirectas produjeron 151.33 lo que constituye el 58% del total. Los viajes en avión contribuyen con el mayor aporte. De igual manera, el consumo de energía eléctrica constituyo un rublo de aporte importante con el 32% del total de emisiones. En respecto a las emisiones de GEI para las fuentes de alcance directo estas presentaron el 11% de la totalidad del Inventario. De las cuales el 65% corresponde a las emisiones de GEI producto del uso de gasolina en la flota vehicular del BCCR.

Ahora bien, al considerar las emisiones de GEI producidas por organizaciones financieras nacionales es posible contar con una perspectiva más realista sobre el comportamiento de las emisiones de GEI dentro del contexto financiero. Para lo cual se realizo una comparación en términos de la generación de GEI por funcionario entre el Banco Popular en la sede de Pensiones, la cual actualmente se encuentra certificada como una sede C-Neutral, con las emisiones por funcionario del BCCR para los inventarios del 2015. En el Gráfico 4.5 es posible apreciar la comparación de emisiones de GEI entre los funcionarios del Banco Central, así como el Banco Popular en su sede Popular Pensiones.

Gráfico 4.4. Emisiones de GEI por Categoría para diferentes Organismos Bancarios Nacionales.



Fuente: Adaptado de Reportes de Sostenibilidad para el año 2015 de: Banco Popular.

Los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero del Banco Central de Costa Rica, así como de la sede del Banco Popular: Popular Pensiones. Los mismos presentan similitudes en relación a la cantidad de GEI liberados a la atmosfera producto del

consumo de energía eléctrica. En el caso del Banco Popular Pensiones la emisión producto del consumo eléctrico por funcionario es de 0.24 ton de CO_{2e} y en el caso del Banco Central las emisiones por funcionario fueron de 0.04 ton CO_{2e}. Sin embargo, al considerar las emisiones provenientes del alcance directo se presenta una diferencia marca las emisiones producidas por los funcionarios de ambas instituciones. De manera que la diferencia entre las emisiones de GEI producidas por un funcionario del Banco Central son 84% menores a las liberadas por un funcionario del Banco Popular Pensiones. La gran diferencia en la emisión en ambas instituciones se debe a que la flota vehicular del Banco Central es pequeña y en su mayoría está compuesta por vehículos para el uso discrecional de la Junta Directiva y la Gerencia, lo que obliga al Banco Central a subcontratar servicios de transporte externos como los son los taxis para el transporte de los funcionarios dentro y fuera del área metropolitana.

Debido a que los servicios de transporte externo:taxis, pertenecen al alcance tres de la organización no es obligatorio según la norma INTE 12-01-06:2016, su inclusión y contabilización dentro de los inventarios de GEI, por lo que no se refleja el consumo de combustible debido a estos transportes dentro de los valores del inventario entre el Banco Central y el Banco Popular Pensiones. Este último, hace uso únicamente de la flota vehicular propia, por lo que las emisiones producto del consumo de combustibles se dispararán. Reflejándose en las emisiones directas del Banco Popular Pensiones las emisiones reales de GEI que debería presentar el Banco Central.

4.2 Plan para Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

La generación de un plan para la reducción de los gases de efecto invernadero, debe ir alineado a las políticas definidas dentro del BCCR. Por lo que deben estar en congruencia con los ejes estructurales de proyectos como el de Sostenibilidad, Responsabilidad Social Empresarial e inclusive el Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI). Así como deberán ajustarse a los objetivos a mediano y largo plazo de estos ejes estructurales del BCCR. Sin embargo, el desarrollo de un plan para la reducción de gases de efecto invernadero también debe llevarse a cabo en conformidad con los lineamientos del programa país para alcanzar el carbono neutralidad.

Debido a la relación existente entre los aspectos ambientales definidos dentro del PGAI y las fuentes de emisión identificadas dentro de los inventarios de GEI. Por esta razón, deberá asegurarse la congruencia en las metas y objetivos definidos para el seguimiento de

estos aspectos ambientales, tanto para la realización y ejecución de un plan de reducciones de GEI, como para el control de los aspectos ambientales definidos dentro del PGAI.

A continuación, se desarrolla la propuesta de medidas adaptables dentro del Banco Central para la reducción de las emisiones de GEI.

4.2.1 Estrategia para la Eficiencia Energética

En el consumo de combustibles fósiles

El consumo de combustibles fósiles se deriva del uso de los vehículos para el transporte de los funcionarios, la implementación de la planta eléctrica de respaldo y el sistema contra incendios. El consumo de combustibles presenta un aporte significativo en la generación de gases de efecto invernadero en las instalaciones del Banco Central.

Con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en torno al consumo de combustibles fósiles, se propone la implementación de las siguientes medidas enfocadas en la reducción del consumo de combustibles:

- El cambio en el uso de combustibles fósiles por el uso de combustibles alternativos como lo son el biodiesel y el etanol o las mezclas de estos. Así como el intercambio en el uso de diésel y gasolina por sistemas de combustión con el uso de gas LPG (Montes de Oca & Arce, 2011).
- Intercambio gradual de los vehículos actuales por otros, los cuales pueden ser híbridos o completamente eléctricos (Pistoia, 2010).
- Instalación de sistemas de gas LPG en los vehículos de mayor cilindraje.
- Implementar programas para el manejo eficiente de los vehículos. En este programa se le enseña al conductor el mejor uso de los vehículos institucionales, de manera que se optimicen los combustibles. Practicas tales como cerrar los vidrios mientras se conduce el vehículo a velocidades medianas y altas, mantener una buena presión en las llantas. Definir de antemano las rutas de menor tránsito vehicular para el periodo del traslado y la que presente menor cantidad de desniveles (Montes de Oca & Arce, 2011).
- Calendarizar mejor las reuniones de los funcionarios del Banco, de manera que puedan definirse rutas. Permitiendo con esto hacer viajes compartidos y así evitar el uso de mayor cantidad de vehículos.

Considerando como indicador ambiental de desempeño de estas medidas de reducción: la cantidad de litros de combustible consumidos por mes.

- **En el consumo de Energía Eléctrica**

Si bien es cierto la matriz energética del país incluye muchas fuentes de energía renovables, no se encuentran exentas de la generación de emisiones atmosféricas al ambiente. Por lo que resulta importante hacer esfuerzos en miras de reducir la cantidad de energía eléctrica consumida. En este rubro las medidas planteadas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero proveniente del consumo de electricidad se describen de la siguiente manera:

- Cambio progresivo de los monitores actuales por otros con alta tasa de eficiencia energética o clase A. Los cuales permitan reducir parte del consumo de energía eléctrica, mejorando incluso las condiciones de trabajo de los colaboradores.

- Instalación de Paneles Solares en el techo del edicio para la cogeneración de energía eléctrica.

- Cambiar la configuración del brillo de las pantallas de los monitores para que estos implementen la opción de ahorro de energía (Instituto Nacional de Electricidad, 2013).

- Intercambio de la luminaria actual por luminarias led, bombillas LED, así como el cambio de las luminarias tubulares T12 por aquellas de características T5. De igual manera el uso de deflectores y reflectores de alta eficiencia, principalmente donde resulta necesaria una alta tasa de iluminación (Uribe, 2015).

- Generar conciencia en los colaboradores sobre medidas para el ahorro energético como lo es el apagado de los monitores cuando no se encuentren utilizándolo, así como cuando se van a almorzar o a reuniones. Así mismo, el uso de la luz ambiental dentro de las oficinas. Aspecto que podría disminuir el calor dentro de las mismas, disminuyendo la necesidad en el uso de los aires acondicionados. (WWF, Ministerio de Ambiente, Medio Rural y Marino Español, 2008)

- La iluminación de los exteriores deberá ser en sodio de alta presión o halogenuros metálicos. Este tipo de dispositivos presenta una vida útil más alta y mayor nivel de iluminación con menor consumo (Kroser, 2017).

-El mantener desconectados los equipos eléctricos que no se estén utilizando, tal como los microondas, *coffee maker*, hornos, luces, monitores y otros (Instituto Nacional de Electricidad, 2013).

- Evitar que una serie de luminarias se encuentre regulada por un único interruptor, esto para evitar emitir luz y calor en áreas donde no sea requerido su uso (Uribe, 2015).

-Instalación de paneles solares en la azotea del edificio, de manera que el consumo energético interno del edificio durante el día pueda ser sustituido total o parcialmente. (Ferreiro, 2017).

-Instalación de sensores infrarrojos y con sensor de movimiento en los pasillos externos del Banco, de manera que la iluminación en algunos sectores durante la noche sea controlada.

-Implementación de ventanales de doble ventana (doble vidrio) o dependiendo de la ubicación de los ventanales, colocar sobre la capa de vidrio flexivo, láminas o vidrios solares de manera tal que permitan reducir las pérdidas de energía en el uso de aires acondicionados. (Kroser, 2017)

- Progresivamente realizar la climatización pasiva de las instalaciones de manera que se logre reducir el nivel de calor interno. Condición que podría contribuir a disminuir la necesidad de consumo de aires acondicionados dentro de las instalaciones (Kroser, 2017).

-Limpiar la suciedad de las lámparas y fluorescentes evita un mayor consumo de energía por parte de las luminarias (Instituto Nacional de Electricidad, 2013).

Considerando como indicador ambiental de desempeño de estas medidas de reducción: la cantidad de kWh consumidos por mes.

4.2.2. Estrategia para la reducción de recarga de gases refrigerantes

-Reemplazo de las unidades actuales de aires acondicionados por otros que cuenten con certificado de ahorro de energía (Kroser, 2017).

- Reemplazo de las unidades actuales de aires acondicionados de refrigerante HCFC-22 a otros que utilicen un gas de menor potencial de calentamiento y contaminación como lo es el HCFC-410a, HCFC-407a o el gas refrigerante HCFC 134a. Sin embargo, el gas

refrigerante R-410a o HCFC -410a es el que presenta mayor eficiencia de enfriamiento, por lo que resulta la mejor opción (Montes de Oca & Arce, 2011).

-Mantener la temperatura del aire acondicionado a una temperatura de 24°C.

-Mantener apagados los aires acondicionados si no se encuentra nadie dentro de las oficinas.

Considerando como indicador ambiental de desempeño de estas medidas de reducción: la cantidad en kilogramos de gas de refrigeración recargado por año.

4.2.3. Estrategia para la movilidad sostenible

- **Viajes en Avión**

-Planificación de los vuelos de manera que con esta medida puedan reducirse las escalas hechas en los mismos.

-En el proceso de escogencia de las aerolíneas, se consideren aquellas que tengan incorporadas medidas ambientales tales como la implementación de normas ambientales como la ISO 14001, así como medidas de compensación ambiental.

-Considerar el uso de las herramientas tecnológicas para realizar las reuniones mediante sistemas de videoconferencias entre las partes.

Considerando como indicador ambiental de desempeño de estas medidas de reducción: la cantidad de viajes o km recorridos en avión realizados por los colaboradores del Banco Central durante el año.

4.2.4 Estrategia para la reducción de consumo de recursos naturales

- **Reducción en la Generación de Aguas Residuales**

- Realizar la revisión periódica del sistema de tuberías dentro del edificio (García y Valencia, 2005).

-Implementar un programa para el ahorro de agua, considerando en este la capacitación del personal sobre el uso racional del recurso.

-Instalación de inodoros de bajo consumo de agua, así como la instalación de mingitorios secos en los servicios sanitarios del edificio (García & Valencia, 2005).

Considerando como indicador ambiental de desempeño de estas medidas de reducción la cantidad de agua residual generada mensualmente en el edificio principal del Banco Central.

- **Reducción en la Generación de Residuos Sólidos**

-Implementar un programa para el manejo de los residuos sólidos, considerando en este la capacitación del personal.

- Colocar mayor cantidad de contenedores rotulados para la separación de los residuos sólidos.

Considerando como indicador ambiental de desempeño de estas medidas de reducción la cantidad de residuos sólidos valorizables que son recuperados mensualmente.

Resulta importante, considerar para cada una de las alternativas de reducción planteadas la viabilidad tanto técnica, económica, ambiental, social y cultural de cada una de ellas. De manera tal que, puedan ajustarse a las condiciones reales presentadas por el Banco Central.

La implementación de las medidas para la reducción de los gases de efecto invernadero requiere de un enorme compromiso por parte la organización. Esto debido a que es necesario que todos sus miembros colaboren para alcanzar la meta de reducción propuesta. De igual manera, es necesario que las altas dependencias colaboren con la asignación de personal y recursos para ejecutar de una manera adecuada los cambios tecnológicos dentro de la empresa.

El Cuadro 4.7 se detalla el impacto de la reducción de las emisiones de GEI para cada fuente emisión, así como el ahorro económico asociado. Considerando a este punto las puestas en marcha todas las medidas de reducción de GEI.

Considerando la puesta en marcha de todas las opciones de mejora propuestas resultaría posible reducir aproximadamente un 30% del total de emisiones de GEI liberadas. Aspecto que puede traducirse en que el Banco Central de Costa Rica liberaría 79 ton CO_{2e} menos que las generadas durante el año 2015.

Cuadro 4.7. Estimación de Reducciones Producto de la Implementación de Medidas de Reducción de GEI.

Fuente de Emisión	Medidas de Reducción	Unidad de Consumo	Consumo	Ton de CO _{2e} reducidas	Ahorro esperado	Costo Unitario	Ahorro proyectado
Consumo Eléctrico	Uso de monitores LCD	kWh	2164610	82.5	31%	66.20€/ kWh ⁶	€137 149 689
	Máximo aprovechamiento de la luz solar.						
	La iluminación de exteriores de sodio de alta presión o halogenuros metálicos.						
	Uso de interruptores independientes dentro de las oficinas						
	Mantener equipos sin uso desconectados						
	Programas de sensibilización para el ahorro de energía eléctrica						
	Instalación de Paneles fotovoltaicos.						
	Climatización pasiva del edificio.						
Implementación de ventanales con vidrios solares.							
Refrigerantes y Climatización	Reemplazo de unidades actuales por otras más eficientes	kg	258 5476	0.013	1%	2977,94€/LR-22 ⁷	€38 483.68
	Adecuación de las oficinas para evitar entrada de calor						
	Apagar los equipos de aires acondicionado al salir de la sala						
Combustibles	Utilización de combustibles alternativos.	Litros	6839.2	13.18	7%	571€/L gasolina ⁸	€3 319 794
	Cambio de la flota vehicular actual por otra híbrida y /o eléctrica.		4857			475€/L diésel	€114 382.35
	El uso de Tecnologías de la Información y Comunicación para ahorro energético						
	Implementación de programas de conducción eficiente.						
	Planeación de Rutas para el Traslado del Personal						

⁶ CNFL, Tarifas vigentes a abril, 2017.

⁷ Información proporcionada por Datos la compañía de Refrigeración Industrial Beirute S.A.

⁸ Precio oficial de Recope a marzo 2017

4.2.5. Implementación de las Medidas de Reducción

La implementación de las medidas de reducción resulta ser un proceso costoso que presenta una alta inversión inicial. Sin embargo, la implementación de estas medidas. El cual no sólo presentan un ahorro económico asociado, sino también contribuyen al cumplimiento y aseguramiento de las metas establecidas dentro del PGAI, así como el cumplimiento de la legislación ambiental en temas de ahorro energético, ahorro de combustibles fósiles, gestión de los residuos sólidos y consumo de papel.

La alta inversión inicial provoca que la ejecución de los proyectos de mejora resulte en un proceso gradual, en el cual deben definir plazos realistas para su implementación. Para lo cual, se realiza una propuesta de ejecución. Sin embargo, resulta esencial que todos los miembros de la organización conozcan del proceso, se sensibilicen y adopten las medidas propuestas como parte de su rol de trabajo.

En el Cuadro 4.8 se presenta la propuesta de implementación de medidas de reducción para un plazo no mayor a 5 años. La propuesta es realizada para todas las fuentes emisión de gases de efecto invernadero identificadas. Considerando como meta ambiental la reducción de al menos un 6% de las emisiones de GEI liberadas anualmente.

Cuadro 4.8. Propuesta de Medidas de Reducción de las Emisiones de Dióxido de Carbono.

Fuente de Emisión	Menos de 1 año	Entre 1 y 3 años	Entre 3 y 5 años
<i>Combustibles fósiles</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Implementar programas de conducción eficiente. -Planeación de rutas para traslado de personas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Uso de tecnologías de información y comunicación para el ahorro energético. -Instalación de Sistemas de LPG en vehículos con mayor cilindraje. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio de la flota vehicular actual por vehículos híbridos o eléctricos.
<i>Refrigerantes y Climatización</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Mantener apagados los equipos de aire acondicionado al salir de la sala u oficina. 	<ul style="list-style-type: none"> -Adecuación de las oficinas y salas para evitar la entrada de calor 	<ul style="list-style-type: none"> -Reemplazo de aires acondicionados por tecnologías más eficientes.
<i>Consumo de Energía Eléctrica</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Reacomodo de las oficinas para aprovechar al máximo la luz del sol. - Ejecución de Programas para la sensibilización en temas de ahorro de energía eléctrica. -Instalación de interruptores independientes para las luminarias del edificio. -Mantener equipos eléctricos sin uso desconectados de la electricidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de sensores de movimiento en zonas de poca afluencia de personas. -Cambio de la luminaria actual por LED. -Cambio de monitores a tecnología LCD. Climatización pasiva de las áreas más cálidas del edificio. - Cambio de las luminarias exteriores a halogenuros metálicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Climatización Pasiva del resto del edificio -Instalación de Paneles solares para la generación eléctrica.

Cuadro 4.8. Propuesta de Medidas de Reducción de las Emisiones de Dióxido de Carbono. (continuación)

Fuente de Emisión	Menos de 1 año	Entre 1 y 3 años	Entre 3 y 5 años
<i>Viajes en Avión</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Compra de vuelos con menos escalas -Escogencia de aerolíneas que cuenten con certificados de cumplimiento de normas ambientales. Escogencia de aerolíneas que cuenten con programas de compensación de emisiones de GEI. 	<ul style="list-style-type: none"> -Uso de herramientas tecnológicas para realización de capacitaciones y reuniones. 	
<i>Aguas Residuales</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión Periódica de las tuberías dentro del edificio. -Implementación de un programa de ahorro de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> -Capacitación del personal sobre técnicas para el ahorro de agua. 	Instalación de Inodoros de bajo consumo y mingitorios secos en los servicios sanitarios.
<i>Residuos Sólidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Colación de contenedores rotulados en todos los pisos del edificio. 	<ul style="list-style-type: none"> -Capacitación al personal sobre la correcta separación de los residuos y el reciclaje. 	

4.3 Análisis Financiero para Opciones de Remoción con Mayor Potencial de Reducción

En el proceso de selección de las medidas de reducción de emisiones GEI para su valoración financiera, se estimaron las potenciales reducciones presentadas en los procesos de instalación de equipos o cambios en los mismos. El Cuadro 4.9 muestran las reducciones en toneladas de CO_{2e} que podrían evitarse al realizar las mejoras o los cambios tecnológicos apropiados.

Cuadro 4.9. Reducción de kg de dióxido de carbono por el intercambio de equipos.

Medida de reducción	Ton CO _{2e} evitados con su implementación
Cambio de la flota vehicular por automóviles híbridos.	7.14
Cambio de la flota vehicular por automóviles eléctricos.	9.37
Cambio de tecnología de los monitores a LCD.	2.32
Instalación de paneles solares fotovoltaicos.	82.5
Cambio de luminaria a LED	3.71
Incorporación de ventanales con material aislante.	4.62

El diagrama de Pareto, permite identificar aquellas medidas de reducción que presentarían un impacto más significativo dentro del total de emisiones de dióxido de carbono equivalentes emitidas por los procesos normales del Banco Central. En la Figura 4.1, se pueden apreciar que las medidas de mayor potencial de reducción de emisiones de GEI. De los cuales los más significativos son:

-Intercambio de parte de la flota vehicular del Banco Central por vehículos híbridos/eléctricos.

-Instalación de paneles solares fotovoltaicos.

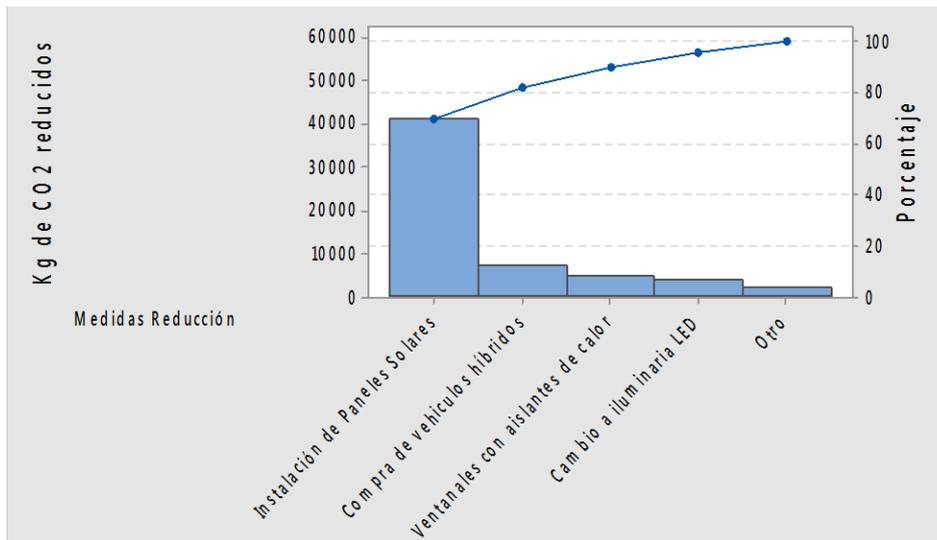


Figura 3.2. Diagrama de Pareto para las medidas de reducción de mayor significancia.

4.3.1. Proyecto de Instalación de Paneles Solares Fotovoltaicos para Cogeneración Eléctrica

El Banco Central cuenta con una superficie de 22 000 m² disponibles para la colocación de celdas fotovoltaicas. Para abastecer la factura eléctrica al año 2015 es necesaria la colocación de aproximadamente 4000 paneles solares con un costo aproximado de: \$2,300,000. La duración de los paneles solares con los debidos cuidados, alcanza una vida útil de hasta 40 años. En el Apéndice 8, se muestran los flujos de caja proyectados asociados a la instalación de paneles fotovoltaicos para la cogeneración eléctrica, para la estimación de los indicadores económicos relacionados a este proyecto.

Al analizar los indicadores financieros del proyecto es notoria la rentabilidad de en la implementación. Esto debido a que el valor actual neto en este proyecto es positivo y es de: \$ 4,954,078. De igual manera, la tasa de rentabilidad para el proyecto resulta ser de 63% con un período de recuperación de la inversión de aproximadamente 5,0 años. Lo que deja ver que el proyecto resulta factible desde el punto de vista económico.

Cabe destacar, Banco Central cuenta con el espacio suficiente para albergar los paneles necesarios para la generación de energía eléctrica, aspecto que resulta ventajoso. La implementación de este proyecto permitiría al Banco Central reducir 82,471kg de CO_{2e}, lo que representa el 31.3% de la emisión de CO_{2e} total del Banco Central durante el año 2015.

En muchos casos el alto valor de mercado provoca que muchos proyectos resulten económicamente inapropiados. Tal fue el caso presentado en el proyecto de cambio de la flota vehicular de combustión por otra de vehículos híbridos. Donde el alto costo del vehículo y la baja reducción en el consumo de combustibles fósiles, no hacen de este tipo de proyectos rentables económicamente. Por otra parte, al considerar el cambio de esta misma flota a vehículos eléctricos, la valoración cambia. Puesto que, la eliminación en el consumo de combustibles fósiles permite recuperar la inversión realizada en un plazo de 4 años. De igual manera, la instalación de paneles fotovoltaicos, para la cogeneración eléctrica permite obtener una ganancia económica posterior a un periodo de 5 años. Los proyectos ambientales valorados permiten apreciar como la implementación de este tipo de proyectos resultan ser una alternativa moderna, eficiente y tanto económica, así como ambientalmente viable, a la manera convencional con la que realizan las actividades en una empresa como lo es el Banco Central de Costa Rica.

4.3.2. Proyecto de Intercambio de la Flota Vehicular del Banco Central por Vehículos Eléctricos e Híbridos

El Banco Central de Costa Rica cuenta con una flota vehicular compuesta por 14 vehículos de los cuales siete son automóviles tipo sedán, donde el modelo de mayor antigüedad es del año 2006. Las características como la marca y el modelo pueden ser consultadas en los Apéndice 4.

La propuesta que se analiza es la de reemplazar estos vehículos de la flota vehicular por otros de características similares, pero de tipo híbrido (gasolina-electricidad) o por otros totalmente eléctricos.

La valoración económica para contemplar la rentabilidad del proyecto respecto al cambio por vehículos híbridos fue realizada con el modelo 2017 del automóvil híbrido de la marca Toyota, Prius Híbrido, el cual presenta un valor de mercado de: \$35.243 y puede ser vendido al término de su vida útil, luego de diez años con un valor de rescate de: \$12.300.

La rentabilidad en el cambio de los vehículos de combustión interna no siempre es la mejor, debido a que su valor de mercado es en muchos casos alto, así como el costo de mantenimiento y el costo de reemplazo de las baterías. En este caso, el cambio de los vehículos actuales por otros con características híbridas arrojó un valor actual neto negativo de: -\$71000; valor que representa una pérdida significativa de capital económico inicial

invertido en la compra de los automóviles. En el Apéndice 6, se muestran a detalle, los flujos de caja proyectados asociados al cambio de los vehículos de combustión interna por los vehículos híbridos, para la estimación de los indicadores económicos.

De igual manera, la tasa interna de retorno de la inversión arrojó una tasa de descuento de: -3%. Ambos indicadores económicos muestran que el proyecto no resulta rentable desde el punto de vista económico. Esto debido a que la inversión económica realizada no genera ningún tipo de ganancia. Así mismo no puede siquiera recuperarse el dinero aportado para el cambio de la flota vehicular; aspecto que puede atribuirse al alto precio de los vehículos. De igual manera, al ser vehículos híbridos presentan dependencia del combustible, por lo cual el ahorro producto del consumo de combustible es menor, por lo que no resulta tan representativo.

Ahora bien, en el caso de la valoración económica para contemplar la rentabilidad del proyecto respecto al cambio por vehículos eléctricos realizada para el modelo 2017 del automóvil eléctrico de la marca Mitsubishi Motors, iMIEv. El mismo presenta un valor de mercado de: \$21.710 y el cual puede ser vendido posterior al término de su vida útil, luego de diez años, con un valor de rescate de: \$6.513. En el Apéndice 7, se muestran los flujos de caja proyectados asociados al cambio de los vehículos de combustión interna por los vehículos eléctricos, para la estimación de los indicadores económicos relacionados a este proyecto.

La valoración económica asociada al cambio de la flota vehicular de combustión interna a otra movilizadora únicamente con energía eléctrica, resulta un proyecto con alto costo de inversión. Sin embargo, al analizar los indicadores financieros asociados al proyecto, se obtiene para este un valor actual neto positivo de aproximadamente \$35.000 con una tasa de rentabilidad del 22%. Lo cual permitiría recuperar la inversión inicial realizada en un plazo no mayor a 4 años.

Considerados estos aspectos, el proyecto resulta rentable desde el punto de vista económico, ya que permite la recuperación del capital invertido en un período poco mayor a cuatro años. Esta propuesta permitiría reducir 9370.98 kg de las emisiones de CO_{2e} del BCCR. Esto implica una disminución del 32% en las emisiones directas de GEI. De igual manera, Pistoia (2010) menciona que, al existir una matriz energética, donde la mayor parte de las fuentes de generación eléctrica son renovables, resulta mucho más eficiente y ventajoso el uso de vehículos eléctricos para el transporte. De igual manera, asegura una

mayor eficiencia del motor, una alta capacidad de las baterías convierte a los autos eléctricos e híbridos en vehículos presentan múltiples ventajas.

4.4 Metodología para el Seguimiento de los GEI.

El resultado fue el desarrollo de un instructivo para la cuantificación de los gases de efecto invernadero, el cual se encuentran en el Apéndice 1. El mismo fue realizado siguiendo el formato utilizado por el Banco Central para el desarrollo de los procesos. El Instructivo tiene el propósito de ser una guía para la cuantificación de las emisiones de GEI, así como para la elaboración de los inventarios de GEI.

Con el propósito de informar y concientizar a los funcionarios del Banco en torno a la reducción de los gases de efecto invernadero se realizaron afiches relativos al diversos temas asociados a los inventario de GEI, calentamiento global y gases de efecto invernadero. En el Apéndice 11 es posible apreciar un ejemplo de los afiches que fueron realizados y que se difundieron a los funcionarios del Banco Central. De igual manera, se contribuyo en la mejora de los objetivos y metas propuestas dentro del Plan de Gestión Ambiental Institucional. Para mejorar el conocimiento de los colaboradores del Banco Central, así como consentizarlos sobre la correcta disposición y separación de los residuos sólidos se realizaron actividades de reciclaje enfocados en la correcta separación y disposición de: plástico, papel, vidrio y aluminio. En el Apéndice 12 se aprecia el boletín que se hizo al finalizar la semana del plástico para explicar los tipos de plástico que podrían ser reciclados mediante el uso del numero del plástico.

En conjunto con una de las divisiones departamentales del Banco Central de Costa Rica, se analizó la posibilidad de incorporar dentro de los ejes estratégicos para el año 2017 la implementación de una medida ambiental. Por lo que en conjunto se decidió la implementación de un programa para la Producción más Limpia dentro de la Secretaría General, ente encargado de confeccionar y digitalizar las actas de las reuniones de la Junta Directiva del Banco Central. Se brindo capacitación respecto a la implementación y objetivos de un programa de producción más limpia. Los cuales son la base para la ejecución su actual ejecución.

5. Conclusiones

Se realizó el inventario de las emisiones de CO_{2e} de las instalaciones del Banco Central de Costa Rica para el 2015 resultando de: 263.5 ton de CO_{2e}. De las cuales, el 43% lo que equivale a 111.6 ton de CO_{2e} corresponden a las emisiones de alcance uno y dos.

Se plantearon alternativas de reducción con sus respectivos indicadores de seguimiento para todas las fuentes de emisión identificadas. Sin embargo, requerirán estudios de viabilidad: técnica, económica, ambiental, social y cultural, para que las opciones puedan ser ajustadas a las condiciones reales presentadas por el Banco Central.

Las medidas de reducción asociadas al consumo eléctrico, permitirán reducir la mayor cantidad de emisiones de GEI, luego de su implementación, reduciendo estas un 31% del total de emisiones de GEI liberadas, lo que es equivalente al 82.5ton de CO_{2e}. De igual manera, la implementación de estas mejoras le generará al BCCR ahorros aproximados a los 137 millones de colones por año.

La implementación de la totalidad de las opciones de mejora permitirá reducir cerca de 97 ton de CO_{2e}, lo que equivale al 30% de las emisiones de GEI liberadas durante las actividades del año 2015. Generando ahorros de 142 millones de colones anuales.

Los proyectos con mayor potencial para la reducción de emisiones de GEI resultaron ser el cambio de vehículos por otros eléctricos, y la instalación de paneles fotovoltaicos. Medidas que se proyecta sean implementadas a largo plazo, permitiendo para entonces reducir las emisiones de GEI hasta en 98.5 ton de CO_{2e}, lo cual representa un 37% del total de las emisiones del año 2015.

Los proyectos de cambio de la flota vehicular por vehículos eléctricos, así como la instalación de celdas fotovoltaicas resultan proyectos con alta tasa de rentabilidad económica. Los cuales permitirán recuperar las inversiones iniciales realizadas en un periodo de 4 y 5 años respectivamente.

6. Recomendaciones

Para tener mayor confiabilidad sobre los consumos de combustible se recomienda mejorar el control del registro de los mismos.

Incluir, en futuros inventarios de gases de efecto invernadero, las fuentes de emisión que por falta de información respecto al consumo no fue posible contabilizar. Tal como el consumo de combustible producto del uso de transporte externo para los colaboradores, así como las recargas de gases refrigerante de los aires acondicionados.

Para aportar continuidad al proceso es necesario contar con una base de datos en la cual se cuente información y datos de los registros de consumo asociados a las fuentes de emisión. De manera que estos sirvan como evidencia para la posterior verificación de los inventarios de GEI.

Es importante que exista un encargado para recolectar la información e implementar las opciones para la reducción, verificación y valoración del desempeño de los indicadores ambientales.

En caso de que se plantee y ejecute un plan para reducciones de GEI dentro del BCCR, este deberá contener los principios propios que caracterizan a los planes de gestión ambiental. De igual manera, deberá ser congruente con los ejes estructurales de los demás proyectos socio-ambientales que se ejecutan en el BCCR. De tal forma que las metas y objetivos vallan encaminados entorno a una misma línea de acción.

Para validar la factibilidad de los proyectos de inversión, es necesario considerar las especificaciones técnicas necesarias de los equipos y vehículos para ser usados en el Banco Central. De manera tal que, la valoración económica de los proyectos sea efectuada con la maquinaria adecuada, utilizando precios de mercado a la fecha. Permitiendo así, tener una aproximación más realista del comportamiento y la rentabilidad de la inversión.

En proyectos de cogeneración eléctrica es importante analizar las características del consumo de los equipos eléctricos, para de esta manera escoger los paneles solares con las mejores características para aportar energía para condiciones particulares del Banco.

En la implementación a proyectos relativos al cambio vehículos automotores por otros más amigables con el medio ambiente es importante considerar iniciar con el cambio de las unidades utilizadas para uso discrecional de la Junta Directiva. De manera tal que,

esto demuestre el compromiso de las altas intendencias por realizar un cambio para todas las dependencias del Banco Central.

7. Referencias Bibliográficas

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica (1995) *Ley Orgánica del Banco Central: 7758*

Arias, A, J. (2016) *Perfil Técnico Ambiental para el Sistema de Aire Acondicionado en Ingeniería Especializada S.A. IEB*. Universidad Pontifical Bolivarian.

Baha, A. & Name, G. (2013) *Conceptual framework for carbon foot printing in the South African banking sector*. Banks and Banks Systems 8(4)

Australian Government. (2015). *Greenhouse effect*. Recuperate de <https://www.environment.gov.au/climate-change/climate-science/greenhouse-effect>

Banco Popular (2015) Reporte de Sostenibilidad. Recuperado de: <https://www.bancopopular.fi.cr/BPOP/getmedia/4fc9f0eb-f8c3-4d14-88e1-76cfc2877d0b/Reporte-de-Sostenibilidad-Conglomerado-Financiero-Banco-Popular-2016>;

Bobel, D, Meyer-Ohlendor, N., Meyer-Ohlendor, C & Steel, P. (2008) *Handbook*. Trabajo presentado por United Nations Framework Convention On Climate Change. Germany.

Briozzo, A., Pesce, G. & Villareal, G. (2011) *Project Evaluation with Fuzzy Tools. Case Analysis*. Cuadernos Del CIMBAGE. 13. 25-53.

Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (2000) *Impactos Regionales del Cambio Climático: Evaluación de la Vulnerabilidad de América Latina*: Calvo, E., Campos, M. Carvallo, R., Cerri, C., García C, Mata, L., Saizar, A., Aceituno, P., Anderssen, R., Barrios, V., Cabido, M., Moreno, A., Ponce, H., Vargas, W., Funes, G., Viggliozzo, E., Zuruvía, A., Díaz, S. & Canzini, O.

Cárdenas, B. & Lemus, C. (2012). *Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático*. Revista Mexicana Ciencias Pecuarias, 3(2) 32.

Carta, G. J., Calero, P. R, Colmenar, S.A & Castro, G. M. (2009). *Centrales de Energías Renovables* (1era ed.) Madrid: Pearson Educación y Universidad Estatal a Distancia España.

Cerdas E., & Labandeira, X. (2010). Cambio climático: balance de la cumbre de Copenhague. *Revista Economistas*, 36–44.

COOPEANDE (2016) Informe de Gases de Efecto Invernadero. Recuperado de: http://www.coopeande1.com/sites/default/files/archivos-descargables/e-m-05_informe_de_inventario_de_gei-16.pdf

Correa, P. A. (2016) *La importancia de la tasa interna de retorno en los proyectos de inversión a largo plazo*. Universidad Tecnológica de Machala.

Cuellar, Y. (2016) *Análisis de Ciclo de Vida para diferentes fuentes energéticas usadas en los vehículos de transporte de pasajeros de la ciudad de Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia.

Cyril, E (2015) Experimental warming effects on soil organic matter dynamics at the temperate-boreal forest ecotone. (PhD Thesis) University of Minnesota. DOI: 1698505047

Dirección de Gestión de Calidad Ambiental. Gestión de las Sustancias Químicas: Sustancias agotadoras de la capa de ozono. Protocolo de Montreal - Oficina Técnica del Ozono. Dirección de Gestión de Calidad Ambiental. Recuperado de: <http://www.digeca.go.cr/areas/sustancias-agotadoras-de-la-capa-de-ozono-protocolo-de-montreal-oficina-tecnica-del-ozono>

Dirección del Cambio Climático (2014) *Guía para diseñar un manual que permita a las PYMES realizar declaraciones de carbono neutralidad bajo la norma INTE 12.01.06*. Costa Rica. Recuperado de: http://cambioclimaticocr.com/recursos/MANUAL_CarbonoNeutral-web.pdf

Duarte, T., Jiménez, A. & Ruíz, T. (agosto, 2007) *Economic Analysis in Investment Projects*. *Revista Scientia et Technica*. 35(1) 333-340.

European Investment Bank Group. (July, 2016) *Carbon Footprint Report 2015*, Luxembourg. Recuperado de:
http://www.eib.org/attachments/strategies/carbon_footprint_report_2015_en.pdf

Fagodiya, R., Pathak, H., Kumar, A., Bhatia, A. & Jain, N. (March, 2017) *Global temperature change potential of nitrogen use in agriculture: A 50-year assessment*. Scientific Reports 7(44928) New Delhi.

Ferreiro, G (2017) Características de los Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo en Galicia. (Tesis Doctoral) Universidad de Coruña.

Gamboa, N. (2012). *Cuantificación de Huella de Carbono en once estaciones de telecomunicaciones y en la flota vehicular de la División de Negocios de Banda Ancha, Gerencia de Telecomunicaciones, Instituto Costarricense de Electricidad*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

García, M. W. & Valencia, C. M. (2005) *Sistemas para disminuir el Consumo de Agua en los Sanitarios*. Universidad Industrial de Santander.

Gevorkian, P. (2010). *Alternative Energy Systems in Building Design*. New York: McGraw-Hill.

Hisham, K. (2003) *Economic Evaluation of Projects: Economic Evaluation of Projects in the Electricity Supply Industry*. Institute of Energy and Technology. Doi: 2010-05-10/Knovel

Instituto Costarricense de Electricidad (2013). *Guía para el ahorro de electricidad en el Hogar*.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). Norma INTE 12-01-06:2016 para demostrar la C- neutralidad. Requisitos. San José.

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

International Standard Organization (2015) ISO 14001: *Environmental Management System_Requirements with Guidance to Use*. Geneva.

Jankilevich, S. (2003). *Las cumbres mundiales sobre el ambiente Estocolmo, Río y Johannesburgo 30 años de historia ambiental*. Documentos de Trabajo N° 106 Universidad de Belgrano

Kendrick, T. (2015). *Identifying and Managing Project Risk - Essential Tools for Failure-Proofing Your Project* (3rd Edition). New York: AMACOM

Kowollik, M. (2014). *Costa Rica carbono neutral: un país pequeño con metas grandes. Perspectivas*.

Kroser, Y. (2017) *Innovative offices for smarter cities, including energy use and energy-related carbon dioxide emissions. Energy, Sustainability and Society*. 7(6) Doi: 10.1186/s13705-017-0104-5

Manotas, D. & Toro D. (Septiembre, 2009) *Investment Decision Analysis using Net Present Value at Risk. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía*. 49. pp. 199-213.

Mascareñas, J (2008) *La Valoración de Proyectos de Inversión en Proyectos Productivos*. Universidad Complutense de Madrid.

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). (2011). *Guía para la elaboración de Programas de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) en el sector público de Costa Rica*. San José; MINAET, Ministerio de Salud, CYMA, USAID, CCAD, GIZ.

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (2012). *Acuerdo 36- 2012-MINAET*. San José.

Montes de Oca, V. G. & Arce, R. E (2011) *La Huella de Carbono en la Municipalidad de San Carlos y su logro de Carbono Neutralidad*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Montzka, A., Dlugokencky, E. & Butler, J. (2011). *Non-CO2 greenhouse gases and climate change*. Nature Publishing Group "Nature", 43-50 Doi: 10.1038/nature10322

Organización de las Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

Panel Interburnamental en Cambio Climático. (2006) *Directrices para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*. Iges: Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. & Tanabe K.

Panel Interburnamental en Cambio Climático. (2014) *Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad: Aspectos Regionales*: Boulanger, J., Buckeridge, M., Castellanos, E., Poveda, G, Scarano, P. & Vicuña, S.

Parry, M., Canziani, O. Palutikof, J., Linder, & P., Hanson, C. (2007). *Climate Change 2007: An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York

Pérez, C. S., Cruz, R. D. & Quirós, S. L. (2012) *Análisis de sensibilidad de indicadores financieros en la evaluación de inversiones en Mipymes*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Pistoia, G (2010) *Electric and Hybrid Vehicles* Elsevier Science Central docID=629926.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2000). *Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono*.

Ranganathan, J., Bhatia, P., Koch, J. & Moorcroft, D. (2006) *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*. Geneva: World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development.

Sandoval, P (2011) Reto Europeo: la Eficiencia Energetica en Edificios. La Nueva Directiva Comunitaria. Seqüência. Julio-2011(62) Doi:10.5007/2177-7055.2011v32n62p55/ebscohost

Soto, M. (s. f.). *Costa Rica aspira a bajar 50% de emisiones de carbono al 2050* La Nación, 1. Recuperado de http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Costa-Rica-aspira-emisiones-carbono_0_1519248062.html

Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C. & Williams, S. E. (2004). *Extinction risk from climate change*. *Nature*, 427(6970), 145–148. Doi: 10.1038/nature02121

United States Environmental Protection Agency (2016). *Carbon Dioxide Emissions / Climate Change / USEP*. Recuperado de: <https://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/co2.html>

Uribe, B. E. (2015) *Cambio Climático, Política Fiscal Ambiental y Caudales Ambientales: Desafíos y Oportunidades para las Energías Sostenibles en América Latina*. CEPAL Recuperado de: http://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/eduardo_uribe.pdf

U.S. Green Building Council (2017) *Leed V4*. Washington Recuperado de: <http://www.usgbc.org/leed-v4>

WWF España. (2008). *Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas*. Madrid: Nucete, E.

Xu, Y., Zaelke, D., Velders, G. J. M., & Ramanathan, V. (2013). *The role of HFCs in mitigating 21st century climate change*. *Atmospheric Chemistry and Physics* 13(12), 6083–6089.

Zarate, D & Ramírez, R. (2016) *Matriz Energética de Costa Rica Renovabilidad de las fuentes y reversibilidad de los usos de energía*. Análisis 4(1) Recuperado de: <http://library.fes.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/44616>

Apéndice

Apéndice 1. Cuestionario para la Identificación de las Fuentes de Emisión y Recopilación de Información.

Banco Central de Costa Rica

Cuestionario para la revisión de Fuentes Generadoras de Gases de Efecto Invernadero.

El presente documento presenta los aspectos principales que deberán ser tomados en consideración dentro del proceso de identificación y valoración de las fuentes de emisión asociadas a los diferentes procesos que se ejecutan en el Banco Central de Costa Rica.

Cabe destacar, la naturaleza de algunos de los procesos que son ejecutados en el Banco Central de Costa Rica. Por lo que esta lista deberá ser reevaluada y considerada para adicionar los cambios que resulten necesarios en caso de presentarse cambios tecnológicos o la adición de nuevos procesos que incorporen tecnologías o maquinaria.

Parámetro Análisis: Aguas Residuales

1. Cantidad de funcionarios que trabajan en las instalaciones del Banco Central
2. Cantidad de personas externas visitaron las instalaciones Banco Centran en el último año.

Indicador para datos para Inventario: Dotación de desecho (litros), cantidad de funcionarios y visitantes.

Parámetro de Análisis: Electricidad

1. Se cuenta con un registro actualizado del consumo eléctrico.
2. Se cuenta con equipos de bajo consumo eléctrico.
3. Existen programas de sensibilización en el uso racional de la energía eléctrica.
4. Los equipos eléctricos cuentan con mantenimiento preventivo. Si existe, cuál es la frecuencia del mismo.

Indicador para datos para inventario: KWh

Parámetro de Análisis: Gases de Refrigeración

1. Cantidad de extintores presentes en las instalaciones del Banco Central.
2. Cantidad de aires acondicionados con los cuales se cuenta en las instalaciones del Banco Central.
3. Tipo de refrigerante utilizado en los aires acondicionados.
4. Frecuencia de recarga de los aires acondicionados.
5. Existe mantenimiento preventivo de los aires acondicionados, en caso que exista frecuencia del mismo.
6. Se cuenta con registros históricos de las recargas de los aires acondicionados.

Indicador para datos para el inventario: nombre de gas.

Parámetro de análisis: Transporte de Funcionarios (Vehículos Oficiales y Taxis)

1. Se cuenta con registros actualizados de la cantidad y tipo de combustible consumido por los vehículos oficiales.
2. Se cuenta con un registro respecto a la cantidad de lubricantes utilizados en el mantenimiento de los vehículos de transporte oficial.
3. Utilizan algún tipo de metodología diferenciadora en la estimación de la tarifa de pago por el servicio de transporte.
4. Se lleva un control de los kilómetros pagados a este servicio y el tipo de vehículos utilizados.

Indicador para datos para inventario: litros de combustible por tipo, litros de lubricante por tipo.

Parámetro de Análisis: Viajes al Exterior.

1. Se cuenta con una base de datos actualizados relacionada a los viajes al exterior. Cantidad de viajes al exterior realizados en el último año, kilómetros recorridos.

Parámetro de Análisis: Residuos Sólidos

1. Cantidad actualizada de generación de residuos sólidos producidos por persona/día.

Indicador para datos para inventario: kg de residuos sólidos/persona/día.

Parámetros de Análisis: Generación Eléctrica.

1. Se cuenta con registros actualizados relacionados con la cantidad de cambios de aceites, lubricantes utilizados, así como la cantidad y tipo de combustibles fósiles utilizados en el proceso de generación eléctrica.

Indicador para el inventario: litros de lubricantes y litros de combustible utilizado por tipo.

Parámetro de Análisis: Bienes Fiscales.

Transporte de Bienes fiscales.

1. Los camiones son propiedad del Banco Central o se subcontrata el servicio a alguna empresa.
2. Se cuenta con registros actualizados donde se refleja la cantidad de traslados semanales/mensuales, cantidad de camiones y el kilometraje recorrido por los mismos.

Indicador para datos de inventario: litros de combustible consumido para cada tipo.

Dstrucción de Billetes

1. Se dispone de registros relacionados con la cantidad de combustible consumido por parte de la maquina encargada del proceso de destrucción de los billetes.

Apéndice 2. Registro de consumo eléctrico para el edificio principal del Banco Central de Costa Rica.

Cuadro 8.1. Registro de consumo eléctrico del edificio principal del BCCR periodo 2015

<i>Período</i>	<i>Mes</i>	<i>Consumo (kWh)</i>
2015	Enero	170,147
	Febrero	177,396
	Marzo	184,860
	Abril	179,523
	Mayo	187,162
	Junio	185,514
	Julio	180,774
	Agosto	192,452
	Setiembre	177,594
	Octubre	184,259
	Noviembre	187,850
	Diciembre	157,079
	Total	2,164,610

Fuente: Departamento de servicios institucionales BCCR.

Apéndice 3. Registro de ocupación del Banco Central durante el año 2015.

Cuadro 8.2. Registro de ocupación del Banco Central de Costa Rica durante el 2015

<i>Mes</i>	<i>Número de personas</i>
Enero	15,644
Febrero	15,987
Marzo	17,680
Abril	15,779
Mayo	16,309
Junio	16,803
Julio	17,680
Agosto	17,291
Setiembre	16800
Octubre	17,100
Noviembre	17,271
Diciembre	15,284
Total	199,628

Fuente: Departamento proceso de administración de seguridad

Apéndice 4. Viajes al exterior en aviones efectuados por los funcionarios del Banco Central de Costa Rica durante el año 2015.

Cuadro 8.3. Registro de viajes al exterior de los funcionarios del BCCR durante el año 2015

<i>Destino Llegada</i>	<i>Kilómetros recorridos</i>	<i>Número de funcionarios</i>	<i>Cantidad de viajes realizados</i>
Ámsterdam, Holanda/Países Bajos	10,843	3	3
Beijín, China	14,521	2	2
Berlín, Alemania	10,265	6	6
Bogotá, Colombia	1,254	16	15
Buenos Aires, Argentina	5,716	2	2
Ciudad de Guatemala	855	11	10
Ciudad de Panamá, Panamá	521	2	2
Distrito Federal, México.	1,910	22	21
Helsinki, Finlandia	12,364	2	2
Houston, Estados Unidos	2,467	1	1
La Paz, Bolivia	3,699	1	1
Lima, Perú	2,567	7	6
Londres, Reino Unido	8,724	7	7
Madrid, España	8,414	14	12
Managua, Nicaragua	411	4	4
Manila, Filipinas	16,114	1	1
Montevideo, Uruguay	5,945	4	4
New, York, Estados Unidos.	3,557	21	21
París, Francia	8,929	21	20
Quito, Ecuador	10,092	2	2
San Salvador, Salvador	652	3	2
Santiago, Chile	6,863	4	4
Santo Domingo, República Dominicana	1,822	4	3
Sao Pablo, Brasil	6,038	22	22
Seúl, República de Corea	14,996	1	1
Suiza	9,207	5	5
Tegucigalpa, Honduras	557	4	4
Venecia, Italia	9,818	1	1
Washington, Estados Unidos.	3,286	1	1

Fuente: Departamento de Proveduría.

Apéndice 5. Listado de la flota vehicular del Banco Central de Costa Rica.

Cuadro 8.4. Listado de la flota vehicular del Banco Central de Costa Rica

<i>Placa</i>	<i>Modelo</i>	<i>Marca</i>	<i>Tipo</i>	<i>Uso</i>
052-000102	2001	Daihatsu Delta	Camión Cerrado	Administrativo
052-000109	2003	Mitsubishi Lancer	Sedán 4 puertas	Administrativo
052-000114	2003	Toyota Coaster	Microbús	Administrativo
052-000125	2005	Mitsubishi L200	Pick up 4x4	Administrativo
052-000137	2009	Toyota Altezza	Sedán 4 puertas	Administrativo
052-000140	2010	Toyota GLI	Sedán 4 puertas	Administrativo
052-000159	2010	Mitsubishi Lancer	Sedán 4 puertas	Administrativo
052-000165	2006	Mitsubishi Lancer	Sedán 4 puertas	Administrativo
052-000166	2009	Toyota Altezza	Sedán 4 puertas	Administrativo
052-000167	2009	Toyota Altezza	Sedán 4 puertas	Administrativo
052-000168	2009	Toyota Altezza	Sedán 4 puertas	Administrativo
VBC245	2013	Honda Pilot	4x4	Discrecional Junta Directiva
VBC527	2013	Ford Edge	4x2	Discrecional Junta Directiva

Fuente: Departamento de Servicios Institucionales

Apéndice 6. Incertidumbres Asociadas a los Datos de la Actividad para el Inventario de GEI.

Cuadro 8.5. Incertidumbres asociadas a los datos de la actividad para los Factores de Emisión de GEI.

Fuente de Emisión	Gas de Efecto Invernadero	Emisiones de GEI (kg)	Incertidumbre asociada al factor de emisión (%)		Incertidumbre de los datos de la actividad (%)		Incertidumbre Combinada (%)		Contribución a la varianza del año 2015
					-	+	-	+	
Diésel de la planta eléctrica	CO ₂	6817.32	3.12	3.19	5	5	5.89	5.93	0.0131
	CH ₄	6.68	71	191	5	5	71.18	191.06	0.0000
	NO ₂	19.75	71	191	5	5	71.18	190.07	0.0001
Diésel de la flota vehicular	CO ₂	15258.26	3.12	3.19	0.3	0.3	3.21	3.28	0.013
	CH ₄	130.27	62	126	0.3	0.3	62.09	126.09	0.0005
	NO ₂	600,00	70	175	0.3	0.3	70.09	175.09	0.0029
Gasolina de la flota vehicular	CO ₂	2965.76	4.59	5.89	0.3	0.3	4.68	5.98	0.0077
	CH ₄	3.55	74	204	0.3	0.3	74.09	204.09	0.0000
	NO ₂	54.18	70	175	0.3	0.3	70.09	175.09	0.0003
Diésel de Sistema contra incendios	CO ₂	2908.27	3.12	3.19	5	5	5.89	5.93	0.0057
	CH ₄	8.93	71	177	5	5	71.18	177.08	0.0000
	NO ₂	8.43	71	190	5	5	71.18	190.07	0.0000

Apéndice 7. Flujos de caja proyectados para proyecto de cambio flota vehicular de combustión por vehículos híbridos.

Cuadro 8.6. Flujos de caja proyectados para proyecto de cambio flota vehicular de combustión por vehículos híbridos.

Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso por venta de vehículos	63 900 000										
Ingreso por ahorro de mantenimiento		9 926 000	9 131 920	9 131 920	9 131 920	3 573 360	3 573 360	3 573 360	3 573 360	3 573 360	3 573 360
Ingreso por ahorro de combustible		1 807 384	1 807 384	1 807 384	1 807 384	1 807 384	1 807 384	1 807 384	1 807 384	1 807 384	1 807 384
Inversión para compra	139 929 998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,971 999
Depreciación de vehículo		-8 395 799	-8 395 799	-8 395 799	-8 395 799	-8 395 799	-8 395 799	-8 395 799	-8 395 799	-8 395 799	-8 395 799
Flujo de caja proyectado	-76 029 998	3 337 584	2 543 504	2 543 504	2 543 504	-3 015 055	-3 015 055	-3 015 055	-3 015 055	-3 015 055	52 956 943

Apéndice 8. Flujos de caja proyectados para proyecto de cambio de flota vehicular de combustión por vehículos eléctricos en miles de colones.

Cuadro 8.7. Flujos de caja proyectados para proyecto de cambio de flota vehicular de combustión por vehículos eléctricos

Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso por venta de vehículos	63 900 000										
Ingreso por ahorro de mantenimiento		9 926 000	9 926 000	9 926 000	9 926 000	4 963 000	4 963 000	4 963 000	4 963 000	4 963 000	4 963 000
Ingreso por ahorro de combustible		2 369 024	2 369 024	2 369 024	2 369 024	2 369 024	2 369 024	2 369 024	2 369 024	2 369 024	2 369 024
Inversión para compra	-86 199 124										
Depreciación de vehículo		-5 171 947	-5 171 947	-5 171 947	-5 171 947	-5 171 947	-5 171 947	-5 171 947	-5 171 947	-5 171 947	-5 171 947
Gasto para compra batería									-11 837 747		
Flujo de caja proyectado	-22 299 124	7 123 076	7 123 076	7 123 076	7 123 076	2 160 076	2 160 076	2 160 076	2 160 076	2 160 076	28 019 810

Apéndice 9. Flujo de caja proyectado para proyecto de instalación de paneles fotovoltaicos en miles de dólares.

Cuadro 8.8. Flujo de caja proyectado para proyecto de instalación de paneles fotovoltaicos.

Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión para compra	-2 300 000										
Ingreso por ahorro de energía eléctrica		512 936	597 006	694 855	808 742	941 295	1 095 573	1 275 138	1 484 133	1 727 382	2 010 500
Gastos de mantenimiento de paneles		-52 891	-52 891	-52 891	-52 891	-52 891	-52 891	-52 891	-52 891	-52 891	-52 891
Depreciación de paneles		-28 750	-28 750	-28 750	-28 750	-28 750	-28 750	-28 750	-28 750	-28 750	-28 750
Flujo de caja proyectado		431 294	515 364	613 214	727 101	859 653	1 013 932	1 193 496	1 402 491	1 645 741	1 928 859
Flujos de caja acumulados		431 294	946 659	1 559 873	2 286 974	3 146 628	4 160 561	5 354 057	6 756 549	8 402 291	10 331 150

Apéndice 10. Instructivo para la Cuantificación de los GEI en el Banco Central.

Instructivo para la Cuantificación de los Gases de Efecto Invernadero

Descripción el Proceso

- *Propósito.*
- *Alcance.*
- *Definiciones.*
- *Identificación de las Fuentes de Emisión.*
- *Definición del Año Base.*
- *Metodologías de Cuantificación.*
- *Selección y Recopilación de los Datos de la Actividad.*
- *Selección de Factores de Emisión y Remoción.*
- *Cuantificación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.*

Propósito

Desarrollar una metodología que facilite la identificación de los aspectos ambientales asociados a la generación de Gases de Efecto Invernadero. Proveen las herramientas básicas que le permitan realizar de manera adecuada la cuantificación de las emisiones de GEI mediante un Inventario.

Alcance

El alcance del Inventario del GEI se hará considerando el enfoque operacional, tal como se describe en la norma INTE 12-01-06:2016. Por lo que sólo se tomarán en consideración para el inventario las emisiones de alcance uno, así como las del alcance dos.

Definiciones

Gases de Efecto Invernadero: son componentes gaseosos que se encuentran en la atmósfera. Por sus características permiten absorber la radiación emitida por el sol, la cual en muchos casos se encuentra en la atmósfera, en las nubes y en la superficie de la tierra.

Dióxido de carbono: Es el gas de efecto invernadero de generación antropogénica más común. El mismo se encuentra relacionado a todos los procesos de combustión de combustibles fósiles (Gasolina, diésel, gas LPG, Jet Fuel)

Metano: Es un gas efecto invernadero generado de manera antropogénica en procesos de fermentación entérica en el ganado bovino. De igual manera, es generado por la descomposición de la basura y los sembradíos de arroz en proceso húmedo.

Óxido Nitroso: Este es un gas de efecto invernadero generado de manera antropogénica por el uso de fertilizantes nitrogenados en los procesos agrícolas.

Inventario de Gases de Efecto Invernadero: Se refiere a la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero que de manera antropogénica son emitidas al medio ambiente durante la ejecución de las actividades normales de la organización.

Fuentes de Emisión: son todos aquellos equipos o procesos en los cuales por sus características generan gases de efecto invernadero.

Fuentes de Emisión Directas: Son aquellas fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, producidas durante las actividades propias de la organización.

Fuentes de Emisión Indirectas: Son aquellas fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, producidas por la compra de energía eléctrica a una empresa generadora.

Otras Fuentes de Emisión: Son aquellas fuentes de emisión de gases de efecto invernadero las cuales forman parte de los requerimientos operativos de la organización. Sin embargo, estas no son producidas por la organización sino son producidas por entes de externos que han sido contratados por la entidad.

Valor de Consumo: Cantidad de recursos, los cuales han sido utilizados por la organización para la producción de un bien o servicio.

Factor de Emisión: Valor que asocia los datos de la actividad generadora de emisiones con la cantidad de emisiones producidas.

Potencial de Calentamiento: Es el factor que describe el impacto de la fuerza de la radiación en una unidad con base en la masa de un GEI determinado. Con relación a la unidad de dióxido de carbono equivalente en un periodo determinado.

Dióxido de Carbono Equivalente: Es la tasa en equivalencias con la que se estiman las emisiones de gases de efecto invernadero que son liberadas a la atmósfera.

Incertidumbre: Parámetro asociado al resultado de la cuantificación de una fuente de gases de efecto invernadero. El cual define el grado de dispersión de los valores medidos.

Año Base: periodo histórico especificado, permite comparar emisiones o remociones de GEI dentro de la organización u otra información relacionada con los GEI en un periodo de tiempo.

Identificación de las Fuentes de Emisión.

Se deben considerar todos los aspectos ambientales emisores de gases de efecto invernadero dentro de la organización. Se considerarán como fuentes de emisión aquellas que puedan ser controladas y pertenezcan directamente a las actividades de la empresa, las cuales corresponden a las emisiones directas. De igual manera se deberán las emisiones producto del consumo eléctrico de la organización.

Es requerido que la organización mantenga identificadas y documentadas las fuentes de emisión existentes. Así como, su actualización posterior a la realización de cambios tecnológicos.

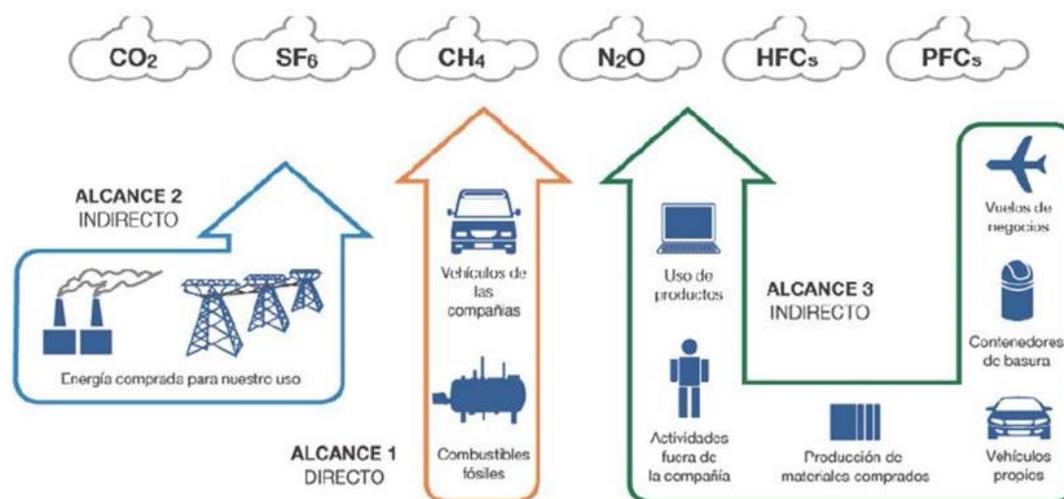


Figura 8.1. Clasificación de las Fuentes de Emisión de acuerdo a su alcance.

Fuente: Alfanjarín, J, 2015

Definición del Año Base.

El año base es el año natural o fiscal en el que se realizó por primera vez el inventario de GEI en la organización. Este deberá contener la información relevante para las operaciones actuales y en el deberá existir información confiable y completa.

Metodología de Cuantificación.

Las emisiones de gases de efecto invernadero producto de las fuentes de emisión identificadas puede ser cuantificadas mediante:

- Medición directa utilizando seguimiento de emisiones de gases con efecto invernadero continua o periódica.

- Cálculos basados en datos de la actividad de GEI multiplicados por los factores de emisión o remoción de GEI oficializados por la autoridad competente, o uso de modelos sustentados científicamente.

- Balances de Masa.

La incertidumbre deberá ser evaluada, tal como corresponda conforme a la metodología de cuantificación utilizada por la organización.

Selección y Recopilación de los Datos de la Actividad

Los datos de la actividad deben ser correspondientes a los factores emisión identificados. La información deberá ser congruente y actualizada al periodo de cuantificación del inventario. Para asegurar la trazabilidad del inventario la información utilizada deberá ser coherente con los valores reportados en el Inventario.

Selección de Factores de Emisión y Remoción.

La organización tiene la obligación de seleccionar y reportar los factores de emisión asociados a sus fuentes de emisión. El Instituto Meteorológico Nacional presenta los factores de emisión actualizados anualmente, los cuales pueden ser utilizados el proceso de cuantificación de los GEI. Los cuales pueden ser descargados en el link: <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos?catid=8> Sin embargo, en caso que la fuente de emisión no se encuentre en los factores de emisión del Instituto Meteorológico Nacional es posible hacer uso de otras fuentes de información, las cuales deberán ser conocidas. Tal como es el caso de las emisiones provenientes de los viajes en avión las cuales pueden ser contabilizadas mediante los factores proporcionados por la Organización de Aviación Civil Internacional en la página: <http://www2.icao.int/en/carbonoffset/Pages/default.aspx>

Cuantificación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

La cuantificación de los gases de efecto invernadero utiliza la metodología definida en la norma ISO/INTE 14064-01 (2016). El método para la estimación de las emisiones del dióxido de carbono se encuentra basado en el tipo de fuente generadora de emisión. Tal como se detalla en la ecuación siguiente:

$$\text{ton } CO_2 = \sum A * Fe^9$$

Donde:

CO₂ = dióxido de carbono.

A = datos de la actividad.

Fe = factor de emisión asociado¹⁰

Debido a que existen fuentes de emisión que emanan gases de efecto invernadero diferentes al dióxido de carbono. Por lo que resulta necesario reestructurar la ecuación para la cuantificación de las emisiones, considerando ahora el potencial de calentamiento de cada uno de los gases de efecto invernadero asociados a la fuente de emisión. Tal como se muestra en la ecuación a continuación.

$$\text{ton } (CO_2e)^{11} = \sum A * Fe * PCG^{12}$$

Donde:

CO_{2e} = dióxido de carbono equivalente.

A = datos de la actividad.

Fe = factor de emisión asociado.

PCG = potencial de calentamiento global.

A continuación, se presentan algunos ejemplos relacionados al cálculo de los gases de efecto invernadero generados. Ejemplos tomados de la Dirección de Cambio Climático, 2014.

Ejemplo 1: Cálculo de las emisiones liberadas producto del consumo de 1000 litros de diésel para generación eléctrica.

⁹ IPCC (2006)

¹⁰ Factores de emisión provenientes del Instituto Meteorológico Nacional.
<http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/factores-de-emision>

¹¹ Implica que una molécula de CO_{2e} es equivalente a una molécula de CO₂

¹² IPCC (2006)

Debido a que el diésel genera emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico. Es necesario estimarlos separadamente. Tal como se muestra a continuación.

Dióxido de Carbono.

$$\frac{10000 \text{ litros diesel}}{\text{Año}} \times \frac{2,69 \text{ kg CO}_2}{\text{litros diesel}} = \frac{26900 \text{ kg CO}_2}{\text{Año}}$$

$$\frac{26900 \text{ kg CO}_2}{\text{Año}} \times 1 \times \frac{1 \text{ ton CO}_2}{1000 \text{ kg CO}_2} = \frac{26,9 \text{ ton CO}_{2e}}{\text{año}}$$

Metano.

$$\frac{10000 \text{ litros diesel}}{\text{año}} \times \frac{0,1089 \text{ g CH}_4}{\text{litro diesel}} = \frac{1089 \text{ g CH}_4}{\text{año}}$$

$$\frac{1089 \text{ g CH}_4}{\text{año}} \times 21 \times \frac{1 \text{ ton CO}_2}{(1000 \times 1000) \text{ g CO}_2} = \frac{0,022869 \text{ ton CO}_{2e}}{\text{año}}$$

Óxido Nítrico.

$$\frac{10000 \text{ litros diesel}}{\text{año}} \times \frac{0,02178 \text{ g N}_2\text{O}}{\text{litro diesel}} = \frac{2178 \text{ g N}_2\text{O}}{\text{año}}$$

$$\frac{2178 \text{ g N}_2\text{O}}{\text{año}} \times 310 \times \frac{1 \text{ ton CO}_2}{(1000 \times 1000) \text{ g CO}_2} = \frac{0,067518 \text{ ton CO}_{2e}}{\text{año}}$$

Una vez se tengan estos valores es posible realizar una sumatoria de las emisiones producidas por cada uno de los gases de efecto invernadero las cuales componen las emisiones de GEI liberadas por el consumo de diésel.

Ejemplo 2. Cálculo de las emisiones de GEI asociadas al consumo de 100,000kWh de energía eléctrica.

Debido a que la energía eléctrica emite gases únicamente de dióxido de carbono, sólo deberán estimarse las emisiones producto de este gas de efecto invernadero tal como se muestra a continuación.

100.000 kWh	X	0,0824 kg CO _{2e}	X	1 ton CO ₂	=	8,24 ton CO _{2e}
Año		kWh		1000 kg CO ₂		año

Por lo que al final las emisiones de GEI liberadas producto del consumo eléctrico en este caso serían de **8.24 tonCO_{2e}**

Apéndice 11. Afiche Informativo para Funcionarios del Banco Central: Calentamiento Global e Inventario de Gases de Efecto Invernadero.

¿Existe diferencia entre cálculo de la huella de carbono y un Inventario de Gases de Efecto Invernadero?

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero.
Se refiere a la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero en las actividades normales de **organización**.

Huella de Carbono

Hace referencia a la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero durante todo el **ciclo de vida de un producto o servicio**. Lo que se refiere a las emisiones de un producto desde que esta en materias primas hasta su disposición final.



Por lo tanto, al referirse a huella de carbono se refiere a las **emisiones de un producto** y en el caso de los inventarios de gases de efecto invernadero se refiere a las emisiones de toda una **organización**.

Apéndice 12. Afiche Actividades de Capacitación: Gestión de los Residuos Sólidos.

¿Según los Números.... Cuáles Plásticos se Reciclan?

• *Los que si se reciclan.*



• *Los que no se reciclan.*



Anexos

Anexo 1. Factores de Emisión del Instituto Metrológico Nacional para el 2015.

Cuadro 9. 1. Factores de emisión utilizados para la estimación del inventario de GEI.

<i>Fuente de emisión</i>	<i>Actividad</i>	<i>Factor de emisión</i>		
		<i>CO₂</i>	<i>CH₄</i>	<i>N₂O</i>
Planta eléctrica	Diésel		0,122 gCH ₄ /L	0.02442 gN ₂ O/L
	Lubricantes y aceites	0,5101 kg CO ₂ /L		
Sistema contra incendios	Diésel	2.231kg CO ₂ /L		
	Lubricantes y aceites	0,5101 kg CO ₂ /L		
Flota vehicular	Diésel		0,1416 g CH ₄ /L	0,1416 g N ₂ O/L
	Gasolina		0.1416 g CH ₄ /L	0.2612 gN ₂ O/L
Energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica	0,0381kg CO ₂ /kWh		
Residuos sólidos	Generación de residuos sólidos.		0.0581 kg CH ₄ /kg de desechos	
Aguas residuales	Generación de aguas residuales.		0,876 kg CH ₄ /persona/año	

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, 2016