

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL AÑO 2016 Y DISEÑO DE MEDIDAS
PARA LOGRAR LA CARBONO NEUTRALIDAD EN LA ASAMBLEA LEGISLATIVA DE
COSTA RICA

KATHERINE CÓRDOBA RODRÍGUEZ

Heredia, Costa Rica

Octubre, 2020

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano de la facultad de la Tierra y el Mar

Directora de Escuela de Ciencias Ambientales

Luis Guillermo Valerio Pérez

Tutor

José Félix Rojas Marín

Lector

Sergio Molina Murillo

Lector

Katherine Córdoba Rodríguez

Estudiante

CARTA DE APROBACIÓN DEL FILÓLOGO

Cartago, 20 de octubre de 2020

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, mayor, casada, filóloga, cédula de identidad número 3 0447 0799 y Daniel González Monge, mayor, casado, filólogo, cédula de identidad número 1 1345 0416, vecinos de Quebradilla de Cartago, en calidad de filólogos revisamos y corregimos el trabajo final de graduación que se titula: *Medición de la huella de carbono en el año 2016 e implementación de medidas para lograr la neutralidad en la Asamblea Legislativa de Costa Rica*, sustentado por Katherine Córdoba Rodríguez.

Hacemos constar que se corrigieron aspectos de forma, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto. La originalidad y la validez del contenido son responsabilidad exclusiva del autor y de sus asesores.

Esperamos que nuestra participación satisfaga los requerimientos de la Universidad Nacional.

X

Elena Redondo Camacho
Filóloga - Carné Acfil n.º 0247

X

Daniel González Monge
Filólogo - Carné Acfil n.º 0245

DEDICATORIA

A mi familia y a Yariel, por no dejar que me rindiera y motivarme a continuar cuando la situación fue difícil. Esto es por y para ustedes.

A todos los valientes que se suman a la lucha de la defensa y sostenibilidad ambiental en Costa Rica y el mundo, que nos mantengamos firmes y con esperanza; incluso cuando parezca imposible.

AGRADECIMIENTOS

Durante este proceso he contado con diferentes personas que me han ayudado a crecer y aprender de forma profesional y personal. Sin embargo, deseo agradecer especialmente a las siguientes personas:

A mi familia, porque su apoyo y amor siempre ha sido incondicional. Por siempre estar en los momentos correctos para levantarme y motivarme para seguir adelante. A Yariel, por su apoyo tan incondicional, sinceridad y amor, por retarme a ser mejor cada día y acompañarme en la etapa final de este proyecto. A mis amigos y amigas de carrera y de la vida por su ayuda y hacer el proceso más fácil.

Al equipo del proyecto, Ing. Luis Guillermo Valerio, Ing. Sergio Molina y Lic. José Félix Rojas; por su gran apoyo, paciencia y siempre guiarme a hacer la mejor versión posible de este trabajo. Ha sido un honor trabajar con personas de tanta calidad humana y profesional, con experiencia y criterio.

Finalmente, agradezco a todas las personas docentes, especialmente a María Chaves e Igor Zúñiga, de mi formación profesional y a las personas funcionarias de la Escuela de Ciencias ambientales de la Universidad Nacional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I. Introducción	1
1.1. Problema de la investigación.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
Capítulo II. Marco teórico.....	4
2.1. Cambio climático.....	4
2.2. Programa país de carbono neutralidad.....	5
2.3. Normas ISO e INTE	7
2.4. Inventario de emisiones o huella de carbono.....	8
2.5. Medidas de reducción y compensación	10
2.6. Carbono neutralidad	11
2.7. Proceso de certificación.....	12
2.8. Asamblea Legislativa de Costa Rica y carbono neutralidad	13

Capítulo III. Metodología.....	15
3.1. Tipo de investigación y enfoque.....	15
3.2. Selección del objeto de estudio	15
3.3. Descripción del sitio de estudio.....	16
3.4. Proceso metodológico.....	17
Capítulo IV. Resultados y discusión	25
4.1. Primera etapa	25
4.2. Segunda etapa	26
4.3. Tercera etapa.....	33
4.4. Cuarta etapa	37
Capítulo V. Conclusiones.....	40
Capítulo VI. Recomendaciones	42
Referencias	44
Anexos.....	47
Anexo 1. Potenciales de calentamiento global para gases de efecto invernadero que planteó el IMN	47
Anexo 2. Potenciales de calentamiento global para gases de efecto invernadero que planteó	

IPCC.	48
Anexo 3. Cuadro completo de cálculos para obtener una emisión en CO ₂ e	49
Anexos adjuntos	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Factor de emisión para transporte aéreo de pasajeros	22
Cuadro 2 Definición de los requisitos para iniciar el proceso de demostración de carbono neutralidad según la norma INTE 12-01-06:2016.....	25
Cuadro 3 Información sobre las fuentes de emisión alcance 1 elegidas para el inventario de emisiones 2016.....	27
Cuadro 4 Información sobre las fuentes de emisiones alcance 3 elegidas para el inventario 2016	28
Cuadro 5 Datos iniciales de generación o consumo por fuente, para el año 2016.....	29
Cuadro 6 Factores de emisión del IMN para las fuentes elegidas	29
Cuadro 7 Resultado anual de emisiones por cada fuente en CO ₂ e 2016.....	29
Cuadro 8 Propuesta de medidas de reducción para las fuentes de emisión directas	34
Cuadro 9 Propuesta de medidas de reducción y mitigación para las fuentes de emisión indirectas	34
Cuadro 10 Proyección de costos vs. ahorro del plan de reducción para emisiones directas.....	36
Cuadro 11 Costo de compensación por cada fuente de emisión incluida en el inventario 2016 ...	37
Cuadro 12 Estructura del sistema de información carbono neutralidad.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de reconocimiento de Programa País de Carbono Neutralidad.....	6
Figura 2 Clasificación de los alcances para un inventario de emisiones.....	10
Figura 3 Mapa de edificios de la Asamblea Legislativa	17
Figura 4 Distribución por nivel de emisiones seleccionadas para el inventario 2016	27
Figura 5 Consumo de energía eléctrica global por mes del 2016	32

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

- CER: Certified Emission Reduction.
- CH₄: Metano.
- Cisal: Comisión Institucional de Sostenibilidad de la Asamblea Legislativa.
- CO₂: Dióxido de Carbono.
- CO_{2e}: Dióxido de Carbono equivalente.
- DCC: Dirección de Cambio Climático.
- ENCC: Estrategia Nacional de Cambio Climático.
- GEI: Gases de Efecto Invernadero.
- IMN: Instituto Meteorológico Nacional.
- Inteco: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.
- IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático.
- Minae: Ministerio de Ambiente y Energía.
- N₂O: Óxido nitroso.
- ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- ONU: Organización de las Naciones Unidas.
- OVV: Organismo de Verificación y Validación.
- PBAE: Programa Bandera Azul Ecológica.

- PCG: Potencial de Calentamiento Global.
- PGAI: Programa de Gestión Ambiental Institucional.
- PPCN 2.0: Programa País Carbono Neutralidad 2.0.
- t: toneladas.
- UCC: Unidades Costarricenses de Compensación.
- VER: Voluntary Emission Reduction.

RESUMEN

El cambio climático y el calentamiento global son graves problemáticas que se pueden percibir como una amenaza en todos los lugares del mundo, algunos países proyectan efectos más fuertes y devastadores que otros. En el plano internacional se han generado foros de expertos y acuerdos en los países que discuten la situación mundial, se toman medidas y se adquieren compromisos en pro del equilibrio en el planeta. En Costa Rica, la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático son temas importantes y por los cuales el país ha sido reconocido en múltiples ocasiones. Desde el año 2007 se comenzó a discutir una meta de carbono neutralidad para el año 2021, sin embargo, esta se ajustó en el 2015 con una visión más clara y real del panorama nacional y el proceso para alcanzar este objetivo. Por consiguiente, es fundamental que todos los habitantes, instituciones del Estado, empresas privadas, organizaciones, etc., se comprometan con la meta país, pero, sobre todo, con el planeta.

El presente trabajo consistió en elaborar un inventario de emisiones de gases efecto invernadero para 13 edificios, entre propios y alquilados, de la Asamblea Legislativa de Costa Rica en 2016. Además, se desarrolló un sistema de información y propuestas de reducción y compensación para ejecutar en los siguientes años. Es importante destacar que es el primer inventario que se lleva a cabo en la institución, el cual sumó en total una emisión de 522,29 toneladas de CO_{2e}. Según los resultados, la mayor parte de las emisiones son directas y la menor parte corresponde a las indirectas, lo que quiere decir que la entidad tiene una gran oportunidad de reducción en el corto, mediano y largo plazo.

El mayor peso en la cuantificación de emisiones cae sobre el uso de combustibles fósiles para transporte, desde los vehículos propios y alquilados hasta el que se le otorga a los diputados y las

diputadas como parte de su dieta. Para efectos del proyecto e inventario este último se omitió, ya que su uso es discrecional por lo que la información no es suficiente, se señala como una oportunidad de mejora para la entidad. Se propone continuar con el proceso para alcanzar la carbono neutralidad, manteniendo un proceso de mejora continua en la sistematización y actualización de la información.

Palabras clave: cambio climático, carbono neutralidad, inventario de emisiones, programa país, Asamblea Legislativa.

Capítulo I. Introducción

1.1. Problema de la investigación

Costa Rica avanza en política y normativa con miras a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y con esto ser un referente en el ámbito internacional. Lo anterior ocurre de manera evidente con la iniciativa de carbono neutralidad del 2007, la Estrategia Nacional de Cambio Climático del 2009, el Programa País Carbono Neutralidad a nivel de organizaciones (2012) y con la ratificación del Acuerdo de París en el 2016, en el que el país por primera vez en la historia adquirió compromisos de reducción de emisiones de GEI.

El sector público, incluyendo los poderes del Estado, son parte elemental para lograr este compromiso. Por este motivo, se han generado diferentes iniciativas o herramientas en el ámbito nacional para que este sector participe y evolucione hacia el desarrollo y la sostenibilidad que se busca en Costa Rica.

El poder legislativo de Costa Rica es desde donde se toma la mayor parte de las decisiones administrativas en el ámbito nacional, también se formulan leyes o proyectos de todo tipo que tienen efecto sobre la población en general y muchas veces sobre el ambiente en el que se vive. La Asamblea Legislativa, al ser el primer poder de la República, debería ser un ejemplo para las demás entidades públicas del Estado. Por esto, en las dimensiones de ambiente y sostenibilidad debe estar a la vanguardia y desarrollar proyectos internos que posicionen de forma positiva a la institución.

Los primeros pasos en el 2018 se enfocaron en conseguir la certificación de carbono neutralidad de la Asamblea Legislativa en San José, Costa Rica. Para esto se tomó como referencia el Programa País de Carbono Neutralidad 2.0, el “Sistema de gestión para demostrar la Carbono

Neutralidad” (INTE B5:2016), así como el objetivo de desarrollo sostenible número 13: acción por el clima.

Cabe destacar que el proyecto surgió a partir de una iniciativa voluntaria de la institución y como parte de la búsqueda de la mejora continua en materia ambiental, ya que se implementó el Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI), el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) y el sello de calidad sanitaria.

1.2. Justificación

La Asamblea Legislativa, como primer poder del Estado, se compromete a ser parte de las metas del país para reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) del 28 % entre el año 2012 y el 2030. Además, busca trabajar por los objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Asimismo, la Asamblea Legislativa puso en marcha su programa de medición de huella de carbono para encaminarse a ser un *parlamento carbono neutro*, esto como parte de un conjunto de esfuerzos hacia el *parlamento sostenible*, el cual es un proyecto interno de la institución con diferentes programas de enfoque ambiental. Llevarlo a cabo permite ser ejemplo y modelo a seguir para las demás entidades públicas o privadas y podría replicarse en otras instituciones con cualidades similares para ser cada vez más eficientes. Este programa cuenta con el apoyo institucional, dirección y distintos actores administrativos.

Este proyecto académico aporta de forma teórica, práctica y metodológica a la institución en el avance de su propio programa de carbono neutralidad. Sus etapas son: revisión de la norma, inventario de emisiones y planteamiento y evaluación de medidas de reducción y compensación. La certificación C-neutro no se incluye, ya que se podría extender demasiado y depende de trámites

administrativos y presupuestarios que no están en control de este proyecto.

Este esfuerzo es de mucha relevancia en el ámbito nacional y mundial para demostrar el compromiso que tiene Costa Rica por tomar acciones a favor del ambiente y de las metas de la ONU para el 2030. Además, a nivel país para demostrar el compromiso y participación del gobierno en las metas nacionales de carbono neutralidad y, de esta forma, motivar a otras entidades, organizaciones o empresas a tomar el reto y trabajar juntos por alcanzar la meta.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un plan para el alcance de la carbono neutralidad en la Asamblea Legislativa de Costa Rica, a partir de los resultados en el inventario de emisiones de 2016 aplicando la normativa nacional.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Desarrollar una herramienta para el seguimiento de los requisitos que tiene la norma INTE B5:2016 mediante una lista de chequeo para el proceso de cuantificación de la huella de carbono y de compensación de esta.
2. Determinar la huella de carbono mediante un inventario de emisiones de GEI de las edificaciones de la Asamblea Legislativa de Costa Rica.
3. Diseñar un plan de medidas de mitigación y compensación en la Asamblea Legislativa de Costa Rica para el cumplimiento de los criterios de la certificación C-neutral.
4. Elaborar un documento adaptado a la realidad de la institución para la guía en el proceso de certificación carbono neutro de la Asamblea legislativa.

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Cambio climático

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (s. f.), con base en datos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), las emisiones de gases contaminantes durante la primera década de los años 2000 aumentaron más que las tres décadas anteriores juntas y las emisiones de dióxido de carbono tuvieron un aumento de hasta casi el 50 %. Esto implica que se ha dado un crecimiento desmedido en el ámbito mundial en temas de desarrollo poblacional, comercial e industrial. A través del tiempo ha traído diferentes problemas, uno de los más importantes es la influencia directa que tiene sobre la variabilidad climática que se ha ocasionado y acelerado en mayor medida por las acciones del ser humano.

Este fenómeno se puede definir como “un cambio del clima [...] que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (Organización de las Naciones Unidas, 1992, s. p.). En la actualidad, se pueden percibir los efectos del cambio climático en diferentes partes del mundo, donde los eventos extremos han ocurrido cada vez con mayor frecuencia.

El cambio climático no tiene fronteras, por lo que es de vital importancia que todas las personas actúen de forma responsable para mitigar los efectos que tiene sobre el planeta y todos sus habitantes. Desde hace varios años Costa Rica se ha distinguido por ser un país que respeta la naturaleza y la conserva, en relación con esto, en el 2007 el expresidente Óscar Arias anunció el compromiso del país por alcanzar la carbono neutralidad en 2021, año en el que se celebra el bicentenario de la independencia (Kowollik, 2014).

Después de esto se han alineado cada vez más las acciones nacionales a la meta y se creó la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y la Dirección de Cambio Climático (DCC) como dependencia del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae). Posteriormente, se oficializó en el 2012 el Programa País de Carbono Neutralidad, como herramientas o insumos para encaminar a la población, organizaciones e instituciones por el mismo objetivo. Este último tuvo una actualización en el 2017.

2.2. Programa país de carbono neutralidad

Desde que se anunció la meta de ser carbono neutral para el año 2021, muchas empresas o instituciones querían certificarse, por diferentes motivos como el caso de exportadores a los cuales les interesa este tipo de certificaciones para tener más beneficios con los clientes. Sin embargo, no existía una guía en el ámbito nacional que marcara el camino hacia la certificación de carbono neutralidad (Kowollik, 2014).

Por este motivo, en el 2012 se oficializó el Programa País Carbono Neutralidad (PPCN) mediante el acuerdo 36-2012 del Minae, el cual marca un procedimiento para las empresas u organizaciones que quieran participar por obtener la certificación nacional de carbono neutralidad del Minae, entidad rectora. No obstante, en el 2017 la entidad hizo el lanzamiento de la actualización del PPCN 2.0 para las categorías de organizaciones y el desarrollo de un nuevo enfoque para cantones y distritos. Esto trajo mejoras y cambios significativos al proceso de certificación de carbono neutralidad en el país.

El nuevo programa pretende alinearse a los cambios que se han presentado en cuanto a la Estrategia Nacional de Cambio Climático, nuevos compromisos internacionales adquiridos y el nuevo Acuerdo de París en el que Costa Rica figura. Se hizo más simple y accesible para las

organizaciones que quieren ser parte del programa mediante pequeños esfuerzos que ayudan al cumplimiento de los objetivos del PPCN. El objetivo general consiste en: “brindar un mecanismo para reconocer la adecuada gestión de las emisiones de GEI a organizaciones públicas y privadas, con el fin de apoyar los compromisos del país en materia de acción por el clima” (Mora y DCC, 2017, s. p.).

Además, cuenta con cinco objetivos específicos que se enfocan en la sensibilización, potenciación de la acción por el clima, integración de los sectores, producción de información primaria sobre inventarios y contribuir con las mejoras de las organizaciones. El documento define las reglas y requisitos que deben cumplir las entidades que desean incorporarse y también los organismos de validación y verificación (OVV) que quieran formar parte del equipo nacional de certificación. El sistema de reconocimiento del PPCN 2.0 consta de cinco categorías a las cuales las organizaciones pueden aplicar de forma anual:

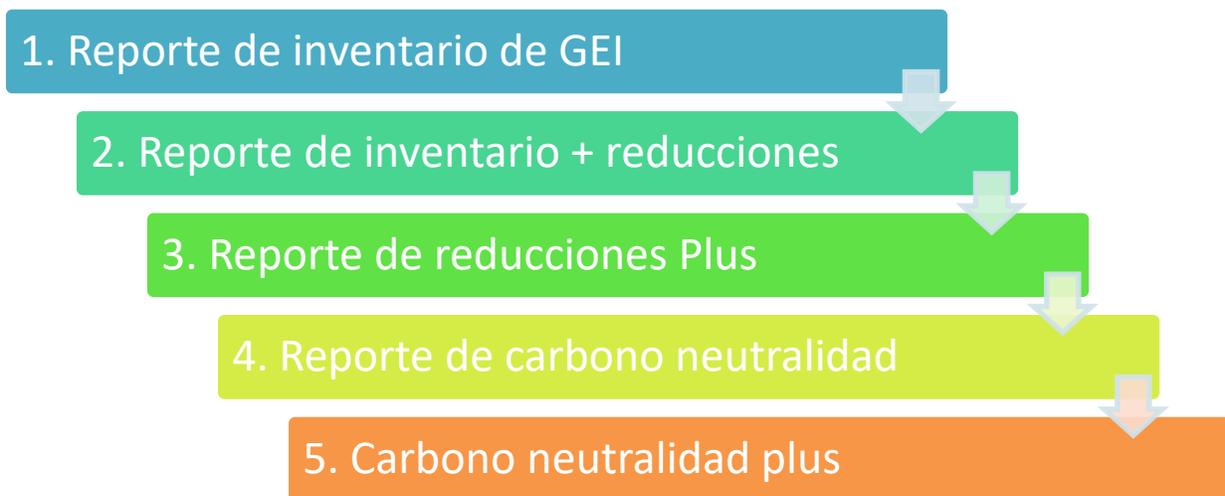


Figura 1 Sistema de reconocimiento de Programa País de Carbono Neutralidad

Cada etapa cuenta con requisitos y una certificación diferente del resto, de esta forma, las organizaciones pueden avanzar en el programa y ser reconocidas por cada esfuerzo. Cada condición la verifica el organismo validador y verificador, quien es responsable de evaluar el reporte de cada

organización desde un punto objetivo y dar una recomendación a la DCC con fundamento. Sin embargo, desde el Minae se toma la decisión final (si se certifica o no la organización), se entregan los certificados y se otorga el permiso para usar el símbolo correspondiente (Mora y DCC, 2017).

2.3. Normas ISO e INTE

ISO es la Organización Internacional de Normalización (por sus siglas en inglés) y está formada por diferentes organismos nacionales en el ámbito mundial, por lo que forma una federación. Se encargan de crear normas internacionales, con el fin de estandarizar diversos procesos en muchos ámbitos. Para cada tema se crean comités técnicos y cada organismo nacional y organizaciones públicas o privadas que estén interesados en participar pueden hacerlo en coordinación con ISO (Inteco, 2006).

En Costa Rica el organismo encargado de participar en estos procesos y también adaptar las normas a la realidad del país es el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (Inteco), el cual se encuentra respaldado por la ley N° 8279 de 2002. Es una organización privada que brinda apoyo al gobierno y empresas privadas, con el fin de desarrollar procesos más competitivos en el ámbito interno y externo. Al igual que como funciona ISO, Inteco forma comités técnicos con especialistas y también involucra al público en general, mediante consultas públicas.

Entre muchos temas que se normalizan en estas entidades se encuentra la gestión ambiental y los temas relacionados para tener países, empresas y procesos más respetuosos y amigables con el ambiente. En esta familia de normas se encuentra la norma ISO 14064 sobre la gestión de emisiones de GEI y la norma INTE B5:2016 para demostrar la carbono neutralidad y los requisitos que se deben cumplir. Estas normas son muy similares por lo que para efectos de este proyecto se usará principalmente la norma de Inteco, ya que está reconocida en el ámbito nacional, además, es

la que se solicita para la certificación del Minae.

La norma INTE 12-01-06:2016 se aprobó oficialmente el 5 de mayo del 2016 y el comité estuvo compuesto por diferentes entidades, tanto públicas como privadas. Las participantes fueron: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Universidad Nacional (UNA), Universidad de Costa Rica (UCR), Dirección de Cambio Climático (DCC-Minae), Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Fonafifo), Bridgestone, Florida Ice and Farm Company (Fifco), Universidad EARTH, BAC-Credomatic, Procomer, Fundecooperación, Cegesti, QESS Inc, Mondaisa y dos consultores independientes. El comité también estuvo conformado por observadores de la dirección de certificación de Inteco y del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) (Inteco, 2016).

La creación de estas normas es importante para estandarizar procesos en el país en temas ambientales, ya que se marca un camino de lo correcto y no se dejan a criterios personales las acciones a favor del ambiente o en este caso la autodenominación de carbono neutralidad. Lo anterior generaba mucho conflicto entre las organizaciones porque se podían basar en un criterio experto o en certificaciones internacionales que no se ajustan a las condiciones de una empresa en Costa Rica. Por este motivo, en el ámbito nacional se han desarrollado herramientas para guiar a toda la población por la misma ruta y avanzar de la forma más homogénea posible.

2.4. Inventario de emisiones o huella de carbono

La huella de carbono es una medida que se aplica para todas las emisiones de gases de efecto invernadero que genera una persona, un producto, una empresa, una institución o un evento durante un periodo. Estas emisiones se dividen en directo o indirecto, después se convierten los resultados a dióxido de carbono equivalente (CO₂e) (Mondéjar *et al.*, 2011). Llevar a cabo los análisis de huella de carbono o inventarios de emisiones resulta fundamental para conocer la

situación inicial de la institución. Solamente de esta manera se puede conocer la magnitud de las medidas que se deben tomar para reducir o compensar el impacto que se genera en el ambiente.

En el programa país de carbono neutralidad se mencionan los seis gases de efecto invernadero que se deben reportar en el inventario de emisiones para participar por la carbono neutralidad. Esto es según las emisiones que tenga la institución o empresa (Mora y DCC, 2017):

- Dióxido de carbono (CO₂).
- Metano (CH₄).
- Óxidos Nitrosos (N₂O).
- Perfluorocarbonos (PFC).
- Hidrofluorocarbonos (HFC).
- Hexafluoruro de azufre (SF₆).
- Trifluoruro de Nitrógeno (NF₃).
- Hidroclorofluorocarbonos (HCFC).
- Clorofluorocarbonos (CFC).

Los inventarios de emisiones se deben hacer por alcance, los cuales definen las fuentes de emisiones que se deben tomar en cuenta:

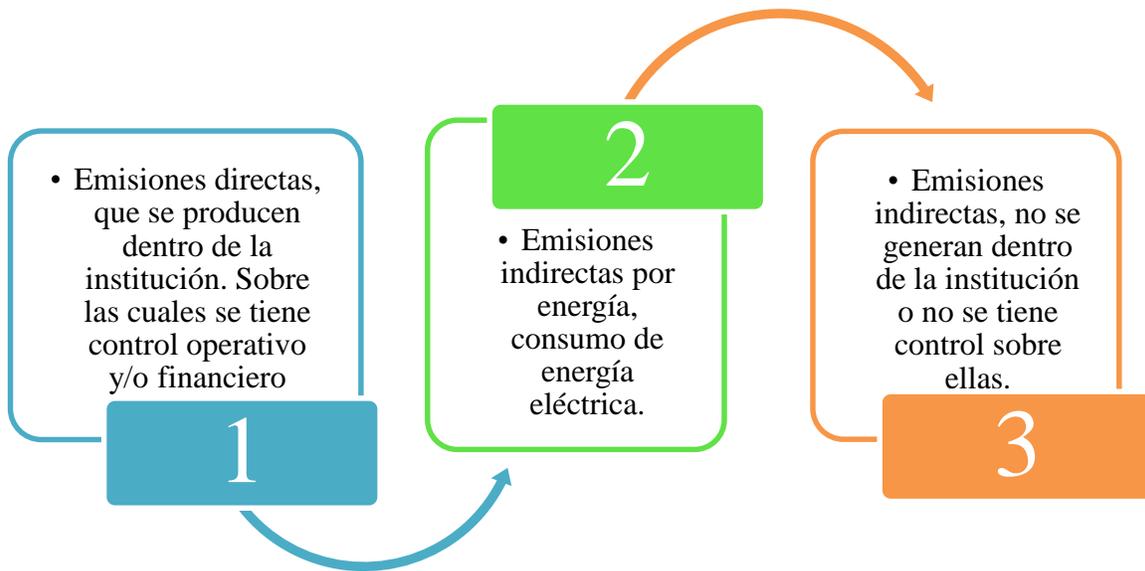


Figura 2 Clasificación de los alcances para un inventario de emisiones

2.5. Medidas de reducción y compensación

Las medidas de reducción y compensación se encargan de contrarrestar el efecto que tienen las emisiones generadas por la empresa o institución sobre el ambiente. Las medidas de reducción las elige la entidad y dependen de las posibilidades que tenga para implementar un plan para disminuir las emisiones. Estas normalmente van ligadas a la eficiencia en el uso de los recursos como energía, agua, combustibles, etc.

Las medidas de compensación están más reguladas o estandarizadas, incluso en el programa país de carbono neutralidad en el que se mencionan las opciones que tienen las personas participantes para compensar sus emisiones. Estas son: a) Certified Emission Reduction (CER), b) Voluntary Emission Reduction (VER) o c) Unidades Costarricenses de Compensación (UCC). Esta última se rige por lo que se establezca en el Mercado Local de Carbono, perteneciente a la DCC del Minae y está reglamentado según el decreto 37926 de 2013 (Programa País Carbono Neutro,

2012). Las medidas de compensación deberían funcionar como el último recurso, es decir, que se utilicen cuando la entidad ya no puede reducir más sus emisiones.

Después de llevar a cabo este proceso, la entidad puede optar por la certificación nivel dos que corresponde a las reducciones, luego el nivel tres correspondiente a reducciones plus y, posteriormente, si es posible buscar la demostración de la carbono neutralidad; que son los niveles cuatro y cinco.

2.6. Carbono neutralidad

La carbono neutralidad es un proceso en el que una empresa, organización o país se involucra, de forma voluntaria, para disminuir su huella en emisiones de gases efecto invernadero (GEI) como respuesta a una necesidad mundial relacionada con el cambio climático. En este proceso se cuantifican las emisiones de GEI que genera la entidad, se hacen cálculos para tener todas las emisiones en una misma unidad, después a esta cifra se le restan las reducciones y compensaciones que se apliquen, si de esta resta se obtiene como resultado cero se neutralizan las emisiones, lo que se conoce como *carbono neutro*. La ecuación utilizada generalmente se expresa de la siguiente forma:

$$\sum E - \sum R - \sum C = 0$$

Donde E significan las emisiones, R las medidas de reducción y C las medidas de compensación aplicadas en las organizaciones. Esto se entiende como lo que se deja de emitir o las emisiones que se reponen, por ejemplo, con la compra de bonos de carbono.

El buscar la carbono neutralidad es una acción voluntaria que se toma para mitigar o disminuir el impacto de la organización sobre el ambiente y el cambio climático, ya que si cada

vez se emiten menos gases de efecto invernadero a la atmósfera se puede mantener la temperatura global. De esta forma, se reducen los efectos del calentamiento (ONU, s. f.), por ejemplo, derretimiento de glaciares, alteración de ciclos naturales y extinción de especies, tanto animales como vegetales (Corral, 2015).

En el 2017, según la Dirección de Cambio Climático, en Costa Rica había más de 80 empresas o instituciones declaradas carbono neutro. A estas las certifica el Minae, que es la única entidad reconocida en el ámbito nacional, mediante la aplicación de los procedimientos establecidos por las normas INTE-ISO 14064 e INTE B5:2016 y la verificación de organizaciones acreditadas y autorizadas por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) (Mora y DCC, 2017).

2.7. Proceso de certificación

El proceso de certificación de una entidad o empresa como carbono neutral debe llevarse a cabo aplicando la normativa aprobada por el gobierno de Costa Rica, es decir, la norma INTE-ISO 14064:1 para la cuantificación de GEI y la verificación del inventario e INTE B5:2016 para demostrar la carbono neutralidad. La elaboración de esta norma es importante, ya que de esta forma se estandarizan los mecanismos para toda la diversidad de personas o empresas en cuanto a tamaño, ubicación o actividad, interesadas en la certificación. Además, otorga validez y garantía de reconocimiento ante el Estado (Rodríguez, 2012).

La norma INTE, creada por un comité técnico interinstitucional, se divide en nueve capítulos principales los cuales guían el camino hacia la cuantificación de la huella de carbono y la demostración de la carbono neutralidad. Se explican los requisitos con los que debe cumplir el inventario de emisiones de gases efecto invernadero y para llevar a cabo las medidas de reducción, así como los métodos de compensación (Rodríguez, 2012). Costa Rica ha definido una ecuación

para asegurar la carbono neutralidad, la cual es: $E - R - C = 0$; donde E representa las emisiones de GEI que se generan, R representa las reducciones que se puedan implementar y C son las compensaciones que se apliquen. Todo lo anterior debe dar cero para asegurar que se logra la *neutralización del carbono* (Kowollik, 2014).

Durante este proceso también se pueden incorporar criterios de otros documentos importantes como la norma ISO 14064, las guías del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y el protocolo de gases de efecto invernadero (GHG Protocol) de World Resources Institute (WRI).

2.8. Asamblea Legislativa de Costa Rica y carbono neutralidad

La Asamblea Legislativa es un poder del Estado, en el que existe una organización política conformada por un grupo de diputados que toman decisiones sobre leyes, planes y proyectos que se gestionan en el país. También tiene una estructura técnico-administrativa grande como cualquier otra institución, en la que se encuentra la dirección ejecutiva y la dirección de la división administrativa, ambas con sus departamentos y auditoría interna. Está distribuida en diferentes edificios que se ubican en San José centro y Los Yoses, San Pedro, Costa Rica; en un aproximado de 13 edificios entre propios y alquilados en estas zonas (condiciones de los años 2016 y 2017).

Como parte del Plan Estratégico Institucional (PEI) 2017-2021, se propone un proyecto llamado *Parlamento Sostenible* el cual cuenta con una serie de planes y programas que tiene actividades específicas que pretenden formar o conducir a un parlamento más amigable con el medioambiente, como parte de la responsabilidad social y ambiental. También como parte del compromiso que se tiene como país de aportar a la meta de C-neutralidad en el 2021 y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2017). Los

planes de este gran proyecto son:

1. Plan para la Gestión Ambiental Institucional.
2. Plan de Responsabilidad Social Institucional.
3. Plan de gestión normativa voluntaria para la sostenibilidad.

Como se mencionó, estos planes están compuestos por múltiples programas, en el caso del primer plan se encuentra el programa para la medición de la huella de carbono, hacia el “parlamento carbono neutro” (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2017, s. p.). Por este motivo, se inició este proyecto con miras a generar la información y establecer procedimientos para conocer las emisiones de carbono de la institución y llevar a cabo un plan para reducirlas y compensarlas.

Capítulo III. Metodología

3.1. Tipo de investigación y enfoque

Este proyecto tuvo un enfoque cuantitativo, ya que se aplicaron ecuaciones y se analizaron datos numéricos que son las emisiones que se contabilizaron en los edificios de la institución, los cuales debieron convertirse a las mismas unidades para sumarlos y conocer las emisiones de forma global. Para lograr lo anterior se aplicaron cálculos y fórmulas adecuadas para tal fin. Además, al final del proceso se realizaron, a modo de proyección, la resta de emisiones, posibles reducciones y cálculo de bonos de compensación para determinar si se alcanzaría la carbono neutralidad.

El alcance del estudio fue correlacional, ya que se llevó a cabo y calculó una relación entre diferentes fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) con las que cuenta la institución, las cuales se llevaron a una sola unidad y se valoraron para su disminución o compensación para alcanzar la carbono neutralidad de la entidad. En este caso se partió del hecho de que existe una relación entre las variables que se consideraron para esta práctica, ya que se cuenta con literatura y procedimientos establecidos que así lo han definido, también se han utilizado estos métodos en otros casos, ya que es lo estandarizado.

3.2. Selección del objeto de estudio

La Asamblea Legislativa cuenta con un Plan de Gestión Ambiental Institucional (PGAI), galardón de Bandera Azul Ecológica y un proyecto estratégico *Parlamento Sostenible* en desarrollo. Con este se pretende, como parte del Plan Estratégico Institucional, vincular las acciones que se llevan a cabo en la institución con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), para el año 2030. Estos se

encuentran ligados a un desarrollo sostenible, cambio climático, educación de calidad, energías renovables, etc.

Por este motivo, se generó este proyecto que está compuesto de planes y programas para trabajar diferentes puntos que lleven a la institución hacia la sostenibilidad ambiental. Un punto muy importante es buscar la carbono neutralidad, ya que, por un lado es parte de los ODS como el objetivo número 13: acción por el clima y, por otro, apoya en la meta país de ser carbono neutro. La Asamblea Legislativa es uno de los tres poderes del Estado, por lo que es fundamental que ponga en práctica este tipo de iniciativas y sea un ejemplo para las demás instituciones públicas y privadas del país, además sirve como un punto de referencia o guía de proceso para la certificación.

3.3. Descripción del sitio de estudio

La Asamblea Legislativa es una organización del Estado conformada por una parte política y otra técnico-administrativa. Las personas funcionarias, aproximadamente 1068, se encuentran divididas según departamentos en diferentes edificios, los cuales se ubican en San José centro y los Yoses en San Pedro. De estos edificios algunos son propios de la institución y otros son alquilados a empresas externas, los propios son 6 (puntos color verde) y los arrendados 7 (puntos de color azul) (Figura 3).

En la Figura 3 también se detallan los departamentos que están ubicados en cada lugar. Para este proyecto se llevará a cabo el inventario de emisiones para todos los edificios, con el fin de obtener un resultado de CO₂ global, para el año 2016. Las fuentes de emisiones en los edificios de la institución son muy básicas, debido al tipo de actividad que se desarrolla, ya que es trabajo de oficina y transporte principalmente.

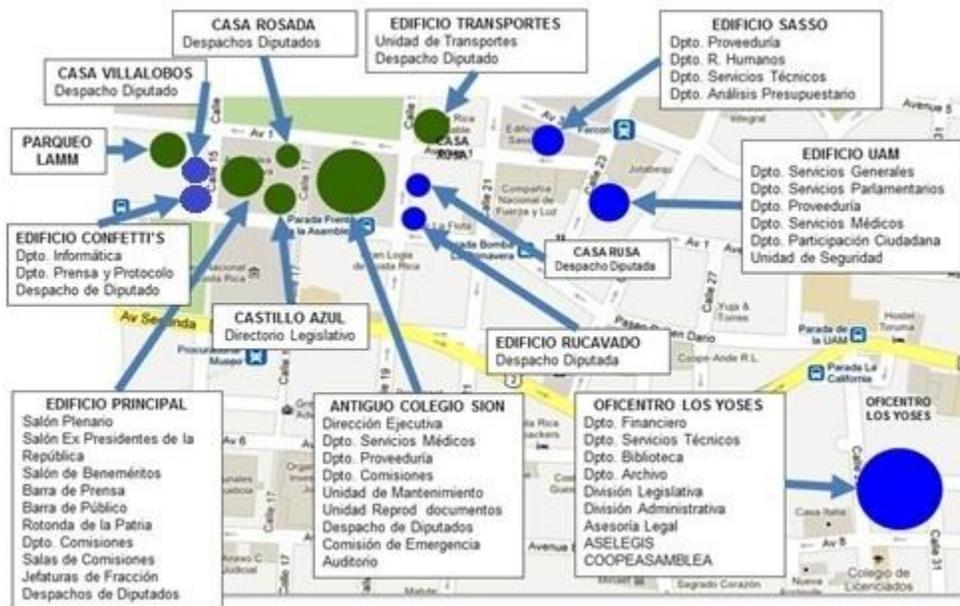


Figura 3 Mapa de edificios de la Asamblea Legislativa

Fuente: Asamblea Legislativa.

3.4. Proceso metodológico

Este proyecto se desarrolló en cuatro etapas durante el año 2017:

- Etapa I: se llevó a cabo la aplicación de la norma INTE-ISO 14064-1:2006 para medir la huella de carbono y de gases efecto invernadero en los edificios de la Asamblea Legislativa.
- Etapa II: se llevó a cabo el inventario de emisiones de gases efecto invernadero, para el año 2016, en los 13 edificios de la Asamblea Legislativa.
- Etapa III: se creó una propuesta de plan de acciones necesarias para alcanzar la carbono neutralidad, incluyendo un sistema de información auditable para el proceso de certificación.
- Etapa IV: se creó una guía para darle continuación al proyecto de la certificación en

carbono neutralidad de la institución, con el fin de establecer un procedimiento y un sistema de información.

A continuación, se explica con mayor detalle cada una de las etapas.

Etapas I

La norma INTE-ISO 14064-1:2006 se concentra en el desarrollo de proyectos en organizaciones que requieren o desean cuantificar sus emisiones para reducirlas o implementar medidas de compensación y la INTE B5:2016 en la posterior demostración de la carbono neutralidad. En estas normas se describen los principios, requisitos, los métodos para desarrollar o gestionar un inventario de emisiones e identificar las actividades que mejorarían la gestión de las emisiones de gases efecto invernadero (Inteco, 2006). Además, se orienta sobre la calidad del inventario y del informe que se debe llevar a cabo, también sobre la auditoría que se debe realizar en el proceso, validación y verificación (Inteco, 2006).

Para implementar estas normas se inició por el análisis del cumplimiento de una serie de requisitos, con el fin de definir el marco o el alcance en el que se llevará a cabo el estudio de emisiones. Como parte de los requerimientos se estableció que se definieran en primera instancia los siguientes puntos:

- Límites de la organización: esto se definió a partir del objetivo que tiene la entidad para implementar carbono neutralidad en el plazo establecido, por lo que se decidió incluir 13 edificios en los que se distribuye la institución. Se eligieron tanto propios como alquilados, ya que una gran parte de las operaciones que se realizan en la institución se ubican en edificios alquilados, por lo que es más significativo incluir todas las instalaciones.

- Enfoque: se definió que es por control operacional, ya que se tomaron en cuenta todas las emisiones sobre las cuales la institución tiene algún tipo de control.
- Límites operativos: se establecieron como límites operativos 13 edificios en los cuales se desarrollan actividades relacionadas directamente con la Asamblea Legislativa.
- Emisiones: se establecieron los tipos de alcances por tomar en cuenta para el inventario de emisiones de GEI.
- Seleccionar la metodología de cuantificación: se eligió la metodología de factores de emisión, como prioridad de uso los factores de Instituto Meteorológico Nacional (IMN), en caso de ser necesario utilizar como segunda opción los factores del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y como tercera opción buscar referencias y factores de emisión en bibliografía confiable. Se escogió esta metodología, ya que la información disponible favorecía su uso y aplicación para generar una cuantificación de emisiones lo más confiable posible.
- Definir año base: la Asamblea Legislativa inició el desarrollo del inventario de emisiones en el 2017 por lo que se decidió que se debía definir como año base el 2016, ya que era el periodo anterior que contaba con los datos necesarios para llevar a cabo el primer inventario de emisiones.
- Usuario previsto: de manera general se estableció como usuario la Asamblea Legislativa como entidad beneficiada para ingresar voluntariamente al proceso de certificaciones por la Dirección de Cambio Climático (DCC) por su esfuerzo en la búsqueda de la carbono neutralidad y la Universidad Nacional de Costa Rica para efectos de trabajo final de graduación de Ingeniería en gestión ambiental.

- Recursos y responsables: se establecieron como principales recursos a la Asamblea Legislativa y la practicante de la Universidad Nacional, tanto para recurso humano como financiero. Como responsable final del proyecto en la institución se definió a la Comisión Institucional de Sostenibilidad de la Asamblea Legislativa (CISAL).

Etapas II

Esta etapa fue la más práctica y de trabajo de campo de la investigación, ya que se realizaron visitas a los edificios de la Asamblea para tener más clara la realidad que tiene cada uno. Además, se identificaron los puntos en los que hay fuentes de emisión para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero.

En esta etapa también se realizaron todos los cálculos para tener un solo dato de emisión de dióxido de carbono equivalente (CO_2eq) en toneladas, es decir, se utilizaron los métodos de conversión de unidades. En este caso se usaron factores de emisión por actividad que tiene emisiones importantes o que no son despreciables, los cuales proporciona el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y los potenciales de calentamiento global de los gases de efecto invernadero los cuales establece el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (ver Anexo 1).

En esta etapa se recolectó toda la información del año base, para este caso se eligió el 2016, porque se tiene toda la información de emisiones necesaria y ya se ha usado antes como punto de referencia, aparte se ha trabajado para PGAI y PBAE. En esta fase los pasos fueron los siguientes:

1. Se recolectaron los datos de las fuentes de emisiones y se cuantificaron. Se separaron por alcance de la emisión, ya sea directa, indirecta de tipo energía u otros tipos de emisiones indirectas.

2. Se realizaron los cálculos para estimar la emisión en una unidad de medida de masa para cada gas de efecto invernadero, por ejemplo, kg de CO₂ (dióxido de carbono) o g de CH₄ (metano). Lo anterior de acuerdo con los factores de emisión que se encuentren establecidos por el IMN, en su séptima edición de 2017 o en su defecto factores tomados de otros documentos aptos para este proyecto, como por ejemplo las guías de IPCC. El cálculo consistió en multiplicar el dato en la unidad correspondiente por el factor de emisión y, de esta forma, se obtiene como resultado la emisión que se genera en la unidad correcta. Se utilizaron hojas de cálculo digitales para llevar un orden y registro de cada alcance y fuente.

Otros cálculos como el de los viajes internacionales (combustible de avión) se realizaron de forma diferente desde el inicio porque no se contaba con la totalidad de los datos necesarios o el IMN no tiene el factor de emisión para estas actividades. A continuación, se explicará el procedimiento:

- Viajes al extranjero pagados por la Asamblea Legislativa: el dato original solo contaba como la cantidad de vuelos y el destino de cada uno. Utilizando Google Earth como herramienta de cálculo de distancia se obtuvieron los kilómetros entre un punto y otro, se multiplicó por dos para tener el valor total de ida al país visitado y regreso a Costa Rica. Posteriormente, se utilizó una metodología del gobierno del Reino Unido para calcular la emisión del transporte aéreo para pasajeros en el cual se utiliza un factor para corregir la distancia calculada con Google Earth por la curvatura de la tierra y después tiene un factor de emisión para obtener un resultado en gramos de CO₂eq, el cual se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1 *Factor de emisión para transporte aéreo de pasajeros*

Tipo de vuelo	Rango (km)	Factor de corrección	Factor de emisión (g CO ₂ e)
Corto	Menos de 785	1,09	135,1
Mediano	Entre 785 y 3700	1,09	81,7
Largo	Más de 3700	1,09	92,9

Fuente: Department for business, energy and industrial strategy of UK, 2016.

3. Se aplicaron cálculos para llevar todas las emisiones calculadas a la misma unidad de dióxido de carbono equivalente. De esta manera, pueden sumarse y contemplarse como un dato global de emisiones para la institución para el año base (2016), sobre este dato se trabaja la etapa tres de la metodología. Esto se llevó a cabo al aplicar los potenciales de calentamiento global de los gases de efecto invernadero establecidos por el IMN y por la IPCC para los casos necesarios, con lo que se logra que todas las emisiones se expresen en CO₂e. Se utilizó la misma hoja de cálculo del paso dos para obtener este dato de forma ordenada y con registro.
4. Se llevó a cabo una verificación en campo de la información recolectada, únicamente de lo que es posible (equipos instalados principalmente). Esto se realizó tomando una muestra al azar del total para confirmar y verificar que el dato es correcto. Para el cálculo de la incertidumbre solo se cuenta con los datos de los factores de emisión, todavía no se dispone de una metodología válida para calcular la incertidumbre total, por lo que no se presenta en este informe.
5. Por último, se elabora un reporte de inventario de emisiones sobre las cuales se trabaja la siguiente parte de la práctica. Este cual consiste en presentar los resultados del inventario en una forma clara y concisa para la institución.

Etapas III

Una vez culminada la segunda etapa del proyecto, teniendo el resultado de las emisiones por cada fuente y la emisión total de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) se elaboró una propuesta de plan de acción con las medidas de reducción y compensación necesarias para disminuir la huella de carbono de la Asamblea Legislativa. Esto con el fin de que la institución se pueda acercar a la certificación de carbono neutralidad por sus propias acciones. Debido a que este es el inventario del año base (2016) no se cuenta con medidas de reducción cuantificable que se puedan restar a la emisión total del mismo año.

La institución ha trabajado en el Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) y en el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) en años anteriores. Lo anterior supone una ventaja en el desarrollo e implementación de las nuevas medidas y trabajar en conjunto con otros proyectos institucionales que generan un impacto en las emisiones de GEI de la institución.

En esta etapa se propusieron medidas de acción para el siguiente periodo, con una meta de reducción esperable con la aplicación. Además, se llevó a cabo una proyección del impacto de estas en la emisión, en términos económicos o impacto en el ambiente con la cantidad de equipos.

Etapas IV

En esta última etapa se creó un sistema de información y de procedimientos, siguiendo las guías de la Universidad EARTH, con el fin de generar una estandarización para darle continuidad al proyecto de certificar a la Asamblea Legislativa como carbono neutro en el corto plazo. Es importante elaborar documentación confiable y sistematizada para dar trazabilidad y respaldo a los datos o información de periodos anteriores, principalmente por el proceso de auditoría ante un ente u organismo verificador o validador autorizado (OVV) y su posterior certificación. Cabe destacar que estos procesos se basan en una mejora continua, tanto del proceso como del sistema de

información para tener datos cada vez más reales y mejores resultados.

Capítulo IV. Resultados y discusión

4.1. Primera etapa

En esta etapa se tuvo como resultado un mapeo real de las condiciones de la institución y cómo se alineaba este proyecto con los objetivos del programa *Parlamento Sostenible*. Para esto se generó un análisis de la norma INTE-ISO 14064-1:2006 e INTE B5:2016, mediante una verificación de requisitos e información con las personas encargadas del proyecto. Esta funcionó en esta primera etapa y continuará funcionando durante el proceso y consistió en definir pasos y requisitos para el proceso de generación del inventario de GEI y la demostración de carbono neutralidad. A continuación, se detalla parte de los elementos definidos para iniciar el proceso, de forma alineada y con los principales requerimientos:

Cuadro 2 *Definición de los requisitos para iniciar el proceso de demostración de carbono neutralidad según la norma INTE 12-01-06:2016*

Requisito	Lo establecido:
Límites de la organización	Objetivo: establecer una ruta a la carbono neutralidad, por medio de los procedimientos establecidos para obtener información sobre las emisiones de GEI para después involucrarse en un proceso de reducciones y compensaciones. Optimizar los procesos del sistema de gestión ambiental de la institución. Instalaciones y operaciones: 13 edificios donde se hacen operaciones de la institución, esto incluye todos los que son patrimonio y también los que se alquilan. Enfoque: control operacional o financiero, todas aquellas actividades que atienden las necesidades de las personas que laboran en la institución y sobre las cuales se maneja algún tipo de control.
Límites operativos	Se eligió trabajar con las emisiones y datos de los 13 edificios de la Asamblea Legislativa, con la totalidad del edificio. Se decidió contabilizar emisiones en los tres niveles (directo, indirecto por energía y otras indirectas) para todos los edificios. Lo anterior para tener una mayor cobertura sobre las emisiones de GEI que se generan como institución.
Recursos	Humano: estudiante de Ingeniería en Gestión Ambiental de la UNA y apoyo de las personas funcionarias de la Asamblea Legislativa que están a cargo del proyecto, particularmente con el acceso a documentación. Financieros: como se propuso en el presupuesto, la mayoría de los gastos fueron por parte de la practicante. Sin embargo, las normas las compró la Asamblea

Inventario de emisiones	Legislativa por temas de legalidad y derechos de uso.
	Responsabilidad: en primera instancia se decidió que el proyecto es responsabilidad final de la Comisión Institucional de Sostenibilidad de la Asamblea Legislativa (Cisal). Sin embargo, la primera parte que corresponde a esta práctica es responsabilidad de la practicante.
	Evaluar emisiones en los tres niveles, en la siguiente fase se explicarán cuales emisiones se agregaron al inventario. Se eligió la metodología uno que consiste en utilizar factores de emisión del IMN o IPCC e igual para los potenciales de calentamiento global para obtener, finalmente, un resultado en tCO ₂ e.

4.2. Segunda etapa

Esta etapa consistió en desarrollar el inventario de emisiones de la Asamblea Legislativa. Se recolectaron los datos necesarios sobre las fuentes de emisiones elegidas por alcance del año 2016, mediante entrevistas y reuniones con las personas encargadas de cada fuente. Además, se utilizaron datos existentes, por ejemplo, el Plan de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) y Programa de Bandera Azul Ecológica (PBAE) facilitados por la persona encargada de gestión ambiental en la institución y también la búsqueda de datos teóricos. Como se estableció en la etapa anterior, se trabajaron emisiones en los tres alcances, los cuales en mayor parte son directos con un 67 % del total (Figura 4).

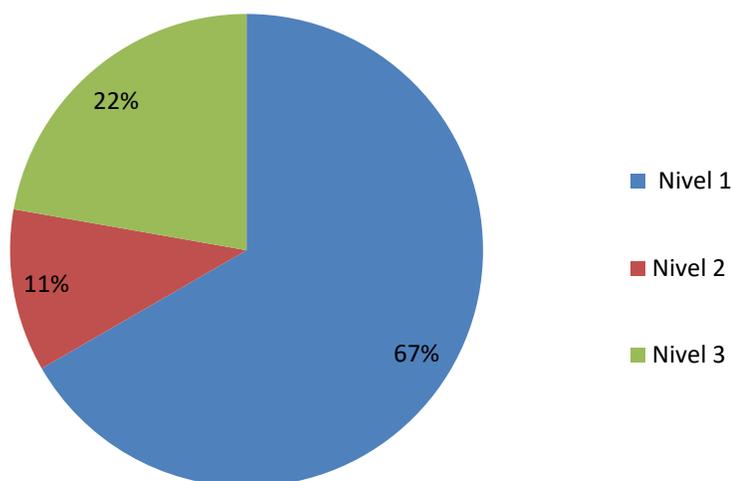


Figura 4 Distribución por nivel de emisiones seleccionadas para el inventario 2016

A continuación, se detallan las fuentes por cada alcance, también la descripción y diferentes hallazgos:

1. Nivel uno: directas.

En las emisiones directas se contabilizaron cuatro diferentes que están en total control financiero u operativo de la institución.

Cuadro 3 Información sobre las fuentes de emisión alcance 1 elegidas para el inventario de emisiones 2016

Fuente	Información
Combustible vehículos propios	La institución cuenta con 25 vehículos diésel, los cuales se utilizan para movilizar a las personas funcionarias a diferentes puntos del país. Los administra la unidad de transportes.
Combustible planta generadora de electricidad	El edificio central de la institución cuenta con una planta generadora de electricidad que funciona con diésel, la cual se utiliza en casos de cortes de electricidad. Sin embargo, se pone a funcionar tres veces por semana durante 15 minutos para el mantenimiento y buen funcionamiento del equipo. La planta está a cargo del Departamento de Mantenimiento.
Extintores	En la institución el Departamento de Salud Ocupacional está a cargo del mantenimiento de los extintores de todos los edificios. Se utilizan tres tipos de extintores: dióxido de carbono, AFFF y

Gases refrigerantes	polvo químico, son 118, 112 y 2; respectivamente. En total son 232 extintores y todos se cambian una vez al año, estos cambios se hacen en cuatro momentos al año; cuando también se hacen simulacros y prácticas de entrenamiento con el grupo de brigadistas.
	En la Asamblea Legislativa se utilizan gases refrigerantes en aires acondicionados (148), máquinas de hielo (3) y refrigeradoras (174). Los refrigerantes utilizados en mayor cantidad son R22 y R410a.
	Sin embargo, hasta el momento no se tienen los datos exactos en el inventario sobre esta fuente por falta de datos sobre cargas.

2. Nivel dos: indirectas por uso de energía eléctrica.

En este nivel fue más sencillo obtener información, ya que la entidad cuenta con PGAI y PBAE en la categoría de cambio climático, por ende, debe tener un mayor control sobre las facturas eléctricas de la institución, por esto cuenta con los datos actualizados de consumo de energía eléctrica. Esta fuente de emisión no es de las principales, sin embargo, es uno de los sectores en los que se pueden aplicar más medidas de reducción en la etapa posterior al inventario.

3. Nivel tres: indirectas.

Entre las emisiones indirectas se incluyeron dos tipos sobre las cuales la Asamblea Legislativa tiene un control directo, pero no se generan con insumos propios o dentro de la institución, además tienen un aporte importante para el inventario, por lo tanto, se decidió no excluirlas. A continuación, se presenta información sobre estas fuentes:

Cuadro 4 *Información sobre las fuentes de emisiones alcance 3 elegidas para el inventario 2016*

Fuente	Información
Combustible de avión	La Asamblea Legislativa destina dinero al financiamiento de viajes profesionales de personas funcionarias al extranjero (congresos, conferencias, reuniones de comisiones internacionales, entre otras actividades, con el fin de representar a Costa Rica). Para el año 2016 se tienen aproximadamente 54 viajes costeados por la institución.
Combustible de vehículos subcontratados	La institución subcontrata servicios de taxis para el transporte de personas funcionarias, normalmente

cuando salen después de las 9:00 p. m. de trabajar y se justifica porque ya no hay servicio de bus a sus lugares de residencias. Esto se encuentra respaldado por el reglamento n.º 32-12-13 desde el año 2012. Para el año 2016 se registraron 669 viajes.

Al buscar la información sobre cada fuente se encontraron diferentes desafíos para tener los datos o llevar a cabo el cálculo de la emisión. Sin embargo, se encontraron distintos métodos teóricos para realizar cálculos sobre lo que no se tenía mucha información. Los datos obtenidos de cada fuente son los siguientes:

Cuadro 5 *Datos iniciales de generación o consumo por fuente, para el año 2016*

Alcance	Fuente	Unidades	Total
1	Combustibles vehículos	litros	40.633,96
	Combustible planta generadora	litros	11.310,00
	Extintores	kg CO ₂	535,10
	Refrigerante R22	kg/año	62,20
	Refrigerante R410	kg/año	4,30
2	Energía: consumo eléctrico	kWh	1.278.375,00
3	Combustible de viajes (avión) mediano	km	51.358,62
	Combustible de viajes (avión) largo	km	260.256,23
	Combustible de vehículos alquilados	litros	85.972,00

Cuadro 6 *Factores de emisión del IMN para las fuentes elegidas*

Tipo de fuente	Fuente	Factor de emisión
<i>Combustibles</i>	Diésel.	2,613 kg CO ₂ / l combustible.
	Gasolina	2,231 kg CO ₂ / l combustible.
<i>Generación de electricidad</i>	Diésel	0,122 kg CH ₄ / l combustible.
		0,024 kg N ₂ O/ l combustible.
<i>Uso de electricidad</i>	2016	0,0557 kg CO ₂ / kWh.

Fuente: Factores de emisión IMN, 2017.

Cuadro 7 *Resultado anual de emisiones por cada fuente en CO₂e 2016*

Alcance	Fuente	Emisión CO ₂ e (kg)
1	Combustibles vehículos	108.243,55
	Combustible planta generadora	113,12

	Extintores	535,10
	Refrigerante R22	109.472,00
	Refrigerante R410a	7.417,50
2	Energía eléctrica	71.205,49
3	Combustible de viajes (avión) mediano	4.196,00
	Combustible de viajes (avión) largo	24.177,80
	Combustible de vehículos alquilados	197.018,25
Total (kg)		522 378,81
Total (toneladas)		522,38

La flotilla institucional está compuesta por 25 vehículos que utilizaron en todo el año 40 634 litros diésel. En cuanto a los carros propios, se encontró que hay un vehículo más que pertenece a la presidencia, del cual los datos de consumo son totalmente discrecionales por lo que no es posible incluirlo en el estudio. Esta es una emisión que la entidad podría trabajar en reducir, al promover buenas prácticas de uso del recurso y conducción eficiente con los choferes de la unidad de transportes. Además, promover la aplicación de un protocolo de compras sostenibles en el próximo cambio de flotilla y, como última opción, acudir a la compensación mediante créditos de carbono para alcanzar la neutralidad de la emisión.

La planta de generación eléctrica con la que cuenta la institución es muy antigua y se cuenta con pocos datos sobre su consumo. Solo se conoce que funciona 45 minutos semanales (15 minutos tres días a la semana) y que la marca y el modelo es *Cummins NT 855-GA*, por lo que al utilizar la ficha técnica se obtuvieron los datos de uso y operación de la planta. Esta emisión es importante porque es un alcance que puede controlar la entidad, sin embargo, no significa un aporte mayor en el inventario general.

En cuanto a la emisión de los extintores, la institución cuenta con 232 unidades, sin embargo, para llevar a cabo el inventario de emisiones solo se contemplan aquellas que sean de gases de efecto invernadero. De los tres tipos que se manejan en la Asamblea Legislativa (dióxido

de carbono, polvo químico y espuma AFFF) solo los extintores de CO₂ deben incluirse en el inventario como fuente de GEI. Por esta razón, solo se cuentan 118 extintores de 4,5 kg cada uno (aproximadamente), los cuales se recargan al año en diferentes meses, es decir, 535 kg de CO₂ anuales.

Con respecto a los refrigerantes que se utilizan en los equipos de aire acondicionado en la institución, se encontró que el gas refrigerante R22 y R410a son los que se emplean en mayor proporción y que son parte de los gases de efecto invernadero. Para el mantenimiento de estos equipos se contrata una empresa, la cual se encarga del manejo del gas en caso de ser necesario y se reporta una mínima cantidad de fugas.

Para el caso de los gases refrigerantes no existe un factor de emisión, sino que el IMN o IPCC da un valor de potencial de calentamiento global (PCG) directo para este gas de efecto invernadero. De esta manera, se obtiene un valor de emisión en CO_{2e} que se puede sumar a las demás fuentes de emisión. Este cálculo es una estimación de la emisión, ya que no se encontraron los datos de control o mantenimiento de los equipos, únicamente un conteo y registro de equipos como activos de la entidad.

El consumo de energía eléctrica resulta una emisión importante para la institución, ya que en el 2016 se consumieron en total 1.278,375 kWh en todos los edificios. A pesar de este aporte al inventario es una emisión en la que se puede trabajar por medio de medidas de reducción y concientización sobre el uso eficiente del recurso, también al realizar modificaciones en los tipos de luminarias utilizadas en los diferentes edificios; este proceso está en desarrollo en la entidad. Asimismo, se llevó a cabo una comparativa del consumo de energía global por mes, con el fin de identificar el comportamiento en su uso y se encontró que el consumo se mantiene bastante estable en el año (Figura 5).

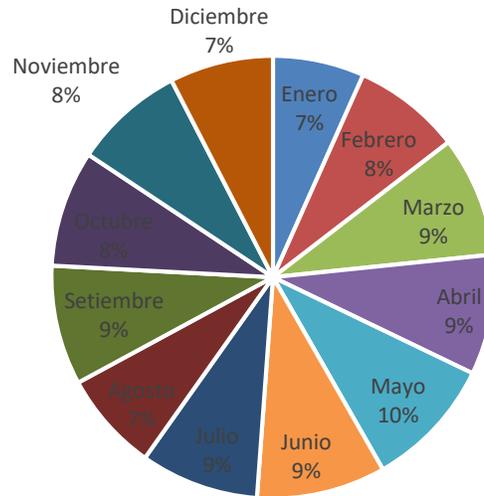


Figura 5 Consumo de energía eléctrica global por mes del 2016

Por otra parte, están los vehículos (taxis) que alquila la Asamblea Legislativa para personas funcionarias en condiciones específicas, esta actividad tiene un aporte importante en el inventario, ya que son más de 690 viajes en 2016 a diferentes puntos del país. En este aspecto se pueden aplicar distintas medidas, por ejemplo, disminuir la cantidad de viajes que se hacen y que el transporte sea más eficiente.

Por último, la emisión que se genera a partir de los viajes aéreos financiados por la institución no es demasiado alta, representa 28,373 kg CO₂, aproximadamente un 2 % de las emisiones totales. En este aspecto se pueden tomar medidas desde el sector financiero y compensar las emisiones. Es importante destacar que se excluyeron del inventario algunas emisiones alcance tres, a continuación, se justifica cada una de estas fuentes:

- Aguas residuales: se excluyó del inventario la emisión generada por las aguas residuales (AR) de la institución porque el tratamiento de estas aguas es un servicio que se paga al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) lo que convierte esta fuente en un alcance tres. Las AR de los edificios de la Asamblea Legislativa van a la

planta de tratamiento Los Tajos, donde se convierten en una emisión del AyA. Además, excluyéndose de este inventario se evita incurrir en una doble contabilización de la emisión. Asimismo, su aporte al inventario no es significativo.

- Residuos sólidos ordinarios: se excluyeron porque la emisión que se genera en el tratamiento de los residuos corresponde a la municipalidad a la cual se le paga el servicio de recolección, lo que convierte esta fuente en un alcance tres para la institución. Al excluirla se evita hacer una doble contabilidad de la misma emisión, además, el aporte no es significativo en el inventario.
- Combustible para uso personal de las personas diputadas: el combustible que se les da a estas personas funcionarias como parte de la remuneración por su trabajo es de uso totalmente discrecional, por lo que no está en el control de la institución el tipo y cantidad usada por cada una, lo que convierte esta emisión en un alcance tres. Aunque no se incluye en este inventario es un tema que la Comisión de Sostenibilidad está interesada en tratar a nivel interno para promover un uso eficiente del combustible.

4.3. Tercera etapa

El inventario desarrollado en este trabajo representa el año base de la institución. Por lo tanto, no solo se desarrolló el cálculo de una emisión total de CO_{2e}, sino que también se plantearon las medidas por tomar y proyectos, además de llevar a cabo las bases sobre las cuales se desarrollará el proyecto del parlamento sostenible.

Asimismo, se creó un plan de acción con medidas para reducir las diferentes fuentes de emisión. Algunas de estas refuerzan y pueden funcionar en conjunto con el Programa de Bandera Azul (PBAE), el Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI), o bien son proyectos que tiene la entidad en temas de mantenimiento o mejora de las condiciones, previendo un desarrollo

integral de las acciones por tomar para alcanzar los objetivos institucionales en materia ambiental.

Las medidas propuestas se detallan a continuación en el Cuadro 8 y el Cuadro 9.

Cuadro 8 *Propuesta de medidas de reducción para las fuentes de emisión directas*

Emisiones directas	Medida de mitigación	Impacto	Tiempo de implementación	Seguimiento
Combustible para vehículos	Plan de uso racional del combustible y promoción de buenas prácticas como <i>car pooling</i> o planear las rutas de diferentes funcionarios que puedan compartir el viaje.	Mejor uso de los combustibles en la flotilla institucional, reduciendo así las emisiones.	Año 2018	Elaborar una propuesta de trabajo para el Departamento de Transportes. Además, publicaciones, charlas o capacitaciones a las personas funcionarias.
Combustible para planta generadora	Cambio de la planta generadora por una más eficiente y moderna, ya que la actual ha sobrepasado su vida útil y su funcionamiento no es óptimo.	Reducción de emisiones y mejor control de consumo.	Año 2018. La institución ya llevó a cabo la licitación para hacer el cambio.	Cumplimiento de licitación, que la planta esté instalada finalmente y en adecuado funcionamiento. Establecer un mecanismo de control de funcionamiento y mantenimiento del equipo.
Refrigerantes	Migrar todos los equipos de aire acondicionado que utiliza refrigerante tipo R22 a refrigerante tipo R410.	Reducción de emisiones de gases efecto invernadero.	Año 2018, la institución trabaja en este proceso para llevar a cabo el cambio de los equipos.	Terminación de plan de cambiar todos los equipos con refrigerante tipo R22. Establecer un mecanismo de control de mantenimiento de los equipos.

Cuadro 9 *Propuesta de medidas de reducción y mitigación para las fuentes de emisión indirectas*

Emisiones indirectas	Medida de mitigación	Impacto	Tiempo de implementación	Seguimiento
Uso de energía	Continuación y fortalecimiento del programa de concientización sobre el uso eficiente de la energía eléctrica.	Disminución del consumo de energía y por lo tanto, de forma directa, una reducción de la emisión.	Continuación en 2018	Publicaciones, capacitaciones, boletines informativos. Cambio de las luminarias

	Continuación del plan de cambio de luminarias a unas más eficientes, en el edificio principal y Castillo Azul.			seleccionadas en el edificio principal y Castillo Azul.
Combustible de viajes	Se propone analizar en profundidad la relevancia de estos viajes para la institución y un posible recorte.	Disminución en la emisión indirecta por combustible de aviones en viajes al extranjero.	Año 2018	Análisis sobre relevancia y posible recorte de viajes.
Combustible de vehículos alquilados	Reducir la cantidad de viajes, aplicar opciones para ser más eficientes o aplicar políticas sobre el tipo de vehículo que se utiliza (por ejemplo, solo se contrata el servicio de vehículos que utilicen GLP o que se utilice un sistema de transporte colectivo de funcionarios).	Reducción de la emisión provocada por el transporte contratado para personas funcionarias. Además, se podría valorar un impacto en el gasto que significa este rubro para la institución.	Año 2018	Guía de manejo eficiente de este servicio.

Para la emisión de GEI por el uso o mantenimiento de los extintores no fue posible hacer un planteamiento de medidas de reducción, ya que por razones de salud y seguridad ocupacional es importante para el Departamento de Salud Ocupacional mantener este balance o variedad de equipos en caso de una emergencia. Debido a que no es de las emisiones más significativas para la institución se puede mantener la fuente como se encuentra, se propone que se le dé participación al Departamento de Gestión Ambiental en los entrenamientos de las personas brigadistas donde se utilizan los extintores, como un mecanismo de control de la emisión y llevar a cabo un proceso de mejora en conjunto.

Con base en el plan de reducciones para el siguiente periodo (Anexo 6) se coloca una meta de reducción en la emisión final de CO_{2e} de las fuentes directas. Para esto se lleva a cabo una proyección de ahorro con respecto al año base de este inventario para el consumo de combustible de la flotilla institucional y el consumo de energía eléctrica (Cuadro 10). Las proyecciones se

presentan a continuación.

Cuadro 10 *Proyección de costos vs. ahorro del plan de reducción para emisiones directas*

Fuente de emisión	Emisión. (t CO ₂ e)	Costo 2016 (€/año)	Meta de reducción	Proyección de reducción en emisión. (t CO ₂ e)	Proyección de ahorro en costo (€/año)
Combustible de la flota vehicular	108,24	€17.526 191	10 %	10,82	€1.752 671
Consumo de energía eléctrica	71,21	€165.692 810	3 %	2,14	€4.970 784

Para el caso de la planta de generación eléctrica de la institución y los equipos de aire acondicionado que utilizan el refrigerante R22, se priorizó en las medidas el cambio total y la reducción del número de equipos. En el caso de la planta eléctrica obsoleta, la institución ya se encontraba en el proceso de cambio completo del equipo mediante una licitación pública; hasta la operación de la planta se podría conocer el impacto que tendría sobre la huella de carbono.

En cuanto a los equipos con refrigerante R22 se plantea una reducción de un 5 % en la emisión, lo que se traduce a un cambio en el 6 % de las unidades con esta emisión. Este proceso paulatino de reemplazo de equipos ya se encontraba en marcha por parte de la Unidad de Mantenimiento y se pretendía migrar de refrigerante tipo R22 a uno más amigable con el ambiente.

Una de las opciones para alcanzar la carbono neutralidad en una entidad es la compensación de la emisión mediante la compra de bonos de carbono. Como se mencionó, existen diversos medios para adquirir los bonos de carbono, tanto nacionales como internacionales. Para efectos de este proyecto se llevó a cabo un cálculo de compensación de la emisión final en toneladas de CO₂e por medio de Unidades Costarricenses de Carbono (UCC) al precio por tonelada de carbono establecido en el 2017 (Cuadro 11).

Cuadro 11 *Costo de compensación por cada fuente de emisión incluida en el inventario 2016*

Fuente	Emisión CO _{2e} (ton)	Valor de UCC (\$)	Costo de compensación (\$)
Combustibles vehículos	108,24	7,50	811,83
Combustible planta generadora	0,02		0,16
Extintores	0,54		4,01
Refrigerante R22	109,47		821,04
Refrigerantes R410	7,42		55,63
Energía	71,21		534,04
Combustible de viajes (avión) mediano	4,20		31,47
Combustible de viajes (avión) largo	24,18		181,33
Combustible de vehículos alquilados	197,02		1 477,64
Total	522,29		

4.4. Cuarta etapa

La Asamblea Legislativa de Costa Rica busca alcanzar la certificación de carbono neutralidad para toda la institución. El primer paso fue conocer el estado actual, por eso, se inició con el inventario de emisiones y su cuantificación, apegándose a la normativa técnica pertinente. Como parte del proceso se establecieron procedimientos y un sistema de información que permita la continuidad del proyecto de forma estandarizada y que, además, sea trazable, auditable y confiable.

La última etapa del proyecto consistió en generar un sistema de información, con procedimientos y un informe o reporte inicial de inventario de emisiones, con el fin de que se reproduzca el mismo procedimiento con los ajustes y mejoras necesarias. A continuación, se detalla la estructura del sistema de información creado para el proceso de carbono neutralidad de la Asamblea Legislativa (Cuadro 12):

Cuadro 12 Estructura del sistema de información carbono neutralidad

Procedimientos en la carbono neutralidad de la Asamblea Legislativa de Costa Rica		
Nombre	Código	Versión
Procedimiento para la cuantificación de emisiones de gases GEI	PCN-01	A
Procedimiento para la planeación y cuantificación de reducciones	PCN-02	A
Registros del proceso de carbono neutralidad de la Asamblea Legislativa de Costa Rica		
Nombre	Código	Responde a procedimiento:
Registro de control y cuantificación de emisiones de GEI	RCN-01	PCN-01
Registro de planificación de reducción, mitigación o compensación de emisiones de GEI	RCN-02	PCN-02
Otros documentos		
Nombre	Código	
Informe inventario GEI 2016	I-01	
Glosario		
PCN: Procedimiento de carbono neutralidad. RCN: Registro de carbono neutralidad. I: Informe.		

Se crearon dos procedimientos diferentes, el primero para cuantificar las emisiones de GEI de la institución (Anexo 3), con el fin de estandarizar el proceso y responsables para los siguientes años. Sin embargo, se propuso llevar a cabo una mejor gestión de la información para tener datos más precisos, lo que podría cambiar algunos cálculos. El segundo procedimiento es para establecer el planeamiento y la cuantificación de las reducciones cada año (Anexo 4), al ser este inventario el año base no se cuenta con cálculos desarrollados para cada reducción o mitigación.

Es clave estandarizar la manera en la que se registran los datos de cada emisión de forma periódica, por lo que se crearon dos registros de proceso. El primero es para mantener un control adecuado de los datos y calcular las emisiones de GEI por cada fuente identificada en el año base (Anexo 5). Este consiste en un libro de Microsoft Excel con una hoja para ingresar los datos de forma adecuada y otra para llevar a cabo el cálculo, solamente se debe ingresar el dato mensual y actualizar la información de factores de emisión en cada versión anual del Instituto Meteorológico

Nacional, esto para cada una de las fuentes.

El segundo registro tiene como propósito planificar las medidas de mitigación o reducción que se propongan cada año para el periodo siguiente (Anexo 6). Se deben establecer varios criterios en esta planificación, por ejemplo, la meta que se propone reducir de cada emisión, metodología y un indicador que se pueda evaluar. El cumplimiento del plan y de la meta se reflejaría en el inventario de emisiones del periodo siguiente, en ese momento se plantean y reevalúan las medidas de reducción que se implementarán en los años siguientes. También se puede planear ejecutar una medida durante varios años para alcanzar un porcentaje de reducción mayor. Es importante que esta planificación de acciones se realice en conjunto con todas las partes involucradas para que los objetivos sean alcanzables y reales.

Por último, se elaboró un informe o reporte de inventario de gases de efecto invernadero para el año 2016 (Anexo 7). En este documento se integran y resumen los requisitos que se establecen en la norma ISO 14064-1:2006 e INTE B5:2016, además, se describe el procedimiento y los resultados para este periodo específico. Para esto se utilizó una guía de la unidad de carbono neutro de la Universidad EARTH, ya que fue la seleccionada como ente verificador del inventario y proceso de certificación. En su rol de pasante, la autora del presente trabajo fue invitada a llevar sus cursos para aprender más del procedimiento y requisitos, por esta razón se utilizó este formato.

Este documento se crea con el fin de entregar un informe completo al ente verificador para iniciar el proceso de auditoría y conocer mejor a la institución, sus objetivos y la metodología implementada.

Capítulo V. Conclusiones

- Existen normativas y recursos suficientes en el ámbito nacional e internacional para iniciar un proceso de carbono neutralidad en una institución. Por este motivo, fue medianamente sencillo desarrollar la herramienta de información, requisitos y establecer el objetivo de la entidad. Es fácil encontrar guía e información clara sobre el procedimiento, sin embargo, faltan factores de emisión nacionales (del IMN) para algunas fuentes, por lo que se deben buscar estudios de otros países.
- Existen políticas institucionales de discrecionalidad de información que afectan este tipo de procesos, ya que impiden trabajar con información real y esto genera resultados no tan exactos como es deseable. Este es el caso del combustible que se le otorga a las personas diputadas como parte de su dieta.
- En el inventario de emisiones se encontró que las más importantes responden al uso de combustibles con una representación del 59 %, entre vehículos alquilados y propios, seguidos por el uso de refrigerante R22 con un 22 %. Por lo tanto, es positivo que son emisiones con alto potencial de reducción en el corto, mediano y largo plazo.
- La institución puede trabajar en el consumo de energía eléctrica para reducir las emisiones de GEI. Para el siguiente periodo se estimó 3 %, al realizar cambios de sistemas de iluminación de forma gradual en las diferentes instalaciones y promover un uso más eficiente del recurso.
- La Asamblea Legislativa, desde su componente administrativo, ha trabajado proyectos que tienen un impacto importante en la huella de carbono, pero de forma separada, lo

que dificulta la cuantificación, sistematización y trabajo integral, lo que es fundamental para el desarrollo de proyectos como este.

- Según el PPCN 2.0, la institución podría entrar al programa de reconocimiento y avanzar en los escalones hasta alcanzar la carbono neutralidad certificada por el Minae y, de esta manera, cumplir uno de los objetivos del proyecto *parlamento sostenible*.

Capítulo VI. Recomendaciones

- El escenario ideal para iniciar un proceso de cuantificación de emisiones es en el que la información, datos y cuentas están totalmente disponibles y se encuentran sistematizados. Por lo tanto, en este caso se recomienda mejorar el manejo de la información de forma integrada y en sinergia con los otros departamentos para que sea posible contar con datos reales y trazables. Esto facilitaría tanto el proceso de cuantificación y cálculo de emisiones como una eventual verificación externa.
- Se recomienda innovar y proponer modificaciones en aspectos relativos al uso del combustible para transporte, ya sean vehículos propios, alquilados o de las personas diputadas para hacer un uso racional y eficiente del recurso, ya que representa el mayor peso en el inventario del año base. Por ejemplo, promover más prácticas de conducción eficiente, contratar únicamente taxis que usen gas licuado de petróleo (GLP) y reducir la cantidad de combustible que se le otorga a las personas diputadas para su uso discrecional.
- Se aconseja fomentar la creación de proyectos integrales que involucren diferentes departamentos que directa o indirectamente afectan el resultado del inventario de emisiones. Asimismo, involucrarse más en el sistema de compras y velar porque estas sean sostenibles, así como promover que la carbono neutralidad sea una meta común.
- Se sugiere incorporar en el Departamento de Gestión Ambiental la responsabilidad de mantener actualizado el sistema de información producto de este proyecto y buscar su mejora continua. Esto incluye los procedimientos, registros e informes, asimismo, el inventario de emisiones, tomando en cuenta que se pueden agregar o eliminar fuentes.

- Se recomienda llevar a cabo un inventario de emisiones en cuanto el nuevo edificio de la institución esté listo y en funcionamiento para generar una comparativa y verificar el impacto que tiene en la huella de carbono. Es importante incluirlo a partir de que inicia a funcionar completamente en 2020.
- Para futuros estudios o proyectos similares, dentro o fuera de la Asamblea Legislativa, se recomienda iniciar por desarrollar las bases administrativas, como el sistema de información, requisitos y objetivos de la entidad. Lo anterior con el fin de tener una visión adecuada del proyecto, establecer responsabilidades y crear una buena comunicación entre las partes.

Referencias

Asamblea Legislativa de Costa Rica. (2017). PEI: Proyecto Estratégico Parlamento Sostenible (ficha técnica).

Asamblea Legislativa de Costa Rica. (s. f.). Procesos administrativos. Recuperado de <http://www.asamblea.go.cr/ga/SitePages/Estructura%20organizativa%20de%20la%20Asamblea%20Legislativa.aspx>

Corral, M. (2015). El cambio climático acelera la extinción de especies. El Mundo: ciencia. España. Recuperado de <http://www.elmundo.es/ciencia/2015/04/30/55412ffa268e3ef4028b457d.html>

Department for business, energy and industrial strategy. (2016). Government GHG conversion factors for company reporting: methodology paper for emission factors. Reino Unido. Página 60. Recuperado de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/553488/2016_methodology_paper_Final_V01-00.pdf

Dirección de Cambio Climático. (s. f.). Carbono neutralidad 2021. DCC del Minae. Recuperado de <http://cambioclimaticocr.com/>

Gamboa, N. (2012). Cuantificación de la huella de carbono en once estaciones de telecomunicaciones y en la flota vehicular de la división de negocios de banda ancha, gerencia de telecomunicaciones del Instituto Costarricense de Electricidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2006). INTE-ISO 14064-1:2006 Gases de efecto invernadero, Parte 1: especificación de orientación, a nivel de las organizaciones para la cuantificación y el informe de las emisiones y remoción de gases de efecto invernadero. Inteco.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE 12-01-06: 2016 Norma para demostrar la carbono neutralidad. Requisitos. Inteco.

Instituto Meteorológico Nacional. (2016). Factores de emisión: gases efecto invernadero. Séptima edición, 2017. IMN. Costa Rica.

IPCC. (2006). Capítulo 6: tratamiento y eliminación de aguas residuales. Volumen 5: Desechos.

Kowollik, M. (2014). Costa Rica carbón neutral: un país pequeño con metas grandes. FES Costa Rica. Recuperado de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/11122.pdf>

Mondéjar, M.; Viñoles, R.; Bastante, M.; Collado, D. y Capuz, S. (2011). La huella de carbono y su utilización en las instituciones universitarias. XV congreso internacional de ingeniería de proyectos. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Collado-Ruiz/publication/267686465_LA_HUELLA_DE_CARBONO_Y_SU_UTILIZACION_EN_LAS_INSTITUCIONES_UNIVERSITARIAS/links/54c751490cf238bb7d0a6756.pdf

Mora, L. (2017). Programa país Carbono Neutralidad 2.0, categoría: organizaciones. Dirección de Cambio Climático Minae. Partnership for Market Readiness Banco Mundial. Costa Rica.

Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Organización de las Naciones Unidas. (s. f.). Objetivos de desarrollo sostenible. Objetivo 13:

Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, datos y cifras.

Recuperado de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). Estimación

de emisión de los gases de efecto invernadero en la agricultura: un manual para abordar

los requisitos de los datos para los países en desarrollo. FAO, Roma.

Poder Legislativo de Costa Rica. (2012). Programa de Carbono Neutralidad. La Gaceta, 118.

Rodríguez, A. (2012). Sistema de gestión de la carbono neutralidad. CEGESTI: éxito

empresarial, 218. Recuperado de

http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_218_261112_es.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2005). Guía de elaboración y usos de

inventarios de emisiones. Instituto Nacional de Ecología de México.

Anexos

Anexo 1. Potenciales de calentamiento global para gases de efecto invernadero que planteó el IMN

<i>Gas</i>	<i>Potencial de calentamiento Horizonte: 100 años</i>
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC 134a	1.300
HFC 152a	140
R402a	2.447
R402b	2.150
R404a	3.260
R404B	3.260
R407c	1.526
R410a	1.725
R507	3.300
R508B	10.350
ISCEON MO49	2.230
SF ₆	23.900

Fuente: IMN, 2017.

Anexo 2. Potenciales de calentamiento global para gases de efecto invernadero que planteó

IPCC

Gas	Fórmula química	Potencial de Calentamiento Global (de la Referencia [6])
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido nitroso	N ₂ O	310
Hidrofluorocarbonos HFC		
HFC-23	CHF ₃	11 700
HFC-32	CH ₂ F ₂	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1 300
HFC-125	C ₂ HF ₅	2 800
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1 000
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	1 300
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	300
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	3 800
HFC-152	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	140
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2 900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6 300
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560
Hidrofluoroeteres (HFE)		
HFE-7100	C ₄ F ₉ OCH ₃	500
HFE-7200	C ₄ F ₉ OC ₂ H ₅	100
Perfluorocarbonos PFC		
Perfluorometano (tetrafluorometano)	CF ₄	6 500
Perfluoroetano (hexafluoroetano)	C ₂ F ₆	9 200
Perfluoropropano	C ₃ F ₈	7 000
Perfluorobutano	C ₄ F ₁₀	7 000
Perfluorociclobutano	c-C ₄ F ₈	8 700
Perfluoropentano	C ₅ F ₁₂	7 500
Perfluorohexano	C ₆ F ₁₄	7 400
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23 900

Fuente: Norma INTE-ISO 14064-1:2006.

Anexo 3. Cuadro completo de cálculos para obtener una emisión en CO₂e

Alcance	Fuente	Unidades	Total	Factor	Unidades	Emisión de CO ₂ (kg)	Emisión CH ₄ (kg)	Emisión N ₂ O (kg)	PCG CO ₂	PCG CH ₄	PCG N ₂ O	PCG R22	PCG R410	Emisión CO ₂ e (kg)	Generales kg	Total en ton.	
1	Combustibles vehículos	litros	40.633,96	2,61	kg CO ₂ /l comb	106.176,54	x	x	1	21	310	1.760	1.725	106.176,54	108.243,55	108,24	
	Combustibles vehículos	litros	40.633,96	0,15	g CH ₄ /l comb	x	6,05	x	1	21	310	1.760	1.725	127,14			
	Combustibles vehículos	litros	40.633,96	0,15	g N ₂ O/l comb	x	x	6,26	1	21	310	1.760	1.725	1.939,87			
	Combustible planta generadora	litros	11.310,00	0,12	g CH ₄ /l comb	x	1,38	x	1	21	310	1.760	1.725	28,98	113,12	0,11	
	Combustible planta generadora	litros	11.310,00	0,02	g N ₂ O/l comb	x	x	0,27	1	21	310	1.760	1.725	84,15			
	Extintores	kg CO ₂	535,10	x	x	535,10	x	x	1	21	310	1.760	1.725	535,10	535,1	0,5351	
	Refrigerante R22	kg/año	62,20	x	x	x	x	x	1	21	310	1.760	1.725	109.472,00	109.472,00	109,472	
	Refrigerantes R410	kg/año	4,30	x	x	x	x	x	1	21	310	1.760	1.725	7.417,50	7.417,50	7,4175	
2	Energía	kWh	1.278.375,00	0,06	kg CO ₂ e/kWh	71.205,49	x	x	1	21	310	1.760	1.725	71.205,49	71.205,49	71,21	
3	Combustible de viajes (avión) mediano	km	51.358,62	81,70	g CO ₂ e/km	4.196,00	x	x	1	21	310	1.760	1.725	4.196,00	4.196,00	4,20	
	Combustible de viajes (avión) largo	km	260.256,23	92,90	g CO ₂ e/km	24.177,80	x	x	1	21	310	1.760	1.725	24.177,80	24.177,80	24,18	
	Combustible de vehículos alquilados	litros	85.972,00	2,23	kg CO ₂ /l comb	191.803,53	x	x	1	21	310	1.760	1.725	191.803,53	197.018,25	197,02	
	Combustible de vehículos alquilados	litros	85.972,00	1,18	g CH ₄ /l comb	x	101,10	x	1	21	310	1.760	1.725	2.123,16			
	Combustible de vehículos alquilados	litros	85.972,00	0,12	g N ₂ O/l comb	x	x	9,97	1	21	310	1.760	1.725	3.091,55			
														Total:	522.378,81	522.378,81	522,38

Anexos adjuntos

Anexo 4. [Procedimiento para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero \(GEI\).](#)

Anexo 5. [Procedimiento para la planeación y cuantificación de reducciones.](#)

Anexo 6. [Registro de control y cuantificación de emisiones de GEI.](#)

Anexo 7. [Registro de planificación de reducción, mitigación o compensación de emisiones de GEI.](#)

Anexo 8. [Informe de inventario GEI 2016.](#)