

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
Vicerrectoría Académica
Escuela de Ciencias Exactas y Naturales
Sistema de Estudios de Posgrado
Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales

Inventario de gases de efecto invernadero en la sede central del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) y propuesta de un sistema de información para alcanzar la carbono neutralidad

Presentado en cumplimiento del requisito para optar por el título de Magister en
Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Gestión Ambiental

Cinthia Granda Barrantes

San José, Costa Rica
Mayo, 2020

Dedicatoria

A mi hija, porque rendirse nunca es una opción, gracias por tu energía, alegría, fuerza e inspiración, aprendo de ti cada día.

A todos los valientes, que día a día siguen adelante, a pesar de las circunstancias y de lo oscuro que se pueda poner.

Agradecimientos

Existen tantas personas que me han ayudado a crecer como profesional y ser humano dentro de todo este proceso, sin embargo un agradecimiento especial, a las siguientes, quienes han sido cruciales para el desarrollo de este proyecto.

A mis padres, porque sin su apoyo, ni ésta ni muchas otras aspiraciones que tuve en mi vida las hubiera podido alcanzar, por su dedicación, por motivarme cuando todo se puso difícil, y porque su amor ha sido incondicional.

Al Ing. Víctor Vargas Gamboa del ICAFE, quien desde un inicio apoyó este proyecto, siendo el enlace técnico en el ICAFE, gracias por toda la ayuda logística y técnica.

Al B.Q. Jorge Luis Chavarría Carranza, por toda su ayuda con los cálculos desarrollados para el Beneficio, por las horas dedicadas a plantear y revisar ideas, y por tener toda la paciencia en explicarme los detalles más de una vez.

Al Ing. Ernesto G. Prado, por todo su apoyo en la revisión del documento, por hacer del mismo un documento de calidad, gracias también por estar conmigo siempre.

A los ingenieros Sergio Molina y Lupita Vargas, por todas las revisiones realizadas y las sugerencias aportadas para la mejora de este estudio de investigación.

Finalmente, agradecer a todos los funcionarios de la maestría, que con su esfuerzo y ayuda han logrado hacer todo para que logremos concluir este proceso.

Declaración jurada

Mercedes de Montes de oca, 12 de mayo 2020

Yo, Cinthia Granda Barrantes, con cédula de identidad 1-1000-0116, estudiante de la Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales, declaro bajo juramento que soy autor intelectual del presente trabajo final de graduación “Inventario de gases de efecto invernadero en la sede central del Instituto del Café de Costa Rica(ICAFE) y propuesta de un sistema de información para alcanzar la carbono neutralidad”, y no hay copia ni duplicación de material intelectual procedente de medios impresos, digitales o audiovisuales que se presente como de mi autoría.

Toda palabra dicha o escrita por otra persona consignada en este trabajo, está debidamente referenciada.

Cinthia Granda Barrantes

Resumen

El cambio climático es una problemática mundial. Investigaciones científicas han estimado sus efectos como devastadores si no se toman acciones que permitan controlarlo. A nivel internacional, nacional y local se está trabajando en estrategias de mitigación, que permitan reducir la cantidad de emisiones de gases efecto invernadero, principales responsables del calentamiento global. El presente trabajo consistió en cuantificar las emisiones alcance directo e indirecto, así como las reducciones de gases de efecto invernadero durante el 2018 del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), ubicado en San Pedro de Barva de Heredia, según la metodología solicitada por el Programa País Carbono Neutralidad 2.0. En los resultados se muestra que en total la organización, en su sede central, liberó 264,802 t CO₂e; sin embargo, también desarrolló proyectos de reducción que tuvieron como resultado la disminución de 101,180 t CO₂e en el mismo periodo. La combustión estacionaria, principalmente por fuente de biomasa, es la principal categoría de emisión (51%), seguido por la combustión móvil (34%) y las emisiones fugitivas (7%). Estos resultados se consideran promedio respecto a inventarios de GEI realizados en otras instituciones con características similares; además, las estrategias de reducción son consecuentes con las políticas a nivel nacional. Se propone a futuro la sustitución de tres vehículos que operan con combustible fósil por eléctricos, lo que ayudaría a una reducción de 6,744 t CO₂e. Dado lo anterior, es de suma importancia para el ICAFE, gestionar sus emisiones de GEI, demostrando anualmente la reducción de GEI, adicionalmente la implementación de la estrategia de carbono neutralidad la cual permitiría a la organización el avance en el cumplimiento de los objetivos del Programa de Gestión Ambiental que se tiene en la institución.

Palabras clave

Cambio climático, emisiones, reducciones, carbono neutro, INTE B5, Programa País, INTE-ISO 14064-1:2006, inventario.

Contenido

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Declaración jurada	iii
Resumen	iv
Palabras clave	iv
Contenido	v
Lista de cuadros	vii
Lista de figuras	viii
Abreviaturas y acrónimos	ix
Capítulo I. Introducción	1
1.1. Justificación	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Antecedentes.....	3
1.4. Planteamiento del problema.....	6
1.5. Objetivos	6
1.6. Marco contextual.....	7
1.6.1 Descripción general.....	7
1.6.2 Ubicación geográfica y temporal	10
1.6.3 Información general.....	11
Capítulo II. Marco teórico	12
2.1. Cambio climático y forzamientos radiativos	12
2.2. Gases de Efecto Invernadero y Potencial de Calentamiento Global.....	13
2.3. Situación nacional con énfasis en mitigación.....	16
2.4. Cuantificación de emisiones.....	17
2.5. Carbono neutralidad en Costa Rica	18
2.6. Normas para realizar inventarios de gases de efecto invernadero y especificaciones para declarar carbono neutralidad	19
Capítulo III. Marco metodológico	22
3.1. Paradigma.....	22
3.2. Enfoque	22
3.3. Tipo de investigación.....	22
3.4. Participantes / población y muestra	22
3.5. Fuentes	23

3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de información	23
3.7. Validación de instrumentos	24
3.8. Procedimiento de recolección de información	24
3.9. Procedimiento de análisis de la información.....	27
Capítulo IV. Presentación y análisis de resultados	28
4.1. Resultados.....	28
4.2. Discusión.....	46
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones	49
5.1. Hallazgos relevantes	49
5.2. Propuesta para la solución del problema planteado.....	51
Capítulo VI. Propuesta o producto.....	52
6.1. Objetivos de la propuesta	52
6.2. Enfoque epistemológico de la propuesta.....	52
6.3. Justificación de la propuesta	52
6.4. Estructura de la propuesta.....	52
6.5. Etapas de la propuesta	63
6.6. Gestión de riesgos.....	63
6.7. Recursos y presupuesto	63
Referencias.....	64
Anexo 1. Proyecto 1 de reducción de GEI 2018	71
Anexo 2. Proyecto 2 de reducción de GEI 2018	73
Anexo 3. Proyecto 3 de reducción de GEI 2019	75
Anexo 4. Proyecto 4 de reducción de GEI futuro.....	76
Anexo 5. Procedimiento de Gestión de la Información	78
Anexo 6. Procedimiento para el recálculo del año base	89
Anexo 7. Procedimiento de verificaciones internas	91
Anexo 8. Plan de Gestión de Reducción de GEI	100
Anexo 9. Sección de la Hoja de cálculo de emisiones de GEI.....	103
Anexo 10. Personal de ICAFE entrevistado	104

Lista de cuadros

Cuadro 1. Sistema de reconocimientos del Programa País Carbono Neutralidad (PPCN).....	17
Cuadro 2. Metodologías usadas internacionalmente para medir las emisiones de los gases de efecto invernadero.....	20
Cuadro 3. Factores de emisión utilizados en el inventario de GEI.....	31
Cuadro 4 Potenciales de calentamiento global en kilogramos utilizados en el cálculo de inventario del ICAFE.	32
Cuadro 5. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por combustión móvil del ICAFE durante el 2018.	33
Cuadro 6. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por combustión estacionaria del ICAFE durante el 2018.	35
Cuadro 7. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por lubricantes del ICAFE durante el 2018.	36
Cuadro 8. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero consideradas fugitivas del ICAFE durante el 2018.	37
Cuadro 9. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por desechos sólidos (broza) del ICAFE durante el 2018.	38
Cuadro 10. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por el uso de fertilizantes y en enmiendas del ICAFE durante el 2018.....	39
Cuadro 11. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por el uso de acetileno en del CAFE durante el 2018.....	39
Cuadro 12. Emisiones por electricidad del ICAFE durante el 2018.	40
Cuadro 13. Emisiones por electricidad del ICAFE por medidores e instalaciones en el 2018.	40
Cuadro 14. Emisiones por alcance	44
Cuadro 15. Emisiones por alcance, fuente y tipo de gas.....	44
Cuadro 16. Emisiones de GEI presentadas por otras organizaciones.	46

Lista de figuras

Figura 1. Ejes del plan de descarbonización y su relación con fuentes de emisión.....	6
Figura 2. Organigrama del ICAFE.....	9
Figura 3. Imagen general del ICAFE.....	11
Figura 4. Cantidad de litros de combustible (diésel y gasolina) utilizado por cada unidad de trabajo del ICAFE.....	33
Figura 5. Gráfico de distribución de las emisiones del ICAFE por categoría en toneladas de CO ₂ equivalente.....	41
Figura 6. Gráfico de las emisiones del ICAFE por fuente de emisión en toneladas de CO ₂ equivalente	43

Abreviaturas y acrónimos

GEI	Gases de Efecto Invernadero
ICAFFE	Instituto del Café de Costa Rica
PPCN 2.0	Programa País Carbono Neutralidad 2.0
ff	fanegas
CO ₂	Dióxido de Carbono
N ₂ O	Óxido nitroso
CH ₄	Metano
CO ₂ e	Dióxido de Carbono equivalente
t	toneladas
PCG	Potencial de Calentamiento Global
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
DCC	Dirección de Cambio Climático
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía

Capítulo I. Introducción

1.1. Justificación

El cambio climático es una de las principales problemáticas ambientales (Rodríguez, Picatoste & Hernández, 2014). En el documento de creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas (1992), se definió este como el cambio que se da en el clima, por la influencia directa o indirecta de las actividades humanas, lo que provoca alteraciones en la atmósfera, teniendo como consecuencia variaciones naturales del clima (Chassoul, Marín, Morales & Fallas, 2017).

Los cambios sugeridos en la atmósfera se deben principalmente al resultado del crecimiento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2014). Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2013, p. 193), un GEI es un “componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes”. Los mismos autores mencionan que estos gases producen un fenómeno denominado efecto invernadero, el cual se da cuando la atmósfera retiene parte de la radiación infrarroja en forma de calor, como su proceso natural sin el cual la Tierra se congelaría.

El calentamiento global causado por el ser humano, es el responsable del aumento de las emisiones de GEI, según los modelos globales, la temperatura media anual podría aumentar hasta 2 °C al 2100, con consecuencias drásticas para el planeta (IPCC, 2018). Dado lo anterior, a nivel internacional y nacional se está trabajando en estrategias de mitigación, las cuales pretenden impedir el incremento de emisiones de GEI (IPCC, 2013).

En el 2009, dentro de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), el país estableció la meta voluntaria de llegar a ser carbono neutral en el año 2021 (Bouroncle, et al., 2015). En la misma se menciona la importancia de que las organizaciones y entidades interesadas en trabajar en reducción de emisiones de GEI, realicen un inventario que les permita identificar cuáles son las principales fuentes y cantidades de emisiones de GEI, para luego implementar acciones que permitan disminuir el carbono en los procesos (MINAE, 2018). Adicionalmente, durante el año 2019 se presentó el plan de descarbonización, el cuál en coincidencia de la cumbre de París, pretende llevar al país a cero emisiones en el año 2050, estableciéndose diez ejes de acción, y ocho estrategias transversales, siendo una de las principales actividades para

el logro de esta meta, el involucramiento de instituciones y empresas en el Programa País Carbono Neutralidad 2.0 (PPCN 2.0) (MINAE)

Por tanto, organizaciones como el Instituto del Café (ICAFE), requieren desarrollar proyectos acordes con las expectativas nacionales en este ámbito. Según revisión de la base de datos del MINAE (2019), en la página de la Dirección de Cambio Climático (2019), actualmente las instituciones públicas que cuentan con esta verificación son únicamente tres: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, el Instituto Costarricense de Turismo, ICE (Negocio Generación, Región Chorotega), PROCOMER (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica); por lo que para el ICAFE iniciar este proceso, representa una oportunidad de mejora ambiental y de estrategia competitiva, para, como lo mencionan Chassoul et al., (2017), implementar objetivos y actividades que permitan gestionar adecuadamente el cambio climático.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se realizará en el ICAFE, en las oficinas centrales en San Pedro de Barva de Heredia, en la misma no se tomará en cuenta las sedes regionales de la institución. El estudio involucra todos los procesos realizados en la institución, entre los cuales se puede mencionar:

1. Mantenimiento y manejo de finca: La unidad productiva tiene una extensión total de 9.93ha, en esta se desarrollan actividades de producción de café, y de investigación (en aproximadamente 1.7 ha).
2. Beneficiado de café: Se procesa el café de la finca, muestras de todas las regiones del país, y semilla para la venta al público
3. Laboratorios: Se dedican por una parte a proyectos de fitopatología y biotecnología, y por otra se tienen laboratorios dedicados más que todo a dar servicios de análisis de calidades de café, aguas residuales, suelos y foliares.
4. Oficinas administrativas, técnicas y bodegas: en este tipo de instalaciones se planifican, e implementan todas las actividades de la organización.

A nivel de resumen se tiene que las instalaciones incluidas en el alcance son:

- Edificios de oficinas y salas de reuniones de Dirección Ejecutiva, Auditoría Interna, Gerencia de Administración y Finanzas, Gerencia de Promoción y Gerencia Técnica.
- Laboratorios químicos y de investigación
- Talleres de Mantenimiento de Vehículos

- Finca de café, con oficina, bodega, y casa (Gerencia Técnica)
- Beneficio de café en el cual se realizan los procesos de recepción, despulpado, secado, almacenamiento, torrefacción del grano y catación.
- Bodegas de insumos y materiales.
- Caseta de guarda
- Comedor

1.3. Antecedentes

La preocupación por el tema de cambio climático asociado al crecimiento de las emisiones de GEI y su potencial para calentar al planeta, tomó fuerza en la Primera Conferencia Internacional sobre el Clima, en el año de 1979. Ahí se validó la teoría del aumento de temperatura entre 1,5 y 4,5 °C, si las emisiones de dióxido de carbono seguían creciendo (Useros, 2013).

En 1988, se creó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el cual tiene como tarea valorar los conocimientos científicos que se relacionan al cambio climático (IPCC, 2013b). En el primer informe de esta organización —en 1990— se revela y confirma el aumento de la temperatura en el planeta debido a la duplicación del incremento de emisiones de dióxido de carbono; además, se estimó que en los 100 años previos la temperatura media mundial del aire aumentó entre 0,3 y 0,6 °C (IPCC, 1992). Esto provocó que, en 1992, durante la Cumbre de la Tierra, se diera la apertura para iniciar la firma de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), entrando en vigor el 21 de marzo 1994, y siendo vinculante para 43 países. Trece años más tarde, a la Convención se habían integrado 191 Estados o Partes. El máximo órgano de la Convención es la Conferencia de las Partes, la cual asocia a todos sus países miembros. Anualmente se reúnen, celebrando las reconocidas Conference of the Parties (COP, por sus siglas en inglés), para tomar decisiones y acuerdos mundiales sobre la temática. En diciembre de 1997, tras dos años y en medio de intensas negociaciones en la COP3 celebrada en Kioto (Japón), se aprobó una ampliación de la Convención, en la que se esbozaron compromisos jurídicamente vinculantes de recorte de las emisiones. Los firmantes se comprometieron a reducir sus emisiones en un 5% entre los años 2008-2012, respecto a los niveles de emisiones de GEI del año 1990 (UNFCCC, 2007). En 2012, se realiza la llamada “Enmienda Doha” para dar continuidad al protocolo hasta el 2020; en dicho documento se incluyen nuevos compromisos de reducción de emisiones, por ejemplo, la Unión Europea se comprometió a reducir en un 20%

las mismas (Naciones Unidas, 2013). Este acuerdo se considera un puente, ya que a partir del 2020 entraría en vigencia el Acuerdo de París.

El Acuerdo de París se negoció en la COP 21 en el 2015 y fue ratificado por 100 países en noviembre del 2016 (UNFCCC, 2016). En esta negociación se establecieron tres metas principales (Naciones Unidas, 2015):

1. Lograr que la temperatura media del planeta no aumente más de 2 °C, según la temperatura línea base reportada en los niveles preindustriales, y de ser posible mantenerlo en 1,5 °C.
2. Incrementar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático.
3. Asentar los flujos de recursos financieros para alcanzar un desarrollo resiliente, con bajas emisiones de GEI.

Adicionalmente, un logro importante fue el establecimiento de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN), en las cuales cada país estableció el nivel de ambición nacional, respecto a la reducción de GEI. Este es un concepto innovador, al permitir que cada país estableciera la meta que quisiera alcanzar, según los inventarios de GEI. Asimismo, cada Parte, tiene la obligación de preparar, comunicar e implementar las acciones de mitigación propuestas (PNUMA, s.f.).

Costa Rica, como miembro de la CMNUCC, ha sido un notable actor en dichas negociaciones internacionales y también lo ha hecho a nivel nacional destacan los siguientes hitos (MINAE, 2018):

- Se asume el compromiso de participar en los esfuerzos de la CMNUCC (firmada en 1992; y aprobada mediante la Ley de la República N.º 7414, de 13 de junio de 1994) y del Protocolo de Kioto, aprobado por la Ley de la República N.º 8219 del 8 de marzo del 2002.
- En el 2007, el país lanza el compromiso de ser carbono neutral en el 2021, lo cual se incluye en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y en su posterior Plan de Acción, en el 2009 y 2013, respectivamente.
- En el 2012, se oficializa el Programa País de Carbono Neutralidad, con el Acuerdo 36-2012-MINAET del 19 de junio del 2012. Adicionalmente en el 2011, se publica la norma nacional técnica INTE-B5 “Sistema de gestión para demostrar la C- neutralidad. Requisitos.” La cuál fue modificada en el 2013, pasando a llamarse Norma nacional para

demostrar la C- neutralidad. Requisitos. Y el último cambio en la normativa fue publicado en el 2016, en donde la misma se codifica como INTE B5: 2016. Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos.

- Se firma y ratifica el Acuerdo de París, aprobándose según la ley 9405 del 6 de octubre del 2016.

Debe considerarse que según las contribuciones determinadas a nivel nacional (MINAE, 2015a:3), “el país se compromete a un máximo absoluto de emisiones de 9 374 000 t CO₂e netas al 2030, con una trayectoria propuesta de emisiones per cápita de 1,73 toneladas netas para el mismo año; 1,19 toneladas netas per cápita al 2050 y -0,27 toneladas netas per cápita al 2100”. Representando lo anterior, una disminución del 25% de emisiones respecto al 2012 (Gutiérrez, 2016) Adicionalmente, el Informe Bienal de Actualización ante la CMNUCC del 2015, menciona que la meta del país es ambiciosa, ya que busca la carbono neutralidad. Para el cumplimiento de estos objetivos se han desarrollado acciones como, por ejemplo: el establecimiento del Mercado Doméstico de Carbono, la marca C-neutral otorgada a empresas, las NAMAs en el sector agropecuario, la Estrategia Nacional REDD+ y el Plan Nacional de Energía.

En el 2018 se actualizó el Programa País Carbono Neutralidad-Categoría Organizacional, en su versión 2.0 (PPCN 2.0). El objetivo del mismo es “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 climática” (MINAE, 2018, p. 5). En el mismo se establecen los lineamientos para que una organización o institución logre ser carbono neutral, recalándose la importancia de que se realicen esfuerzos, no sólo para gestionar de una forma adecuada las emisiones GEI, sino también, para diseñar un adecuado reporte y reducción de las mismas. Para agosto del 2018, 113 organizaciones han sido declaradas carbono neutro en el país (Barquero, 2018), es decir 33 más de las reportadas en el 2017, en el informe del Programa Estado de la Nación (2017).

Finalmente, en el año 2019, el gobierno de Costa Rica presentó el “Plan de Descarbonización 2018-2050”, con el fin de alcanzar una economía descarbonizada en el 2050. En el plan se presentan diez ejes, los cuáles se basan en estrategias para la reducción de GEI, según los inventarios nacionales. En la figura 1, se presenta la relación entre los ejes y el inventario.

Energía	Procesos industriales	Residuos	AFOLU (incluye Absorción)
EJE 1 Transporte colectivo	EJE 6 Industria	EJE 7 Residuos	EJE 8 Agricultura
EJE 2 Flotas de vehículos livianos			EJE 8 Ganadería bovina
EJE 3 Transporte de carga			EJE 10 Bosques, Biodiversidad y Servicios ecosistémicos
EJE 4 Sistema eléctrico			
EJE 5 Comercio y Residencia			
EJE 6 Industria			

Figura 1. Ejes del plan de descarbonización y su relación con fuentes de emisión
Fuente. Tomado de Gobierno de Costa Rica (2019, p.29).

1.4. Planteamiento del problema

El ICAFE es una organización pública de carácter no estatal fundada en 1933, y es el ente rector de la caficultura en Costa Rica. En su misión se menciona la defensa de la actividad cafetalera para alcanzar su sustentabilidad, por lo que es importante trabajar en la implementación de mecanismos que permitan la implementación de acciones para el logro de esa misión, máxime considerando que el plan operativo de la organización, manifiesta el interés de lograr la carbono neutralidad a nivel de beneficio durante el 2019 (ICAFE, 2019).

Si bien se cuenta con un Programa de Gestión Ambiental Institucional, con información sobre consumo de agua, papel, combustibles, entre otros, no se han desarrollado hasta ahora acciones que permitan conocer el estado actual de generación de emisiones de GEI, ni se han planteado acciones estrategias a nivel organizacional que permitan lograr la meta de carbono neutralidad (V. Vargas, comunicación personal, Agosto 1, 2018). Dado este problema se ha definido la pregunta de investigación como: ¿Cuál es el inventario de emisiones y reducciones de GEI para el año 2018 del ICAFE (Sede Central), según el Programa País Carbono Neutralidad 2.0, y cuáles son las principales estrategias para la reducción de emisiones?

1.5. Objetivos

Objetivo General:

Cuantificar las emisiones y reducciones de GEI del ICAFE (Sede Central) en el 2018, según el Programa País Carbono Neutralidad 2.0, para la formulación de un sistema de información que facilite alcanzar la carbono neutralidad.

Objetivos específicos:

- Desarrollar un inventario de gases de efecto invernadero producidos en la sede central del Instituto del Café de Costa Rica.
- Medir las estrategias de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero implementadas en la sede central del Instituto del Café de Costa Rica.
- Diseñar un sistema de información mediante el desarrollo y especificación de procedimientos e informes, acorde con la norma INTE B5: 2016 y el Programa País Carbono Neutralidad 2.0

1.6. Marco contextual

1.6.1 Descripción general

Sobre el ICAFE

En Costa Rica la comercialización de café se realiza por medio del sector privado; sin embargo, el Estado mantiene la supervisión y control por medio del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), el cual se establece con la Ley de la República de Costa Rica No. 2762 de 1961, en la Junta Directiva de la institución, están representados todos los actores que intervienen en la actividad cafetalera, a saber: productores, beneficios, exportadores y torrefactores (ICAFE, 2019a).

La organización, ha establecido como sus valores los siguientes: transparencia, honestidad, integridad, responsabilidad, lealtad, liderazgo, adaptación al cambio y sigilo. Mientras que los principios son: legalidad, probidad, igualdad, austeridad, eficacia, eficiencia, continuidad, y regularidad (ICAFE, 2019a).

El plan estratégico 2014-2023 (ICAFE, 2013), establece los siguientes postulados como misión y visión de la organización:

Misión

Somos la institución que regula, fomenta y defiende la actividad cafetalera con el propósito de alcanzar su sostenibilidad, en procura del bienestar socioeconómico del sector, con café de excelente calidad (p.20).

Visión

Ser una Institución líder a nivel mundial, en el desarrollo tecnológico para el mejoramiento de la productividad, la industrialización y la promoción de Café de Costa Rica, brindando servicios ágiles y efectivos que mantengan equidad en la agrocadena, así como en la defensa de los intereses de la actividad, con un compromiso permanente de sus colaboradores (p.20).

Respecto a la estructura de la institución, se tiene que la mayor autoridad está representada por la Junta Directiva, la cual es elegida por el Congreso Nacional Cafetalero, y en la cual se representa cada uno de los sectores mencionados anteriormente, así como el Ministro de Agricultura y Ganadería (ICAFFE, 2013). El mismo documento menciona, que para operar la institución cuenta con un Director Ejecutivo, un sub-director ejecutivo y tres gerencias (Técnica, Promoción, Administración y Finanzas), las cuales tienen diversas unidades a su cargo, en la figura 2, se muestra el organigrama de la institución. Adicionalmente, el Programa de Gestión Ambiental de la institución (ICAFFE, 2016), refiere que se tenían en ese momento 145 colaboradores.



Figura 2. Organigrama del ICAFE

Fuente. Basado en ICAFE (2013, p.10).

Según el plan estratégico 2014-2023 (ICAFE, 2013), la institución ha establecido los siguientes objetivos estratégicos, como guía de su labor (p.21):

- Establecer un proceso de modernización institucional.
- Propiciar el desarrollo integral de la actividad cafetalera.
- Implementar estrategias de sostenibilidad económica institucional.
- Implementar una estrategia de comunicación institucional.
- Actualizar la estrategia de promoción.
- Fortalecer y buscar alianzas estratégicas.

Finalmente, dentro del Programa de Gestión Ambiental de la institución (ICAFE, 2016), se mantiene una política ambiental la cual tiene los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Implementar un programa de gestión institucional, para la sensibilización, contabilización y minimización de las emisiones de gases de efecto invernadero del Instituto del Café de Costa Rica y la replicabilidad que pueda tener en el sector cafetalero costarricense.

Objetivos específicos:

- Determinar el enfoque institucional para la consolidación de inventario de GEI.
- Determina y definir las fuentes directas e indirectas que necesitan el monitoreo, registro y verificación, así como los alcances de las mismas para la contabilización de GEI en el ICAFE.
- Establecer e implementar un procedimiento según el tipo de emisión, para la contabilización debida de GEI, sobre los principios de relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión.
- Sensibilizar y educar a todo nivel organizacional, a los colaboradores del ICAFE, para la correcta implementación del Plan de Gestión Institucional.
- Determinar acciones mitigadoras según fuente de emisiones de GEI.
- Determinar un año base, para dar inicio a la ejecución de acciones mitigadoras.
- Fomentar la replicabilidad del Plan de Gestión Ambiental Institucional en el sector cafetalero nacional (p.9).

1.6.2 Ubicación geográfica y temporal

Las instalaciones centrales del ICAFE se ubican en Costa Rica; en la provincia de Heredia, cantón de Barva, 400 metros norte de la iglesia católica de San Pedro, específicamente en las coordenadas 10° 02'02.19'' N y 84° 08'12.68'' O. En la figura 3 se muestran los límites geográficos de dicha institución, así como las instalaciones a analizar:



Figura 3. Imagen general del ICAFE

Fuente. Tomado de Google Earth, 2018

El periodo de investigación, comprendió desde diciembre 2018 hasta mayo 2020.

1.6.3 Información general

En la etapa inicial se presentó una propuesta de investigación a la Dirección Ejecutiva del ICAFE, para contar con la aprobación del acceso a la información, recorrido en las diversas instalaciones, así como la realización de diversas reuniones para socializar la información recolectada y analizada para la carbono neutralidad. Se tiene que los dos productos básicos como resultado de esta investigación son:

- a. Inventario de Gases de Efecto Invernadero del ICAFE para el año 2018.
- b. Sistema de información para que el ICAFE pueda optar por la carbono neutralidad

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Cambio climático y forzamientos radiativos

Sobre el cambio climático, Rodríguez, Picatoste y Hernández (2014) mencionan que:

El calentamiento del sistema climático es inequívoco. Desde 1950 se han observado cambios en el sistema climático que no tienen precedente, tanto si se comparan con registros históricos observacionales, que datan de mediados del siglo XIX, como si se comparan con registros paleoclimáticos referidos a los últimos milenios (p.36).

Se entiende por sistema climático, la totalidad de la atmósfera, hidrosfera, biosfera, geosfera y sus interacciones (García, 2011). Todos los cambios que se han producido en este sistema, han provocado consecuencias en el planeta, el IPCC en su quinto informe (IPCC, 2014), menciona que además de los aumentos de temperatura que se han venido dando en las últimas décadas, existen también otras evidencias importantes de que el cambio climático es un problema real, entre ellas se tiene:

- Calentamiento del océano, sobre todo en la capa superior del océano, estos incrementos se han dado en la capa superior reportándose un aumento de 0,11°C por decenio. Adicionalmente se ha producido un fenómeno de acidificación, reportándose que el pH del agua ha decrecido en 0,1.
- Pérdida de mantos de hielo marino en Groenlandia y la Antártida. En el Ártico la tasa de extensión anual media de hielo, disminuyó en el periodo 1979-2012, entre 3,5%-4.1%. En el Antártico, se reportan aumentos, sin embargo, se tiene evidencia de que no hay uniformidad en los mismos, existiendo zonas en donde se ha disminuido considerablemente las masas de hielo
- Aumento en el nivel medio global del mar, reportándose una elevación de 0,19m, siendo que la elevación promedio global fue de 1,7mm/año, en el periodo 1901-2010.

Rodríguez et al., (2014) describen que el cambio climático es producto del desequilibrio en el balance energético de la Tierra, provocado, ya sea por efectos antropogénicos o agentes naturales, siendo que una de las causas principales es el efecto invernadero.

Para entender, el concepto de efecto invernadero y forzamiento radiativo, es importante primero aclarar el término de efecto invernadero natural. Sobre el mismo, García (2011) refiere que, la principal fuente de energía en el sistema climático, es la radiación solar en forma de onda corta,

la cual una vez atraviesa la atmósfera, aproximadamente un tercio es reflejada nuevamente al espacio, el resto es absorbida por la atmósfera, tierra, océanos y masas de hielo. El mismo autor, menciona que la Tierra y la atmósfera también emiten radiación, pero en ondas largas infrarrojas, de modo que gases que naturalmente están en la atmósfera como el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono entre otros, tienen la capacidad de retener esa radiación, y mantener el planeta con una temperatura adecuada.

Para determinar que tanto influyen los GEI en el calentamiento de la atmósfera y el balance energético, se mide el forzamiento radiativo (Useros, 2013). El IPCC (2013^a, p.192), lo define como “Variación, expresada en $W m^{-2}$, del flujo radiativo (la descendente menos la ascendente) en la tropopausa o en la parte superior de la atmósfera, debido a una variación del causante externo del cambio climático; por ejemplo, una variación de la concentración de dióxido de carbono o de la radiación solar”. Los mismos autores mencionan que si el balance energético de entradas y salidas al planeta es positivo, se tendrá como resultado un calentamiento, pero si al contrario es negativo, lo que se producirá es un enfriamiento, para el 2011 se reportó un forzamiento radiativo de $2,3 W m^{-2}$

Según Rodríguez et al., (2014) este forzamiento se debe en gran parte a los cambios en las concentraciones de los siguientes gases bien mezclados: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y halocarbonados, siendo estos los principales GEI.

2.2. Gases de Efecto Invernadero y Potencial de Calentamiento Global

INTECO (2016), en la normativa INTE-B5, menciona las siguientes definiciones para, emisión y fuente de GEI:

Emisión de GEI: masa total de un GEI liberado a la atmósfera en un determinado período (p.9).

Fuente de GEI: unidad o proceso físico que libera GEI hacia la atmósfera (p.10).

Mientras que, Espíndola y Valderrama (2018) indican que los gases de efecto invernaderos son variables en cuanto a al poder de radiación y al tiempo que permanecen en la atmósfera, de modo que se ha creado una medida que permite comparar todos los gases con el CO_2 , a lo largo de un periodo de 100 años, esta unidad se denomina potencial de calentamiento global, y se reporta en toneladas de CO_2 equivalentes ($t CO_2 e$). En el cuadro 4, se presentan algunos de ellos.

Por otro lado, el protocolo de Kioto en su Anexo A, refiere a los gases que requieren ser medidos, para asegurar que la suma de sus emisiones agregadas, cumplan con los diversos compromisos de cada uno de los países ratificantes de dicho documento, los GEI mencionados son: CO₂, CH₄, N₂O, Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆) (Chassoul, Marín, Morales & Fallas, 2017), los mismos se describen a continuación:

a. Dióxido de Carbono

El dióxido de carbono se define según, Frohmann, Herreros, Mulder y Olmos (2015) como:

Un gas que se produce de forma natural, y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, cambios en el uso de las tierras y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta. Es el gas de referencia frente al que se miden otros gases de efecto invernadero (p.93).

El carbono es esencial para construir las moléculas orgánicas que caracterizan a los organismos vivos, es la base de todas las sustancias orgánicas, desde la célula hasta los combustibles fósiles, la principal fuente de carbono para los productores (plantas) es el CO₂ del aire atmosférico, que también se encuentra disuelto en lagos y océanos (IPCC,2005).

El ciclo del carbono comprende, en primer lugar, un ciclo biológico donde se produce intercambios de carbono (CO₂) entre los seres vivos y la atmósfera, la retención el carbono se produce a través de la fotosíntesis de las plantas, y la emisión a la atmósfera, a través de la respiración animal y vegetal (FAO, 2017). En segundo lugar, existe un ciclo biogeoquímico más extenso que el biológico y que regula la transferencia entre la atmósfera, los océanos y el suelo (litosfera) (FAO, 2017; IPCC, 2005). Jaramillo (2004), explica que en este ciclo el CO₂ atmosférico se disuelve en el agua de lluvia formando ácido carbónico, el cual reacciona con minerales expuestos, creando el proceso de sedimentación de las rocas, terminando de esa manera en océanos, en donde se forma el carbonato de calcio. Éste se deposita en sedimentos marinos, los cuales gracias a los procesos de subducción penetran en la corteza baja de la tierra, siendo que el carbono regresa a la atmósfera por erupciones volcánicas e hidrotermales.

A nivel del suelo, se tiene que cuando la materia y/o residuos orgánicos se oxidan, se produce la liberación del CO₂, la cual también es provocada por la respiración del suelo, gracias a la fauna del mismo y las raíces subterráneas (FAO, 2017).

b. Óxido nitroso

El óxido nitroso (N_2O) es un gas incoloro con un olor dulce y ligeramente tóxico, es generado por la transformación microbiana del nitrógeno en suelos y abonos. Se produce, cuando las cantidades de nitrógeno N, excede los requerimientos de la planta (Gobierno de España, 2018). La fuente antropógena principal de óxido nitroso es la agricultura (la gestión del suelo y del estiércol), pero hay también otras fuentes como tratamiento de aguas residuales, quemado de combustibles fósiles y de los procesos industriales químicos. Las fuentes naturales están representadas por el suelo y el océano (López, Rodríguez, Lubo, López, Orozco, Sandoval, Arenas, 2018).

c. Metano

Es el hidrocarburo alcano más sencillo también es el componente principal del gas natural, y está asociado a todos los hidrocarburos utilizados como combustibles, a la ganadería y a la agricultura. El aumento de metano ha sido lento desde comienzos de los años 90, en concordancia con las emisiones totales (como suma de fuentes antropógenas y naturales), que han sido casi constantes durante ese período (IPCC, 2014).

La concentración de CH_4 en la atmósfera mundial ha aumentado, respecto de un valor preindustrial de aproximadamente 715 ppm, hasta 1732 ppm a comienzos de los años 90, alcanzando en 2005 las 1774 ppm (Sánchez, 2012). Estas emisiones se deben en gran parte a la presencia de bacterias metanogénicas que actúan sin presencia de oxígeno, los medios en los que actúan estos microbios son muy variados: el estómago de un rumiante, basureros, manejo de estiércol, un campo inundado para el cultivo de arroz (Sánchez, 2012). Adicionalmente, la Iniciativa Global de Metano (2011) menciona que las pérdidas de este gas en la producción, procesamiento, transmisión y distribución de petróleo y gas natural alcanzan un 20% del total de emisiones de metano del mundo, esto debido a prácticas operativas indebidas y el uso de equipos antiguos.

d. Hidrofluorocarbonos (HFC)

Los HFC's son sustancias compuestas de elementos como flúor, hidrógeno y carbono. Son utilizados más que todo en sistemas de aire acondicionado, pero también se encuentran en aerosoles, pinturas, y otros (Gobierno de España, 2019). Estos componentes se plantearon a nivel internacional como una solución provisional con tendencia a salir en el año 2030 (PNUMA, 2019). Debe mencionarse que previo a este tipo de moléculas estuvo en auge los HCFC (Hidroclorofluorocarbonos), los cuales se utilizaron como alternativa a los clorofluorocarbonados (CFC), los cuales fueron utilizados altamente en la época de los ochenta (UNEP, 2019). Básicamente al contener flúor y cloro, se tiene que al entrar en contacto con las moléculas

de ozono producen reacciones fotoquímicas que terminan destruyendo las mismas. Debido a esto, en 1987 las naciones del mundo adoptaron el Protocolo de Montreal con el fin de eliminar todas las emisiones de las SAO (Sustancia Agotadora del Ozono) (PNUMA, 2013).

e. Perfluorocarbonos (PFC)

Son compuestos sintéticos, inventados por el hombre, que contienen únicamente flúor y carbono, también se le conocen como freones (Gobierno de España, 2019). Las emisiones de PFC, se deben principalmente a la producción de aluminio y extintores de fuego (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2016). Otra forma en donde se libera este gas es en la incineración de cerámicas y plásticos (Gobierno de España, 2019). Debe mencionarse que Costa Rica en su último inventario de GEI no reporta PFC, y sólo 0,179 Gg de HFC (MINAE, 2015).

f. Hexafluoruro de azufre (SF₆)






Es un gas fluorinado, está compuesto por un átomo de azufre y seis de flúor, siendo uno de los gases con mayor potencial de calentamiento global: 23,900 (Urquijo, 2014). El mismo autor comenta que sus principales usos son en la industria eléctrica para aislamiento, el control de altos voltajes, la fabricación de semiconductores, el uso quirúrgico para operaciones de retina, entre otros.

2.3. Situación nacional con énfasis en mitigación

Las emisiones de GEI antropógenas (provocadas por el humano) entre el 2000 y 2010 fueron las más altas en la historia de la humanidad y llegaron a 49 (±4,5) gigatoneladas de CO₂e/año en 2010 (IPCC, 2014).

En Costa Rica, el último informe en el cual se reportan las emisiones de GEI del 2012, se documenta que se alcanzaron los 11 250 200 t CO₂e, es decir 2,41 t CO₂e por habitante (MINAE, 2015c). El Programa Estado de la Nación (2017), informó que entre el 2012 y el 2016, las verificaciones de carbono neutro otorgadas a las diferentes organizaciones, implicaron la reducción de 37 006 t CO₂e, menciona además que es de suma importancia expandir estas acciones a otras empresas, por lo que en la actualización del PPCN 2.0, se tienen cinco sistemas de reconocimiento que se presentan en el cuadro 1, (MINAE, 2018).

Cuadro 1. Sistema de reconocimientos del Programa País Carbono Neutralidad (PPCN)

Reconocimiento	Condiciones	Símbolo de cada reconocimiento
Carbono inventario	La organización debe cumplir con los requisitos del PPCN para el reporte del inventario de emisiones de GEI	
Carbono reducción	La organización debe cumplir con los requisitos del PPCN para el reporte del inventario de emisiones de GEI y sus reducciones asociadas	
Carbono reducción plus	La organización debe cumplir con la carbono reducción e implementar alguno de los casos descritos en el PPCN 2.0	
Carbono neutralidad	La organización demuestra que por medio de acciones de reducción y compensación sus emisiones son cero	
Carbono neutralidad plus	La organización debe cumplir con la carbono neutralidad e implementar alguno de los casos descritos en el PPCN 2.0	

Fuente: Basado en MINAE (2018).

Otras de las acciones de mitigación que se han ejecutado en el país, son la implementación de los NAMA (Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional) Café y el NAMA Ganadería (Programa Estado de la Nación, 2017). Estas estrategias pretenden ayudar a los países a trabajar en el tema de cambio climático, encontrando propias soluciones para implementar actividades que lleven a un desarrollo bajo en emisiones (GIZ, 2015). La meta del NAMA Café es “producir y procesar café en Costa Rica de manera sustentable y baja en emisiones” (GIZ, 2015, p.2).

2.4. Cuantificación de emisiones

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (2016) menciona que las emisiones se pueden calcular a nivel organizacional y/o de producto. A nivel organizacional, se cuantifica el total de GEI presentados por efecto directo o indirecto según las actividades que la organización realice, mientras que, a nivel de producto, se analizan los GEI que se emiten durante todo el ciclo de vida del mismo, es decir se considera desde la sustracción de las materias primas, el proceso, la distribución, llegando hasta la etapa de uso y final de la vida útil (desecho final). El objetivo final de esta contabilidad de emisiones es frecuentemente el

planteamiento de diversas actividades para la reducción de emisiones de GEI (Frohmann, et al., 2015)

2.5. Carbono neutralidad en Costa Rica

A nivel mundial en la cumbre de París, se busca como objetivo que para el 2050 exista un equilibrio entre los gases que se emiten en el planeta, y los que se pueden absorber, es decir que con este balance se logren cero emisiones netas (Espíndola & Valderrama, 2018), compromiso también adquirido por el país (MINAE, 2019).

En Costa Rica el MINAE (2018) en el Programa País Carbono Neutralidad 2.0, define e interpreta la carbono neutralidad como:

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

└───┘

Inventario de GEI - $\sum C = 0$

Son las emisiones totales y remociones del período de reporte (E) y la reducción de emisiones de GEI lograda por la organización mediante la implementación de acciones dentro del mismo período reportado (R). Donde:

E (Emisiones): medición o estimación verificable de las emisiones totales y remociones del año, dentro del límite operativo establecido por la organización. El año de reporte debe ser año natural, es decir desde el 01 de enero hasta el 31 de diciembre. Se permite una antigüedad máxima de 2 años respecto al año en curso.

R (Reducción): disminución de emisiones de GEI lograda por la organización mediante la implementación de acciones dentro del período de reporte. La organización debe desarrollar nuevas acciones de reducción año con año. Estas no deben ser restadas directamente en la ecuación de carbono neutralidad (1), debido a que implícitamente ya están incorporadas en el resultado neto del inventario de GEI del año reportado.

Compensación (C): mecanismo de nivelación de una organización (compensación) para todo el inventario de GEI que puede ocurrir directamente al prevenir la

liberación, al reducir o al remover una cantidad de emisiones de gases con efecto invernadero en un proceso por fuera de los límites operativos de la organización, e indirectamente mediante la adquisición de reducciones/remoción de GEI (en forma de créditos de carbono), (p. 21).

La normativa nacional permite la compensación de emisiones de GEI, por medio de la compra de créditos de carbono ya sea por medio de Reducciones certificadas de emisiones (CER's), Reducciones voluntarias de emisiones (VER's), o Unidades Nacionales de Compensación (UNC) (INTECO, 2016). Las UNC se conocen también como UCC (Unidades Costarricenses de Compensación), son el mecanismo nacional que permite compensar las emisiones que no se han podido reducir (Roldán, 2014). La misma autora menciona sobre la definición de crédito de carbono que es “un término genérico con que se reconoce un certificado negociable que representa el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono o dióxido de carbono equivalente (CO₂e), mediante la implementación de proyectos (energéticos, forestales y otros)” (p. 14).

Respecto al cálculo de emisiones, la norma ISO 14064-1: 2006 (ISO, 2006), refiere a que se pueden realizar por medio de las siguientes formas:

1. Datos de la actividad de GEI multiplicados por los factores de emisión o remoción de GEI.
2. Uso de modelos.
3. Correlaciones específicas para la instalación.
4. Enfoque relacionado con los balances de masa, (p.19-20)

2.6. Normas para realizar inventarios de gases de efecto invernadero y especificaciones para declarar carbono neutralidad

Existen diversas metodologías para medir la Carbono Neutralidad, ya sea a nivel de empresa o de producto. En el siguiente cuadro se resumen las principales normativas, según Molina (2018):

Cuadro 2. Metodologías usadas internacionalmente para medir las emisiones de los gases de efecto invernadero

Organización	Nombre	Dirigido a	Año de publicación
Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable	GHG Protocol corporativo y de cadena de valor GHG Protocol ciclo de vida	Organización Producto	2011
Instituto Británico de normalización y Carbon Trust	PAS 2050 PAS 2060	Producto Organización	2008 2010
Organización Internacional de Normalización	ISO 14064-1: 2006 ISO 14067: 2013	Organización Producto	2013
Agencia del Medio Ambiente y Gestión de la Energía de Francia (ADEME)	Bilan Carbone BP X30-323	Organización Producto	2004 2009

Fuente. Tomado de Molina (2018, p.18).

A nivel país, el PPCN 2.0 establece que las organizaciones deben consolidar sus inventarios de GEI bajo las siguientes normativas y condiciones (MINAE, 2018):

- a. ISO 14064-1 Gases de efecto invernadero – Parte 1: especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.
- b. INTE-ISO TR 14069 Gases de efecto invernadero - Cuantificación e informe de las emisiones de GEI para las organizaciones Orientación para la aplicación de la norma ISO 14064-1
- c. Protocolo de gases de efecto invernadero: “Estándar corporativo de contabilidad y reporte” del World Resources Institute (WRI) en su versión vigente.

El PPCN 2.0 también recomienda utilizar las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de 2006 para Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, se menciona además, que para la obtención de la carbono neutralidad las organizaciones deben cumplir con lo estipulado en la norma INTE B5 “Norma para demostrar carbono neutralidad”. La misma, define los siguientes pasos para demostrar Carbono Neutralidad (INTECO, 2016):

1. Definición del alcance: se deben precisar tanto los límites de la organización, como los operativos.
2. Realizar inventario GEI: para lo que se tiene que identificar las fuentes de GEI, seleccionar la metodología de cuantificación, recopilar los datos de la actividad, seleccionar o desarrollar los factores de emisión, y finalmente calcular las emisiones y remociones de GEI.
3. Elaborar una evaluación de la incertidumbre. Sin embargo, este requisito aún no aplica para el país, debido al documento emitido por la Dirección de Cambio Climático DCC-358-2016, en donde se determina que se estable un periodo de transitorio de formación de capacidades a nivel país, en este periodo las organizaciones no deben reportar el dato de incertidumbre de los inventarios de GEI. Ver en la sección de recomendaciones de este documento posibles metodologías a utilizar, en caso de ser requerido por otro tipo de organizaciones.
4. Desarrollar un plan de gestión de reducciones.
5. Compensar las emisiones de GEI
6. Establecer y mantener procedimientos de gestión de la información
7. Realizar un informe de los resultados del inventario y de la carbono neutralidad.

De modo que, para la implementación de estos pasos las organizaciones deben implementar un plan de gestión para la Carbono Neutralidad (INTECO, 2016).

Capítulo III. Marco metodológico

3.1. Paradigma

La Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales es un programa que pertenece a las llamadas Ciencias Naturales y, por tanto, se desarrolla dentro de un paradigma intelectual-social-crítico en el que se motiva a la construcción continua de conocimiento nuevo mediante la realización de una investigación científica que genere propuestas capaces de provocar una transformación social en cuanto al manejo de los recursos naturales.

3.2. Enfoque

El enfoque de la investigación fue mixto, es decir se ejecuta una combinación entre métodos cuantitativos y cualitativos. Según Guelmes y Nieto (2015) el análisis cuantitativo se basa en la recolección y análisis de datos o información, para determinar de qué forma se comporta una población en específico, mientras que las metodologías cualitativas se fundamentan en la descripción de la información.

Dado lo anterior, para responder al planteamiento del problema en estudio, se efectuaron cálculos matemáticos, como por ejemplo, la estimación de la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provocadas por el ICAFE, potenciales de reducción, entre otros.

Adicionalmente, se examinó todo el entorno de la institución para identificar y describir las fuentes de GEI, con el fin de documentar y plantear proyectos de reducción, así como para el diseño del sistema de información que permita al ICAFE alcanzar la carbono neutralidad.

3.3. Tipo de investigación

La investigación se define como no experimental, transeccional o transversal de tipo descriptiva y explicativa. De tipo descriptiva, por realizarse para un año determinado y en un solo momento en el tiempo (Lisboa, 2016). Además, se considera una investigación explicativa, al aclarar la forma en que ocurren las emisiones dentro del ICAFE; y explicar las necesidades para que dicha institución llegue a ser carbono neutro.

3.4. Participantes / población y muestra

Al ser un estudio descriptivo, se trabajó para la realización del inventario de gases de efecto invernadero del ICAFE con el cien por ciento de la población de datos de la actividad (facturas,

registros, planillas, entre otros), entiéndase como datos de la actividad “medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión o remoción de GEI”(ISO, 2006, p.10). Los datos analizados fueron de enero a diciembre del 2018, esto considerando lo mencionado por el programa país (MINAE, 2018), en el apartado 9.9.

Por otro lado, la norma INTE B5 (INTECO, 2016), menciona que el inventario de emisiones debe abarcar las emisiones directas e indirectas, según el alcance definido, es decir, se debe incluir toda la población de este tipo de emisiones.

Respecto a los participantes, se contó con la colaboración del personal de las distintas gerencias y sus unidades, esto con el fin de identificar las emisiones de GEI de la organización, documentar acciones de reducción ocurridas durante el 2018, y examinar opciones futuras de proyectos de reducción. Además, con estos actores se validó el diseño del sistema de información para que el ICAFE pueda optar por la carbono neutralidad.

3.5. Fuentes

- a. Normas nacionales e internacionales:
 - Programa País Carbono Neutralidad 2.0. Decreto 41122. Ministerio de Ambiente y Energía.
 - INTE B5:2016. Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos.
 - INTE/ISO 14064-1:2016. 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.
- b. Documentos internos: facturas, registros, reportes e informes para el cálculo del inventario de las emisiones de GEI.
- c. Factores de Emisión de GEI del Instituto Meteorológico Nacional, 2018.
- d. Directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de 2006 para Inventarios Nacionales de gases de efecto invernadero.

3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de información

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

- Observación directa del fenómeno: se identificó cuáles son las fuentes de GEI presentes en el ICAFE. Según Morales (2018), con esta metodología el investigador no participa activamente, con el objetivo de no generar impacto en los hechos que estén sucediendo.

Simplemente se formularon preguntas sobre los diversos procesos para determinar las causas que inciden en la emisión de GEI.

Para la ejecución de esta actividad, se efectuó un recorrido en las instalaciones, con el fin de asegurar que en el inventario de GEI estén incluidas todas las fuentes. Esto permitirá asegurar los principios de pertinencia y cobertura total.

- Entrevista no estructurada: se ejecutó este tipo de entrevistas a los encargados y trabajadores de las diversas unidades del ICAFE (Anexo 10), para definir los límites operacionales del inventario de GEI. Según Bravo, Torruco-García, Martínez-Hernández & Varela-Ruiz, 2013 este tipo de entrevista es más flexible y permite al investigador ahondar en otros temas, además de que tiende a ser más informal. También, se obtuvieron detalles, sobre las actividades y procesos ejecutados, y su posible impacto sobre las emisiones de GEI.
- Base de datos: se generaron diversas plantillas de excel, para consolidar la información primaria respecto a los datos de la actividad que fundamentan el inventario de GEI. Se incluyó la siguiente información: litros de combustibles (diésel, gasolina) consumidos anualmente, litros de gas LP utilizados, kWh de electricidad consumidos, Kg de gases refrigerantes fugados, Kg de fertilizantes y enmiendas aplicados, litros de lubricantes utilizados, kg de pulpa, biomasa, cantidad de personas (fijos, temporales y pasantes) que laboran o realizan prácticas en el ICAFE, Kg de recarga de extintores, Kg de acetileno.
- Hojas de cálculo: Se desarrolló una Hoja de cálculo de emisiones de GEI (Anexo 9) en el programa Excel, para la cuantificación de emisiones, y el cálculo de las reducciones de GEI logradas en el año de estudio.

3.7. Validación de instrumentos

Para validar los instrumentos se efectuó una revisión de expertos (director y lectores de tesis), los cuales son profesionales que han desarrollado o verificado inventarios de GEI, y sistemas de información de carbono neutralidad. El ejercicio de validación se realizó mediante criterio experto.

3.8. Procedimiento de recolección de información

El análisis de la información se efectuó en dos fases, una cuantitativa y otra cualitativa, según lo siguiente:

Fase I (cuantitativa): desarrollo del inventario de GEI (Cuantificación de la cantidad de emisiones y reducciones de GEI).

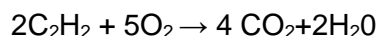
Fase II (cualitativa): diseño del Sistema de Información para lograr la carbono neutralidad.

Fase 1: Desarrollo del inventario de GEI (emisiones y reducciones)

a) Cálculo de emisiones de GEI para la carbono neutralidad

Se desarrolló una Hoja de cálculo de emisiones de GEI (Anexo 9) en Excel, para cuantificar las emisiones, en la misma se relacionó el dato de la actividad, el factor de emisión y el potencial de calentamiento global, dando como resultado la cantidad de emisiones de GEI, en toneladas de carbono equivalente (t CO₂e), para cada una de las fuentes e instalaciones evaluadas. Se deben considerar los siguientes detalles para algunas fuentes en específico:

- Uso de enmiendas y fertilizantes: Según IPCC, 2006, se deben utilizar los factores, 44/12 y 44/28, para la conversión de emisiones de CO₂-C en CO₂, y N₂O-N, a N₂O respectivamente. Refiriéndose lo anterior, a que en la enmienda o fertilizante cada átomo de carbono generara CO₂ y cada átomo de N generara N₂O
- Acetileno: Al no existir un factor de emisión, se realizó una relación estequiométrica, según lo siguiente:



Se tienen los siguientes pesos moleculares, Carbono 12,01 g/mol, Oxígeno 16 g/mol, Hidrógeno 1,008 g/mol.

De modo que: 1 g C₂H₂ * (1 mol C₂H₂ / 26,038g C₂H₂) * (1 mol CO₂ / 1 mol C₂H₂) * (4*44,009 g CO₂ / 1mol CO₂) = 3,38 g CO₂ (o con un factor de 88/26).

- Biomasa (kg de leña para la producción de calor): Dado que para el año 2008 no se llevaron controles de cantidades utilizadas se efectuó una estimación del dato, la cual relacionó las horas laboradas de los trabajadores en beneficio con la eficiencia del consumo de leña (kg/h) de cada uno de los hornos empleados para el secado del café, esta medición es realizada por la Unidad de Industrialización del ICAFE, la cual genera un documento denominado "Informe de Análisis de Horno". Respecto a la cantidad de fruta procesada, la misma se obtuvo del sistema SISBENE (Sistema de Beneficiado), en el cual se digita en el periodo de cosecha todo el café beneficiado, el cual se recibe y procesa, en cuatro diferentes partidas:

Semilla: Café que se vende a los productores como semilla. Normalmente, se refrigera para conservar el mismo, y el punto de secado es diferente que para las otras partidas.

Rendimientos: Producto que proviene de diversos beneficios y pretende dar a conocer el rendimiento por zona cafetalera del país, es decir cantidad de kg producidos por fanega (ff) de café. Estas muestras se llevan hasta el proceso de catación.

Experimentación: Es el café que proviene de diversas evaluaciones ejecutadas por parte de la Unidad de Investigación, la cual mantiene ensayos que permiten validar diversas técnicas de siembra, manejo de enfermedades, variedades, calidades, entre otros. Adicionalmente, se procesa dentro de esta partida el café de la finca de la Universidad Nacional.

Finca: Esta fruta proviene de las instalaciones del ICAFE y se procesa para consumo interno.

- Pulpa producida para composteo, se utilizó un factor del IICA (2010), para la conversión de fanegas a cantidad de broza producida. El mismo menciona que por cada fanega (una ff pesa 253 kg) se producen 105,2 kg de pulpa fresca.

En el caso de reducciones según el tipo de proyecto a documentar se realizaron los cálculos básicos para cuantificar las mismas, en la sección de Anexos se muestra para cada proyecto la metodología y cálculos realizados. Si bien el presente estudio cubre únicamente el 2018, se realizaron recomendaciones para años posteriores, como un avance para futuros inventarios e insumo de cuantificación para el ICAFE (ver sección 5.1 y Anexos)

Finalmente, se utilizó la metodología establecida en la INTE B5:2016. Norma para demostrar la Carbono Neutralidad, y en el Programa País Carbono Neutralidad 2.0, para realizar la cuantificación de emisiones y reducciones, documentar las acciones de reducción y brindar los lineamientos para el sistema de información para optar por la carbono neutralidad

- b)** Análisis de las tendencias de emisiones e indicadores de seguimiento e impacto: Una vez realizado el inventario de GEI, se plantearon indicadores que permitan dar seguimiento al tema de emisiones en el tiempo.
- c)** Análisis de reducciones de GEI: Por medio de un recorrido en las instalaciones de la organización, entrevistas y reuniones con el personal del ICAFE, se identificaron y calcularon los diversos proyectos de reducción realizados durante el 2018. Para años posteriores se realizaron los cálculos de posibles proyectos a incluir. En los Anexos 1, 2,

3 y 4 se puede observar la metodología para el cálculo de cada una de las acciones de reducción identificadas y propuestas.

Fase 2: diseño del sistema de información para optar por la carbono neutralidad

Los lineamientos básicos para el diseño del sistema de información, se fundamentó en las normativas INTE B5, e ISO 14064-1, y se presenta como producto del presente Trabajo Final de Graduación (TFG). Para esto se estudiaron las normativas mencionadas, y se desarrollaron los procedimientos que acompañan el sistema.

3.9. Procedimiento de análisis de la información

Con los datos obtenidos, en la fase uno se aplicó técnicas de estadística descriptiva como cantidades totales, promedios, porcentajes, entre otros, con el fin de analizar el comportamiento de las emisiones de GEI. También, se diseñaron cuadros y gráficos, para facilitar la interpretación de la información.

Capítulo IV. Presentación y análisis de resultados

4.1. Resultados

4.1.1 Alcance y límites

a. Límites organizacionales

Los límites organizacionales del inventario, se definieron según el control operativo que tiene el ICAFE en su sede central sobre las diversas actividades e instalaciones, de su propiedad.

Estas instalaciones están representadas por:

- Edificios de oficinas y salas de reuniones de Dirección Ejecutiva, Auditoría Interna, Gerencia de Administración y Finanzas, Gerencia de Promoción y Gerencia Técnica.
- Laboratorios químicos y de investigación.
- Talleres de mantenimiento de vehículos.
- Finca de café, con oficina, bodega, y casa.
- Beneficio de café.
- Bodegas de insumos y materiales.
- Caseta de guarda.
- Comedor.

Las emisiones de GEI se consolidan por medio del enfoque de control operacional. Las regionales del ICAFE no forman parte de este estudio.

b. Límites operativos (Identificación de fuentes)

Respecto a los límites operativos se determinan las siguientes fuentes de emisiones directas e indirectas, así como su respectiva clasificación:

- Fuentes de emisiones directas (alcance 1): combustión móvil (gasolina, diésel), combustión estacionara (diésel, gasolina, biomasa, gas LP), fugitivas (extintores, aguas residuales domésticas, refrigerantes), lubricantes, manejo de residuos sólidos (broza), uso de fertilizantes y uso de acetileno.

- Fuentes de emisiones indirectas (alcance 2): Uso de energía eléctrica, la cual se da en todas las instalaciones de la organización con diversos objetivos, desde iluminación hasta el funcionamiento de diversos equipos.

c. Exclusiones:

- Se excluyen del inventario de GEI las fuentes de emisión y remoción, de las cuales el ICAFE no mantiene el control operacional, de las que no se tienen factores de emisión que cumplan con el apartado 9.5 del PPCN 2.0., y las que no son viable técnica o financieramente su cuantificación.
- Emisiones por el manejo de desechos sólidos: el control operativo de estas emisiones lo mantiene la Municipalidad de Barva, quien recolecta y gestiona los desechos del ICAFE.
- Emisiones generadas por sedes regionales: se excluyen de este estudio debido a que por razones económicas no es posible incluir ese alcance.
- Emisiones por tratamiento de aguas industriales: una vez que el café es recibido se traslada a un proceso de despulpado y lavado, a ese tipo de residuo se le conoce como aguas mieles. En el caso del ICAFE, estas aguas una vez producidas son inmediatamente irrigadas por medio de aspersión, en un terreno sembrado con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Es decir, no se tiene ningún almacenamiento previo que produzca la emisión de algún gas efecto invernadero. En la actualidad no se tienen factores de emisión publicados que permitan reportar las mismas, si bien existieron algunos estudios preliminares dentro del proyecto del NAMA Café, ninguno de los factores ha sido incluido en los factores nacionales del IMN. Se sugiere para inventarios futuros, incluir análisis químicos de las aguas residuales asperjadas.
- Emisiones por uso de aceites en motores de 2 tiempos: Durante el 2018 no se tiene documentación que permita verificar la cantidad de aceite utilizado en el año. Según el encargado de finca podrían ser 2-3 litros.
- Emisiones por la quema de pellets en gasificador: Se excluye esta emisión, ya que no se tienen registros de la cantidad de biomasa quemada, horas de operación u otra

información que permita verificar el dato de cantidad de pulpa que se peletizó para ser utilizada, adicionalmente se tenían existencias de pellets del año anterior tampoco cuantificados y utilizados en el 2018.

- Emisiones provocadas por el grano al tostarse: Si bien algunos autores mencionan que existen emisiones de CO₂ asociadas al proceso de tueste, no se tienen factores de emisión publicados que permitan reportar las mismas. De hecho a nivel país no existen estudios reconocidos sobre esta temática, considérese que esta emisión depende del tipo de equipo, tiempo de tostado, tipo de tostado (claro, oscuro, otros), por lo que tampoco se tendría la información base para el cálculo.

Adicionalmente no se reportan sumideros, esto ya que se tiene únicamente presencia de árboles aislados dentro de los límites organizacionales definidos. Debe considerarse que si se quiere incorporar los mismos, se deben medir al menos dos años dichos árboles para conocer el cambio del stock de carbono anual.

4.1.2 Cálculo de emisiones de GEI

- Factores de emisión, gases encontrados y potenciales de calentamiento global (PCG) utilizados.

Dentro de la investigación se determina que se utilizan todos los gases a reportar según el PPCN 2.0, con excepción de Hexafluoruro de azufre (SF₆), Trifluoruro de Nitrógeno (NF₃), Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y Clorofluorocarbonos (CFC). Los factores de emisión utilizados se presentan en el Cuadro 3, se incluye además el gas emitido para cada una de las fuentes de emisión identificada.

Cuadro 3. Factores de emisión utilizados en el inventario de GEI.

Fuente	Factor de emisión	Unidad
	2,231	Kg CO ₂ /l
Emisiones por combustión móvil y estacionaria (Gasolina)	0,000283	kg N ₂ O/l
	0,000907	kg CH ₄ /l
Emisiones por Combustión Móvil(Diésel)	2,613	Kg CO ₂ /l
	0,000154	kg N ₂ O/l
	0,000149	kg CH ₄ /l
Emisiones por Combustión Estacionaria(Diésel)	0,00002442	kg N ₂ O/l
	0,00002442	kg CH ₄ /l
Emisiones por Combustión Estacionaria(Gasolina)	0,00002211	kg N ₂ O/l
	0,000346	kg CH ₄ /l
Emisiones por combustión estacionaria (Gas LPG)	1,611	Kg CO ₂ /l
	0,000002745	kg N ₂ O/l
	0,000139	kg CH ₄ /l
Emisiones por tratamiento biológico de desechos sólidos (compost)	0,004	kg CH ₄ /kg desechos sólidos
	0,0003	kg N ₂ O/kg desechos
Emisiones fugitivas (Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas)	4,38	kg CH ₄ /persona/año
	0,365	kg CH ₄ /persona/mes
Emisiones fugitivas (Tratamiento de aguas residuales industriales)	0,2	kg CH ₄ /Kg DQO
	0,05	kg CH ₄ /Kg DQO
	0,2	kg CH ₄ /Kg DQO
Emisiones por combustión estacionaria (leña)	112000	Kg CO ₂ /TJ
	4	kg N ₂ O/TJ
	300	Kg CH ₄ / TJ
Emisiones por suelos gestionados (Fertilización)	0,015714286	Kg N ₂ O/Kg N
Emisiones por suelos gestionados (Cal dolomita)	476,6666	kg CO ₂ e cal dolomita
Urea	733,3333	KgCO ₂ /ton urea
Piedra caliza (carbonato de calcio)	440	kg CO ₂ e piedra caliza
Lubricantes (oxidación)-vehículos	0,5101	KgCO ₂ /l de lubricante
Acetileno	3,384615385	kg CO ₂ /kg C ₂ H ₂
Emisiones por uso de electricidad 2018	0,03950	Kg CO ₂ /kWh

Fuente. Tomado de IMN (2018, p. 1-10), e IPCC (2016, p 2.22, 11.11, 11.13).

Según lo anterior, actividades como la fertilización y aplicación de enmiendas, son las que presentan factores de emisión más altos.

Respecto a los PCG (cuadro 4), se utilizaron tal y como se menciona en el Programa País 2.0, los estipulados por el IMN, teniéndose que los refrigerantes son lo que podrían calentar más el planeta, al contrario del dióxido de carbono, que es el menor de todos.

Cuadro 4 Potenciales de calentamiento global en kilogramos de CO₂e por kg de emisión, utilizados en el cálculo de inventario del ICAFE.

Emisión	kg CO ₂ e/kg
Dióxido de carbono	1
Metano	21
Óxido nitroso	310
HCFC-22	1500

Fuente. Tomado de IMN (2018, p. 11), y Forster et al, (2013, p. 212).

Considérese que el potencial de calentamiento global (PCG) es la contribución de cada gas de efecto invernadero (un gas que atrapa el calor en la atmósfera terrestre) al calentamiento global relacionado con el dióxido de carbono, cuyo PCG se define como la unidad. El PCG generalmente se refiere a un lapso de tiempo de 100 años (PNUMA, 2013, p.5).

4.1.3 Resultados del cálculo de emisiones de Dióxido de Carbono Equivalente

Fuentes de emisiones directas (Alcance 1): A continuación se categorizan y describen por tipo de fuente cada una de las emisiones directas de GEI identificadas en la sede central del ICAFE.

- Emisiones por combustión móvil y estacionaria:

Combustión móvil: este tipo de emisiones se producen por el uso de dos tipos de combustibles fósiles: gasolina y diésel. Ambos utilizados en el uso de vehículos institucionales para el transporte de los trabajadores a diversas actividades como reuniones, seguimientos técnicos, capacitación, formación, entre otros.

Los datos de la actividad provienen de facturas de compra. El control de datos, de esta fuente lo mantiene la jefatura de contabilidad. Para el inventario se tomaron los datos por compras de caja chica, así como los pagados por transferencia a proveedores fijos de la institución.

Los resultados de emisiones, se muestran en el Cuadro 5, en el mismo se puede observar que el total de emisiones es de 89,519 t CO₂e. Siendo que del inventario total de emisiones de GEI por las de gasolina representan un 13,317 %, mientras que las de diésel alcanzaron un 20,488%.

Cuadro 5. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por combustión móvil del ICAFE durante el 2018.

Fuente	Datos de la actividad	Unidad de medida	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión CH ₄)	t CO ₂ e	% dentro del inventario
Gasolina	15 084,932	litros	33,654	0,004	0,014	35,265	13,317
Diésel	20 366,440	litros	53,218	0,003	0,003	54,254	20,488
Total			86,872	0,007	0,017	89,519	33,805

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Dado lo anterior se tiene que las emisiones de diésel, casi duplican a las de gasolina, los datos indican que se utilizan más frecuentemente los vehículos que funcionan con ese tipo de combustible, una variable a considerar es que según los factores de emisión el diésel emite más GEI por litro consumido, sin embargo también se deben considerar otros factores como la eficiencia y la forma en que se utiliza el vehículo (prácticas de manejo, como aceleración, frenado, entre otros).

Por otra parte en la Figura 4, se muestra la cantidad y tipo de combustible utilizado por cada unidad de trabajo.

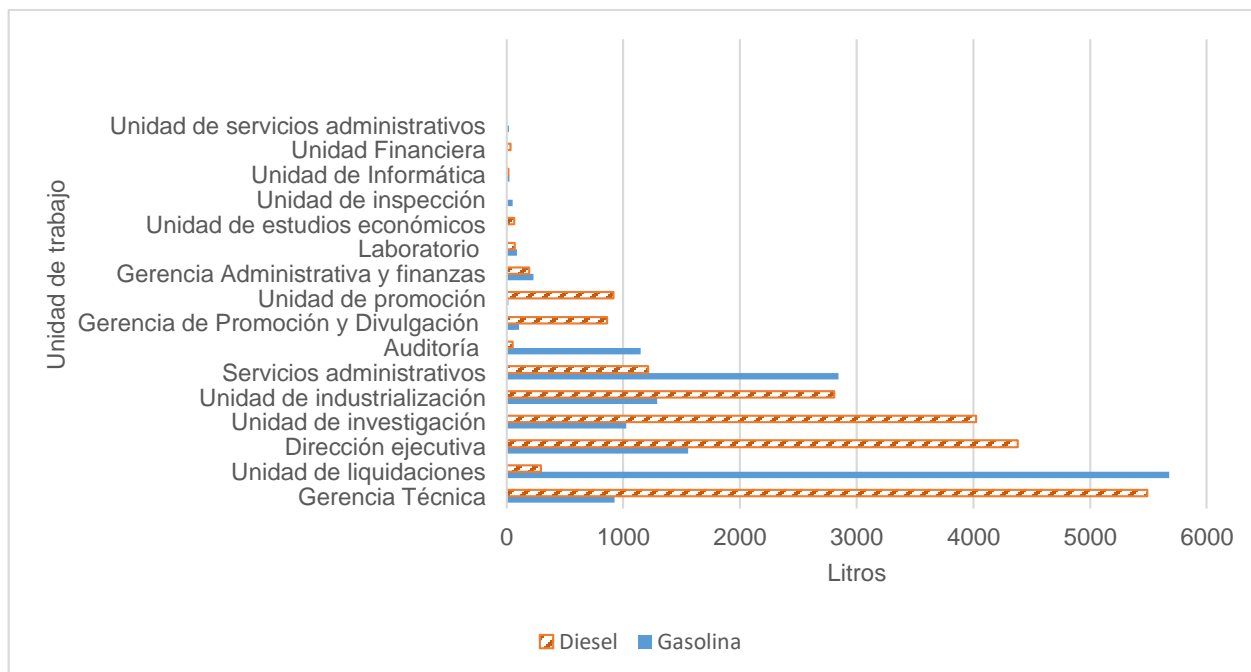


Figura 4. Cantidad de litros de combustible (diésel y gasolina) utilizado por cada unidad de trabajo del ICAFE.

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Tal y como se observa, la Gerencia Técnica, la Unidad de Liquidaciones y la Dirección Ejecutiva, son las áreas de trabajo que consumen mayor cantidad de combustible, debido al desplazamiento constante hacia fincas, beneficios de café y otros sitios para el logro de sus objetivos. El análisis a profundidad de este patrón de consumo, puede representar una oportunidad de implementación de acciones dirigidas, como por ejemplo análisis total de la flotilla para ver posibles mejoras en rendimiento, asignación de vehículo según labor a desempeñar, estudio de los mantenimientos realizados (cambios de filtros, aceites u otros) hacia cada una de las unidades de trabajo para la disminución del consumo de combustibles fósiles, entre otros.

Combustión estacionaria: respecto a la combustión estacionaria se utilizan cuatro tipos de fuentes energéticas, a saber, gas licuado de petróleo (GLP), diésel, gasolina y biomasa (leña). El GLP es utilizado en los procesos de control de calidad (cataciones), en los procesos de tostado y secado de café en el beneficio, y en una planta de emergencia ubicada en la Unidad de Investigación. El diésel sirve para alimentar la planta de emergencia en caso de no contar con fluido eléctrico proveniente de la red del proveedor.

Respecto a la gasolina, la misma se utiliza en las siguientes actividades:

- Poda de árboles por medio de motosierras, aplicaciones de agroquímicos en finca con motobomba, mantenimiento de zonas verdes y en la labor de chapia en la finca la cual se realiza con motoguadaña.
- Encendido de hornos en el beneficio.

Los datos de la actividad gasolina, diésel y gas LP fueron cuantificados por medio de facturas de los distintos combustibles, excepto el gas LP utilizado en la unidad de investigación, quienes indicaron la cantidad utilizada directamente. El control de esta información lo mantiene la jefatura de contabilidad, y la unidad de investigación.

La biomasa (leña) se utiliza en los hornos que alimentan las guardiolas y secadoras estáticas que permiten el secado del café. La leña se obtiene de la poda de árboles de la finca y algunas cercanas. El dato, tal y como se explica en la sección de metodología, se obtiene de una relación entre el rendimiento de los hornos (kg de biomasa utilizada por hora) y la cantidad de horas que operaron los diversos sistemas de secado.

A continuación, se muestran las emisiones por combustión estacionaria:

Cuadro 6. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por combustión estacionaria del ICAFE durante el 2018.

Fuente	Datos de la actividad	Unidad de medida	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	t CO ₂ e	% dentro del inventario
Gasolina	1 005,169	litros	2,243	0,000	0,000	2,257	0,852
Diésel planta de emergencia	119,665	litros	0,313	0,000	0,000	0,314	0,118
Combustión (CO ₂) Biomasa	69 318,365	kg	121,113	0,000	0,000	121,113	45,737
Combustión (N ₂ O y CH ₄) Biomasa	69 318,365	kg	0,000	0,004	0,324	8,154	3,079
Gas LP en Beneficio	2 623,925	litros	4,227	0,000	0,000	4,237	1,600
Gas LP en Unidad de Investigación	55,000	litros	0,089	0,000	0,000	0,089	0,034
Total			127,895	0,004	0,325	136,074	51,421

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Según el cuadro anterior, las mayores emisiones se deben a la combustión por biomasa, ya que con esa fuente energética se procesan todos los tipos de café expuestos anteriormente. Por otro lado, el gas LP es la segunda fuente en importancia.

- Emisiones por uso de aceite lubricante

El aceite lubricante se utiliza en todos los vehículos de la institución, así como en la maquinaria de mantenimiento de la institución (motosierras, motoguadañas, motobombas, entre otros).

De esta fuente no se tiene un control muy estricto, por lo que para el 2018 se reportan únicamente los consumos por cambios de aceites en vehículos, según se muestra en el Cuadro 7. El control de datos para los lubricantes de vehículos los mantiene la jefatura de contabilidad al realizarse la adquisición por compra administrativa.

Para futuros inventarios, es importante que registre la información respecto al uso de los otros aceites, grasas y lubricantes los cuales se utilizan en pequeña escala en el mantenimiento del beneficio, por ejemplo engrase de piezas, lubricación de maquinaria, entre otros.

Cuadro 7. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por lubricantes del ICAFE durante el 2018.

Fuente	Datos de la actividad	Unidad de medida	Emisión (t CO ₂)	t CO ₂ e
Lubricantes	416,395	litros	0,212	0,212

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Las emisiones reportadas obedecen al mantenimiento normal que se realiza a los vehículos, para su óptimo funcionamiento, no se reporta óxido nitroso ni metano, al no estar incluidos en los factores de emisión del IMN.

- Emisiones fugitivas

Se evidenciaron las siguientes emisiones fugitivas:

Refrigerantes: se utilizan en los diversos aires acondicionados de la institución, con el fin de climatizar las oficinas, laboratorios, salas de reuniones, capacitaciones, entre otros. También están presentes en los vehículos de la organización, refrigeradoras de cada una de las unidades de trabajo y en máquinas dispensadoras de agua fría.

El control de datos de esta fuente lo mantiene cada una de las unidades que tienen bajo su control equipos que contengan refrigerantes, como por ejemplo las unidades de industrialización, laboratorio químico, investigación, servicios administrativos, informática, taller entre otras. El personal de las unidades conservan las solicitudes de mantenimiento, mientras que la jefatura de contabilidad, salvaguarda los pagos realizados a los diversos proveedores de servicios, que realizan revisiones y mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos, según el inventario de aires acondicionados se tienen 20 en total, más los de la flotilla vehicular.

Según las revisiones de mantenimiento realizadas, se reporta una única recarga de refrigerante, en la unidad de investigación lo que provocó una emisión de 7,5 t CO₂e.

Extintores: en la organización se mantienen un total de 49 extintores de incendios, de los cuales 18 son a base de CO₂, se tiene que cuatro unidades son de 4 de 10 libras y el resto de 20 libras. Los mismos son liberados anualmente como parte de su mantenimiento. Los aparatos contra incendios no representan ninguna emisión de GEI, ya que los agentes extintores son agua, polvo químico (fosfato monoamónico) y AC (acetato de potasio).

El control de datos de esta fuente lo mantiene el departamento de recursos humanos y la jefatura de contabilidad (solicitud de mantenimiento de extintores y factura de pago).

Emisiones por tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas: las aguas residuales domésticas (aguas negras), son depositadas en tanques sépticos.

El control de datos (número de personas) de esta fuente lo mantiene el departamento de recursos humanos, quienes mantienen las planillas para el personal fijo y temporal. Además, mantienen una base de datos con los pasantes que realizan en la organización algún tipo de práctica supervisada, los cuales son considerados personal temporal.

En el Cuadro 8, se presentan las emisiones fugitivas del ICAFE.

Cuadro 8. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero consideradas fugitivas del ICAFE durante el 2018.

Fuente	Datos de la actividad	Unidad de medida	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	Emisión (t HCFC-22)	t CO ₂ e
Extintores	145,149	kg	0,145	0,000	0,000		0,145
Aguas residuales domésticas personal fijo	108,000	personas/año	0,000	0,000	0,473		9,934
Aguas residuales domésticas personal temporal	8,292	personas/mes	0,000	0,000	0,003		0,064
Refrigerantes	5,000	kg				7,500	7,500
Total			0,145	0,000	0,476	7,500	17,643

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

El Cuadro 8, muestra que la tendencia para emisiones fugitivas, es dominada por las aguas residuales domésticas del personal fijo, el cual se mantiene todo el año. Si bien, el personal entra y sale de la oficina por la naturaleza de la actividad del ICAFE, en donde se realizan investigaciones, giras de campos, actividades con productores, entre otros. Aún no se tiene un control por unidad de la cantidad de días que pasa el personal en la institución, lo que permitiría elaborar un análisis más detallado de este tipo de emisiones.

- Emisiones por tratamiento biológico de desechos sólidos (broza)

La pulpa de café (desecho conocido también como broza), se genera al desprenderse la misma del fruto, para que el grano quede libre y así continuar los otros procesos. Regularmente, dada la cantidad de materia orgánica que se ocasiona, este desecho se maneja por composteo, lo que produce emisiones de GEI, principalmente metano y óxido nitroso. En el ICAFE el compostaje de la pulpa se hizo durante el primer semestre del año, para el segundo semestre la misma fue

recolectada y convertida en pellets para ser utilizada en un gasificador de prueba utilizado en ese periodo, dado esto no se considera este tipo de emisiones para el segundo semestre del 2018. El control de datos (cantidad de fanegas procesadas), lo mantiene la unidad de industrialización, el cual es el dato base para obtener la cantidad de pulpa que se produce. En el Cuadro 9, se observan las emisiones de GEI provocadas por esta fuente.

Cuadro 9. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por desechos sólidos (broza) del ICAFE durante el 2018.

Fuente	Datos de la actividad	Unidad de medida	Emisión (t CO ₂)	Emisión(t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	t CO ₂ e
Desechos Sólidos (Composteo de pulpa de café)	18 840,005	kg	0,000	0,006	0,075	3,335

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

- Emisiones de suelos gestionados

Emisiones por aplicación fertilizantes y enmiendas:

La producción de café de la finca se dedica una parte para el autoconsumo de la institución y la otra a investigaciones de la unidad de fertilización. Por lo que, para la contabilidad de emisiones de gases de efecto invernadero, se solicitaron los detalles de los programas de nutrición implementados por las personas encargadas. Teniéndose que:

- Producción de café de finca: Se aplicaron las fórmulas completas 25.52-0-10.21-6.53-0.35-0.4 y la 10-30-10. Adicionalmente se utilizó la enmienda llamada Carbonato de Calcio.

En el caso de las fórmulas de fertilizantes se debe considerar que el orden corresponde al porcentaje del elemento que contiene la misma, en el orden N-P-K-Ca-Mg-S, por lo que por ejemplo una fórmula 10-30-10, quiere decir que del contenido total un 10% es nitrógeno, un 30% fósforo y un 10% Potasio. Para el cálculo del inventario de GEI, se utiliza el valor de la cantidad de nitrógeno aplicado.

- Investigaciones: En el periodo del inventario se desarrollaron cuatro proyectos de investigación en los que se utilizaron diversos fertilizantes con contenidos de nitrógeno, entre ellos: Urea, Nitrato de amonio, Nitrato de Calcio y la fórmula completa 18-5-15-6-0.2

El control de datos (registro de cantidad de nitrógeno aplicado y facturas de compra), es gestionado por el director de la Regional del Valle Central, quien es el encargado de la finca, y por el encargado de investigaciones de fertilización. El Cuadro 10, muestra los datos de emisiones por fertilización

Cuadro 10. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por el uso de fertilizantes y en enmiendas del ICAFE durante el 2018.

Fuente	Datos de la actividad	Unidad de medida	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	t CO ₂ e
Fertilizantes para producción en finca	1 263,875	kg N	0,000	0,020	0,000	6,157
Fertilizantes utilizados en ensayos	176,091	kg N	0,000	0,003	0,000	0,858
Carbonato de Calcio para producción en finca	0,103	t de carbonato de calcio	0,045	0,000	0,000	0,045
Urea utilizada en ensayos	0,0234	t de Urea	0,017	0,000	0,000	0,017
Total			0,062	0,023		7,077

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Tal y como muestra el Cuadro 10, la mayoría de emisiones de GEI, se produce por el manejo en finca, ya que los fines de la misma es estrictamente la producción de café, por otro lado, los ensayos experimentales se conducen en 1,25 ha, por lo que las cantidades consumidas no tienden a ser altas.

- Emisiones por uso de acetileno:

El acetileno fue utilizado en el 2018 en el laboratorio químico del ICAFE. El control de datos (facturas de compra y el registro de recepción y evaluación de bienes adquiridos), es llevado por el encargado del laboratorio y su equipo de trabajo. En el Cuadro 11, se exponen las emisiones por el uso de acetileno.

Cuadro 11. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por el uso de acetileno en del CAFE durante el 2018.

Fuente	Datos de la actividad	Unidad de medida	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	t CO ₂ e
Acetileno	42	kg	0,142	0,000	0,000	0,142

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Fuentes de emisiones directas (Alcance 2):

- Emisiones por electricidad: Se utiliza este recurso en todos los edificios del ICAFE, para la iluminación y los diversos procesos en los que se utilizan maquinarias u otras que funcionan con esta fuente de GEI. Los datos de la actividad provienen de las facturas

canceladas a la Compañía Nacional de Fuerza y Luz. El control de datos de esta fuente lo mantiene la jefatura de contabilidad.

El total de emisiones por electricidad es de 10,71 t CO₂e, tal y como se indica en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Emisiones por electricidad del ICAFE durante el 2018.

Fuente	Datos de la actividad	Unidad de medida	Emisión (t CO ₂)	Emisión(t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	t CO ₂ e
Electricidad total	271 186	kWh	10,712	0	0	10,712

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Para el análisis de estas emisiones, se presenta en el cuadro 13 las emisiones de GEI desagrupadas, por edificios o instalación.

Cuadro 13. Emisiones por electricidad del ICAFE por medidores e instalaciones en el 2018.

Número de medidor	Fuente	Datos de la actividad (kWh)	t CO ₂ e
941199	Edificio administrativo, dirección ejecutiva, comedor	46 760,000	1,847
819601	Unidad de Investigación	79 005,000	3,121
914165	Beneficio, guarda, auditoría, catación	78 760,000	3,111
389625	Finca	886,000	0,035
850197	Gerencia Técnica y laboratorio	58 789,000	2,322
800540	Informática	6 986,000	0,276
Total		271 186,000	10,712

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Los datos anteriores muestran que el mayor usuario de electricidad y por ende de emisiones de GEI es la unidad de investigación, en donde se tienen equipos de alta tecnología, para el trabajo realizado en fitopatología, producción biológica y biotecnología. Seguidamente se tiene que las actividades del beneficio son las que provocan en segundo lugar emisiones de GEI. Esto ya que, si bien se utiliza biomasa para la generar energía y secar el café, otros procesos como la limpieza, despulpado y desmucilaginado del café se realizan con electricidad. Finalmente, se tiene que el laboratorio químico y el edificio de gerencia técnica también tienen una influencia importante en el uso de esta fuente, lo que podría deberse a los procesos de análisis de aguas de beneficiado,

extractos de café, análisis de suelos y foliares, que requieren de equipos de laboratorio que funcionan con electricidad.

4.1.4 Análisis de tendencias de emisiones de GEI

a. Emisiones de GEI por categoría

Según el análisis realizado, las emisiones de gases efecto invernadero totales del ICAFE alcanzaron las 264,802 t CO₂e.

La distribución total de emisiones por categoría se muestra en la figura 4, mientras que en el cuadro 15 se visualizan la cantidad de GEI por fuente de emisión.

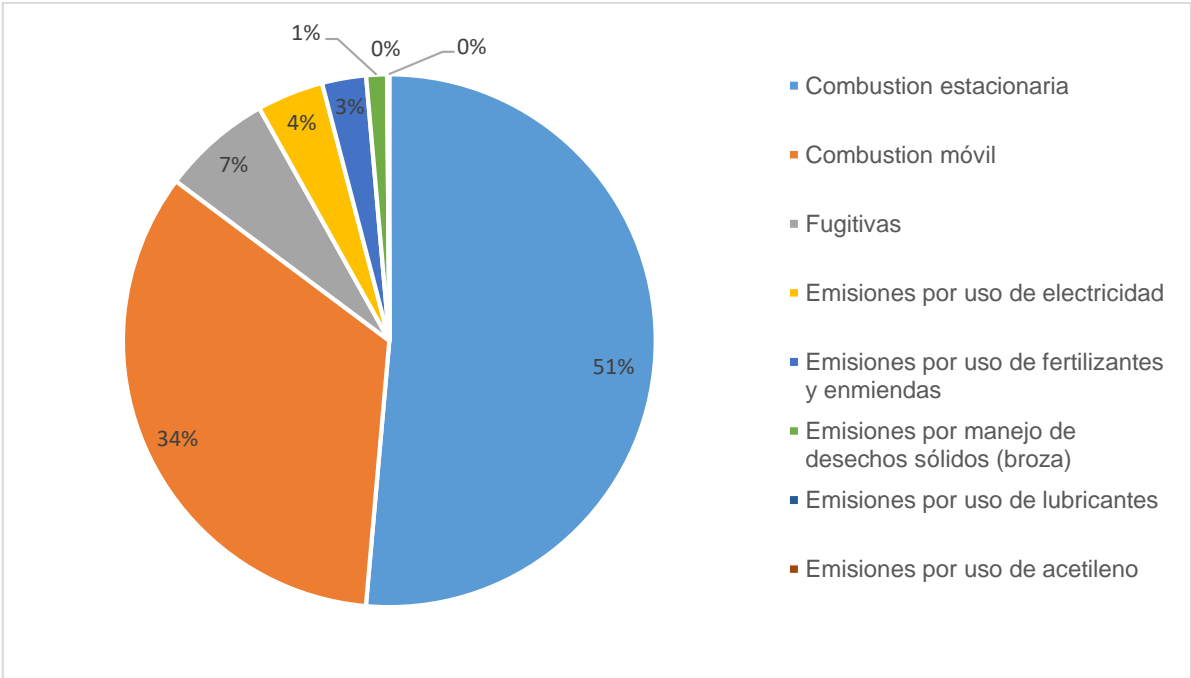


Figura 5. Gráfico de distribución de las emisiones del ICAFE por categoría en toneladas de CO₂ equivalente.

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Bajo este escenario, como se observa en la figura 4, la combustión estacionaria es la principal categoría de emisión (51%), seguido por la combustión móvil (34%) y las emisiones fugitivas (7%). Respecto a la combustión estacionaria, las emisiones en esta categoría se presentan por el uso de energía (biomasa y gas LP) para el procesamiento del café, desde su ingreso hasta el tostado (en la mayoría de los casos). Sin embargo, debe considerarse que al no contar con datos puntuales de la cantidad de biomasa utilizada y realizarse una estimación, eso podría estar

teniendo un impacto importante en el resultado obtenido. Sobre la combustión móvil, considérese que dentro del ICAFE es de gran importancia la asistencia técnica a los productores, durante todo el año, además de que, durante la época de recolección de café en el país, aproximadamente 6 meses del año, los funcionarios del ICAFE deben hacer inspecciones a los diversos beneficios de café, lo que aumenta el uso de la combustión móvil.

La tercera categoría en importancia de emisiones son las emisiones fugitivas, en donde se incluyen fuentes como extintores, aguas residuales domésticas, refrigerantes. En este caso las emisiones por aguas residuales domésticas son las que se producen en mayor cantidad, esto al ser el ICAFE una organización en donde trabajan en promedio 108 personas, más el personal temporal, también influye una única fuga reportada del gas R-22, el cual al tener un potencial de calentamiento alto (1500), la emisión reportada tiende a incrementarse. Las otras categorías de importancia son las emisiones ocasionadas por el uso de electricidad (4%), y el uso de fertilizantes y enmiendas (3%).

Finalmente, debe mencionarse que el apartado 2.3.3.4 (Tratamiento de la Biomasa) del Capítulo 2 (Combustión estacionaria) del volumen de energía de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, menciona literalmente “Para la biomasa, solo aquella parte que se quema para fines energéticos debe estimarse para su inclusión como elemento informativo en el sector energía. Las emisiones de CH₄ y N₂O, no obstante, se estiman e incluyen”. Dado lo anterior en el inventario de GEI a reportar en caso de una verificación externa deberá incluir únicamente las emisiones por CH₄ y N₂O. Para el presente documento se incluyen para tener el escenario completo de emisiones de la organización.

b. Emisiones por fuente

Al analizar directamente por fuente, se tiene que el comportamiento de las emisiones de GEI es el que se muestra en la figura 6:

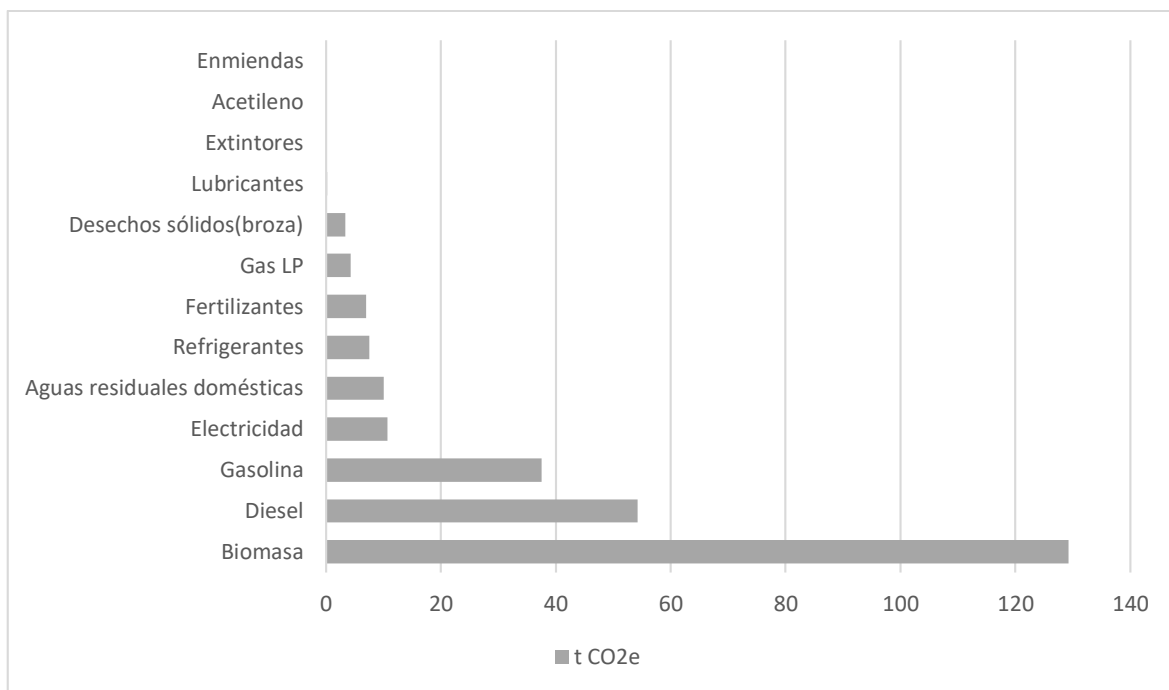


Figura 6. Gráfico de las emisiones del ICAFE por fuente de emisión en toneladas de CO₂ equivalente

La figura 6, muestra coincidencia con la anterior, en cuanto a que la biomasa, es la principal fuente de emisión, al utilizarse como principal fuente energética, en el proceso de beneficiado de café.

Respecto a las emisiones de gasolina y diésel, ambas son fuentes que refieren a la categoría de combustión móvil. Se debe considerar que de los 32 vehículos utilizados en el 2018 y que forman parte de la flota de la institución 15 operan con gasolina y 17 con diésel, por lo que si bien no hay mucha diferencia de emisiones en utilizar cualquiera de los dos combustibles (10 000 litros de gasolina producen 23,378 tCO₂ e, mientras que la misma cantidad de diésel, producen 26,639 tCO₂e), definitivamente el uso de gasolina, por el factor de emisión del mismo, refleja una tendencia a la producción de menos emisiones al medio ambiente, aunque debe considerarse también que hay otros factores (rendimiento, forma de conducción, mantenimiento, entre otros), que podrían tener una incidencia en la emisión real.

Respecto a la tercera y cuarta fuente de emisión de gases de efecto invernadero, se tiene que son la biomasa y la electricidad, de las cuales se comentó anteriormente.

c. Emisiones por alcance y tipo de gas

En el Cuadro 14, se observa que un 96% de las emisiones son de alcance 1, mientras que únicamente un 4% son de alcance 2.

Cuadro 14. Emisiones por alcance

Alcance	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	Total (t CO ₂ e)	% del total
Alcance 1	215,418	0,040	0,893	254,090	96%
Alcance 2	10,712			10,712	4%
Total	226,130	0,040	0,893	264,802	100%

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018.

Por otro lado, el Cuadro 15 presenta las emisiones por alcance (1-directo y 2-indirecto) y tipo de gas, para cada una de las fuentes de emisión de GEI identificadas.

Cuadro 15. Emisiones por alcance, fuente y tipo de gas

Fuente de emisión	Datos de la actividad	Unidad de medida	Alcance	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	t CO ₂ (HCFC-R22)	Total en % por fuente en CO ₂ e
Gasolina	16 090,101	litros	1	35,897	0,004	0,014		14,187
Diésel	20 366,440	litros	1	53,218	0,003	0,003		20,513
Gas LP	2 678,926	litros	1	4,316	0,000	0,000		1,613
Biomasa	69 318,365	kg	1	121,113	0,004	0,324		48,874
Lubricantes	416,395	litros	1	0,212				0,080
Extintores	145,149	kg	1	0,145				0,055
Aguas residuales domésticas	108,691	personas/año	1			0,476		3,780
Desechos sólidos(broza)	18 840,005	kg	1		0,006	0,075		1,261
Fertilizantes	1 439,966	kg N	1		0,023			2,652
Enmiendas	0,126	t		0,062				0,024
Refrigerantes	5,000	Kg					7,500	2,836
Acetileno	42,000	litros	1	0,142				0,054
Electricidad	271 186,000	kWh	2	10,712				4,050
Total por gas				225,817	0,040	0,893	7,500	
Total (CO₂e)				225,817	12,413	18,759	7,500	

Fuente. Elaboración propia, con datos del ICAFE 2018

En el cuadro anterior se puede observar que el dióxido de carbono, es el GEI que se libera con mayor proporción a la atmósfera, esto ya que prácticamente todas las fuentes de GEI identificadas, con excepción de la gestión de las aguas residuales, desechos (broza), fertilizantes,

y refrigerantes, que no producen este tipo de gas. Por el contrario, el metano y el óxido nitroso se presentan en menor proporción, teniéndose que las principales fuentes de emisión de metano se dan por la disposición de aguas residuales domésticas en tanques sépticos y la combustión de la biomasa; mientras que las emisiones de óxido nitroso se generan en su mayoría por el uso de fertilizantes. Por último, se presenta el HCFC-R22, el cual, representa el gas que menos se emite.

Finalmente, se plantean los indicadores de desempeño: cantidad de t CO₂ equivalente por trabajador fijo, cantidad de t CO₂ equivalente por fanega (ff) de café producida, teniéndose los siguientes resultados:

- a. 2,452 t CO₂e por trabajador
- b. 0,012 t CO₂e / kg de café verde

4.1.5 Reducciones

Respecto al tema de reducciones se observaron acciones ya desarrolladas en el año 2018, las cuales se resumen a continuación, mientras que en el anexo 1 y 2 se presenta el detalle de cuantificación, así como los otros requisitos solicitados en el PPCN 2.0

- a. Cuantificación de proyectos de reducción realizados en el año del inventario:

Proyecto 1 (2018): Cambio de horno para el secado de la partida de café denominada “Semilla”, consistió en realizar un cambio de tecnología al sustituir un horno que tenía una eficiencia reportada de 47,4 kg de leña por hora, para el proceso de 42,5 fanegas, por otro que procesa 100 fanegas de café, con un índice de 57, 7 kilogramos de leña por hora. Para este proyecto se logró una reducción de 37,043 t CO₂e, pasando de 0,419 t CO₂e/ff en años anteriores a 0,217 t CO₂e/ff en el año 2018. En el Anexo 1, se muestra la cantidad de horas de operación del horno y el detalle de los cálculos.

Proyecto 2 (2018): Cambio de horno para el secado de la partida de café denominada “Rendimientos”, consistió en realizar un cambio de tecnología al sustituir dos hornos que tenían una eficiencia reportada de 76,3 kg de leña por hora, por otro con un factor de 47,8 kg de leña por hora. Con los dos hornos se podía procesar 18,5 fanegas y con el segundo 60 fanegas. Para este proyecto se logró una reducción de 64,145 tCO₂e, pasando de 1,424 t CO₂e/ff a 0,892 t CO₂e/ff. . En el Anexo 2, se muestra la cantidad de horas de operación del horno y el detalle de los cálculos.

En total todas las acciones de mitigación para el año del reporte suman 101,188 t CO_{2e}. Adicionalmente, el ICAFE desarrolló otros dos proyectos no cuantificados dentro del presente trabajo:

a) uso de un gasificador, en el cual se convierte la pulpa de café en pellets, para luego utilizar éstos en la producción de energía, sin embargo, para el año en estudio, no se conoce con exactitud la cantidad de kg de biomasa utilizados para el uso de la misma, por lo que no se puede calcular con exactitud el dato de reducción, al no conocerse la emisión por la biomasa (pellets) utilizada.

b) Implementación de paneles solares, al cierre del año de estudio no se había concluido el mismo. Sin embargo, son acciones que a futuro tienen un impacto importante de reducción, así por ejemplo Vargas, 2017 cita que las tecnologías de generación de energía por medio de paneles, podría generar buenos resultados en disminución de emisiones.

Finalmente, en la sección de recomendaciones y en anexos, se incluye la cuantificación de una actividad ya implementada por el ICAFE y otra como propuesta de desarrollo a futuro.

4.1.6 Diseño del sistema de información para optar para la verificación de la carbono neutralidad

El sistema de información se presentará como el producto del presente trabajo final de graduación, en el apartado 6 de este documento.

4.2. Discusión

Los datos muestran que el total de emisiones del Instituto del Café durante el 2018, fueron de 264,802 toneladas de dióxido de carbono equivalente. El Cuadro 16, contiene los datos obtenidos en otras investigaciones similares.

Cuadro 16. Emisiones de GEI presentadas por otras organizaciones.

Institución/Empresa	tCO _{2e}	Autor	Año
Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, Sede Central	33,50	Vargas, L	2014
Contraloría General de la República	148,43	Villalta, B	2017
Banco Central de Costa Rica	263,50	Bolaños, L	2017
Universidad de Costa Rica Sede Occidente	267,35	Chassoul, M., Marín, R., Morales, M. & Fallas, M.	2017
Municipalidad de Barva	482,28	Hernández, R; Rodríguez N, y Brenes, S.	2014

Fuente. Elaboración propia, con datos de los autores presentados en la columna de autor.

Comparando esta cantidad de emisiones con las presentadas en otras instituciones y organizaciones en diversos estudios realizados en los últimos cinco años, se tiene que el resultado del inventario obtenido para el ICAFE se considera promedio, tal y como se puede visualizar en el cuadro 16. De hecho, las emisiones se ubican muy cerca de las obtenidas por el Banco Central de Costa Rica, y la Universidad de Costa Rica (Sede Occidente).

Dado lo anterior, se puede decir que aunque dentro de las actividades del ICAFE, se tienen labores poco comunes para una organización con características públicas, como el beneficiado de café y el manejo de laboratorios; no se produce una gran diferencia en las emisiones de GEI en comparación con las otras instituciones las cuales son también de algún carácter estatal.

Por otro lado, debe considerarse que en el beneficio para el 2018 se procesaron aproximadamente 454 fanegas, lo que difiere sustancialmente en cuanto a las producciones en el país de beneficios tradicionales, en donde según Balma, (2018), los micro beneficios procesan entre 1500 fanegas al año y los de gran tamaño más 250 000 fanegas anuales. Sin embargo, los datos muestran que definitivamente la utilización de biomasa como generadora de energía, tiene un impacto importante en la liberación de GEI, por lo que es de suma importancia continuar trabajando en proyectos de reducción que logren mejorar la gestión de la combustión estacionaria.

Respecto a las emisiones por kg de café verde, se tiene que las mismas no son comparables con otros beneficios de café, esto ya que se tiene que el valor encontrado que reúne toda la gestión institucional es de 6,71 Kg de CO₂e por Kg de café verde, mientras que otros estudios muestran lo siguiente:

- La GIZ (2019), reporta en promedio 2,05 Kg de CO₂e por Kg de café verde para la cosecha 2017-2018, considérese que el dato de la GIZ es un promedio de 21 beneficios de diversas capacidades de producción, y que no presenta una incertidumbre asociada.
- Esquivel (2017) encontró en la empresa Café Rivense del Chirripó en el inventario de GEI del 2016, que las emisiones alcanzaron 1,3 kg CO₂e por kg de café verde, para una producción de 790,43 fanegas dicho estudio abarcó únicamente emisiones de finca y beneficio e incluyó dos fuentes de alcance 3 (relleno sanitario, y gas lp de casa de recolectores).
- Killian et al., reportaron en el 2013, que las emisiones fueron de 1,5 Kg de CO₂e por Kg de café verde, incluyendo finca y 2 beneficios, bajo la metodología PAS 2050. El estudio no indica en cuantas fincas se realizó el estudio.

Estas diferencias se deben a que cada estudio es particular, y cada organización define su alcance según sus posibilidades económicas y técnicas, por lo que los datos presentan grandes

variaciones. Además del ICAFE mantiene toda una plataforma administrativa, de laboratorios u otros procesos que no son tradicionales de un beneficio de café

La combustión móvil como segundo emisor de GEI, sería la categoría principal si se restan las emisiones de CO₂ por biomasa, es decir su impacto es de relevancia. El dato obtenido es coincidente con el comportamiento de emisiones a nivel país, en donde según el último inventario nacional, la quema de combustibles fósiles para el desplazamiento de la población, es el principal responsable de las emisiones (MINAE, 2015c).

En cuanto a las emisiones de GEI por cada trabajador, se tiene que las mismas alcanzan las 2,452 t CO₂e, lo que es muy parecido al promedio de emisiones por habitante (2,41 t CO₂e) según el último inventario nacional (IMN, 2014), aunque es claro que las mediciones son diferentes, permiten brindar una perspectiva para el seguimiento de la gestión de emisiones en años posteriores

Respecto a las reducciones, el cambio de tecnología para el secado del grano en beneficios de café, es una de las principales acciones impulsadas en el NAMA Café de Costa Rica (GIZ, 2019), mientras que en relación a las recomendaciones realizadas en la reducción de GEI, existen diversos estudios que reflejan el éxito de éstas acciones, así por ejemplo CATIE (2018) señala la reducción de combustibles fósiles, como una medida de mitigación al cambio climático. De la misma forma puntualmente Vargas, (2017) menciona que el cambio de un vehículo de combustión por otro tipo eléctrico, fue la opción que logró llegar a la mayor disminución de emisiones dentro del alcance 1. También se debe considerar los costos económicos asociados a estas acciones, ya que algunos podrían ser elevados, por lo que es importante incluirlos en presupuestos futuros, si a bien lo tiene la organización.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Hallazgos relevantes

Conclusiones

1. El inventario muestra que el ICAFE emite 264,802 t CO₂e, siendo las principales categorías de emisión de GEI (85%) la combustión estacionaria y móvil. Esto refleja que aún se deben realizar acciones tendientes a la gestión adecuada del uso de biomasa y combustibles fósiles.
2. Los proyectos de reducción de GEI, son coincidentes con las recomendaciones realizadas por el NAMA Café, respecto a la implementación de mejoras tecnológicas para el uso óptimo del recurso energía.
3. La organización mantiene diversas acciones de reducción que deberán ser cuantificadas en el futuro, entre ellas, la implementación de paneles solares y uso de un gasificador.
4. Si bien la organización cuenta con información inicial para el desarrollo de un inventario de GEI, es evidente que se requieren ajustes a nivel institucional para la implementación de un Sistema de Información para lograr la carbono neutralidad.
5. El control contable de la organización permite trazar la información para reconstruir un inventario de emisiones de GEI, para el futuro es necesario realizar algunos ajustes que se presentan en la sección de recomendaciones.
6. La implementación de la verificación de carbono neutralidad permitiría a la organización el avance en el cumplimiento de los objetivos del Programa de Gestión Ambiental que se tiene en la institución.
7. El compromiso ambiental por parte de la administración del ICAFE ha sido una pieza fundamental para el desarrollo anual de acciones de gestión de gases efecto invernadero.

Recomendaciones

1. Iniciar con el proceso de nombramiento de un comité de Carbono Neutro, que se encargue de dar seguimiento y mantenimiento al sistema de información para demostrar la carbono neutralidad anualmente.
2. Cada unidad del ICAFE, debería mantener la documentación relativa al inventario de GEI, la cual deberá ser enviada trimestralmente al comité de carbono neutro para su inclusión y análisis en la cuantificación de GEI.
3. Si bien el departamento de contabilidad presenta un control robusto de facturación, se recomienda lo siguiente:

- a. Digitar las facturas de combustible con tres dígitos, indicando para cada una el folder o ampo específico en donde se encuentra la factura, esto con el fin de facilitar el proceso de verificaciones externas.
 - b. Crear una cuenta específica a nivel contable, para los gastos de combustible utilizados en finca, en beneficio y en la planta de emergencia, eso con el fin de poder realizar controles cruzados de una forma más efectiva.
 - c. Llevar un registro paralelo con todos los proveedores de refrigerantes para poder encontrar la información de una forma más certera.
 - d. Mantener una cuenta específica para grasas, aceites y otros lubricantes adquiridos por las diversas unidades, igualmente para los mantenimientos de equipos que utilicen refrigerantes. Incluyendo los de los vehículos.
4. Se deben implementar los siguientes registros:
- a. Cantidad en kg de biomasa utilizada en beneficio, incluyendo leña, cascarilla y pulpa prensada para el gasificador.
 - b. Cantidad en kg de gases refrigerantes recargados.
 - c. Cantidad de visitantes y tiempo que permanecen en la institución, se sugiere realizar un ensayo en donde al menos en tres meses del año se lleve una contabilidad de la cantidad de personas que visitan la institución, eso con el fin de tener una base para realizar una estimación de las emisiones por aguas residuales. Se sugiere que el dato sea llevado por el personal de seguridad que se ubica en la entrada principal.
 - d. Mejorar el dato de personal que se encuentra en la institución por día, esto con el fin de mejorar el dato de emisiones por aguas residuales.
 - e. Cantidad de lubricantes, grasa y aceites utilizados tanto por los motores dos tiempos, como los de 4 tiempos. Esto para todos los motores de la organización incluyendo finca, beneficio y los vehículos del taller.
 - f. Peso de pellets producidos en el prensado de broza, así como registro de uso de este tipo de biomasa.
5. Actualizar el inventario de aires acondicionados incluyendo todas las refrigeradoras, equipos de enfriamiento de agua, entre otros. Además, para cada equipo debe especificarse el tipo y cantidad de gas, la placa, y la ubicación del mismo. Por otro lado, cada vez que un equipo sale del inventario, deberá conocerse la forma en que se gestionó el gas, y si el mismo es liberado deberá realizarse la estimación teórica del mismo según el IPCC.
6. Se recomienda ir sustituyendo las unidades de refrigerantes que presentan un alto valor de potencial de calentamiento global (R-22), por otras que tengan menores PCG.

7. Revisar el tema de exclusiones para cosechas futuras, con el fin de desarrollar factores de emisión para aguas mieles asperjadas en campos de pasto y emisiones provocadas por el grano de café al tostarse.
8. Si bien durante la presente investigación, se realizó una primera revisión de las sustancias utilizadas en pruebas de laboratorio, conviene estudiar a mayor profundidad si existen emisiones de GEI por los métodos utilizados en laboratorio.
9. Realizar una verificación interna del presente inventario, e iniciar el proceso de construcción del inventario 2019.
10. Respecto al tema de reducciones, se recomienda para inventarios de GEI futuros, documentar el proyecto 3 (Anexo 3), implementado en el 2019, el cual consistió en la sustitución en la unidad de laboratorio de un equipo de absorción atómica por uno de plasma. La acción se fundamentó en el cambio de una tecnología que utiliza acetileno, por una que utiliza Argón, por lo cual no hay emisión de gases efecto invernadero. Con esta medida se lograron reducir 0,142 t CO₂e.
11. Con la idea de lograr reducciones a futuro, se recomienda la implementación del proyecto 4 (Anexo 4), el cual propone el cambio de tres vehículos de la flotilla, tipo Sedán, por vehículos 100% eléctricos. Al ser un proyecto de un costo importante se pretende que anualmente se vaya realizando el cambio, durante tres años. Al concluir este periodo se espera que reducir las emisiones en 6,744 t CO₂e.
12. Si bien la DCC ha aclarado que el cálculo de la incertidumbre no es un requerimiento, se sugiere utilizar la metodología propuesta por Rodríguez-Yañez, 2018 para la estimación de la misma, la cual se puede complementar con la especificada en la normativa INTE B5:2006.
13. Llevar registros pertinentes que permita separar los datos de la actividad de beneficio, para de esta forma conocer de forma más puntal cuantas serían las emisiones de GEI que se presentan en esta única instalación. Esto permitirá en el futuro comparar las mismas con otros beneficios de café.

5.2. Propuesta para la solución del problema planteado

Presentado lo anterior, es necesario para el ICAFE contar con un sistema de información para la verificación carbono neutralidad. Por lo que se presenta en el capítulo 7, apartado 6.4, la propuesta de documento que puede utilizar el ICAFE en procesos de verificación externa.

Capítulo VI. Propuesta o producto

6.1. Objetivos de la propuesta

El objetivo de la propuesta corresponde al tercer objetivo específico de este trabajo final de investigación.

6.2. Enfoque epistemológico de la propuesta

La Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales es un programa que pertenece a las llamadas Ciencias Naturales y, por tanto, se desarrolla dentro de un paradigma intelectual-social-crítico en el que se motiva a la construcción continua de conocimiento nuevo mediante la realización de una investigación científica que genere propuestas capaces de provocar una transformación social en cuanto al manejo de los recursos naturales.

6.3. Justificación de la propuesta

El sistema de información de carbono neutralidad, se justifica en la búsqueda del ICAFE de optar por la verificación de la institución como carbono neutro bajo la metodología y especificaciones del Programa País 2.0.

6.4. Estructura de la propuesta

Sistema de Información de Carbono Neutralidad del Instituto del Café (ICAFE)

a) Objetivos

El sistema de información de Carbono Neutralidad del ICAFE tiene los siguientes objetivos:

- Desarrollar el proceso metodológico para la cuantificación, reporte de emisiones, reducciones y compensaciones, según la siguiente jerarquía de normativas, el Programa País Carbono Neutralidad 2.0 (PPCN 2.0), la Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos (INTE B5:2006) y la INTE-ISO 14064-1: 2006. 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.

- Documentar los procedimientos que permiten a la organización demostrar la carbono neutralidad anualmente.

b) Recursos, funciones, responsabilidad, autoridad y compromiso de la alta dirección.

La alta dirección del ICAFE, representada por Xinia Chaves Quirós, cédula 1-468-752, manifiesta el interés de documentar e implementar acciones que lleven a la institución a ser declarada carbono neutro, según el alcance definido en este documento. Se compromete a asegurar la disponibilidad de recursos esenciales para el cumplimiento de los requisitos en primera instancia del Programa País Carbono Neutralidad 2.0. (Decreto 41122 del Ministerio de Ambiente y Energía), así como de las normativas:

- INTE B5:2016. Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos.
- INTE/ISO 14064-1:2016. 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.

La disponibilidad de recursos contempla el establecimiento, implementación, mantenimiento, revisión y mejoramiento de los procesos y actividades para que el ICAFE pueda demostrar y mejorar la Carbono Neutralidad. Este compromiso incluye los recursos humanos, financieros y tecnológicos, así como las habilidades especializadas e infraestructura relacionada, que se requieran. Esto con especial énfasis en la implementación de los proyectos de reducción de Gases Efecto Invernadero presentados y actualizados anualmente en el Plan de Gestión de Reducción de GEI (Anexo 9).

Organigrama general y comité de carbono neutro

En la figura 2, del presente TFG se muestra el organigrama general de la organización, el cual deberá ser insertado en esta sección.

Comité de Carbono Neutro

El comité de carbono neutro, es un grupo de tres personas de la organización, que se reúnen trimestralmente, con el objetivo de dar seguimiento anual al presente sistema. Adicionalmente, se encarga de definir a un colaborador de la organización, quien será el responsable del inventario, y es la persona encargada de actualizar al comité de la información recolectada, procesada, y analizada entre otras funciones.

Elección del comité: La elección del comité se realizará entre la Dirección Ejecutiva, Gerencia Técnica y Gerencia Administrativa y Financiera, y el mismo se renovará únicamente en el caso de que alguno de los miembros no puedan seguir la función.

Responsabilidades

- Colectar la información de las diferentes fuentes de GEI de cada una de las unidades de trabajo del ICAFE.
- Escoger a la persona que anualmente realiza el inventario de emisiones de gases efecto invernadero.
- Implementar todos los procedimientos relacionados con la carbono neutralidad.
- Dar seguimiento a los proyectos de reducción de GEI.
- Gestionar la compra de bonos de carbono para garantizar la compensación de GEI.
- Atender las verificaciones externas e internas que se realicen sobre carbono neutralidad.

c) Definiciones

Las definiciones utilizadas en el siguiente Sistema de Información de la Carbono Neutralidad son las mismas utilizadas en la normativa INTE B5:2016. Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos.

d) Principios

El presente sistema de información de carbono neutralidad, se basa en los siguientes principios, incluyéndose las formas generales de cumplimiento:

Pertinencia: Se seleccionan las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiadas para las necesidades del usuario previsto. Esto con un enfoque de consolidación operacional.

Cobertura total: Se incluyen todas las emisiones de GEI pertinentes según los límites organizacionales y operativos. Se implementa un Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6), el cual es revisado anualmente.

Coherencia: Se reportan todas las emisiones y de ser posible remociones de GEI en toneladas de CO₂ equivalente, para permitir comparaciones significativas. Adicionalmente, se tiene la información del año base, y un procedimiento de recálculo del mismo (Anexo 7), lo que garantiza la coherencia del inventario.

Exactitud: Con el fin de reducir el sesgo y la incertidumbre se realizan revisiones constantes de las metodologías de cuantificación utilizadas. Anualmente se ejecuta una verificación interna y otra externa que permite validar los datos aportados. Adicionalmente, este sistema de información es sujeto de revisión cada vez que cambie alguno de los documentos normativos utilizados, y/una vez al año.

Transparencia: Anualmente se presenta un informe de GEI en donde se especifican todos los resultados de la cuantificación de emisiones, reducciones y compensaciones de la institución.

Respecto al principio de legalidad: La administración del ICAFE por medio de cada una de sus unidades se asegura el cumplimiento con los requisitos legales pertinentes y que aplican dentro de los límites organizacionales y operativos definidos anualmente.

Eficiencia: Se ha establecido un año base y un cálculo de reducciones según lo establecido en el marco de las normativas ISO 14064-1 e INTE-B5, esto con el fin de anualmente ir mejorando la gestión en la reducción de emisiones de GEI

e) Inventario de Emisiones

e.1 Alcance para demostrar la Carbono Neutralidad

Límites Organizacionales y metodología de consolidación de emisiones

El objetivo de la carbono neutralidad del ICAFE es mejorar los procesos de la organización, para disminuir las emisiones de GEI, basada en los pilares de la sostenibilidad.

Los límites organizacionales del inventario, se define según el control operativo que tiene el ICAFE en su sede central sobre las diversas actividades e instalaciones, de su propiedad.

Estas instalaciones está representadas por:

- Edificios de oficinas y salas de reuniones de Dirección Ejecutiva, Auditoría Interna, Gerencia de Administración y Finanzas, Gerencia de Promoción y Gerencia Técnica.
- Laboratorios químicos y de investigación (Gerencia Técnica)
- Talleres de Mantenimiento de Vehículos (Gerencia de Administración y Finanzas)
- Finca de café, con oficina, bodega, y casa (Gerencia Técnica)
- Beneficio de café en el cual se realizan los procesos de recepción, despulpado, secado, almacenamiento, torrefacción del grano y catación(Gerencia Técnica)
- Bodegas de insumos y materiales (Gerencia de Administración y Finanzas).
- Caseta de guarda (Gerencia de Administración y Finanzas)
- Comedor (Gerencia de Administración y Finanzas)

Las emisiones GEI se consolidan por medio del enfoque de control operacional, acorde con lo solicitado por el Programa País Carbono Neutralidad 2.0. Adicionalmente, la organización anualmente revisa el Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6), para incluir o excluir información, si se amerita.

Se define como usuario previsto dentro de este sistema de documentación a la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía, la Junta Directiva del ICAFE, y el ente verificador externo e interno de todo el sistema.

Límites operativos e identificación de fuentes y sumideros de GEI

Los límites operativos documentados y establecidos por la organización incluyen:

- La identificación de las emisiones de GEI asociadas a la operación. Por ahora, no se incluyen las remociones de GEI resultantes del sumidero representado por los árboles aislados en la organización.
- La clasificación de las emisiones y remociones de GEI en emisiones directas (Alcance 1), emisiones indirectas por energía (Alcance 2).
- Las emisiones de CO₂ provenientes de la combustión de biomasa.
- No se incluyen emisiones de alcance 3, tal y como lo establece el Programa País Carbono Neutralidad 2.0 (PPCN 2.0) en su apartado 9.3
- En caso de que aplique, se incluirá la justificación de cualquier cambio en los límites operativos, según se establece en el Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6).

Se identifican y categorizan las siguientes fuentes de GEI en la organización:

- Fuentes de emisiones directas (alcance 1): se identifican las siguientes fuentes de GEI, combustión móvil (gasolina, diésel), combustión estacionara (diésel, gasolina, biomasa, gas LP), fugitivas (extintores, aguas residuales domésticas, refrigerantes), por lubricantes, por manejo de residuos sólidos (broza), por fertilizantes y por uso de acetileno.
- Fuentes de emisiones indirectas (alcance 2):
Emisiones por uso de electricidad: el uso de energía eléctrica se da en todas las instalaciones de la organización con diversos objetivos, desde iluminación hasta el funcionamiento de diversos equipos.
- Exclusiones:
Se excluyen del inventario GEI las fuentes de las que el ICAFE no mantiene el control operacional, así como las que no son técnicamente viable ni rentable su cuantificación, también se excluyen las fuentes de las cuales no se tienen factores de emisión publicados según los requisitos del apartado 9.5 del PPCN 2.0. Dado lo anterior se presentan las siguientes exclusiones:
 - Emisiones por el manejo de desechos sólidos: el control operativo de estas emisiones lo mantiene la Municipalidad de Barva, quien recolecta y gestiona los desechos del ICAFE.
 - Emisiones generadas por sedes regionales: se excluyen de este estudio debido a que por razones económicas no es posible incluir ese alcance.

- Emisiones por tratamiento de aguas industriales: una vez que el café es recibido se traslada a un proceso de despulpado y lavado, a ese tipo de residuo se le conoce como aguas mieles. En el caso del ICAFE, estas aguas una vez producidas son inmediatamente irrigadas por medio de aspersión, en un terreno sembrado con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Es decir, no se tiene ningún almacenamiento previo que produzca la emisión de algún gas efecto invernadero. En la actualidad no se tienen factores de emisión publicados que permitan reportar las mismas, si bien existieron algunos estudios preliminares dentro del proyecto del NAMA Café, ninguno de los factores ha sido incluido en los factores nacionales del IMN. Se sugiere para inventarios futuros, incluir análisis químicos de las
- Emisiones por uso de aceites en motores de 2 tiempos: Durante el 2018 no se tiene documentación que permita verificar la cantidad de aceite utilizado en el año. Según el encargado de finca podrían ser 2-3 litros.
- Emisiones por la quema de pellets en gasificador: Se excluye esta emisión, ya que no se tienen registros de la cantidad de biomasa quemada, horas de operación u otra información que permita verificar el dato de cantidad de pulpa que se peletizó para ser utilizada, adicionalmente se tenían existencias de pellets del año anterior tampoco cuantificados y utilizados en el 2018.
- Emisiones provocadas por el grano al tostarse: Si bien algunos autores mencionan que existen emisiones de CO₂ asociadas al proceso de tueste, no se tienen factores de emisión publicados que permitan reportar las mismas. De hecho a nivel país no existen estudios reconocidos sobre esta temática, considérese que esta emisión depende del tipo de equipo, tiempo de tostado, tipo de tostado (claro, oscuro, otros), por lo que tampoco se tendría la información base para el cálculo.

Adicionalmente no se reportarán sumideros, esto ya que se tiene únicamente presencia de árboles aislados dentro de los límites organizacionales definidos. Debe considerarse que si se quiere incorporar los mismos, se deben medir al menos dos años dichos árboles para conocer el cambio del stock de carbono anual.

Alguna otra exclusión reportada, puede deberse a las razones especificadas en el punto tres del Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6).

e.2 Requisitos para la evaluación del Inventario de GEI

Selección de las metodologías de cuantificación

La organización utiliza metodologías establecidas tanto a nivel nacional como internacional, tales como las establecidas en la Norma ISO-14064-1, INTE B5:2016, y el PPCN 2.0 12-01-06:2011, adicionalmente se toman en cuenta el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero-Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte, publicado por World Business Council for Sustainable Development y el World Resources Institute (WRI), y lo establecido en el IPCC. Estas metodologías aseguran la minimización de la incertidumbre, además pretenden generar resultados exactos, coherentes y reproducibles.

Selección y recopilación de datos de la actividad de GEI

Las emisiones directas e indirectas serán calculadas con base en las cantidades adquiridas y utilizadas en cada actividad que genera emisiones de GEI. Una vez identificadas las fuentes se debe completar el Cuadro 2 del Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6), en el cual se documenta para cada fuente de emisión, la actividad que la genera, los datos de la actividad (km, l, m³), fuentes de datos (facturas, recibos), así como la frecuencia de medición y el responsable de recolectar los datos.

Selección o desarrollo de los factores de emisión o remoción de GEI

Los factores de emisión utilizados provienen de literatura reconocida nacional e internacionalmente, y corresponden a los determinados por el PPCN 2.0, según lo siguiente:

- a) Factores de emisión/remoción del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) en su versión vigente.
- b) Factores de emisión/remoción del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).
- c) Factores de emisión/remoción de bibliografía confiable y con respaldo científico.

Por otro lado, en caso de que se desee utilizar un factor de emisión propio, el ICAFE realizará la consulta a la Dirección de Cambio Climático del MINAE, antes de utilizar el mismo. Los factores de emisión utilizados en los cálculos presentados en este documento, se pueden acceder en el cuadro 3 del Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6).

Cálculo de Emisiones y Remociones de GEI

Según las normativas ISO 14064-1 e INTE B5: 2006 los resultados de los inventarios deben ser reportados en una sola unidad de medida, la tonelada de dióxido de carbono equivalente (t CO₂e). Para realizar este cálculo se utiliza la Ecuación 1.

Ecuación 1

$$\text{Emisiones (t CO}_2\text{e)} = \text{DA} * \text{FE} * \text{PCG}$$

Dónde:

DA= Datos de la actividad

FE= Factor de emisión (Cuadro N°7)

PCG= Potencial de Calentamiento Global

Tal y como se muestra anteriormente siempre se deben multiplicar los datos de la actividad, por el factor de emisión y finalmente por el potencial de calentamiento global (PCG). Los valores de PCG, deben ser coincidentes con los que se aplican para los inventarios nacionales de GEI, desarrollados por el IMN, esto con el fin de que a nivel país se puedan utilizar los reportes emitidos por las organizaciones, esto según el PPCN 2.0. Esto quiere decir que los PCG a utilizar son los del Segundo Informe de Evaluación del IPCC. Estos se encuentran en el Cuadro 4 del Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6). Así, por ejemplo, el PCG del CH₄ es igual a 21, por lo que el proceso de multiplicar la cantidad de emisiones de metano por el PCG, permite convertir todas las unidades en un gas normalizado (CO₂ equivalente), para luego realizar la sumatoria de las mismas. Si no se diera esta conversión matemática, las cantidades individuales no reflejarían su efecto total y la sumatoria por lo tanto no sería válida.

Emisiones y remociones de GEI de la biomasa

Las emisiones de CO₂ provenientes del uso de biomasa se informan dentro del inventario de GEI pero no se cuantifican en la suma final de tCO₂e, esto debido, a que las emisiones de CO₂ se consideran neutras, al suponer que la cantidad que se quema es igual a la que se regenera durante el proceso de crecimiento de la biomasa.

El apartado 2.3.3.4 (Tratamiento de la Biomasa) del Capítulo 2 (Combustión estacionaria) del volumen de energía de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, menciona literalmente “*Para la biomasa, solo aquella parte que se quema para fines energéticos debe estimarse para su inclusión como elemento informativo en el sector energía. Las emisiones de CH₄ y N₂O, no obstante, se estiman e incluyen...*”. Dado lo anterior en el inventario de GEI, se incluye la cuantificación de las emisiones por CH₄ y N₂O.

Evaluación de la incertidumbre

La incertidumbre estimada de las emisiones es una combinación de las incertidumbres en los factores de emisión de los equipos (medidores) y las correspondientes a los datos de la actividad.

Sin embargo, este requisito aún no aplica para el país, debido al documento emitido por la Dirección de Cambio Climático DCC-358-2016, en donde se determina que se estable un periodo de transitorio de formación de capacidades a nivel país, en este periodo las organizaciones no deben reportar el dato de incertidumbre de los inventarios de GEI. Ver en la sección de recomendaciones de este documento posibles metodologías a utilizar, en caso de ser requerido por la organización.

La incertidumbre de los datos de la actividad utilizados para la realización del inventario de GEI del ICAFE minimizan por medio de actividades como: chequeo de veracidad (revisión independiente de los cálculos y documentación) verificaciones internas y externas, así como la repetición de cálculo (revisión en el ingreso de fórmulas y ecuaciones).

f) Componentes del Inventario

La organización presenta la siguiente distribución de emisiones, para el año 2018

Cuadro a. Emisiones directas de GEI para cada GEI en el ICAFE.

Tipo de emisión	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	Emisión (t HCFC-22)	t CO ₂ e
Combustión móvil	86,872	0,007	0,017		89,519
Combustión estacionaria	127,895	0,004	0,325		136,074
Fugitivas	0,145	0,000	0,476	7,500	17,643
Emisiones por uso de lubricantes	0,212	0,000	0,000		0,212
Emisiones por uso de fertilizantes y enmiendas	0,062	0,023	0,000		7,077
Emisiones por uso de acetileno	0,142	0,000	0,000		0,142
Emisiones por manejo de desechos sólidos (broza)	0,000	0,000	0,075		3,335
Emisiones por uso de electricidad	10,712	0,000	0,000		10,712
Total	226,041	0,034	0,893		264,714

Cuadro b. Emisiones indirectas de GEI por energía para cada instalación.

Este cuadro se presenta en el apartado 4.1.3 del presente documento, por lo que no se repite en esta sección.

Cuadro c. Emisiones directas de CO₂ e a partir de la combustión de biomasa.

Tipo de biomasa	Emisiones totales en t CO ₂ e de biomasa	Emisiones totales de t CO ₂ e	Emisiones totales de CH ₄ y N ₂ O en t CO ₂ e
-----------------	---	--	--

Todos estos cuadros en su versión original se encuentran en el Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6)

g. Inventario del año base

Selección y Establecimiento del Año Base

Para la cuantificación de emisiones el ICAFE, ha seleccionado su año base de enero 2018 a diciembre 2018. Siendo en este caso, el primer periodo de inventario, el año base.

Se ha escogido este año base según los siguientes criterios de selección:

- Se tienen datos verificables y disponibles para todo el año.
- El PPCN 2.0 dentro de sus especificaciones, define que las organizaciones deben consolidar su información en un año calendario, es decir de enero a diciembre.

Recálculo del Año base

Se volverá a recalcular el año base según el Procedimiento para el recálculo del año base (Anexo 7).

h. Requisitos para la reducción de emisiones

El ICAFE mantiene el Plan de Gestión de Reducción de GEI (Anexo 9), en el mismo se presentan las siguientes acciones de reducción, para el año 2018 y años posteriores.

1. Cambios en hornos para la disminución de consumo de biomasa.
2. Sustitución en la unidad de laboratorio de un equipo de absorción atómica por uno de plasma.
3. Cambio de la flotilla vehicular la cual es de combustión a uno eléctrico.

Adicionalmente los Anexos, 1, 2, 3, y 4 del presente documento, muestran la metodología empleada y cálculos realizados para obtener el dato de reducciones.

i. Compensación de las emisiones de GEI

El total de la compensación, se definirá una vez que anualmente se haya realizado el proceso de auditoría interna, y se hayan realizado las acciones correctivas necesarias. La adquisición de los créditos de carbono debe regirse por los elementos presentados en el apartado 7, de la Norma para Demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos (INTE B5:2006). En la misma se establecen

los esquemas aceptados para la compensación, así como las características que debe tener cada uno para el cumplimiento con la normativa. Por otro lado, en caso de que se desee adquirir créditos de carbono de otro país, se debe cumplir con lo expuesto en el documento “Lineamientos para la importación de créditos de carbono para el PPCN 2.0” de la Dirección de Cambio Climático del 2018.

j. Gestión de la Información sobre los GEI

La Norma ISO INTE 14064-1 en el apartado 6.1.1 y la sección 8.2 de la norma INTE B5: 2016 indican que el ICAFE debe establecer y mantener procedimientos de gestión de la información sobre los GEI.

Dichas normativas, establecen los siguientes procedimientos básicos:

- Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6).
- Procedimiento para el recálculo del año base (Anexo 7).

Adicionalmente se añaden a este sistema un procedimiento más, a saber:

- Procedimiento de verificación (Anexo 8).

k. Retención de documentos y mantenimiento de registros

Se define que cada unidad del ICAFE, es la responsable de custodiar toda la información tanto física como digital concerniente para demostrar la carbono neutralidad. Adicionalmente el ICAFE cuenta con una Unidad de Informática, la cual es la responsable de trabajar con los respaldos digitales pertinentes.

l. Informe de GEI

El informe de GEI no se desarrolla dentro de este sistema de información presentado en el presente TFG, ya que es un resumen de todo el contenido del documento, sin embargo, en el Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6), se determina cuál debe ser el contenido del mismo.

m. Procedimientos y documentos del Sistema de Información de Carbono Neutralidad

El presente Sistema de Carbono Neutralidad, se encuentra además dirigido por los siguientes documentos, los cuales se pueden observar en la sección de Anexos del presente Trabajo de Graduación Final

- a) Procedimiento de Gestión de la Información (Anexo 6).
- b) Procedimiento para el recálculo del año base (Anexo 7).

- c) Procedimiento de verificación (Anexo 8).
- d) Plan de Gestión de Reducción de GEI (Anexo 9).
- e) Hoja de cálculo de emisiones de GEI (Anexo 10).

6.5. Etapas de la propuesta

Para realizar la propuesta se implementaron las siguientes etapas:

1. Realización del inventario de GEI.
2. Identificación de las principales categorías y fuentes de emisión de GEI.
3. Búsqueda de proyectos de medio ambiente implementados por el ICAFE, que pudieran ser documentados dentro de la estrategia de reducción de gases efecto invernadero, así como propuesta de otras acciones que puedan ser desarrolladas a futuro.
4. Generación del sistemas de información para la carbono neutralidad.

6.6. Gestión de riesgos

A continuación, se presentan los dos principales riesgos que podrían ocurrir dentro de la implementación del sistema de información de Carbono Neutralidad, así como las acciones de mitigación:

- a. Riesgo 1 : Que no se implementen las medidas de reducción

Mitigación 1: Aseguramiento de inclusión de las mismas en el presupuesto de la organización.

- b. Riesgo 2: Seguimiento deficiente después del Trabajo Final de Graduación (TFG).

Mitigación 2: Capacitación al personal encargado del seguimiento del proceso.

6.7. Recursos y presupuesto

Para poder desarrollar e implementar el sistema de información de carbono neutralidad, se requieren más que todos recursos humanos, los cuales ya el ICAFE mantiene dentro de su estructura, por lo que aplicaría, el delimitar algunas funciones nuevas dentro de las labores que ya realiza parte del personal.

Adicionalmente, para los proyectos de reducción futuros, será necesario que la institución valore los mismos y de ser factibles, incorporarlos dentro de su presupuesto operativo para años posteriores.

Referencias

- Balma, C. (2018). *Comparación de las emisiones de gases efecto invernadero para dos tecnologías de tratamiento de residuos de pulpa de café en Costa* (Proyecto de Graduación de Licenciatura). Recuperada de <https://www.repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14192>
- Barquero, M. (2018). *Certificación de carbono neutralidad está presente en 113 empresas costarricenses*. La Nación. Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bpQ8gAixMh0J:https://www.nacion.com/economia/negocios/certificacion-de-carbono-neutralidad-esta-presente/KMDI5LTUMVG7LCDGOGPWGIGJLM/story/+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=cr>
- Bouroncle, C., Imbach, P., Läderach, P., Rodríguez, B., Medellín, C., Fung, E., Martínez-Rodríguez, MR., Donatti, Cl. 2015. *La agricultura de Costa Rica y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación?* Copenhague, Dinamarca: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Recuperado de <https://cgispace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/45941/PB%20Costa%20Rica.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. & Varela-Ruiz, M. (2013). *La entrevista, recurso flexible y dinámico*. *Revista Investigación en Educación Médica*, 2(7): 162-167. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n7/v2n7a9.pdf>
- CATIE (2018). *Acciones para fortalecer la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector cafetalero de Nicaragua Manual técnico para reducir la vulnerabilidad de fincas cafetaleras frente al cambio climático*. Recuperado de <file:///C:/Users/Cinthia%20Granda/Desktop/ManualCafe-ClimaNicaragua-Final.pdf>
- Chassoul, M., Marín, R., Morales, M. & Fallas, M. (2017). *Cuantificación de gases de efecto invernadero en la Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica*. *Revista Posgrado y Sociedad*, 15(1). Recuperado de <http://investiga.uned.ac.cr/revistas/index.php/posgrado/article/view/1827/2033>
- Dirección de Cambio Climático (DCC) (2014). *Guía para diseñar un manual que permita a las PYMES realizar declaraciones de carbono neutralidad bajo la norma INTE 12.01.06*. Recuperado de <http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/manualcarbononeutral-web.pdf>
- Dirección de Cambio Climático (2018). *Empresas y organizaciones hacia la carbono neutralidad 2021*. Recuperado de <http://www.cambioclimaticocr.com/2012-05-22-19-47-24/empresas-y-organizaciones-hacia-la-carbono-neutralidad-2021>
- Espíndola, C. & Valderrama, J. (2018). *Huella de Carbono. Cambio Climático, Gestión Sustentable, y Eficiencia Energética* (1st ed.). Chile: Editorial Universidad de la Serena. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000400001
- Esquivel, 2017. *Propuesta de diseño de plan de gestión de emisiones para carbono neutralidad de los procesos de producción y beneficiado de café, en la empresa Café Rivense del Chirripó S.A., basado en la Norma INTE 12-01-06:2016*. (Proyecto de Graduación de

- Maestría). Recuperado de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7200/propuesta_diseno_plan_gestion_emisiones.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- FAO (2017). *Carbono Orgánico del Suelo: el potencial oculto*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura Roma, Italia. Recuperado de [http://uni-sz.bg/truni11/wp-content/uploads/biblioteka/file/TUNI10042482\(1\).pdf](http://uni-sz.bg/truni11/wp-content/uploads/biblioteka/file/TUNI10042482(1).pdf)
- Frohmann, A., Herreros, S., Mulder, N., & Olmos, X. (2015). *Sostenibilidad ambiental y competitividad internacional: La huella de carbono de las exportaciones de alimentos*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38985/S1500638_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Forster, P. V., Ramaswamy, P., Artaxo, T., Berntsen, R., Betts, D., W. Fahey, J., Haywood, J., Lean, D.C., Lowe, G., Myhre, J., Nganga, R., Prinn, G., Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter2-1.pdf>
- García, C. (2018). El cambio climático: los aspectos científicos y económicos más relevantes. *Nómadas. Revista Crítica De Ciencias Sociales y Jurídicas*, 32(4). Recuperado de <https://pub.ame-web.org/index.php/TyC/article/view/281/277>
- GIZ (2015). *NAMA Café de Costa Rica. Una herramienta para el desarrollo bajo en emisiones*. Recuperado de https://www.giz.de/en/downloads/giz2016_es_Factsheet_NAMA_Cafe.pdf
- GIZ (2019). *Informe trimestral del Proyecto de Apoyo a la NAMA Café 2019*. Recuperado de https://www.namacafe.org/sites/default/files/content/informe_de_avance_nsp_cafe_2019-05-06_es.pdf
- Gobierno de Costa Rica (2019). *Plan Nacional de Descarbonización*. Recuperado de <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/02/PLAN.pdf>
- Gobierno de España (2018). *Óxido Nitroso*. Recuperado de <http://www.prtr-es.es/N2O-oxido-nitroso,15592,11,2007.html#>
- Gobierno de España (2019). *Hidroclorofluorocarburos*. Recuperado de <http://www.prtr-es.es/HCFC-hidrofluorocarburos-763112007.html>
- Gobierno de España (2019). *Perfluorocarburos*. Recuperado de <http://www.prtr-es.es/PFC-perfluorocarburos,15596,11,2007.html>
- Google Earth (2018). *Imagen del ICAFE*. Recuperado del programa Google Earth Pro.
- Guelmes, E., & Nieto, L. (2015). Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano. *Revista Universidad y Sociedad*, 7 (2), 23-29. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>

- Gutiérrez, E. (2016). La acción climática en Costa Rica: Un compromiso ambicioso en el marco del Acuerdo de París. *Ambientico*, 258,10-16. Recuperado de <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientico/258.pdf>
- ICAFFE (Instituto del Café) (2019). *Organigrama*. Recuperado de <http://www.icafe.cr/icafe/organigrama/>
- ICAFFE (Instituto del Café) (2019a). *Acerca del ICAFFE*. Recuperado de <http://www.icafe.cr/icafe/acerca-del-icafe/>
- ICAFFE (Instituto del Café) (2019b). *Estructura del Sector*. Recuperado de <http://www.icafe.cr/nuestro-cafe/estructura-del-sector/>
- ICAFFE (Instituto del Café) (2019c). *Plan estratégico 2014-2023*. Recuperado de <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/documentos/Plan-Estrategico-ICAFFE-2014-2023.pdf>
- ICAFFE (Instituto del Café) (2019d). *Plan operativo anual*. Recuperado de <http://www.icafe.cr/icafe/gobierno-corporativo/plan-operativo-anual/>
- ICAFFE (Instituto del Café) (2016). *Programa de Gestión Ambiental Institucional del Instituto del Café*.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2010). Guía técnica para el beneficiado de café protegido bajo una indicación geográfica ó denominación de origen. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/b2054e/b2054e.pdf>
- INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica). (2016). *INTE B5:2016. Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos*. San José, Costa Rica.
- ISO (International Standard Organization). (2006). *14064-1:2006 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*.
- ISO (International Standard Organization). (2011). 19011. *Directrices para la auditoría de Sistemas de Gestión*.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (1992). *Cambio Climático: Las Evaluaciones del IPCC de 1990 y 1992. Primer Informe de Evaluación del IPCC Resumen General y los Resúmenes para Responsables de Políticas y Suplemento de 1992 del IPCC*. Recuperado de https://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC_1990_and_1992_Assessments/Spanish/ipcc_90_92_assessments_far_full_report_sp.pdf
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (2005). *La captación y el almacenamiento de Dióxido de Carbono*. Metz.O, Davidson.O, De Coninck.H, Loos.M, Meyer.L. Recuperado de https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_spm_ts_sp.pdf
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para inventarios nacionales de Gases Efecto Invernadero (en línea)*. Consultado 13 enero 2014. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006ql/spanish/>

- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (2013a). *Glosario*. Planton, S. (ed.). Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T., D. Qin, G., Plattner, M. Tignor, S. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- IPCC. (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (2013b). *Ficha Informativa del IPCC ¿Qué es el IPCC?* Recuperado de http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/factsheets/FS_what_ipcc_es.pdf
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C.Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (08.06.2018). *Los gobiernos aprueban el Resumen para responsables de políticas del Informe especial del IPCC sobre el calentamiento global de 1,5 °C* [Comunicado de Prensa del IPCC]. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/session48/pr_181008_P48_spm_es.pdf
- Jaramillo, V. (2004) El ciclo global del Carbono. En: Cambio climático: una visión desde México. INE/SEMARNAT. México, D.F. pp.16-27
- Killian, B., Rivera, L., Soto, M., Navichoc, D. (2013). Carbon Footprint across the Coffee Supply Chain: The Case of Costa Rican Coffee. *Journal of Agricultural Science and Technology* 151-170. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/38fb/5407ae59ae2cea459ca97bb6d3daff52e431.pdf?g_a=2.25995773.1584022884.1589206911-1347517968.1589206911
- Lisboa, J. (2016). *Apuntes sobre métodos de investigación*. *Medisur* 14 (1), 1-1. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727-897X2016000100016&script=sci_arttext&lng=pt
- López, A., Rodríguez, L., Lubo, C., López, J., Orozco, O., Sandoval, J. & Arenas, F. (2018). *Evaluación de las emisiones de GEI por fertilización del cultivo de caña de azúcar, desde un enfoque en dinámica de sistemas*. *Ingeniería y Desarrollo. Universidad Del Norte*, 36(1), 1-17. Recuperado de

<http://web.b.ebscohost.com/cidreb.uned.ac.cr/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=134833ca-e9e9-4d1e-99a8-34dfffefa040%40pdc-v-sessmgr01>

Ministerio de Ambiente y Energía. (2015a). *Contribución previstas y determinada a nivel nacional de Costa Rica*. Recuperado de <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Costa%20Rica%20First/INDC%20Costa%20Rica%20Version%20%200%20final%20ES.pdf>

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2015b). *Oficializa Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Decreto 39114. Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica, 25 de julio del 2015. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80102&nValor3=101576&strTipM=TC

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2015c). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono, 2012*. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/natc/crinir2.pdf>

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAE) (2009). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Costa Rica: Editorial Calderón y Alvarado S. A. Recuperado de <http://www.cambioclimaticocr.com/2012-05-22-19-42-06/estrategia-nacional-de-cambio-climatico>

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2018). *Oficializa Programa País Carbono Neutralidad 2.0*. Decreto 41122. Diario Oficial La Gaceta, San José, Costa Rica, 6 de abril del 2018. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=86593&nValor3=112413&strTipM=TC

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2018). *Lineamientos para la importación de créditos de carbono para el PPCN 2.0*. Recuperado de <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/08/Lineamientos-para-la-importacion-de-creditos-para-PPCN-V01.pdf>

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2019). *Empresas PPCN*. Recuperado de <https://cambioclimatico.go.cr/recursos/empresas-ppcn/>

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (2016). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-178893.pdf

Molina, E. (2018). *Plan de Gestión de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para alcanzar la Carbono Neutralidad, Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.* (Proyecto de Graduación de Licenciatura). Recuperada de <http://www.repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14364/Plan%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20Emisiones%20de%20GEI%20para%20alcanzar%20la%20C->

Morales, I. (2018). *Propuesta de un Plan de Gestión para la Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para demostrar la C-Neutralidad en el Hotel Wyndham San José-Herradura, basado en las Norma INTE B5:2016 e INTE/ISO 14064-1:2016* (Proyecto de Graduación de Licenciatura). Recuperada de

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9721/propuesta_plan_gesti%C3%B3n_reducci%C3%B3n_emisiones.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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

Naciones Unidas. (2013). *Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su octavo período de sesiones, celebrado en Doha del 26 de noviembre al 8 de diciembre de 2012, Doha, Catar*. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/2012/cmp8/spa/13a01s.pdf>

Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*. París, Francia. Recuperado de https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (s.f.). *El Acuerdo de París y sus Implicaciones para América Latina y el Caribe: Sumario*. Recuperado de http://www.pnuma.org/cambio_climatico/publicaciones/Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20-%20Sumario%20Ejecutivo.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2013). *Manual Acción Por El Ozono Para la Capacitación De Autoridades De Aduana Y Otros Oficiales De Aplicación De La Ley*. Recuperado de http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7571-s-CTM_Third_Edition.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2019). *Uso actual de los HCFC y los HFC, Hoja informativa 2 sobre la Enmienda de Kigali*. Recuperado de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26867/7877FS02_C_Uses_SP.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Programa Estado de la Nación. (2017). *Vigésimo Tercero Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. San José, Programa Estado de la Nación. Recuperado de <https://www.estadonacion.or.cr/2017/assets/en-23-cap-42.pdf>

Rodríguez, E., Picatoste, J., & Hernández, H. (2014). Quinto Informe de Evaluación del IPCC. *Tiempo y Clima*, 43, 36-40. Recuperado de <https://pub.amezweb.org/index.php/TyC/article/view/281/277>

Rodríguez-Yañez, J. (2018). Estimación cualitativa de la incertidumbre para el inventario de contaminantes tóxicos del aire del gran área metropolitana en el 2007. *Repertorio científico*, 21, 15-22. Recuperado de <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2406/2977>

Roldan, C. (2014). Pago por servicios ambientales: instrumento para la Carbono-Neutralidad. *Ambientico*, 247, 13-18. Recuperado de <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientico/247.pdf>

Salazar, D. (2016). Reduciendo el uso de los Hidrofluorocarbonos (HFCs): Cuatro cosas importantes que debes saber. Recuperado de <https://medium.com/@laondaverde/reduciendo-el-uso-de-los-hidrofluorocarbonos-hfcs-cuatro-cosas-importantes-que-debes-saber-cc6bb3f4526d>

- Sánchez, S. (2012). *Cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero del Plantel El Alto en Ochomogo, RECOPE* (Licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3026>
- United Nations Framework Convention on Climate Change, (2007). *Uniting on Climate. A guide to the Climate Change Convention and the Kyoto Protocol*. Recuperado de https://unfccc.int/resource/docs/publications/unitingonclimate_eng.pdf
- UNFCCC. (7 de noviembre, 2016). *100 países han ratificado el Acuerdo de París*. Recuperado de <https://unfccc.int/es/news/100-paises-han-ratificado-el-acuerdo-de-paris>
- Urquijo, J, (2014). Hexafluoruro de azufre: El mejor aislante gaseoso y el peor gas invernadero. Academia de Ciencias Morelos. Recuperado de http://www.acmor.org.mx/descargas/14_oct_20_hexafluoruro.pdf
- Useros, J. (2013). El cambio Climático: Sus causas y efectos medioambientales. *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 50: 71-98. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4817473>
- Vargas, V, (2017). *Propuesta de gestión de emisiones de gases efecto invernadero, Planta Hidroeléctrica Daniel Gutiérrez*. (Proyecto de Graduación de Licenciatura). Recuperada de <https://www.repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14159>

Anexo 1. Proyecto 1 de reducción de GEI 2018

PROYECTO 1:		Horno de Secado para Semilla de Café	
Objetivo	Disminuir consumo de biomasa		
Meta:	Secar igual o mayor cantidad de grano de semilla de café con menos cantidad de biomasa		
Periodo de tiempo:	2018		
Fuente por impactar	Consumo de Biomasa		
Justificación	La implementación de este proyecto se justifica bajo el cumplimiento de los principios de sostenibilidad de la organización		
RECURSOS PREVISTOS PARA ALCANZAR Y MANTENER LAS REDUCCIONES DE GEI			
<i>Recursos tecnológicos</i>	<i>Recursos Humanos propios y especializados</i>	<i>Alcance en t CO₂e</i>	<i>Recursos Financieros</i>
Horno de secado de Semilla	Unidad de industrialización del ICAFE	37,042	Presupuesto del ICAFE
DESCRIPCION TÉCNICA DEL PROYECTO			
<p>En el Beneficio el ICAFE procesa 4 partidas de café para los diferentes ensayos y servicios, una de ellas se denomina “Semilla”, la cual corresponde al café que se vende a los productores como semilla. Normalmente, se refrigera para conservar el mismo y no se lleva a un mismo punto de humedad que otro tipo de café, por lo que requiere de menos energía, dado esto se tienen equipos exclusivos para el secado de esta partida.</p> <p>El proyecto consistió en la sustitución del horno para secado de semilla utilizado en el 2017, denominado “Horno ECF-15” y que abastecía con aire caliente una estática con capacidad para 40 fanegas (ff) y una guardiola para muestras con capacidad de 2,5 ff, por otro horno denominado “Horno para el Secado de Semillas”, el cual abastece una guardiola con capacidad de 60 ff y una estática de 40 ff. Según la Unidad de Industrialización del ICAFE el primer equipo presentó un factor de eficiencia en Kg de leña consumida / hora de operación (Kg/h) de 47,4 kg leña/h, mientras que el nuevo equipo reportó 57,8 kg leña/h, resaltándose del equipo adquirido que se pueden procesar más fanegas de café que con el antiguo.</p>			
METODOLOGIA Y CALCULOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR REDUCCIONES			
Metodología			
<p>Dado que ni para el 2017, ni para el 2018, se tienen registros puntuales de la cantidad en kg de biomasa utilizada, para el secado de semilla que permita determinar con mayor exactitud el impacto del proyecto de reducción, se diseñó una metodología de estimación con un escenario 2017 y otro 2018, que mantuviera la misma cantidad de horas y fanegas producidas (se tomaron como base las del 2018), pero con factores de kg de leña consumido por hora diferentes. De modo que, se siguieron los siguientes pasos para realizar las estimaciones de horas de operación y kg de leña durante el 2018:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de la cantidad de fanegas producidas como semilla: El dato se extrae del sistema SISBENE (sistema de beneficiado) en donde se realiza el almacenamiento de información relacionada con el café de las partidas procesadas por el beneficio. 2. Cuantificación de la cantidad de horas de operación de los hornos: Dado que no se tiene información exacta de la cantidad de horas que operó cada uno de los hornos, se asume que las horas de operación de los equipos son equivalentes a las horas de trabajo de los operarios más regulares en el Beneficio, por lo que se construyó una hoja de cálculo en excel en donde se llevaron los siguientes pasos: <ol style="list-style-type: none"> a. Se solicitó a la Unidad de Recursos Humanos un extracto en formato de Excel, de todas las horas de entrada y salida de los dos operarios que presentaran más regularidad de enero a diciembre del 2018. b. Seguidamente se extrajo del sistema SISBENE información referente a fecha de ingreso y volumen del café ingresado como semilla para cada día de la época de cosecha, dividida en primer y segundo semestre. c. Se elabora una de Excel en donde se tienen las siguientes columnas: fecha de ingreso del café, fecha en la que laboró el operario, y las horas laboradas. d. Se procede a identificar las fechas de coincidencia entre el ingreso de fruta para semilla, y las horas que laboró ese día el colaborador. Técnicamente se asumen como iguales a la jornada de trabajo de cada uno de los operarios de planta con el tiempo de operación del equipo (horno), en vista de que cada uno de ellos realizó labores durante todas esas horas y las operaciones de secado de café se debieron de mantener siempre que haya habido ingreso de fruta de café. 			

3. Relación del factor kg leña/hora: Una vez obtenidas la cantidad de horas necesarias para el proceso, se relaciona esa variable con los factores kg leña/hora para cada año, lo que permitió obtener la cantidad de kg de leña que se hubieran utilizado para procesar según el tipo de horno. Considerando que la cantidad de fanegas que puede secar el equipo nuevo es diferente al antiguo.

4. Cálculo de emisiones de GEI: Con el dato de kg de leña, se calcularon los escenarios 2017 y 2018, realizándose el cálculo de las emisiones de GEI en cada escenario, y se contabilizaron las emisiones evitadas para instalar el horno nuevo

Cálculos realizados con los datos obtenidos:

Fanegas procesadas como semilla: 183,4

Horas de proceso del horno en el 2018: 201,58

	Escenario horno 2018	Escenario horno 2017
Factor en Kg de leña consumida / hora de operación	57,8	47,4
Cantidad de fanegas que puede secar el horno (ff)	100	42,5
Cantidad de kg de leña necesarios para procesar 183,4 ff, si se trabajara con la capacidad máxima de los equipos	106,005 (183,44ff*57,8kg/h)/100ff	204,545 (183,44ff*47,4 kg/h)/42,5ff
kg de leña para procesar 183,4 fanegas en 201,58 horas	21 368,528 (106,005 kg/h *201,58h)	41 232,169 (204,545 kg/h *201,58h)
t CO ₂ e	39,849	76,891
t CO ₂ e reducidas	32,2	

Dado lo anterior se demuestra que se evitaron la emisión de aproximadamente 37,042 t CO₂e, considerando también las emisiones por dióxido de carbono.

SUPUESTOS

1. Tanto las estáticas como las guardiolas, funcionan a la capacidad total del sistema. Por ejemplo, siempre se procesan las 100ff en la estática y en la guardiola.
2. Las horas de los colaboradores son iguales al tiempo en que los hornos y equipos de beneficiado están encendidos.

COCIENTES DE PRODUCTIVIDAD/EFICIENCIA

Para demostrar el seguimiento anual se tendrá el indicador:

- tCO₂e / kilogramos de café verde procesados
- Kg leña/ ff fruta procesada

CRONOGRAMA DE TRABAJO

Periodo de realización

Enero a octubre del 2018

ACTIVIDADES PARA MANTENER LAS REDUCCIONES EN EL TIEMPO

Incluir método de control

1. Implementar en operación de secado un sistema de registro de consumo para leña por cada horno.
 - 1.1. Se registra datos de masa (Kg), fecha y responsable de operación.
 - 1.2. Un registro para cada horno debidamente identificado.
 - 1.3. Una balanza disponible para medición de masa de leña.
 - 1.4. Dos evaluaciones al año de los resultados obtenido

RESPONSABLE DE DEMOSTRAR EL SEGUIMIENTO Y PROGRESO DEL PROYECTO

Unidad de Industrialización del ICAFE

Anexo 2. Proyecto 2 de reducción de GEI 2018

PROYECTO 2	Horno de Secado para Muestras de Rendimiento de Café		
Objetivo	Disminuir consumo de biomasa		
Meta:	Secar igual o mayor cantidad de muestras de rendimientos de café, con menos cantidad de leña		
Periodo de tiempo:	2018		
Fuente por impactar	Consumo de Biomasa		
RECURSOS PREVISTOS PARA ALCANZAR Y MANTENER LAS REDUCCIONES DE GEI			
<i>Recursos tecnológicos</i>	<i>Recursos Humanos propios y especializados</i>	<i>Recursos Financieros</i>	<i>Alcance en t CO₂e</i>
Horno de Secado de muestras de Rendimiento	Ingenieros y técnicos de la Unidad de industrialización del ICAFE	Aproximadamente ¢ 22 250 000.00,	64,14
DESCRIPCION TÉCNICA DEL PROYECTO			
<p>En el Beneficio el ICAFE procesa 4 partidas de café para los diferentes ensayos y servicios, una de ellas se denomina “Rendimientos”, el cual corresponde al café que proviene de diversos beneficios, y pretende dar a conocer el rendimiento por zona cafetalera del país, por lo que se recibe de cada beneficio muestras para ser analizadas.</p> <p>El proyecto consiste en la sustitución de horno para secado de muestras de rendimientos. Para el año 2017, se tenían dos hornos (EF-15 y HB Guardiola) los cuales según los análisis de rendimiento de la unidad de industrialización presentaron consumos de 37,7 kg de leña por hora de proceso y 38,6 kg leña/hora. En el 2018 se cambiaron estos dos hornos por el “Horno de secado”, el cual funciona con 47,8 kg de leña por hora.</p>			
METODOLOGIA Y CALCULOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR REDUCCIONES			
Metodología			
<p>Dado que ni para el 2017, ni para el 2018, se tienen registros puntuales de la cantidad en kg de biomasa utilizada, para el secado de muestras para rendimiento que permita determinar con mayor exactitud el impacto del proyecto de reducción, se implementó una metodología de estimación con un escenario 2017 y otro 2018, que mantuviera la misma cantidad de horas y fanegas producidas (se tomaron como base las del 2018), pero con factores de kg de leña consumido por hora diferentes. De modo que se siguió la siguiente metodología y cálculos:</p>			
<p>1. Determinación de cantidad de fanegas producidas como “Rendimiento”: El dato se extrae del sistema SISBENE (sistema de beneficiado) en donde se realiza el almacenamiento de información relacionada con el café de las partidas procesadas por el beneficio</p>			
<p>2. Cuantificación de la cantidad de horas de operación de los hornos: Dado que no se tiene información exacta de la cantidad de horas que operó cada uno de los hornos, se asume que las horas de operación de los equipos son equivalentes a las horas de trabajo de los operarios más regulares en el Beneficio, por lo que se construyó una hoja de cálculo en excel en donde se llevaron los siguientes pasos:</p>			
<p>a. Se solicitó a la Unidad de Recursos Humanos un extracto en formato de Excel, de todas las horas de entrada y salida de los dos operarios que presentaron más regularidad de enero a diciembre del 2018.</p>			
<p>b. Seguidamente se extrae del sistema SISBENE información referente a la fecha de ingreso y volumen del café ingresado como semilla.</p>			
<p>c. Se elabora una de Excel en donde se tienen las siguientes columnas: fecha de ingreso del café, fecha en la que laboró el operario, y las horas laboradas.</p>			
<p>d. Se procede a identificar las fechas de coincidencia entre el ingreso de fruta para muestras de rendimiento, y las horas que laboró ese día el colaborador. Técnicamente se asumen como iguales a la jornada de trabajo de cada uno de los operarios de planta con el tiempo de operación del equipo (horno), en vista de que cada uno de ellos realizó labores durante todas esas horas y las operaciones de secado de café se debieron de mantener siempre que haya habido ingreso de fruta de café.</p>			
<p>3. Cálculo de kg de leña utilizados: se abordaron dos escenarios el 2017, y el 2018, para poder realizar una relación entre el rendimiento de los equipos en kg de leña por hora, y la cantidad de horas de beneficiado para uno de los años (2018), igualmente sólo para el año 2018. Para el 2017, se sumó el factor de consumo de leña por hora de ambos hornos, ya que con esos dos equipos se trabajaron todas las muestras. Y para el horno de rendimiento del 2018, se utilizó el factor ya brindado por el ICAFE</p>			

4. Cálculo de emisiones de GEI: Con el dato de kg de leña según escenario, se realizó el cálculo de las emisiones de GEI en cada escenario, y se contabilizaron las emisiones evitadas para instalar el horno nuevo

Cálculos realizados con los datos obtenidos:

Fanegas procesadas como muestras de rendimiento: 120,55

Horas de proceso del horno en el 2018: 1206,93

	Escenario horno 2018	Escenario horno 2017
Factor en Kg de leña consumida / hora de operación	47,8	76,3 (suma de ambos hornos)
kg de leña	57 691,413 (47,8 kg/h *1 206,93h)	92 089,013 (76,3 kg/h *1 206,93h)
t CO ₂ e	107, 584	171,73

Dado lo anterior se demuestra que se evitaron la emisión de aproximadamente 64,14 t CO₂e, considerando también las emisiones por dióxido de carbono.

SUPUESTOS

1. Para el 2017 la suma de los factores kg de leña por hora de los hornos sustituidos trabajaron en condiciones homogéneas
2. Los hornos trabajaron en condiciones óptimas y en su capacidad normal para lograr las reducciones.

COCIENTES DE PRODUCTIVIDAD/EFICIENCIA

Para demostrar el seguimiento anual se tendrá el indicador:

- tCO₂e / kilogramos de café verde procesados
- Kg leña/ ff fruta procesada

CRONOGRAMA DE TRABAJO

Periodo de realización

Enero a octubre del 2018

ACTIVIDADES PARA MANTENER LAS REDUCCIONES EN EL TIEMPO

Incluir método de control

- Implementar en operación de secado un sistema de registro de consumo para leña por cada horno.
 - Se registra datos de masa (Kg), fecha y responsable de operación.
 - Se mantiene un registro para cada horno debidamente identificado.
 De ser posible se adquiere una balanza para medición de masa de leña.

RESPONSABLE DE DEMOSTRAR EL SEGUIMIENTO Y PROGRESO DEL PROYECTO

Unidad de Industrialización del ICAFE

Anexo 3. Proyecto 3 de reducción de GEI 2019

PROYECTO 3 :	Equipo de plasma		
Objetivo	Sustituir el equipo de absorción atómica por un equipo de plasma		
Meta:	Mejorar la tecnología del laboratorio con un equipo más productivo y amigable con el medio ambiente.		
Periodo de tiempo:	2019		
Fuente a impactar	Emisiones por uso de acetileno		
RECURSOS PREVISTOS PARA ALCANZAR Y MANTENER LAS REDUCCIONES DE GEI			
<i>Recursos tecnológicos</i>	<i>Recursos Humanos propios y especializados</i>	<i>Recursos Financieros</i>	<i>Alcance en t CO₂e</i>
Equipo de plasma	Personal capacitado del laboratorio	¢ 100 000 000,00	0,412
DESCRIPCION TÉCNICA DEL PROYECTO			
El equipo de absorción atómica sirve para determinar las concentraciones específicas en una mezcla, y la identificación de elementos particulares. Dicho equipo regularmente funciona con acetileno, sin embargo la idea es sustituir este equipo por uno de plasma que trabaja con argón.			
METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAR REDUCCIONES			
<ul style="list-style-type: none"> Se cuantifican las emisiones productor del uso de acetilenos para el 2018, para esto básicamente se relaciona el consumo de acetileno con un factor de emisión del mismo. Dado lo anterior se tiene que las emisiones del 2018 alcanzaron las 0,412 t CO₂e, las cuales serán evitadas en el año 2019. El detalle de este cálculo se puede observar en la sección de metodología del presente trabajo. 			
SUPUESTOS			
1. El equipo de plasma funciona correctamente y no es necesario cambiar el mismo.			
COCIENTES DE PRODUCTIVIDAD/EFICIENCIA			
Órdenes de compra de acetileno para la unidad de laboratorio Número de pruebas de laboratorio que se realizan con acetileno			
CRONOGRAMA DE TRABAJO			
<ul style="list-style-type: none"> Período 2017/2018 Presupuestar y comprar el equipo de plasma. Período 2018/2019 Instalar el equipo y ponerlo en funcionamiento 			
ACTIVIDADES PARA MANTENER LAS REDUCCIONES EN EL TIEMPO			
Darle un buen uso al equipo de plasma y optimizar las metodologías de tal manera que demuestre que es un equipo más eficiente y a la vez libre de emisiones de GEI para las necesidades del ICAFE.			
RESPONSABLE DE DEMOSTRAR EL SEGUIMIENTO Y PROGRESO DEL PROYECTO			
Roberto González Rojas, jefe de la Unidad de Laboratorio			

Anexo 4. Proyecto 4 de reducción de GEI futuro

PROYECTO 4:	Sustitución de vehículos sencillos																																										
Objetivo	Disminuir las emisiones de dióxido de carbono por la sustitución de tres vehículos																																										
Meta:	Reducir en al menos en 6t de CO ₂ e las emisiones de GEI por combustión móvil																																										
Periodo de tiempo:	2019,2020,2021																																										
Fuente a impactar	Emisiones de combustión móvil																																										
RECURSOS PREVISTOS PARA ALCANZAR Y MANTENER LAS REDUCCIONES DE GEI																																											
<i>Recursos tecnológicos</i>	<i>Recursos Humanos propios y especializados</i>	<i>Recursos Financieros</i>	<i>Alcance en t CO₂e</i>																																								
Vehículos a adquirir,	Asesoría técnica del uso y mantenimiento adecuado de los vehículos	Cada vehículo tiene un costo de \$38 900	6																																								
DESCRIPCION TÉCNICA DEL PROYECTO																																											
El ICAFE mantiene dentro de su flotilla vehicular, tres automóviles tipo sedán los cuales son utilizados para diversos propósitos dentro de la organización, más que todo realizar diversas gestiones en donde no se requiere el ingreso a sitios de difícil acceso. Actualmente la flotilla de la institución está compuesta por 25 vehículos.																																											
METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAR REDUCCIONES																																											
Para la determinación de la reducción de emisiones se plantearon dos escenarios de emisiones, uno con las emisiones actuales de los vehículos, y uno segundo con las emisiones a generarse por tres vehículos eléctricos recorriendo la misma cantidad de los vehículos actuales. Se siguieron los siguientes pasos:																																											
Escenario 1:																																											
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ubicaron dentro del inventario los vehículos tipo Sedan, utilizados por la organización, los cuales resultaron ser los representados por las placas: 464956, CCR006, CCR009. 2. Con la base de datos brindada por el taller de mantenimiento del ICAFE se determinó la cantidad de kilómetros recorridos por cada vehículo, siendo el dato de 37 479 km en el 2018 3. Con los datos de cantidad de litros de combustible consumidos por cada uno de los vehículos se determinó el consumo anual. Siendo el dato final de 2 958, 876 litros de gasolina 4. Con la cantidad de litros y utilizando los factores de emisión del 2018 del Instituto Meteorológico Nacional se calculó la cantidad de emisiones obteniéndose los siguientes resultados: 																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Placa</th> <th>Modelo</th> <th>Total de km</th> <th>Gasolina (l)</th> <th>Emisión (t CO₂)</th> <th>Emisión (t N₂O)</th> <th>Emisión (t CH₄)</th> <th>t CO₂e</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>464956</td> <td>Toyota corolla,2002</td> <td>7705</td> <td>682,525</td> <td>1,522</td> <td>0,0001</td> <td>0,0006</td> <td>1,595</td> </tr> <tr> <td>CCR006</td> <td>Toyota Yaris 2013</td> <td>9244</td> <td>832,513</td> <td>1,857</td> <td>0,0002</td> <td>0,0007</td> <td>1,946</td> </tr> <tr> <td>CCR009</td> <td>Toyota Yaris 2013</td> <td>20530</td> <td>1443,838</td> <td>3,221</td> <td>0,0004</td> <td>0,001</td> <td>3,37</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td>37479</td> <td>2958,876</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6,917</td> </tr> </tbody> </table>				Placa	Modelo	Total de km	Gasolina (l)	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	t CO ₂ e	464956	Toyota corolla,2002	7705	682,525	1,522	0,0001	0,0006	1,595	CCR006	Toyota Yaris 2013	9244	832,513	1,857	0,0002	0,0007	1,946	CCR009	Toyota Yaris 2013	20530	1443,838	3,221	0,0004	0,001	3,37	Total		37479	2958,876				6,917
Placa	Modelo	Total de km	Gasolina (l)	Emisión (t CO ₂)	Emisión (t N ₂ O)	Emisión (t CH ₄)	t CO ₂ e																																				
464956	Toyota corolla,2002	7705	682,525	1,522	0,0001	0,0006	1,595																																				
CCR006	Toyota Yaris 2013	9244	832,513	1,857	0,0002	0,0007	1,946																																				
CCR009	Toyota Yaris 2013	20530	1443,838	3,221	0,0004	0,001	3,37																																				
Total		37479	2958,876				6,917																																				
Escenario 2:																																											
Se buscaron las características técnicas del vehículo eléctrico Hyundai Ioniq 2020 (https://www.hyundaicr.com/ioniquelectrico-comparar-2020.php), el cual es 100% eléctrico por lo que no requiere ningún tipo de combustible y/o aceite, en las mismas se encontró el dato de eficiencia del vehículo en kWh/km, por lo que con los datos de km de los vehículos del ICAFE; se proyectó la cantidad de emisiones a liberarse por el consumo de energía, teniendo los siguientes datos:																																											

Vehículo	Modelo	Kilómetros	Eficiencia (kWh/100km)	kWh totales	t CO ₂ e
1	Hyundai Ioniq	7705	11,7	901,485	0,036
2	Electrico 2020	9244	11,7	1081,548	0,043
2		20530	11,7	2402,01	0,095
Total		37479			0,173

Dado lo anterior, se pueden observar las diferencias en emisiones, lográndose disminuir aproximadamente 6,744 t CO₂e

SUPUESTOS

Los vehículos recorren un kilometraje similar cada año.
 Los costos de mantenimiento del vehículo eléctrico no suponen grandes diferencias respecto a uno que utilice gasolina.

COCIENTES DE PRODUCTIVIDAD/EFICIENCIA

Cantidad de tCO₂e/vehículo

CRONOGRAMA DE TRABAJO

- Período 2020
Cotizar y presupuestar los vehículos

- Período 2021,2022,2023

Adquirir un vehículo por año, observando siempre el mercado para determinar si hay mejores opciones en el mercado.

ACTIVIDADES PARA MANTENER LAS REDUCCIONES EN EL TIEMPO

1. Dar el mantenimiento necesario a las unidades para mantener el nivel de eficiencia lo más óptimo posible.
2. Realizar cálculos semestrales del comportamiento de las unidades en cuanto a emisiones para ir midiendo el éxito del proyecto.

RESPONSABLE DE DEMOSTRAR EL SEGUIMIENTO Y PROGRESO DEL PROYECTO

Servicios administrativos

PROCEDIMIENTO GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE GEI

Propósito

- Asegurar el cumplimiento con los principios de la Norma INTE-ISO 14064, e INTE B5: 2006.
- Asegurar la coherencia con el uso futuro del inventario de GEI.
- Proporcionar revisiones rutinarias y coherentes para asegurar la exactitud y cobertura total del inventario de GEI.
- Identificar y dar tratamiento a los errores y las omisiones.
- Documentar y archivar los registros pertinentes del inventario de GEI, incluyendo las actividades de gestión de la información.

Alcance

Establece los mecanismos de gestión de la información, incluidas la gestión de tipo organizacional, administrativo y técnico, realizadas para el levantamiento de datos, la preparación del inventario y la implementación de los pasos necesarios para gestionar la calidad del inventario. Abarca el proceso sistemático para prevenir y corregir errores, y para identificar áreas en las que la inversión de recursos puede resultar más efectiva, en términos de una mejora global en la calidad del inventario sobre GEI y para demostrar la C Neutralidad.

Responsables:

Comité de Carbono Neutro

Definiciones:

Las definiciones utilizadas en el presente procedimiento son las mismas utilizadas en la normativa INTE B5:2016. Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos.

Procedimiento:

1. Aseguramiento del cumplimiento de los principios de las normativas INTE-ISO 14064-1 e INTE-B5: 2016

Anualmente la alta dirección y el equipo responsable del desarrollo del inventario de GEI, revisa el cumplimiento de los diversos principios, en la sección d, del Sistema de Información para la Carbono Neutralidad.

2. Aseguramiento de la coherencia con el uso futuro del inventario de GEI

El ICAFE asegura que el proceso de realización del inventario será similar para todos los años, de forma que los resultados puedan ser comparables. Para ello, ha quedado establecido el año base, y existe un Procedimiento para el recálculo del año base (Anexo 7), y una Hoja de cálculo de emisiones de GEI (Anexo 10).

3. Revisiones rutinarias y coherentes para asegurar la exactitud y cobertura total del inventario de GEI.

El ICAFE anualmente revisa la identificación de las fuentes de emisión, por medio de verificaciones internas y externas, así como la aplicación de acciones correctivas (Anexo 8 Procedimiento para verificación interna). Las cuáles deben ser coherentes con los límites organizacionales y operativos definidos.

En caso de que se presente una nueva fuente de emisión de GEI el encargado del inventario es el responsable de:

- a. Informar al comité de carbono neutro (descrito en el Sistema de Información de Carbono Neutralidad).
- b. Determinar la metodología de cálculo.
- c. Documentar dentro del Sistema de Información de Carbono Neutralidad y documentos adjuntos todos los detalles de la nueva fuente ingresada.
- d. Incluir en el inventario de GEI las emisiones correspondientes.

Adicionalmente para determinar las posibles exclusiones de fuentes y sumideros de GEI, se definen tres posibilidades:

- Exclusión de la cuantificación los sumideros o fuentes de GEI directas o indirectas que individualmente o en sumatoria no superen el 3% del inventario total. Sin embargo antes de excluirlas el equipo encargado del inventario debe cuantificar las mismas, y tomar la decisión de si se eliminan de la cuantificación o no.
- Exclusión de la cuantificación de fuentes o sumideros, de las cuáles no es técnicamente viable ni rentable realizar la cuantificación. Para este caso, se realizan consultas a expertos técnicos dentro o fuera de la organización y de ser necesario se recolectan cotizaciones que permitan justificar la no posibilidad de realizar la cuantificación de cierta fuente o sumidero por su alto valor económico, u otra razón.
- Exclusión de emisiones identificadas como "Otras indirectas" o Alcance 3: Se excluyen estas emisiones, sin embargo anualmente se revisan estas fuentes para considerar la inclusión o no de alguna de éstas.

4. Identificación, tratamiento de errores u omisiones, nivel de aseguramiento y materialidad

Para la identificación, y tratamiento de errores y omisiones se realizan verificación internas y externas, tal y como lo define el “Procedimiento de verificación interna”.

Adicionalmente, el nivel de aseguramiento debe ser razonable, y el mismo debe ser coincidente con lo definido en el PPCN 2.0, por lo que anualmente el comité de carbono neutro deberá definir en cual tipo de organización (A, B, C o D) se clasifica, lo cual obedece a las siguientes variables: cantidad de emisiones (tCO₂e), cantidad de instalaciones, cantidad de datos, y complejidad de las fuentes de GEI. Por lo que el porcentaje de aseguramiento dependerá de la clasificación obtenida.

Respecto a la importancia relativa de los errores, se debe proceder con lo definido por el PPCN 2.0, el cual indica textualmente *“El concepto de materialidad debe ser utilizado para reportar, en términos porcentuales, la diferencia encontrada entre la información declarada en inventario de la organización y la encontrada en la verificación (discrepancia material).El PPCN acepta una materialidad de hasta 5% en alcance 1 y en alcance 2 por separado y en el total del inventario (sumatoria de emisiones, remociones y reducciones) sin incluir alcance 3, si este se ha reportado. En alcance 3 se acepta hasta un 10 %.”*

5. Identificación y revisión de la responsabilidad y autoridad de aquellos responsables del desarrollo del inventario de GEI

La identificación de los responsables del inventario es responsabilidad de la alta dirección, la cual, al menos una vez al año realiza una revisión de la estructura de responsabilidades para determinar la vigencia de las personas encargadas.

La alta dirección del ICAFE es representada por la Dirección Ejecutiva, la cual es responsable de asegurar la disponibilidad de recursos esenciales para el cumplimiento de los requisitos de las normativas INTE B5:2006 e ISO 14064-1.

La disponibilidad de recursos contempla el establecimiento, implementación, mantenimiento, revisión y mejoramiento de los procesos y actividades para que el ICAFE pueda demostrar la C-Neutralidad y la cuantificación de las emisiones y remociones de GEI.

El compromiso incluye los recursos humanos, habilidades especializadas, infraestructura relacionada, además, de los recursos financieros y tecnológicos que sean necesarios.

En caso de que se den cambios o movimientos en la estructura organizacional y/o en los esquemas de toma de decisiones, se debe actualizar la información incluida en el Sistema de Información de Carbono Neutralidad.

6. Identificación, implementación y revisión de la formación apropiada de los miembros del equipo para el desarrollo del inventario

El comité de carbono neutro debe diseñar y elaborar un plan para la formación de los miembros del equipo encargado del desarrollo del inventario. Las actividades de formación se realizan bajo dos modalidades:

- Capacitación externa: la realizan agentes externos al ICAFE, y está dirigida a los miembros del Comité de Carbono Neutro y al responsable del inventario.
- Capacitación interna: La realiza el personal Comité de Carbono Neutro que ha recibido capacitación externa, y que a través de la ejecución de actividades para la formación interna genera un efecto multiplicador a los miembros del equipo que no han participado en otras actividades relacionadas, por ejemplo los encargados de cada unidad del ICAFE de aportar información para el inventario.

Al menos una vez al año, el comité de carbono neutro realiza una revisión de las necesidades de capacitación de todos los involucrados en el proceso de C-Neutralidad, para determinar la vigencia de los temas tratados e identificar nuevas necesidades de formación, adicionalmente dicho comité será el responsable de la planificación de actividades de formación, y asignará a uno de sus miembros como encargado de realizar acciones de inducción y refrescamiento cada vez que sea necesario. Toda actividad de formación debe estar documentada en un registro físico o digital.

7. Identificación y revisión de los límites de la organización

El ICAFE define los límites de la organización por medio del enfoque de control operacional, acorde con lo solicitado por el Programa País Carbono Neutralidad 2.0 (PPCN).

Se elabora el siguiente cuadro el cual incluye una lista de las propiedades incluidas dentro del límite organizacional, y se inserta en el Sistema de Información de Carbono Neutralidad.

Cuadro 1. Lista de propiedades incluidas en el límite organizacional del ICAFE

Propiedad	Ubicación	Área (ha)	Uso	Documento legal que la respalda
-----------	-----------	-----------	-----	---------------------------------

Al menos una vez al año la alta dirección en conjunto con el equipo técnico encargado del desarrollo del inventario revisa el alcance y viabilidad del límite organizacional para determinar cambios, ajustes, o ratificar el existente.

Si a través de la revisión anual se concluye que se deben incluir otras instalaciones, se debe actualizar el cuadro 1.

.

8. Identificación y revisión de las fuentes y los sumideros de GEI

Dentro de los límites operativos, el ICAFE, para identificar y revisar las fuentes y los sumideros de GEI, se fundamenta en las siguientes acciones:

- La identificación de las emisiones y remociones de GEI asociadas a sus operaciones.
- La clasificación de las emisiones y remociones de GEI en emisiones directas (Alcance 1), emisiones indirectas por energía (Alcance 2) La selección de las otras emisiones indirectas que se han de cuantificar.
- Las emisiones de CO₂ provenientes de la combustión de biomasa.
- En caso de que aplique, se incluirá la justificación de cualquier cambio en sus límites operativos
- Las otras emisiones indirectas (Alcance 3) se informan y describen pero no se cuantifican.

Al menos una vez al año la alta dirección en conjunto con el Comité de Carbono Neutro revisa el alcance y viabilidad de las fuentes y sumideros de GEI para determinar cambios, ajustes, o ratificar los existentes.

Si a través de la revisión anual se concluye que se deben incluir otras fuentes y sumideros, se deben seguir los aspectos establecidos en el punto 3, de este procedimiento.

9. Revisión de la aplicación de las metodologías de cuantificación para asegurarse de la coherencia

El ICAFE utiliza metodologías reconocidas internacionalmente tales como las establecidas en la Norma ISO-14064-1, INTE 12-01-06:2011 y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero-Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte, publicado por World Business Council for Sustainable Development y el World Resources Institute (WRI).

Con estas metodologías, se busca asegurar la minimización de la incertidumbre, además pretende generar resultados exactos, coherentes y reproducibles.

La metodología para el cálculo de las emisiones de GEI se fundamenta en cálculos basados en la multiplicación de los datos de la actividad por los factores de emisión o remoción de GEI, por el Potencial de Calentamiento Global (PCG). Dado esto el primer paso para cuantificar la cantidad de emisiones, es definir los datos de la actividad, para esto la organización deber revisar y actualizar anualmente, el cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de los datos de la actividad para el inventario de GEI

Fuente de emisión	Actividad que genera la emisión	Unidad de medida	Fuente de datos	Frecuencia de medición del dato	Responsable de recolectar el dato
--------------------------	--	-------------------------	------------------------	--	--

Respecto a los factores de emisión Los factores de emisión utilizados provienen de literatura reconocida nacional e internacionalmente, y corresponden a los determinados por el PPCN 2.0, según lo siguiente:

- a) Factores de emisión/remoción del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) en su versión vigente
- b) Factores de emisión/remoción del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)
- c) Factores de emisión/remoción de bibliografía confiable y con respaldo científico.

Por otro lado en caso de que se desee utilizar un factor de emisión propio, el ICAFE realizará la consulta a la Dirección de Cambio Climático del MINAE, antes de utilizar el mismo. Se presenta en el cuadro 3, los factores de emisión actualizados del 2018, sin embargo estos deberán ser revisados anualmente, y actualizados con cualquier otro que corresponda o pueda ser utilizado, siempre con el fin de mantener la vigencia del mismo y mejorar la calidad del inventario.

Cuadro 3. Factores de emisión utilizados en el inventario de GEI del ICAFE

Fuente	Factor de emisión	Unidad
Emisiones por combustión móvil y estacionaria (Gasolina)	2,231	Kg CO ₂ /l
	0,000283	kg N ₂ O/l
	0,000907	kg CH ₄ /l
Emisiones por Combustión Móvil(Diésel)	2,613	Kg CO ₂ /l
	0,000154	kg N ₂ O/l
	0,000149	kg CH ₄ /l
Emisiones por Combustión Estacionaria(Diésel)	0,00002442	kg N ₂ O/l
	0,00002442	kg CH ₄ /l
Emisiones por Combustión Estacionaria(Gasolina)	0,00002211	kg N ₂ O/l
	0,000346	kg CH ₄ /l
Emisiones por combustión estacionaria (Gas LPG)	1,611	Kg CO ₂ /l
	0,000002745	kg N ₂ O/l
	0,000139	kg CH ₄ /l
Emisiones por tratamiento biológico de desechos sólidos (compost)	0,004	kg CH ₄ /kg desechos sólidos
	0,0003	kg N ₂ O/kg desechos
Emisiones fugitivas (Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas)	4,38	kg CH ₄ /persona/año
	0,365	kg CH ₄ /persona/mes
	0,2	kg CH ₄ /Kg DQO
Emisiones fugitivas (Tratamiento de aguas residuales industriales)	0,05	kg CH ₄ /Kg DQO
	0,2	kg CH ₄ /Kg DQO
	112000	Kg CO ₂ /TJ
Emisiones por combustión estacionaria (leña)	4	kg N ₂ O/TJ
	300	Kg CH ₄ / TJ
	0,015714286	Kg N ₂ O/Kg N
Emisiones por suelos gestionados (Fertilización)		
Emisiones por suelos gestionados (Cal dolomita)	476,6666	kg CO ₂ e cal dolomita
Urea	733,3333	KgCO ₂ /ton urea
Piedra caliza (carbonato de calcio)	440	kg CO ₂ e piedra caliza
Lubricantes (oxidación)-vehículos	0,5101	KgCO ₂ /l de lubricante
Acetileno	3,384615385	kg CO ₂ /kg C ₂ H ₂
Emisiones por uso de electricidad 2018	0,03950	Kg CO ₂ /kWh

Fuente. Tomado de IMN (2018, p. 1-10), e IPCC (2016, p 2.22, 11.11, 11.13)

Sobre los potenciales de calentamiento global, la organización utiliza los definidos por el PPCN 2.0, los cuales corresponde al Segundo Informe de Evaluación del IPCC, y que se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Potenciales de calentamiento global en kilogramos utilizados en el cálculo de inventario del ICAFE.

Emisión	kg CO₂e
Dióxido de carbono	1
Metano	21
Óxido nitroso	310
HCFC-22	1500

Fuente. Tomado de IMN (2018, p. 11), y Forster et al (2013, p. 212).

Una vez realizado el inventario la organización debe incluir en el Sistema de Información para la Carbono Neutralidad, los siguientes cuadros, los cuales presentan la información tal y como las normativas lo requieren.

Cuadro 5. Emisiones directas de GEI para cada GEI en el ICAFE

Tipo de emisión	Emisión (t CO₂)	Emisión (t N₂O)	Emisión (t CH₄)	Emisión (t HCFC-22)	t CO₂e
Combustión móvil					
Combustión estacionaria					
Fugitivas					
Emisiones por uso de lubricantes					
Emisiones por uso de fertilizantes y enmiendas					
Emisiones por uso de acetileno					
Emisiones por manejo de desechos sólidos (broza)					
Emisiones por uso de electricidad					
Total					

En caso de que se identifique una nueva categoría de emisión de GEI, esta deberá incluirse en este cuadro. Y en caso de reportarse emisiones por otros refrigerantes diferentes al HCFC-22, deberá incluirse en una de las columnas del cuadro anterior.

Cuadro 6. Emisiones indirectas de GEI por energía para cada instalación

Número de medidor	Fuente	Datos de la actividad (kWh)	t CO ₂ e
941199			
819601			
914165			
389625			
850197			
800540			
Total			

Cuadro 7. Emisiones directas de CO₂ e a partir de la combustión de biomasa.

Tipo de biomasa	Emisiones totales en t CO ₂ e de biomasa	Emisiones totales de t CO ₂ e	Emisiones totales de CH ₄ y N ₂ O en t CO ₂ e

10. Año Base

En caso de existan intenciones de cambiar el año base, el mismo se debe realizar según el documento “Procedimiento de Recálculo del Año Base”.

11. Reducciones

Las reducciones se gestionaran tal y como establece en el Plan de Gestión de Reducción de GEI (Anexo 9)

12. Uso, mantenimiento y calibración del equipo de medición

Anualmente el comité de carbono neutro, realizara una revisión de las diferentes fuentes de emisión para determinar en cuales aplica calibración. Se deberían incluir al menos, los equipos de medición que dan seguimiento a variables claves en el cálculo de los GEI, poniendo especial énfasis en los que son propiedad de terceros.

Toda calibración debe estar documentada, registrada y actualizada.

13. Desarrollo y mantenimiento de un sistema robusto de recopilación de datos

El sistema de recopilación de información debe considerar la elaboración, revisión y actualización del documento Hoja de cálculo de emisiones de GEI (Anexo 10), y del Sistema de Información de Carbono Neutralidad.

14. Revisiones regulares de la exactitud y tratamiento de la incertidumbre.

El responsable del inventario, es el encargado de dos veces al año realizar controles en cada una de las unidades, de la información que se le brinda para realizar la cuantificación de las emisiones de GEI. Adicionalmente se lleva a cabo una verificación interna anual.

Respecto a la incertidumbre, si bien a nivel país aún no se debe reportar, es importante considerar lo siguiente:

- La incertidumbre estimada de las emisiones se reporta a través de una combinación de las incertidumbres en los factores de emisión, incertidumbre de los equipos (por ejemplo medidores de la electricidad) y las correspondientes a los datos de la actividad.
- Se debe elaborar una tabla de factores de emisión donde se presenten las incertidumbres asociadas a cada uno de los factores de emisión, en caso de que la fuente bibliográfica referencie las mismas.
- La incertidumbre de los datos de actividad utilizados para la realización del Inventario de GEI del ICAFE, se minimizan por medio de actividades llevadas a cabo anualmente, como: chequeos de veracidad (revisión independiente de los cálculos, hipótesis y/o documentación), verificaciones internas, repetición de cálculos (revisión en el ingreso de fórmulas y ecuaciones).

15. Verificaciones internas y revisiones técnicas periódicas

Se debe establecer la metodología para llevar a cabo las verificaciones internas que permitan cumplir con las revisiones regulares de la exactitud y revisiones técnicas periódicas de la gestión de la información, para tal efecto el ICAFE aplica lo documentado en el Procedimiento de verificación (Anexo 8). Esto permite asegurar a los usuarios previstos que la cuantificación de emisiones y reducciones son completas, exactas, coherentes, transparentes, y sin discrepancias sustanciales.

16. Revisión periódica de las oportunidades para mejorar los procesos de gestión de la información

Este procedimiento se somete al menos a una revisión anual por parte del Comité de Carbono Neutro del ICAFE, el cual identifica los cambios, ajustes y recomendaciones derivadas de la revisión y procede a realizar las modificaciones necesarias. Cada versión nueva derivada del proceso de revisión debe estar debidamente identificada con el número correspondiente.

17. Compensación

El ICAFE anualmente estudiará la posibilidad de compensación de GEI que hay en el mercado, considerando todos los lineamientos de la norma INTE B5: 2006, y de la Dirección de Cambio Climático.

18. Informe de GEI

Una vez concluido el proceso de cuantificación de emisiones, reducciones y compensación, la organización elabora un informe que debe contener, los siguientes apartados:

- Descripción de la organización, objetivo y alcance de la carbono neutralidad, incluyendo límites físicos, organizacionales y operativos, justificación, el inventario, descripción de los procesos, lugares y usuario previsto.
- Exclusiones, explicando las razones.
- Periodo que cubre el informe.
- Las emisiones directas de GEI, indirectas y otras indirectas de GEI, cuantificadas por separado, para cada GEI, en tCO₂e.
- Descripción de cómo se consideran en el inventario de GEI las emisiones de CO₂ a partir de la combustión de biomasa.
- Si se cuantifican las remociones de GEI, hacerlo en t CO₂e.
- Año base seleccionado y el inventario de GEI para el año base.
- Explicación de cualquier cambio en el año base o de otros datos históricos sobre los GEI, y cualquier otro nuevo cálculo del año base u otro inventario histórico de GEI.
- Descripción de metodologías de cuantificación, que incluya las razones para la selección.
- Explicación de cualquier cambio en las metodologías de cuantificación utilizadas previamente.
- Referencia o documentación de los factores de emisión o remoción de GEI utilizados si corresponde.
- Descripción del impacto de las incertidumbres en la exactitud de los datos de emisiones y remociones de GEI.
- Descripción de las reducciones de GEI obtenidas en el alcance de la carbono neutralidad.
- Resultados y conclusiones para demostrar la carbono neutralidad.

Procedimiento para el recálculo del año base

Propósito: Determinar los lineamientos a seguir en caso de que se requiera hacer un recálculo del año base.

Alcance: Modificación de la cuantificación de GEI del año base.

Responsables: Comité de Carbono Neutro

Procedimiento

1. Revisión anual de las condiciones para el recálculo:

El ICAFE define que las siguientes razones son suficientes para realizar un recálculo en el año base del inventario de GEI:

- Cambios significativos en las metodologías de cuantificación y/o en los factores de emisión: Se deberá recalcularse el año base, cuando por ejemplo, un factor de emisión cambie considerablemente implicando un aumento o disminución de un 5% en las emisiones cuantificadas. También se podrá recalcularse el año base, cuando se tengan nuevas metodologías que permitan disminuir la incertidumbre. Esto no aplica para los factores de emisión de electricidad, el cual debe cambiarse anualmente según lo defina el IMN
- Cambios estructurales que impliquen la transferencia de la propiedad o control de operaciones de las fuentes de gases de efecto invernadero: En el caso de que el ICAFE ya no mantenga el control operacional sobre alguna de las instalaciones que se reportan en el inventario, o se den otros cambios estructurales se procederá a recalcularse el inventario del año base.
- Cambios de los límites organizacionales y operativos del ICAFE: En caso de que el ICAFE decida incorporar nuevas propiedades y/o adquiera, equipos y/o instale procesos que permitan aumentar o disminuir la cantidad de GEI reportados.
- Descubrimiento de errores significativos (mayores a un 5%) o la acumulación de un número importante de errores menores que, de manera agregada, tengan consecuencias relevantes sobre el total de emisiones de GEI cuantificadas.

2. Decisión del proceso de recálculo

Antes de realizar el recálculo del año base, se deberá consultar a la alta dirección y a expertos técnicos, para de esta forma asegurar que el cambio se está realizando adecuadamente.

La Alta Dirección deberá brindar una nota por escrito al Comité de Carbono Neutro en donde se autoriza el recálculo del año base.

3. Forma de realizar el recálculo

El ICAFE utilizará el Anexo 10. Hoja de cálculo de emisiones de GEI en donde se colocarán las nuevas fórmulas de cuantificación, para realizar el recálculo del año base. El ICAFE siempre guardará las versiones anteriores de los documentos modificados.

4. Reporte

Se reportará dentro del informe de inventario de GEI, que se ha realizado un recálculo del año base.

Procedimiento de Verificación Interna

1. Propósito

Establecer la metodología para llevar a cabo las verificaciones internas que permitan cumplir con las revisiones regulares de la exactitud y revisiones técnicas periódicas de la gestión de la mediante la verificación interna y externa. Con el fin de asegurar a los usuarios previstos que las declaraciones sobre los GEI y la demostración de la C-Neutralidad son: completas, exactas, coherentes, y transparentes.

2. Alcance

Verificadores internos o personal externo competente para realizar verificaciones para el ICAFE.

3. Responsables: Comité de Carbono Neutro

Nota: El siguiente procedimiento es una adaptación del procedimiento presentado por la Dirección de Cambio Climático, presentado en el Manual del Sistema de Gestión de Emisiones, 2018. Se puede acceder en el link: https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/07/Anexo-2-Procedimiento-de-Auditor%C3%ADa_Verificaci%C3%B3n-Interna.docx

4. Definiciones

Alcance: Extensión y límites de una verificación (ubicación, unidades de la organización, las actividades y procesos, periodo de tiempo cubierto).

Acción correctiva: Actividad desarrollada para mitigar o resolver el efecto que provoca un hallazgo de no conformidad durante una verificación o una discrepancia durante una verificación.

Acción preventiva: Actividad desarrollada con el fin de evitar que se genere un hallazgo de no conformidad o discrepancia.

Conclusión de la verificación: Juicio u opinión profesional, expresado por el verificador, sobre el tema objeto de la verificación, que se basa en el razonamiento que se ha aplicado.

Criterios de verificación: Políticas, prácticas, procedimientos o requisitos con los que el verificador compara la evidencia reunida durante la verificación sobre el tema objeto de la misma.

Declaración de verificación: Declaración formal por escrito, dirigida al usuario previsto, que garantiza lo manifestado en la declaración sobre los GEI de la parte responsable

Discrepancia sustancial: Errores, omisiones y tergiversaciones de forma individual o acumulada que están en la declaración sobre los GEI y que podrían afectar a las decisiones de los usuarios previstos. Las discrepancias proveen la base para el informe de verificación.

Declaración sobre gases de efecto invernadero: Declaración o aseveración basada en hechos y objetiva realizada por la parte responsable

Equipo verificador: Grupo de verificadores designados para realizar una verificación o verificación determinada.

Evidencia de verificación: Información verificable, registros o declaraciones de hechos. Las mismas pueden ser cualitativa o cuantitativa, es usada por el verificador para determinar si se cumplen los criterios de verificación.

Comité de Carbono Neutro: Grupo de tres personas de la institución, designados por la alta dirección para establecer, implementar, mantener, revisar y mejorar la gestión de los requisitos para demostrar la C-Neutralidad, y otras normativas asociadas .

Hallazgos de verificación: Los hallazgos de la verificación y las discrepancias de la verificación o un resumen de éstos deben ser comunicados al verificado el usuario previsto o el cliente, según el acuerdo inicial, mediante un informe escrito preparado bajo la dirección del verificador

Informe de verificación o verificación: Resultados de la evaluación de la evidencia reunida durante la verificación comparada con los criterios de verificación acordados. Los hallazgos proveen la base para el informe de verificación o verificación.

Importancia relativa de los errores: Concepto según el cual los errores, las omisiones y las tergiversaciones de forma individual o acumulada podrían afectar a la declaración sobre GEI y podrían influir en las decisiones del usuario previsto usados para minimizar el riesgo de que el verificador no detecte una discrepancia sustancial (riesgo de detección).

Listas de verificación Documentos para uso de los verificadores que permiten un orden y enfoque adecuado para la recopilación y verificación de información durante la verificación o verificación, permite planificar el tiempo, estructurar una entrevista, entre otras ventajas.

No Conformidad: Desviación o incumplimiento de la totalidad o parte de las actividades descritas en los procedimientos, así como las políticas, manuales, objetivos y metas para demostrar la C-Neutralidad incluyendo inventario de GEI

Nivel de aseguramiento: Grado de aseguramiento requerido por el usuario previsto en una verificación.

Parte responsable: Persona o personas responsables de proporcionar la declaración sobre los GEI y la información de soporte sobre los GEI

Plan de verificación: Es la programación de las actividades dentro de la verificación el cual detalla las actividades, fechas y horas de trabajo

Verificación: Proceso sistemático, independiente y documentado para la evaluación de una declaración sobre GEI frente a los criterios de verificación acordados. Nota: En algunos casos, tales como las verificaciones por primera parte, la independencia se puede demostrar al no tener responsabilidad en el desarrollo de los datos e información sobre los GEI

Verificador: Persona con la competencia (atributos personales y aptitud demostrada para aplicar conocimientos y habilidades) para llevar a cabo una verificación interna. En el caso del verificador interno, este debe tener como requisito el haber completado un curso de las normativas INTE: B5, INTE-ISO-14064:1, e INTE-ISO-14064:3.

Procedimiento

1. Responsabilidades

- El Comité de Carbono Neutro es el responsable de seleccionar y gestionar la formación de los potenciales auditores internos considerando lo establecido en la norma ISO 19011 y las normas aplicables a la gestión de emisiones de GEI.

- El Comité de Carbono Neutro es el responsable de la realización periódica (anual) de las auditorías internas del sistema de gestión de las emisiones de GEI; de la elaboración de un programa de auditorías y reuniones de análisis, así como del mantenimiento de todos los registros y documentos por un tiempo mínimo de 5 años.
- El Comité de Carbono Neutro es el grupo de personas a cargo de dar seguimiento a las resoluciones de las no conformidades y de las acciones de mejora continua. El Comité podrá brindar esta responsabilidad al Responsable del Inventario, en su totalidad o parcialmente.
- El verificador líder es responsable de la conducción de la auditoría, definición de los plazos para el cumplimiento de las acciones correctivas y de la verificación de la eficacia de las acciones correctivas. Los evaluadores internos formados o personal externo deben tener la competencia (ver la definición de verificador líder) para realizar las verificaciones internas en nombre de la organización.

2. Programa de verificaciones internas.

El verificador líder debe diseñar un programa de verificación de GEI, el cual debe indicar en su alcance, si la verificación interna a realizar es de carácter ordinario o extraordinario. Para tal efecto, entiéndase lo siguiente:

a) Verificaciones ordinarias: Son las que se programan una vez del año con el fin de asegurar que todos los requisitos de la norma INTE 12.01.06 e INTE-ISO 14064-1 se verifiquen al menos una vez al año.

b) Verificaciones extraordinarias: este tipo de verificación se realiza cuando el ICAFE enfrenta alguna de las siguientes situaciones:

- Adquisiciones y desinversiones.
- Clausuras o cierres.
- Nuevos desarrollos en infraestructura o proceso productivo, o cambios en el nivel de producción.
- Cambios en las metodologías de estimación.
- Cambios en el personal responsable de la implementación de los requisitos de las normativas INTE-ISO-14064-1 e INTE B5:2006

3. Planeamiento, coordinación y preparación de la verificación.

- Para el planeamiento de la verificación, inicialmente, se procede a definir los objetivos, el alcance, el nivel de aseguramiento, y la materialidad con la que se va a trabajar. Considerando que la materialidad se puede explicar cómo el porcentaje de error permitido entre el dato real y el verificado por el equipo. Se sugiere que la misma no sobrepasa el 5% para el alcance 1 y2, ni para la totalidad del inventario, tomando en cuenta lo indicado por el PPCN 2.0
- Se toma como criterios de verificación el PPCN 2.0, así como las normativas INTE-ISO-14064-1 e INTE B5:2006
- El Comité de Carbono Neutro, define al equipo verificador, nombrando a uno de los integrantes como verificador líder, quien debe diseñar el Plan de Verificación interna. (Refiérase a la sección 5 de este procedimiento “Formatos a utilizar”).
- El verificador envía el Plan de verificación, a todas las Unidades y personas del ICAFE que formaran parte de la evaluación. Este plan se conserva como registro para demostrar la C-Neutralidad y la cuantificación de emisiones y remociones de GEI.

3. Realización de la verificación o verificación.

- El verificador líder realiza la reunión de apertura según lo establecido en el Plan de verificación interna, esta reunión tiene los siguientes objetivos:
 - Presentar los miembros del equipo de verificación.
 - Revisar el alcance, los objetivos, el plan de verificación y repasar el cronograma de verificación.
 - Proporcionar un breve resumen de los métodos y procedimientos que se van a utilizar para realizar la verificación.
 - Establecer las vías oficiales de comunicación entre el equipo de verificación.
 - Confirmar que los recursos y los medios requeridos por el equipo de verificación estén disponibles.
 - Confirmar la hora y fecha de la reunión de cierre.
 - Examinar los correspondientes procedimientos de seguridad y de emergencia en el sitio para el equipo de verificación.

- El verificador líder debe asegurar que toda la información requerida esté disponible para uso del equipo verificador
- Una vez finalizadas las actividades de verificación in situ, el equipo evaluador debe reunirse para: revisar los hallazgos o discrepancias detectadas y cualquier otra información recopilada durante la verificación, acordar la conclusión del proceso teniendo en cuenta que la evidencia recabada es sólo una muestra del total de los requisitos analizados, preparar recomendaciones .
- Cuando se tengan todos los insumos se prepara el Informe de Verificación (ver apartado 5 de este procedimiento), en el cual el equipo clasifica lo encontrado como hallazgos o discrepancias, considerando que un hallazgo es algo menor que no tiene impacto en la declaración final de GEI, mientras que una discrepancia representa un error del sistema o de los datos verificados que influye drásticamente (según la materialidad definida por equipo) en la cantidad final de t CO₂e reportadas por la organización.
- Para finalizar el equipo verificador debe realizar una Reunión de Cierre, con el fin de comunicar a los involucrados el resultado del proceso de verificación. Cualquier comentario u observación durante la reunión puede ser incluida dentro del informe, a criterio del verificador líder, quién al finalizar entrega este documento al Comité de Carbono Neutro

Tratamiento de acciones correctivas.

- Para cada una de las discrepancias, el Responsable del Inventario debe llenar en conjunto con el encargado de la unidad, el Plan de Acciones correctivas, incluido en la sección 5 del presente procedimiento
- .El plan de acciones correctivas se somete a conocimiento y aprobación del Comité de Carbono Neutro.
- Una vez aprobado el plan, se envía a cada uno de los responsables de la ejecución de las diferentes acciones correctivas.}
- El encargado de dar por cerradas las discrepancias encontradas es el Responsable del Inventario, quien a su vez debe informar al Comité de Carbono Neutro.

Formato de Plan de verificación

Objetivo		
Alcance		
Fecha de inicio		
Fecha de finalización		
Nombre del Verificador		
Norma de referencia		
FECHA	HORA	ÁREA O PROCESO A VERIFICAR

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	AUTORIZADO POR:
-----------------------	----------------------	------------------------

Formato de Informe de Verificación

Organización verificada	Fecha de verificación
Parte responsable:	Áreas visitadas:
Verificadores	
Hallazgos	
Discrepancias	

Formato Plan de Acciones Correctivas

Apartado de la norma que se incumple	
Criterio	
Descripción del hallazgo (descripción de evidencia)	
Acción correctiva	
Responsable de seguimiento	
Fecha de cumplimiento de la acción correctiva	

PLAN DE GESTIÓN DE REDUCCIONES DE GEI

1. Objetivos de reducción de Gases Efecto Invernadero.

El objetivo general del plan de gestión de reducción, es promover la disminución de los gases efecto invernadero dentro de los límites organizacionales y operativos establecidos por el ICAFE. Mientras que los objetivos específicos dependerán de cada proyecto de reducción específico a generar

2. Generación de proyectos de reducción

Anualmente el Comité de Carbono Neutro, diseña o revisa un plan general de reducciones, proyectado a años posteriores, con el cual se pretende, iniciar el proceso de generación de proyectos de reducción, los cuales deberán ser aprobados por la Dirección Ejecutiva del ICAFE.

Debe recordarse que durante los procesos de verificación externa, se evalúan los proyectos implementados en el año de verificación, así como los que se desarrollarían a futuro.

Se utiliza el siguiente cuadro para el planteamiento inicial de proyectos, el mismo incluye ejemplos

Cuadro a. Planteamiento inicial de planes de reducción.

OBJETIVO ESPECIFICO	META	TIPO DE EMISION	AÑO BASE	PLAZO DE CUMPLIMIENTO	REONSABLE DE SEGUIMIENTO
Presupuesto					

3. Recursos previstos para alcanzar y mantener las reducciones.

La asignación de recursos previstos para alcanzar y mantener las reducciones de las emisiones de GEI se especificaran en el detalle de cada proyecto de GEI, el cual se incluirá en el Cuadro b de este plan de reducciones.

4. Objetivo, Metas, Recursos, Justificación técnica, Supuestos y seguimiento.

Una vez implementado los proyectos de reducción escogidos, se deberá completar el Cuadro b, el cual es una herramienta para documentar cada uno de los proyectos para obtener reducciones de emisiones de GEI. Se debe especificar el nombre de cada proyecto, el objetivo y la meta que

se pretende lograr en un plazo determinado de tiempo. Adicionalmente, se debe incluir los recursos tecnológicos, humanos y financieros necesarios para lograr el objetivo y la meta propuesta. Requiere además, que se documente la justificación técnica y las medidas para reducir las emisiones. Debe también, presentar los cálculos realizados que garantizan la reducción de GEI, así como el o los responsables de dar seguimiento al proyecto, y un cronograma de actividades.

Es claro que el cuadro, se podrá completar hasta la conclusión del proyecto, sin embargo anualmente el Comité de Carbono Neutro, deberá dar seguimiento a las actividades propuestas para el logro del proyecto.

Cuadro b. Reporte de proyectos de reducción de GEI

PROYECTO:			
Objetivo			
Meta:			
Periodo de tiempo:			
Fuente a impactar			
RECURSOS PREVISTOS PARA ALCANZAR Y MANTENER LAS REDUCCIONES DE GEI			
<i>Recursos tecnológicos</i>	<i>Recursos Humanos propios y especializados</i>	<i>Recursos Financieros</i>	<i>Alcance en t CO₂e</i>
DESCRIPCION TÉCNICA DEL PROYECTO			
METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAR REDUCCIONES			
SUPUESTOS			
COCIENTES DE PRODUCTIVIDAD/EFICIENCIA			
CRONOGRAMA DE TRABAJO			
ACTIVIDADES PARA MANTENER LAS REDUCCIONES EN EL TIEMPO			
RESPONSABLE DE DEMOSTRAR EL SEGUIMIENTO Y PROGRESO DEL PROYECTO			

5. Evaluación periódica del desempeño del plan de reducciones

El ICAFE responde este requisito mediante el procedimiento titulado “Procedimiento para verificaciones”, el cual incluye la evaluación periódica del presente plan, también define la sistemática para aplicar medidas correctivas cuando corresponda, para garantizar que los objetivos sean alcanzados.

6. Reducciones de proveedores y partes interesadas

El ICAFE no considera estar en posición de que sus partes interesadas o proveedores suministren productos o servicios que cumplan requisitos especificados de reducción de emisiones GEI. Por otra parte, las emisiones de alcance 3 han sido consideradas opcionales, por lo tanto, las reducciones logradas por el proveedor o la parte interesada estarían afectando dicho alcance que no se contabiliza en el actual reporte.

7. Documentación para la reducción de emisiones de GEI

El ICAFE calcula las reducciones en las emisiones, realizando escenarios de emisiones evitadas con la acción desarrollada, esto ya que regularmente otro tipo de análisis no permiten ver las reducciones reflejadas, por el cambio por razones externas, por ejemplo contratación de más personal, o mayor producción en el beneficio de café.

La metodología, cálculos realizados, así como todos los aspectos definidos en la INTE B5:2006, apartado 6.2, 1, deberán especificar en el Cuadro b, del presente procedimiento.

8. Medios reales para lograr las reducciones de las emisiones de GEI

El compromiso para la asignación de recursos financieros, humanos y tecnológicos para cumplir con lo estipulado en este plan de reducciones se contempla en el punto b, del Sistema de Información de Carbono Neutralidad

9. Cocientes de productividad/eficiencia

El Comité de Carbono Neutro en coordinación con la Unidad o colaborador que implementará el proyecto, define indicadores de productividad y eficiencia, los cuales serán revisados cada seis meses, para determinar el éxito del proyecto, si se determina que la acción no está siendo efectiva, se proponen soluciones de resolución.

Los cocientes de productividad, se documentan en el Cuadro b.

Anexo 9. Sección de la Hoja de cálculo de emisiones de GEI

Inventario de Gases Efecto Invernadero															
Instituto del Café															
Año: Enero a Diciembre del 2018															
Fanegas producidas: 454,04 ff															
Kilos de café verde 21385,284 kg															
															
Alcance (1 o 2)	Tipo de emisiones (combustión móvil, fija, fugitiva)	Sitio (beneficio, finca, oficinas)	Fuente	Datos de la actividad	Unidad de medida	Emisión (t CO ₂)	PCG	Emisión (t N ₂ O)	PCG	Emisión (t CH ₄)	PCG	t CO ₂ (HFC, PFC, R22)	t CO ₂ e	% del total sin biomasa	% del total con biomasa
1	Combustión móvil	Todo el ICAFE	Gasolina	15084,932	litros	33,854	1,000	0,004	310,000	0,014	21,000		35,265	28%	13%
		Todo el ICAFE	Diezel	20366,440	litros	53,218	1,000	0,003	310,000	0,003	21,000		54,254	38%	26%
1	Combustión estacionaria	Finca	Gasolina uso en finca	893,344	litros	1,933	1,000	0,000	310,000	0,000	21,000		2,006	5%	3%
		Beneficio	Gasolina uso en beneficio	111,825	litros	0,249	1,000	0,000	310,000	0,000	21,000		0,251	6%	6%
		Todo el ICAFE	Diezel Planta de Emergencia	119,665	litros	0,313	1,000	0,000	310,000	0,000	21,000		0,314	6%	6%
		Beneficio	Gas LP Uso en Beneficio	2623,926	litros	4,227	1,000	0,000	310,000	0,000	21,000		4,237	3%	2%
		Beneficio	Combustión Biomasa (CO ₂)	69318,365	kg	121,113	1,000		310,000		21,000		121,113	84%	44%
		Beneficio	Combustión Biomasa (N ₂ O y CH ₄)	69318,365	kg		1,000	0,004	310,000	0,324	21,000		8,154	4%	3%
		Unidad de investigación	Gas LP-Generador eléctrico de emergencia	55,000	litros	0,089	1,000	0,000	310,000	0,000	21,000		0,089	6%	6%
1	Lubricantes	Taller	Lubricantes	416,395	litros	0,212	1,000		310,000		21,000		0,212	6%	6%

Anexo 10. Personal de ICAFE entrevistado

Nombre	Cargo
Carlos Fonseca	Gerente técnico
Víctor Vargas	Producción Sostenible
Jorge Chavarría	Técnico de Beneficiado
Rolando Chacón	Jefe Unidad de Industrialización y Control de Calidad ICAFE
Emmanuel Montero	Unidad de Industrialización
Roberto González	Encargado Unidad de Laboratorio
Víctor Chaves	Nutrición Mineral
Alejandra Robles	Unidad de Investigación
Oscar Carballo	Encargado de finca
Francisco Cordero	Encargado de taller
Jacqueline Soto	Jefa Unidad Contable Financiera
Leonel Loría	Gerente de Administración y Finanzas
Alvar Suárez	Bodega de suministros
Josué Jara	Servicios Administrativos
Wendoly Sánchez	Encargada Unidad de Recursos Humanos
José Miguel Velluti	Unidad de Informática
Ricardo Rodríguez	Encargado de la Regional Valle Central y encargado técnico de finca.