

**Programa de adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de gases
efecto invernadero de la empresa METALTECO S.A.S**

Dayana Gabriela Rojas Sosa

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Ambiental

Director

Alix Yusara Contreras Gómez

Magíster en Ingeniería Ambiental

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Ingeniería Ambiental

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi estrella favorita del cielo, mi padre Feliciano Rojas Carrillo (Q.E.P.D) que sin su apoyo, consejos, amor, cariño y enseñanzas no sería la persona que soy hoy en día. A mi madre Gloria Lucia Castro por su amor incondicional y paciencia. A mi hermano Gustavo Adolfo Rojas Sosa, mi modelo a seguir. A mi hermano Airton Martínez Castro por ser mi mejor compañero de risas. Los amo.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por la fortaleza y valentía para cumplir mis sueños y seguir adelante, a mi familia por darme su amor incondicional y alegrar mis días. De igual manera, agradezco a la empresa Metalteco S.A.S y a cada uno de sus equipos por darme la oportunidad de complementar mi proceso educativo como ingeniera ambiental y compartir con personas de gran carisma. Agradezco a la profesora Yusara Contreras por sus conocimientos y apoyo para la formación y consolidación de este proyecto. Finalmente agradezco a la Universidad Santo Tomas y a los profesores de la facultad por sus enseñanzas y herramientas que me han ayudado a formar mi camino profesional.

Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Programa de adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de gases efecto invernadero de la empresa Metalteco S.A.S	14
1.1 Planteamiento del problema	14
1.2 Justificación.....	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
2. Marco referencial	17
2.1 Marco teórico	17
2.1.1 Importancia de la atmósfera terrestre	17
2.1.2 Gases de efecto invernadero (GEI).....	17
2.1.3 Cambio climático.....	20
2.1.4 Factores de emisión	21
2.1.5 Huella de carbono	25
2.2 Generalidades de la empresa	27
2.2.1 Misión.....	28
2.2.2 Visión	28
2.2.3 Localización.....	28
2.2.4 Política Ambiental	29
2.3 Marco Antecedentes.....	29

2.4 Marco legal	32
3. Metodología	34
3.1 Inventario de gases de efecto invernadero	34
3.2 Diseño de programa ambiental.....	38
3.3 Evaluación desempeño ambiental	43
4. Resultados y discusión.....	47
4.1 Inventario gases de efecto invernadero	47
4.2 Diagnostico ambiental y programa de adaptación al cambio climático.....	51
4.2.1 Diagnostico ambiental	51
4.2.2 Programa de adaptación al cambio climático y disminución de gases de efecto invernadero.	56
4.3 Desempeño ambiental de la empresa	59
4.3.1 Revisión ambiental inicial	59
4.3.2 Programa de uso y ahorro de agua.....	59
4.3.3 Programa uso y ahorro energía.....	61
4.3.4 Programa de manejo de residuos sólidos.....	63
4.3.5 Aplicación programas ambientales.....	66
5. Conclusiones.....	67
Referencias.....	70
Apéndices.....	77

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Vida media en la atmósfera de algunos GEI</i>	19
Tabla 2. <i>Potencial de calentamiento global (GWP) GEI</i>	21
Tabla 3. <i>Factores de Emisión</i>	23
Tabla 4. <i>Factores de emisión de CO₂ de viajes aéreos</i>	24
Tabla 5. <i>Distribución de las áreas en la empresa</i>	27
Tabla 6. <i>Emisiones de gases emitidas por el sector metalmecánico</i>	31
Tabla 7. <i>Marco legal</i>	32
Tabla 8. <i>Metodología inventario GEI</i>	34
Tabla 9. <i>Categorías fuentes de emisión de GEI</i>	36
Tabla 10. <i>Metodología programa ambiental</i>	39
Tabla 11. <i>Indicadores programa adaptación y mitigación</i>	41
Tabla 12. <i>Metodología para desempeño ambiental de Metalteco S.A.S.</i>	43
Tabla 13. <i>Actividades y metas programas ambientales</i>	44
Tabla 14. <i>Fuentes de emisión de GEI</i>	48
Tabla 15. <i>Resumen inventario GEI</i>	49
Tabla 16. <i>Resultados matriz CONESA</i>	53
Tabla 17. <i>Medidas de adaptación y reducción del cambio climático</i>	57
Tabla 18. <i>Consumo de agua 2021-2022</i>	60
Tabla 19. <i>Registro de residuos peligrosos 2021 y 2022</i>	64
Tabla 20. <i>Porcentaje de cumplimiento programas ambientales</i>	66

Lista de figuras

Figura 1. <i>Distribución de las emisiones GEI por sector en Santander-2012</i>	20
Figura 2. <i>Ejemplo huella de carbono</i>	25
Figura 3. <i>Metodología cuantificación huella de carbono NTC ISO 14064-1</i>	26
Figura 4. <i>Ubicación Metalteco</i>	29
Figura 5. <i>Proceso inventario GEI</i>	34
Figura 6. <i>Proceso para el diseño del programa ambiental.</i>	38
Figura 7. <i>Interpretación matriz de riesgos.</i>	42
Figura 8. <i>Proceso para el desempeño ambiental</i>	43
Figura 9. <i>Proceso Productivo Metalteco S.A.S.</i>	47
Figura 10. <i>Matriz RAM</i>	55
Figura 11. <i>Consumo energía planta 1.</i>	61
Figura 12. <i>Consumo energía planta 2.</i>	62
Figura 13. <i>Residuos aprovechables 2022</i>	65

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. *Emisiones GEI (ton)* 37

Ecuación 2. *Emisiones GEI (ton CO₂)* 37

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Inventario GEI</i>	77
Apéndice B. <i>Resultados encuesta medio de transporte</i>	79
Apéndice C. <i>Matriz CONESA.....</i>	80
Apéndice D. <i>Cumplimiento actividades programa ahorro de agua</i>	81
Apéndice E. <i>Cumplimiento actividades programa ahorro de energía</i>	82
Apéndice F. <i>Cumplimiento actividades programa gestión residuos sólidos.....</i>	83

Resumen

En este documento se muestra la formulación y diseño de un programa de adaptación al cambio climático de la empresa Metalteco S.A.S mediante la estructuración de un inventario de gases de efecto invernadero (GEI). Esto se realizó mediante la selección de alcances, identificación de actividades productivas, reconocimiento y definición de fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, recopilación de datos y selección de factores de emisión. Por otro lado, se muestran los resultados del seguimiento y apoyo al manejo de los planes y programas ambientales de la empresa con un diagnóstico ambiental en materia de los distintos recursos utilizados dentro de la empresa.

Palabras Clave: gases de efecto invernadero, cambio climático, mitigación, programas ambientales, factor de emisión, metalmecánica.

Abstract

This document shows the formulation and design of a climate change adaptation program of the company Metalteco S.A.S through the structuring of a greenhouse gas (GHG) inventory. This was done through the selection of scopes, identification of productive activities, recognition and definition of greenhouse gas emission sources, data collection and selection of emission factors. On the other hand, the results of the follow-up and support for the management of the company's environmental plans and programs are shown with an environmental diagnosis regarding the different resources used within the company.

Keywords: greenhouse gases, climate change, mitigation, environmental programs, emission factor, metalworking.

Introducción

El cambio climático es uno de los retos más grandes e importantes que afronta la humanidad en el siglo XXI. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) la temperatura de la tierra ha aumentado 0.85°C desde la época preindustrial y se estima que para finales del siglo haya aumentado en un rango de 2 a 4°C (Castro et al., 2018). Actualmente las empresas afrontan los retos frente a las consecuencias del cambio climático y de las políticas que establecen los gobiernos. El aumento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), derivados por las actividades humanas, es el principal responsable de los impactos ocasionados por el cambio climático como lo son: el aumento del nivel del mar y aumento de la frecuencia de episodios meteorológicos extremos, por ello es importante reconocer el tipo y cantidad de gases que se emiten desde las diferentes industrias (Ihobe S.A., 2013).

La empresa Metalteco S.A.S, perteneciente al sector metalmecánico, se dedica al diseño, fabricación y automatización de estructuras agroindustriales como el procesamiento de alimentos concentrados, extracción y procesamiento de aceite de palma, sistemas de transporte de material e instalaciones portuarias registrando consumos en materia de agua potable, consumo de energía y generación de residuos aprovechables, no aprovechables y peligrosos. Estos consumos vienen siendo monitoreados y manejados mediante el uso de planes y programas ambientales. Sin embargo, actualmente la empresa no cuenta con un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero ocasionados por sus actividades productivas, por lo que se desconoce la magnitud y cantidad de estos. Por consiguiente, la práctica empresarial pretende diseñar un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero con la intención de que esta se convierta no solo en una herramienta de control y seguimiento por parte de la empresa sino también la base para el diagnóstico y cumplimiento de objetivos ambientales encaminados a neutralizar los efectos

directos e indirectos del cambio climático, aporte de los indicadores de sostenibilidad, cumplir desde lo local con las metas de reducción del 51% de GEI, los compromisos establecidos en el acuerdo de París en el año 2015 e impactar en los planes de gestión integral de cambio climático territorial de Santander, estipulados por los altos niveles de sensibilidad y vulnerabilidad a los impactos del cambio climático que presente el Área Metropolitana de Bucaramanga.

1. Programa de adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de gases efecto invernadero de la empresa Metalteco S.A.S

1.1 Planteamiento del problema

El cambio climático es una realidad que afecta globalmente y Colombia se encuentra en un espacio territorial de alta sensibilidad geográfica y social, por lo que posee implicaciones sobre los sectores de la sociedad, el ambiente y la producción (César et al., 2018).

Los ritmos acelerados de consumo de la sociedad han generado una presión progresiva sobre el medio ambiente siendo el cambio climático uno de los mayores retos debido a la afectación de las necesidades humanas y otros impactos asociados, como la disminución de rendimientos agrícolas, procesos de desertificación, aumento de extinción de especies animales y vegetales, transiciones climáticas rápidas, entre otros. Estos cambios se atribuyen directamente a la concentración de Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera (Ihobe S.A., 2013). En Colombia los impactos del cambio climático se ven reflejados en sequías, inundaciones, aumento de la temperatura y erosión afectando los servicios ecosistémicos y repercutiendo de las actividades económicas (Torres, 2021). Asimismo, el país emite alrededor de 0.66% de estas emisiones mundiales, no obstante, este porcentaje ha venido en aumento siendo el sector energético responsable del mayor porcentaje en emisiones, representando Cundinamarca el 57% de las emisiones totales del país (Cámara de Comercio de Bogotá et al., 2013). En el año 2018 el gobierno colombiano reportó que las actividades del sector energético y los procesos industriales y usos de productos representaban el 31 y 7%, respectivamente, de las emisiones totales, evidenciando que desde 1990 las emisiones han aumentado en un 34% (IDEAM et al. , 2021)

1.2 Justificación

Las iniciativas frente al cambio climático establecen las necesidades de gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por lo cual se genera un escenario alentador y propicio para que así las organizaciones se beneficien en su imagen corporativa e incursionen en las temáticas del cambio climático (Álvarez & Casals, 2015).

Toda empresa emite distintas cantidades de GEI, los cuales dependen del perfil de consumo de estos y de la forma en que se manejan y administran los recursos naturales. En Colombia las implicaciones por aumento de GEI se refleja en el derretimiento de los glaciares, blanqueamiento de corales, pérdida de playas y erosión costera, y aumento del riesgo de pérdida de especies faunísticas y biodiversidad. Como medida de acción se han publica diferentes políticas como la Ley 1931 de 2018 el cual establece las directrices para la gestión del cambio climático y la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono el cual busca desligar el crecimiento de las emisiones GEI del crecimiento económico nacional (Ministerio de Relaciones Exteriores, s.f.)

Metalteco actualmente cuenta con programas de gestión ambiental implementados desde enero de 2022. La presente práctica empresarial para la empresa tiene el objetivo de hacer seguimiento y monitoreo a los programas ambientales. Sin embargo, para una mejor calidad y pertinencia de la práctica se plantea de manera adicional la realización de un inventario emisiones y un programa de adaptación al cambio climático. Esto en atención a la ausencia de un inventario de GEI y un programa especializado para el manejo de emisiones el cual permita mitigar y/o compensar de acuerdo con las capacidades socioeconómicas y técnicas de la empresa. Asimismo, contribuir desde la localidad a los compromisos nacionales de reducción GEI del 51% al año 2030 (IDEAM, s.f.).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Formular las medidas de adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero que promuevan la resiliencia de la empresa, la conservación de la biodiversidad y el recurso hídrico.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de Metalteco S.A.S para el año 2021 a partir del análisis de procesos y estudio de consumos.
- Diseñar un programa ambiental para la adaptación al cambio climático y mitigación de GEI de la empresa Metalteco S.A.S a partir del análisis de impactos ambientales y evaluación de riesgos basados en la mejora continua y normativa nacional aplicable.
- Evaluar el desempeño ambiental de Metalteco S.A.S mediante el seguimiento a los indicadores establecidos en los programas y planes de la empresa.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Importancia de la atmósfera terrestre

La atmósfera terrestre es una capa gaseosa que rodea el planeta, la cual contiene aire, partículas sólidas y líquidas en suspensión, aerosoles y nubes. El 98% de la masa atmosférica posee un espesor del 0.25% del diámetro de la tierra, siendo normalmente dividida en cuatro regiones conocidas como: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera. Una de sus principales funciones es la regulación del clima ya que esta actúa como una cubierta que impide la pérdida de calor ayudando a mantener una temperatura moderada que permite el desarrollo de la vida terrestre. Además, ejerce de barrera frente a posibles objetos que puedan chocar con la superficie terrestres (Zea et al., 2001).

2.1.2 Gases de efecto invernadero (GEI)

Son aquellos gases que retienen la radiación infrarroja en la atmósfera, provocando que se caliente la superficie de la tierra y la parte inferior de la atmósfera (Echeverri, 2006). En la atmósfera terrestre se pueden encontrar distintos Gases de efecto Invernadero (GEI) como vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), ozono (O_3) y gases creados íntegramente por las actividades antropológicas como halocarbonos o sustancias con contenidos de cloro y bromo (Benavides, 2007). Asimismo, existe la presencia de otros gases contaminantes como monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles no metálicos (COV). Entre otros catalogados como gases de efecto invernadero se encuentran los

hidrofluorocarbonos (HFC), clorofluorocarbonos (CFC), perfluorocarbonos (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF_6) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022) .

El dióxido de carbono es el GEI más importante asociado a las actividades humanas y el segundo más importante después del vapor del agua. Juega un papel importante en los procesos biológicos y se emite de forma antrópica por el consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural), tala y quema de bosque y algunos procesos industriales. Sin la presencia de CO_2 , la temperatura de la Tierra sería unos 33°C inferior a la actual (Benavides, 2007).

El metano juega un papel importante en la determinación de oxidación de la troposfera. Su fuente es producto de actividades agrícolas, disposición de residuos y tratamiento anaerobio de aguas residuales, además se estima que el 37% del metano presente en la atmosfera es producto de la fermentación intestinal de rumiantes (Benavides, 2007). Actualmente, los niveles actuales de metano atmosférico se deben a las emisiones antropogénicas continuas que superan las emisiones naturales, teniendo un aumento dramático desde 1750 (Alley et al, 2018).

El óxido nitroso posee fuentes de carácter natural y antropogénico como quema de combustible y biomasa, océanos y la agricultura contribuyendo con el 6% del proceso de efecto invernadero. Los CFCs han sido utilizados como solventes, propulsor de recipientes en aerosoles y gases refrigerantes llegando a destruir catalíticamente la capa de ozono por lo cual su producción fue prohibida por el Protocolo de Montreal. Adicionalmente, los HFCs, PFCs, y el hexafluoruro de azufre no tienen un efecto destructivo en la capa de ozono, sin embargo, poseen un gran potencial como GEI (Benavides, 2007).

En la siguiente tabla se muestra algunos gases de efecto invernadero y su vida media en la atmosfera.

Tabla 1. *Vida media en la atmósfera de algunos GEI*

Nombre común	Vida media en la atmosfera (años)
Dióxido de carbono	*
Metano	12
Óxido Nitroso	114
HCF-23	270
HFC-32	4,9
HFC-125	29
HCF-134A	14
Hexafluoruro de azufre	3200
PFC-14	50000
PFC-116	10000

*La eliminación del CO₂ de la atmósfera está relacionada a diferentes procesos y su tasa no se puede expresar con un valor de vida media.

Tomado de: (Benavides, 2007)

El Inventario de GEI departamental para Santander resalta que en el 2012 las emisiones netas de fueron de 10.570.665 tCO₂e, representando el 5.7% de las emisiones nacionales. En el departamento 99.7% de las emisiones están dadas por los gases CO₂, CH₄ y N₂, el 0.23% son emisiones pertenecientes a HFCs y SF₆ (Murillo et al., 2016).

En la figura 1 se muestra la distribución de emisiones de GEI por sectores para el año 2012 en Santander siendo el sector forestal el que mayor representa porcentaje de distribución seguido del agropecuario y de la industria de la energía.

Figura 1. *Distribución de las emisiones GEI por sector en Santander-2012*

Adaptado de: (Murillo et al., 2016)

2.1.3 Cambio climático

El cambio climático es un fenómeno que se produce en el clima debido al aumento de la temperatura en la atmosfera terrestre en el que los rayos del sol son atrapados por una densa capa de gases de efecto invernadero, siendo este aumento atribuido de forma directa o indirecta a las actividades antropogénicas (Borrego, 2019).

En el acuerdo de París sobre el Cambio Climático, Colombia instauro un compromiso en la disminución de GEI abarcando a todos los sectores productivos, siendo Colombia uno de los países en comprometerse a reducir el 20% de sus emisiones para el año 2030 en base a sus disminuciones proyectadas, sin embargo, el gobierno incremento su compromiso de reducción en un 51% no teniendo claro sus metas sectoriales (Pardo Álvarez et al., 2022).

El índice de Potencial de Calentamiento Global (GWP) se define como un valor asignado a la cantidad de calor atrapado por una masa de gas determinada con relación con la cantidad de calor atrapada por una masa similar de dióxido de carbono en un periodo de tiempo específico. (PNUMA, 2016) . En la siguiente tabla se muestra el valor del GWP de algunos gases de efecto invernadero.

Tabla 2. *Potencial de calentamiento global (GWP) GEI*

Nombre común	Potencial de calentamiento a 100 años
Dióxido de carbono (CO₂)	1
Metano (CH₄)	27,9
Óxido Nitroso (N₂O)	273
HCF-23	14800
HFC-32	675
HFC-125	3500
HCF-134A	1430
Hexafluoruro de azufre (SF₆)	25200
PFC-14	7390
PFC-116	12200

Tomado de: (Alley et al, 2018)

2.1.3.1 Adaptación al cambio climático. Se refiere a aquellas acciones enfocadas a reducir la vulnerabilidad en los sistemas naturales y en los humanos ante los efectos del cambio climático, siendo esta la mayor amenaza del planeta establecido por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) (Cámara de Comercio de Bogotá, 2022). México, ha aplicado las estrategias de adaptación al cambio climático, de forma que se han incrementado la resiliencia de estos en la infraestructura estratégica para así conservar y restaurar los ecosistemas de forma sustentable (Torres, 2021). Por otro lado, se pueden aplicar medidas de mitigación que permitan limitar la emisión de GEI enfocados a procesos de descarbonización y lograr un carbono neutral, en el que las emisiones y absorciones antropogénicas equivalgan a cero (Cámara de Comercio de Bogotá, 2022).

2.1.4 Factores de emisión

Los factores de emisión suponen la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad”, variando en función de las actividades que se realicen (Cámara de Comercio de Bogotá et al., 2013) . La Agencia de Protección ambiental de los Estados Unidos

(EPA) ha publicado desde 1972 la compilación de Factores de Emisiones de Contaminantes del Aire contando con un total 15 capítulos asociados a diferentes actividades industriales y sus factores de emisión para contaminantes primarios (contaminante emitido directamente a una fuente del aire) (EPA, 1995).

En la tabla 3 y 4 se plasman los factores de emisión con su respectiva relación de datos de actividad.

Tabla 3. Factores de Emisión

		Unidad de Consumo	Factor de emisión CO₂	Unidad	Factor de emisión CH₄	Unidad	Factor de emisión N₂O	Unidad	Referencia
Combustible	ACPM	Gal	10,149	kg CO ₂ /gal	0,00004	kg CH ₄ /gal	0,000037	kg N ₂ O/gal	(FECOC, 2015)
	Gasolina Corriente	Gal	8,8085	kg CO ₂ /gal	0,00029	kg CH ₄ /gal	0,0000284	kg N ₂ O/gal	(FECOC, 2015)
	GLP	m ³	4,693	kg CO ₂ /m ³	0,0061513	kg CH ₄ /m ³	0,0000198	kg N ₂ O/m ³	(FECOC, 2015)
Gases	Argón-dióxido de carbono	m ³	366,6	kg CO ₂ / m ³ Argón-CO ₂	-	-	-	-	(Coronado & Castro, 2016)
	Dióxido de Carbono	kg	1	kg CO ₂ / kg Gas carbónico	-	-	-	-	(Coronado & Castro, 2016)
	Propano	kg	2,94	kg CO ₂ / kg Gas propano	-	-	-	-	(Canvi Climatic, 2013)
Lubricantes	Aceites Lubricantes	Gal	0,002	kg CO ₂ / Gal	-	-	-	-	(FECOC, 2015)
Energía eléctrica	Adquisición de energía eléctrica	kWh	0,126	kg CO ₂ / kWh	-	-	-	-	(FECOC, 2015)

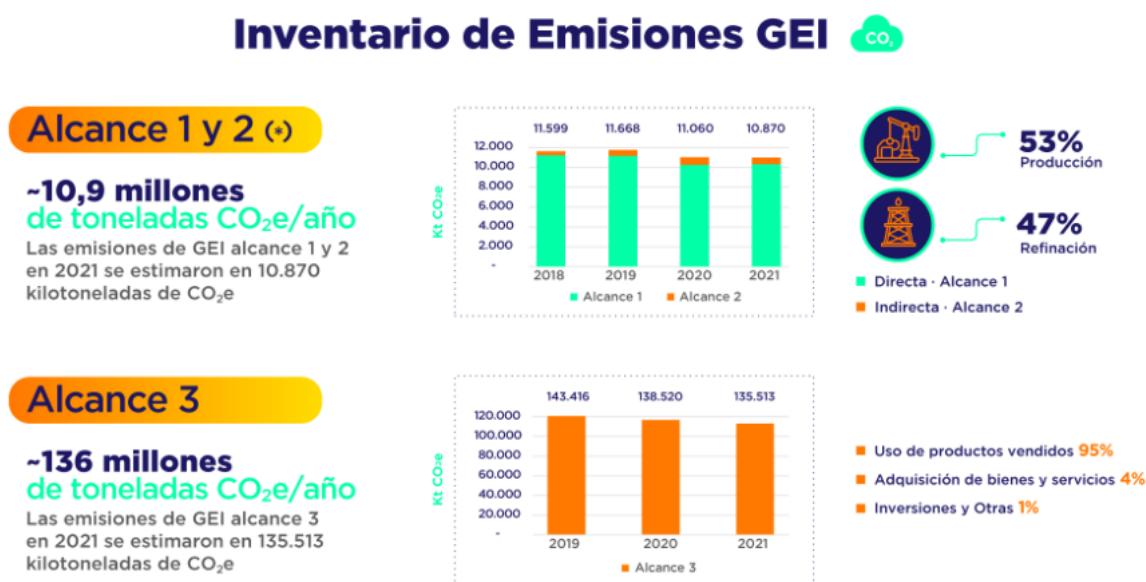
Tabla 4. Factores de emisión de CO₂ de viajes aéreos

		Factor de emisión	Unidad	Referencia
		CO₂		
Viajes en avión	Bucaramanga-Villavicencio	39,6	kg CO ₂ e/ viaje	(International Civil Aviation Organization, s.f.)
	Bucaramanga-Montería	147	kg CO ₂ e/ viaje	
	Bucaramanga-Bogotá	102,71	kg CO ₂ e/ viaje	
	Bucaramanga-Cali	123	kg CO ₂ e/ viaje	
	Bogotá- Guayaquil	194	kg CO ₂ e/ viaje	
	Bucaramanga-Santa Marta	113	kg CO ₂ e/ viaje	
	Bucaramanga-Panamá	182	kg CO ₂ e/ viaje	
	Bucaramanga-Medellín	87,4	kg CO ₂ e/ viaje	
	Bucaramanga- Cartagena	93	kg CO ₂ e/ viaje	
	Bucaramanga-Pereira	79,5	kg CO ₂ e/ viaje	
	Barranquilla-Bucaramanga	80	kg CO ₂ e/ viaje	

2.1.5 Huella de carbono

Dentro de los indicadores de seguimiento ambiental en relación con los GEI, se encuentra la Huella de Carbono, el cual permite cuantificar la cantidad de emisiones de GEI en términos de dióxido de carbono equivalente emitidos a la atmósfera como producto del desarrollo de alguna actividad (Reinosa et al., 2018). El carbono equivalente (CO_2 eq) es un término utilizado para describir diferentes gases de efecto invernadero en una unidad común en función de su potencial de calentamiento Global. Por ejemplo, el potencial de calentamiento global del metano durante 100 años es de 25, lo que quiere decir que las emisiones de un millón de toneladas métricas de metano equivalen a las emisiones de 25 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono (Brander, 2012).

Figura 2. Ejemplo huella de carbono

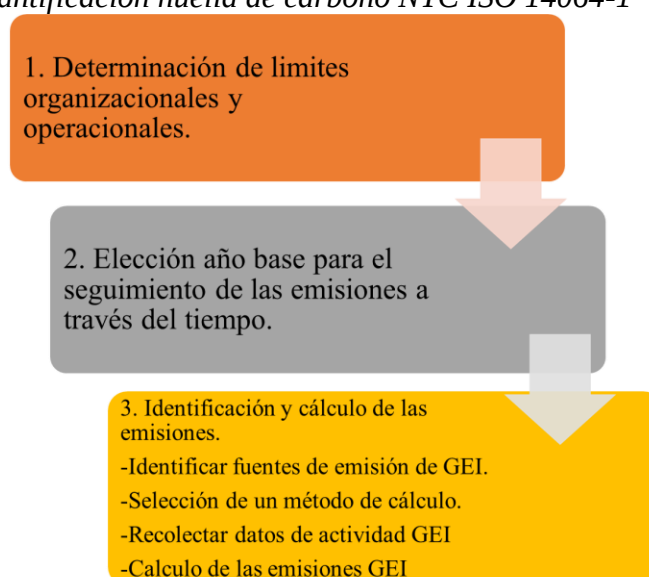


Tomado de: (Ecopetrol, 2022)

2.1.5.1 NTC ISO 14064-1. La Norma ISO 14064 puntualiza aquellos requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de GEI para organizaciones y compañías, además de la presentación de informes sobre los inventarios. Abarca los requisitos para determinar: límites de la emisión de GEI, cuantificar las emisiones y remociones de GEI.

En la figura 3 se muestra la metodología resumen expuesta en la NTC ISO 14064-1 para el inventario GEI.

Figura 3. Metodología cuantificación huella de carbono NTC ISO 14064-1



Adaptado de: (Cruz, 2013)

2.1.5.2 Alcances. Dentro del término Huella de Carbono existe el término Alcance, clasificándose en alcance 1, 2 y 3. Las emisiones dentro de una empresa u organización pueden clasificarse como directas o indirectas. Las emisiones directas son las emisiones liberadas *in situ* en lugar donde se produce la actividad y las indirectas aquellas producidas por consecuencia de las actividades de la organización pero que ocurren en fuentes controladas por otra organización (CAEM et al., 2013).

2.1.5.1.1 Alcance 1. Son las emisiones directas de GEI, provenientes de procesos de combustión en calderas, vehículos, entre otros, que son propiedad de la organización, además de las emisiones fugitivas como las fugas de aire acondicionado o fugas de CH₄ (MITECO, 2018).

2.1.5.1.2 Alcance 2. Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad adquirida y consumida por la empresa y/o organización (MITECO, 2018).

2.1.5.1.3 Alcance 3. Otras emisiones indirectas, asociadas a las actividades de producción y extracción de materiales, viajes de trabajo, transporte de materias primas, de combustibles, de productos realizados por terceros (MITECO, 2018).

2.2 Generalidades de la empresa

Metalteco S.A.S es una empresa dedicada a la fabricación, montaje y automatización de plantas para el almacenamiento y secamiento de granos, sistemas de transporte de material, instalaciones portuarias para recibo y almacenamiento de material a granel, plantas para procesamiento de alimentos concentrados y plantas para la extracción de aceite de palma.

La planta se encuentra dividida por dos plantas. Se plasma en la tabla 5 la distribución de las áreas por las plantas.

Tabla 5. *Distribución de las áreas en la empresa*

Planta 1
Trazo, Corte y Doble (TCD)
Mecanizado
Ingeniería y Automatización

Gestión Humana
Administración y financiera
Almacén
Planta 2
Ensamble
Pintura
Almacén
Mantenimiento
Servicios generales

2.2.1 Misión

Convertirnos en los principales aliados de nuestros clientes en la producción de alimento concentrado, extracción de aceite de palma y manejo de cereales a granel; trabajando siempre en el desarrollo de una oferta de productos y procesos social, económica y ambientalmente sostenible, que garantice a ellos un producto final de la más alta calidad.

2.2.2 Visión

En el 2022, 1 de cada 3 plantas de alimentos concentrados y procesamiento de aceite de palma en Colombia tendrá una solución suministrada por Metalteco; la cuarta parte de sus ingresos será producto de ventas en el exterior y será considerado como uno de los mejores lugares para trabajar.

2.2.3 Localización

En la figura 4 se plasma la ubicación de la empresa.

Figura 4. Ubicación Metalteco

2.2.4 Política Ambiental

Metalteco SAS reconoce su responsabilidad ambiental enmarcada por una relación armónica con el medio ambiente bajo la identificación de aspectos, evaluación, prevención, control y mitigación de impactos ambientales originados de la fabricación y montaje de plantas de concentrados, mantenimientos y otros.

Mantiene un alto compromiso con el cumplimiento de la legislación nacional vigente, la prevención de la contaminación, el uso racional de los recursos naturales; mediante la implementación de buenas prácticas y la mejora continua, desarrollando una cultura ambiental sostenible en todos los niveles de la empresa y partes interesadas.

2.3 Marco Antecedentes

En el año 2010, en la comuna 4 en Cali realizaron un inventario de gases de efecto invernadero originados por fuentes fijas, que agrupaba variedad de empresas tipo industrial. La primera actividad asociada a la emisión de COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles) proviene

del sector metalmecánico; debido a que requieren cantidades grandes de solventes que por su alta volatilidad se dispersan fácilmente en la atmósfera. Adicionalmente, en esta industria encontraron que los equipos de oxicorte utilizados funcionan con combustibles de GLP (mezcla propano y butano) y generan 9.17 NO_x ton/año, 2.45 ton CO/año y 0.28 ton PM/año (Coronado et al., 2010).

En el año 2011, el estudio de inventario de emisiones atmosféricas de las fuentes fijas ubicadas en la vía Girón-Bucaramanga desde el puente El Palenque hasta el colegio La Salle, identificaron en el área de estudio un total de 10 empresas dedicadas al sector metalúrgico. El estudio demostró que en el área se emiten 11.85, 3.48, 1.40 y 0.03 kg/h de PM, SO_x, NO_x y CO respectivamente, sin embargo, dicha emisión está asociada a las fuentes fijas de distintas industrias dedicadas a alimentos, servicios, metalúrgicas, distribución y bodega, construcción, textil, petroquímicas y otras (Herrera & Garcés, 2011).

Coronado y Castro en el 2016, realizaron en Guayaquil-Ecuador una evaluación ambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero en una empresa metalmecánica, logrando caracterizar las emisiones de la empresa, que corresponden a: 1038,9707 toneladas de dióxido de carbono, 3.2181×10^{-2} toneladas de metano y $6,1938 \times 10^{-2}$ toneladas de CFCs. La emisión total en dióxido de carbono equivalente de la empresa para el año 2015 los investigadores la estimaron en 117,0976 toneladas. Los autores recomiendan la neutralización de los efectos de las emisiones de la empresa con la siembra de 555 individuos de especies Eucalipto blanco (Coronado & Castro, 2016).

En el año 2016 la Universidad Pontificia Bolivariana junto con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá realizaron un inventario de emisiones atmosféricas tanto de fuentes móviles y fuentes fijas. En el caso de las fuentes fijas los autores realizaron una metodología que consistía

en: recopilación y análisis de la información, clasificación de acuerdo con la actividad productiva, clasificación de las fuentes de acuerdo con el tipo de equipo, identificación de fuentes para calcular la emisión, estandarización de unidades de producción y consumo de combustible, cálculo de la demanda energética y cálculo de emisiones de contaminantes. En el estudio se registró que la industria metalmecánica emite 69, 74, 51.2 y 200.3 toneladas por año de CO, NO_x, SO_x y COVs respectivamente (Universidad Pontificia Bolivariana, 2017).

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca aplicó una metodología de 5 pasos para la elaboración del inventario de emisiones, que consta de: planeación, recolección de información, cuantificación de emisiones, análisis de resultados e informe final. En el estudio menciona que el sector metalmecánico se asocia a la emisión de COVs (CVC, 2018).

Zambrano y Salvatierra publicaron en Manabí- Ecuador la estimación de la huella de carbono de dos empresas metalmecánicas. En la empresa A obtuvieron una huella de carbono anual de 3428 Kg/ CO₂ Eq y en la empresa B de 223195 kg/ CO₂ Eq. Todo esto evaluando factores de consumo asociadas al Diesel, gasolina, GLP y la energía eléctrica aplicando la metodología de Greenhouse Gas Protocol-GHG y de factores de emisión e inventarios nacionales. Se logró evidenciar que el recurso más utilizado por la industria es el energético (Zambrano & Salvatierra, 2022).

En la tabla 6 se muestran las diferentes emisiones emitidas por el sector metalmecánico de acuerdo con los antecedentes anteriormente mencionados, los cuales poseen ubicaciones o localidades diferentes.

Tabla 6. Emisiones de gases emitidas por el sector metalmecánico

AÑO	PORCENTAJE DE EMISIÓN (%)				REFERENCIA
	SO _x	NO _x	CO	COVs	
2010	1,14%	9,39%	2,47%	87,00%	(Aponte Coronado et al., 2010).

2016	12,98%	18,76%	17,49%	50,77%	(Universidad Pontificia Bolivariana, 2017)
2018	3,81%	33,21%	8,47%	54,51%	(CVC, 2018).

2.4 Marco legal

Para la construcción del marco legal se consultó la página web de la Secretaría General del Senado y el Gestor Normativo. Se consolida en la tabla 7.

Tabla 7. Marco legal

Norma	Descripción
Constitución Política (Congreso de Colombia, 1991)	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano
Conpes 3700 de 2011 (Departamento Nacional de Planeación, 2011)	Facilitar y fomentar la formulación e implementación de las políticas, planes, programas, incentivos, proyectos y metodologías en materia de cambio climático.
Decreto 298 de 2016 (Presidente de la Republica, 2016)	Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2811 de 1974 (Presidente de la Republica, 1974)	Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la Administración Pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y del ambiente.
Resolución 563 de 2012 (Unidad de planeación Minero-Energética)	Por el cual se establece el procedimiento y los requisitos para evaluar y conceptuar sobre las solicitudes que se presenten ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con miras a obtener la exclusión del impuesto sobre ventas IVA y/o deducción en la renta de elementos, equipos y maquinaria destinada a proyectos, programas o actividades de reducción en el consumo de energía.
Ley 1844 de 2017 (Congreso de Colombia, 2017)	Por medio del cual se aprueba el "Acuerdo de París" cuyo objeto es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático.
	Generar información oficial para la toma de decisiones, formulación

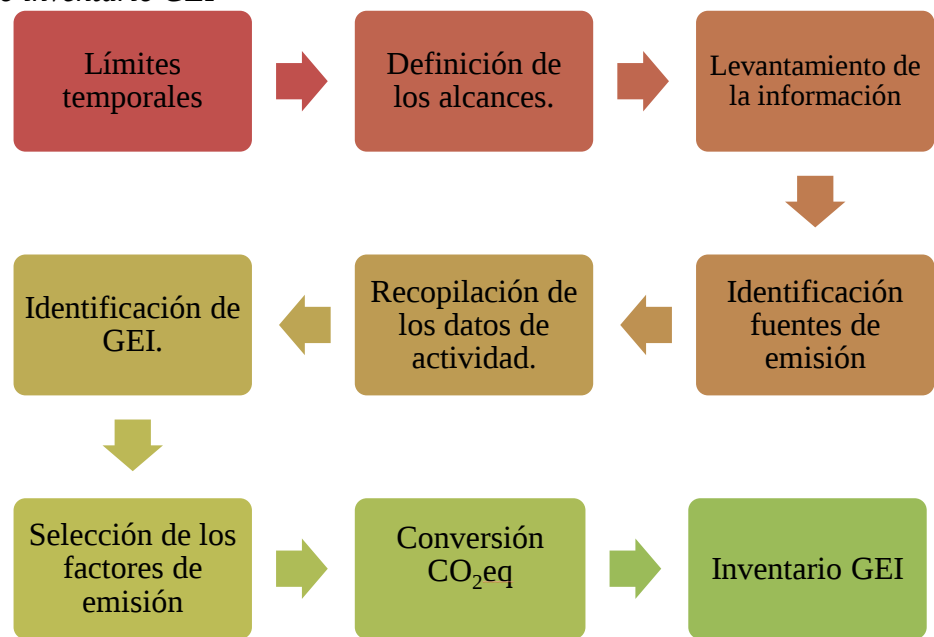
Ley 1931 de 2018 (Congreso de Colombia , 2018)	de políticas y normas para el Sistema Nacional de información sobre el cambio climático.
Ley 2169 de 2021 (El congreso de Colombia, 2021)	Establecer metas y medidas mínimas para alcanzar el carbono neutralidad, la resiliencia climática y el desarrollo bajo en carbono (Congreso de Colombia, 2021).
Resolución 40156 de 2022 (Ministerio de Minas y Energía, 2022)	Por la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2022-2023 para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE), que define objetivos y metas indicativas de eficiencia energética. Se plantea una meta de ahorro de 1,52% y 14.12 MTon CO ₂ de emisiones evitadas.

3. Metodología

3.1 Inventario de gases de efecto invernadero

El inventario de emisiones de GEI de la empresa Metalteco S.A.S se realizará siguiendo los pasos metodológicos señalados en la figura 5 de acuerdo con la metodología MITECO, que a su vez se describe en la tabla 8, siendo el punto de partida para comenzar con la actividad consignada en el numeral 3.2 del presente plan.

Figura 5. Proceso inventario GEI



Adaptado de: (MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica), 2018)

Tabla 8. Metodología inventario GEI

#	Proceso	Descripción	Fuente
1.	Límites temporales	El año base es 2021. Se tomará la información que se recopile desde el 1 de enero de 2021 al 31 de diciembre de 2021. Es de resaltar que a pesar de que la empresa cuenta con un catálogo de 28 productos, se recopilará la información general de la empresa.	

2. Definición de los alcances	En el inventario de emisiones GEI se aplicará los tres alcances. Alcance 1: son las emisiones directas de GEI, provenientes de procesos de combustión en calderas, vehículos, entre otros, que son propiedad de la organización, además de las emisiones fugitivas como las fugas de aire acondicionado o fugas de CH₄. Teniendo en cuenta la diversidad de productos de la empresa, este alcance se abordará de manera general. (MITECO, 2018) Alcance 2: emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad adquirida y consumida por la empresa y/o organización. Se realizará inventario de consumo de energía eléctrica y se investigará los factores de emisión para el mix energético colombiano. Alcance 3: Otras emisiones indirectas. En este caso se realizará una encuesta a los empleados para conocer el tipo de transporte y distancia recorrida. Posteriormente se indagaría sobre el tipo de combustible de acuerdo con el modelo de transporte de la ciudad. Dentro de este alcance se excluirá el transporte como las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de materias primas debido a la complejidad de obtención de información y el tiempo límite de la práctica. (ICONTEC, 2020)
3. Levantamiento de la información	Se realizará un diagrama de procesos y se describirán cuáles son las actividades tanto productivas como operarias dentro de la empresa.
4. Identificación fuentes de emisión	Se identificarán las fuentes de emisión directa por cada etapa de proceso. Las emisiones indirectas asociadas al consumo de energía se consultarán los reportes plasmados en las facturas de energía. Se consultará al área de SST reportes de incidentes o accidentes que puedan ocasionar emisiones fugitivas. (véase tabla 6).
Recopilación de los datos	Se recopilarán aquellos datos que dimensionen la magnitud y cantidad de producción de la actividad, consultando: fuentes bibliográficas, facturas de

5. de actividad.	servicios básicos, registro por parte del área de compras y almacén, entre otros.	
6. Identificación de GEI	No se realizará ningún monitoreo isocinético ni ninguna medición. La identificación de los GEI se hará de forma teórica, apoyados en base de datos e informes publicados por entidades pertinentes en tema de cambio climático y emisión GEI.	(Martínez-Rodríguez et al., 2021)
7. Selección de los factores de emisión	Se definirán los factores de emisión correspondientes a cada Gas de Efecto Invernadero para estimar la cantidad de emisiones. Se consultarán: bases de datos y referentes de entidades como el IPCC o la EPA.	
8. Conversión a CO₂ eq	Se realizará una conversión de la cantidad de Gases de Efecto Invernadero, previamente identificados, a carbono equivalente (CO ₂ eq).	(CAEM et al., 2013)
9. Reporte e Inventario GEI	Se realizará un reporte con aquellos Gases de efecto Invernadero previamente identificados y de la cantidad producida dentro del tiempo temporal y los alcances seleccionados.	

En la tabla 9 se plasman las diferentes categorías de fuente de emisión GEI con la intención de identificarlas dentro del proceso productivo en la organización estudio.

Tabla 9. *Categorías fuentes de emisión de GEI*

Categorías fuentes de emisión GEI	Descripción
Combustión fija	Combustión de combustibles en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores, motores, entre otros
Combustión móvil	Combustión de combustibles en medios de transporte, como automóviles, camiones, autobuses, trenes, aviones, buques, barcos, barcasas, embarcaciones, entre otros.
Emisiones fugitivas	Liberaciones intencionales y no intencionales, como fugas en las uniones, sellos, empaques, o juntas de equipos, así como emisiones fugitivas

derivadas de pilas de carbón, tratamiento de aguas residuales, torres de enfriamiento, plantas de procesamiento de gas, etc.
--

Fuente: (Cruz, 2013)

Para el cálculo de la cantidad de emisiones de GEI en toneladas se utilizó la ecuación 1, utilizando los factores de emisión plasmados en la tabla 3 y 4.

Con los resultados obtenidos con la ecuación 1, se utilizó la ecuación 2 para obtener las emisiones GEI expresadas en toneladas de dióxido de carbono, utilizando los valores del potencial de calentamiento global de la tabla 2.

Ecuación 1. *Emisiones GEI (ton)*

$$\frac{\text{Total Dato de Actividad} \times \text{Factor de Emisión}}{1000} = \text{Emisiones GEI (ton)}$$

Ecuación 2. *Emisiones GEI (ton CO₂)*

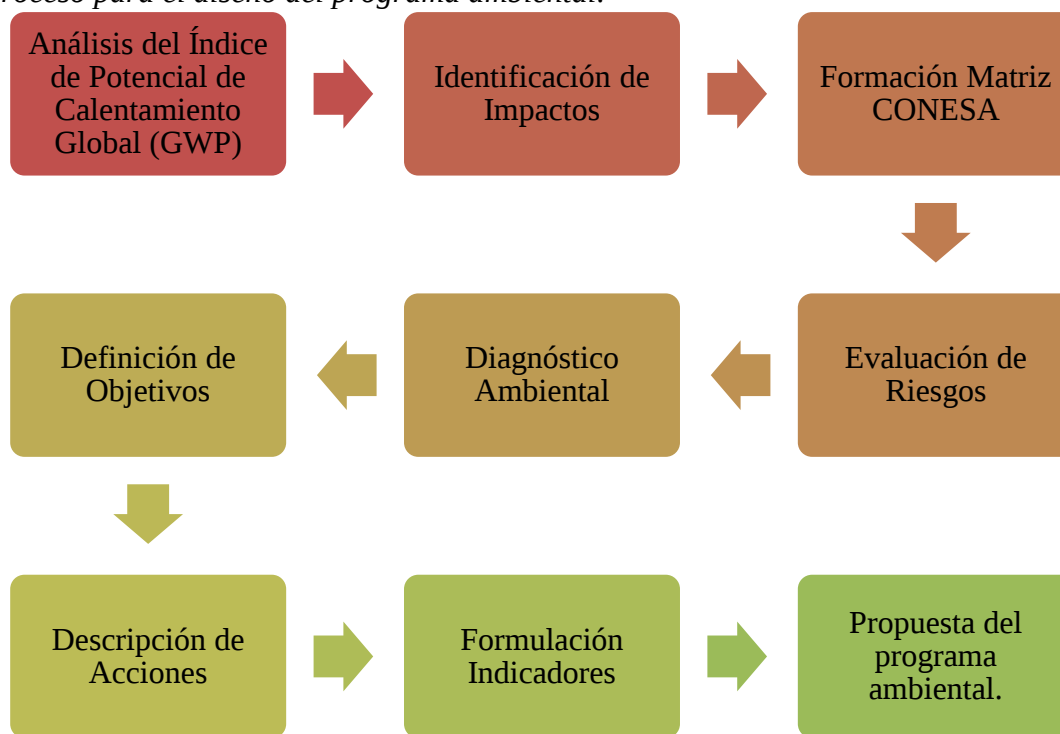
$$\text{Emisiones Gei (ton)} \times \text{Potencial de Calentamiento Global (GWP)} = \text{Emisiones GEI (ton CO}_2\text{)}$$

Adaptado de: (Corporacion Ambiental Empresarial, 2022)

3.2 Diseño de programa ambiental

La metodología para el diseño del programa ambiental para la adaptación y mitigación del cambio climático contempla unas etapas de evaluación, mediante el análisis de indicadores específicos y análisis de impacto ambiental, que generan un diagnóstico que permita formular las medidas más estratégicas para el abordaje del cambio climático por parte de la empresa Metalteco. En la figura 6 y tabla 10 se muestran las etapas y se describen respectivamente, a partir de una construcción que se da por la revisión de diferentes autores, siendo una elaboración propia a partir de distintas visiones.

Figura 6. *Proceso para el diseño del programa ambiental.*



Adaptado de: (ANLA & MADS, 2018)

Tabla 10. *Metodología programa ambiental*

#	Proceso	Descripción	Fuente
1.	Análisis del Índice de Potencial de Calentamiento Global (GWP)	Con el inventario GEI anteriormente definido, se aplicará el índice de Potencial de Calentamiento Global (GWP) a cada gas.	(Alley et al ,2018)
2.	Identificación de los impactos	Se identificarán los impactos, tanto positivos como negativos, asociados a la emisión de cada GEI.	
3.	Formación Matriz CONESA	Se plasmarán las etapas productivas de la empresa	(López, 2021)
		Se definirán los distintos aspectos	
		Se plasmarán los diferentes impactos	
		Se calificarán los impactos de acuerdo con:	
		• Naturaleza • Extensión • Momento • Persistencia • Reversibilidad • Sinergia • Acumulación • Periodicidad • Recuperabilidad	
		Se dará una interpretación cuantitativa mediante un nivel de importancia ambiental utilizando los anteriores ítems.	
4.	Evaluación de Riesgos	Si el impacto es negativo se dará una interpretación que va desde: Compatible, Moderado, Severo y Critico	(López, 2019)
		Si el impacto es positivo se dará una interpretación que va desde:	
		• Favorable • Favorable Alto • Beneficioso • Beneficioso Alto	
		Se definirá si el impacto es Significativo o No Significativo	
		Se evaluarán los riesgos asociados a los impactos identificados, asociados al cambio climático, mediante una matriz RAM, con la intención de interpretar aquellos niveles de riesgos tolerables para la empresa	

		Se identificarán las contingencias que se van a analizar Se analizará el impacto en: • Personas • Económica • Ambiental • Imagen de la empresa Se relacionará el impacto con la probabilidad de ocurrencia utilizando los criterios: • No Ha ocurrido en la empresa • Ha Ocurrido en la industria • Ha ocurrido en la empresa • Sucede varias veces por año en la empresa • Sucede varias veces por año en el sitio. Se valorará la contingencia en escala de riesgo: • Despreciable • Bajo • Medio • Alto • Muy Alto Se plasmarán los resultados en una matriz con la interpretación del riesgo	
5.	Diagnóstico Ambiental	Se realizará un diagnóstico ambiental en el que se definirá: Área de Estudio, Agentes Consumidores, Emisión de GEI, Resultados Matriz CONESA, Resultados Matriz de Riesgos y Diagnostico de Generación de GEI	(Ribeiro et al., 2019)
6.	Definición de Objetivos	Se definirán los objetivos correspondientes a la medida de adaptación y mitigación considerando los impactos significativos. El programa estará enfocado a tres horizontes de años. Corto plazo (<3 años), Mediano Plazo (3 y 5 años) y Largo Plazo (>5 años)	(Ecopetrol, 2022)
7.	Descripción de Acciones	Se definirán aquellas acciones de adaptación y mitigación dependiente de aquellos impactos y riesgos con significancia alta y media	(ANLA & MADS, 2018)

8.	Formulación de Indicadores	Se utilizarán diferentes indicadores de adaptación climática, los cuales se plasman en la tabla 8 .	(GIZ, 2014)
9.	Propuesta del Programa	Se obtendrá un documento final en el que se plasmará la propuesta del programa ambiental de adaptación al cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero y acciones frente al cambio climático.	(Ecopetrol, 2022)

La aplicación de medidas de mitigación lleva consigo una serie de indicadores que permiten dar seguimiento y visibilidad al cumplimiento de actividades. En la tabla 11 se proponen aquellos seguidores de adaptación al cambio climático.

Tabla 11. *Indicadores programa adaptación y mitigación*

INDICADOR
Número de herramientas de comunicación que incorporan adaptación al cambio climático
Número de campañas de sensibilización pública sobre la eficiencia del agua
Número de políticas y mecanismos de coordinación que abordan cambio climático
Número de políticas, planes o programas introducidos o ajustados que integran riesgos climáticos
Fondos para construcción y renovación adaptada al clima
Mapas de vulnerabilidad climática
Número de brechas cortafuegos construidos
Número de metros cúbicos de agua conservada

Adaptado de: (GIZ, 2014)

La evaluación de riesgos asociados al cambio climático permite tener una idea de los impactos evaluados, por eso en la figura 7 se encuentra la interpretación de cada uno de los niveles de riesgo.

Figura 7. Interpretación matriz de riesgos.

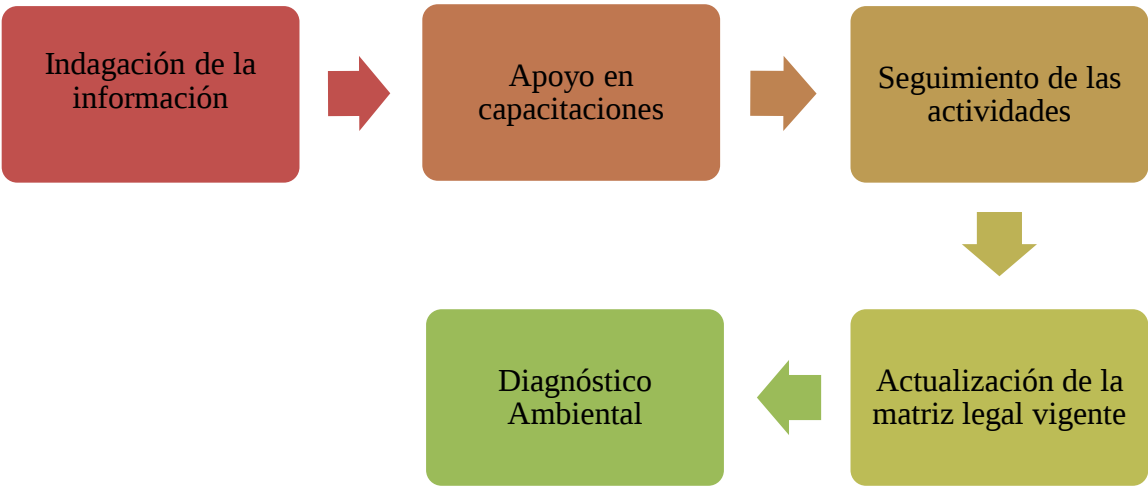
COLOR	RIESGO	INTERPRETACIÓN
VH	Muy alto	Riesgo intolerable, requiere buscar alternativa y decide la Gerencia.
H	Alto	Riesgo Inaceptable, deben especificarse planes y logísticas de operación. Si se decide realizar la actividad, deberá demostrar control de riesgo.
M	Medio	Se deben tomar medidas para administrar el riesgo a niveles razonablemente prácticos, estableciendo procedimiento o instructivos operacionales. Debe demostrarse el control del riesgo.
L	Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos. Establecer controles si lo requiere.
N	Despreciable	Riesgo muy bajo, ejecutar actividad. Usar sistemas de control y calidad si lo considera necesario.

Tomado de: (López, 2019)

3.3 Evaluación desempeño ambiental

El seguimiento ambiental es un compromiso de la práctica que tienen el propósito de contribuir a llevar una trazabilidad en la implementación de los programas ambientales existentes en la empresa Metalteco, así como apoyar el proceso de capacitación en temas ambientales y actualización de requisitos legales ambientales. La metodología establecida se muestra en la figura 8 y se detalla en la tabla 12.

Figura 8. Proceso para el desempeño ambiental



Adaptado de: Metalteco S.A.S, 2022

Tabla 12. Metodología para desempeño ambiental de Metalteco S.A.S

#	Proceso	Descripción	Fuente
1.	Indagación de la información	Se realizará una inspección y lectura de los programas ambientales pertenecientes a la empresa	
2.	Apoyo en capacitaciones	Se brindará apoyo a las capacitaciones ambientales y actividades de sensibilización establecidas dentro del cronograma de los planes y programas.	

3.	Seguimiento de las actividades dentro de los planes y programas	Se realizará seguimiento a los consumos de agua y energía apoyadas en el uso de las facturas de servicios.	Metalteco S.A.S, 2022
		Se gestionarán, registrarán y dispondrán mensualmente, junto con los proveedores encargados, los tipos de residuos aprovechables y peligrosos.	
		Se utilizarán y distribuirán herramientas de ayuda visual para las estrategias de comunicación al personal	
4.	Actualización de la matriz legal	Se actualizará la matriz ambiental legal vigente para dar oportuno cumplimiento de la legislación aplicable	
5.	Diagnóstico Ambiental	Se realizará un diagnóstico ambiental, en donde se refleje la aplicación de los planes y programas, en materia de consumos de agua, energía y residuos sólidos.	
		Se obtendrá el porcentaje de aplicación de los indicadores, con su respectiva formula. Adicionalmente, se verificará el cumplimiento de las metas dentro de cada programa ambiental.	

En la tabla 13 se encuentran aquellas metas de los tres programas ambientales dentro de la empresa METATELCO S.A.S, de los cuales se pretende obtener un porcentaje de aplicación final para plasmarlos como parte del diagnóstico.

Tabla 13. Actividades y metas programas ambientales

Programa	Metas	Actividades
	Reducir consumo de energía de la empresa Metalteco en un 3% respecto al consumo promedio anual.	Seguimiento mensual del consumo energético
Programa uso eficiente de energía	Realizar el 100% de las capacitaciones, jornadas de sensibilización establecidas.	Estrategias de comunicación al personal para el uso eficiente de agua.

Programa uso eficiente del agua	Realizar el 100% de los mantenimientos preventivos establecidos.	Sustitución de iluminación fluorescente por lámparas de bajo consumo en las instalaciones de la empresa.
	Realizar el 100% del cambio de luminarias fluorescentes a lámparas de bajo consumo(led).	Capacitaciones ambientales y sensibilización uso racional de la energía.
		Desarrollar mantenimiento preventivo a las luminarias de la empresa.
	Reducir consumo de agua de la empresa Metalteco en un 3% respecto al consumo promedio anual.	Seguimiento mensual del consumo de agua.
	Realizar el 100% de las capacitaciones, jornadas de sensibilización establecidas	Implementar un tanque de almacenamiento de agua lluvia
		Capacitaciones ambientales y sensibilización uso racional del agua
		Estrategias de comunicación al personal para el uso eficiente de agua.
		Reporte y reparación de fugas de las redes de agua.
	Realizar el 100% de las reparaciones de fugas previamente identificadas.	
	Realizar el 100% de las actividades y mejoras estructurales para uso y almacenamiento del agua.	Instalación de filtros ahorradores
		Desarrollar mantenimiento a los tanques de almacenamiento de agua.
	Cambiar el 100% de las canecas actualizándolas con el nuevo código de colores 2184 del 2019.	Mejorar el área de almacenamiento de residuos peligrosos y aprovechables para su adecuado manejo y disposición

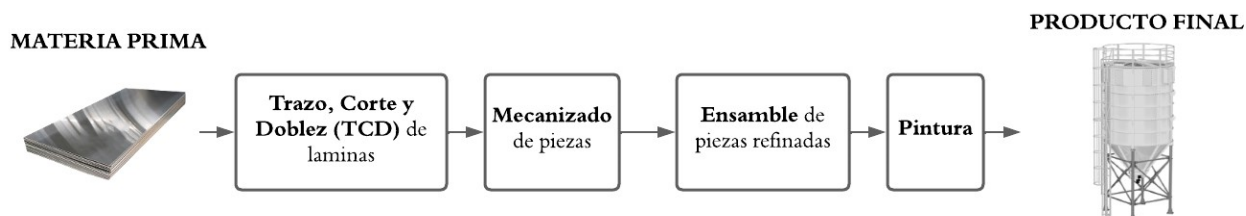
Programa de gestión de residuos sólidos		Realizar el cambio de las canecas por el nuevo código de colores 2184 del 2019
	Disponer adecuadamente el 100% de los residuos peligrosos generados en los procesos productos a la empresa prestadora de servicio.	Registrar la generación de residuos peligrosos mensual en la empresa.
		Realizar entrega de los residuos peligrosos registrados mensualmente a la empresa Prestadora de servicio.
	Realizar la comercialización del 90% del material aprovechable una vez separado adecuadamente	Realizar comercialización de los residuos aprovechables a empresa recicladora
		Estrategias de comunicación al personal para para adecuada gestión y separación de residuos sólidos.
	Realizar el 100% de las capacitaciones y jornadas de sensibilización establecidas.	Capacitaciones ambientales y sensibilización para adecuada gestión y separación de residuos sólidos.

4. Resultados y discusión

4.1 Inventario gases de efecto invernadero

Mediante la recolección de información y datos internos de la empresa se logró identificar el proceso productivo de la industria estudio. En la figura 8 se plasma este proceso a partir del uso de materias primas como láminas de acero inoxidable. Se omite la mención de otras áreas que intervienen en el proceso, como mantenimiento, logística o ingeniería, sin embargo, la distribución total de estas se identifica en la figura 9.

Figura 9. *Proceso productivo Metalteco S.A.S*



Adicionalmente, en la tabla 14 se observan las diferentes fuentes de emisión, como fijas, móviles y fugitivas identificadas para el cálculo de GEI emitidos durante el año 2021. Cabe mencionar que el área de SST durante el año estudio no reportó emisiones fugitivas de los extintores al igual que el personal encargado del mantenimiento de los aires acondicionados para las fugas de refrigerantes utilizados en estos, por lo tanto, estos dos ítems no representan un valor o dato actividad dentro del resultado del inventario GEI.

Tabla 14. Fuentes de emisión de GEI

	Datos de Actividad/ y/o combustibles	Tipo de Combustible	Área	Alcance	Categoría
Combustión Fija	Combustibles Gaseosos	Argón-dióxido de carbono	TCD (Láser) y Ensamble	Alcance 1	Emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria
		Propano			
		Dióxido de Carbono			
	Consumo de aceites, lubricantes y refrigerantes	Aceite Lubricantes	Mantenimiento y Mecanizado	Alcance 1	Emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria
Combustión móvil	Combustibles Gaseosos	GLP	Logística	Alcance 1	Emisiones directas provenientes de la combustión móvil
		ACPM	almacén y logística (grúa y Montacargas)	Alcance 1	
	Gasolina Corriente				
	Combustibles líquidos	Gasolina Corriente	Personal administrativo y operario de la empresa	Alcance 3	Emisiones provenientes del transporte de empleados
		Jet A1	Personal administrativo y operario de la empresa	Alcance 3	Emisiones de viajes de negocios
Emisiones Fugitivas	Consumo de gases refrigerantes	R-22	Administración, ingeniería, TCD, Mecanizado y Almacén	Alcance 1	Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI
		R410A			
	Fugas de extintores	ABC	Toda el área	Alcance 1	Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI
		CO2			
		SOLK			

Emisiones por adquisición de energía	Sistemas de iluminación	Energía eléctrica adquirida	Todas las áreas de la empresa	Alcance 2	Emisiones indirectas provenientes de la adquisición de energía
	Equipos industriales				
	electrodomésticos				
	Sistemas de monitoreo y seguridad				

Se identificaron tres (3) tipos de GEI emitidos durante el año 2021 con la caracterización previa de las fuentes de emisión, procesos productivos de la empresa y la aplicación de una encuesta de medio de transporte dirigida a los trabajadores durante el transcurso de la práctica. Los resultados del inventario GEI se encuentran plasmados en la tabla 15.

Tabla 15. Resumen inventario GEI

ALCANCE	FUENTES	EMISIONES CO ₂ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES CH ₄ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES N ₂ O (t CO ₂ e/año)	Ton CO ₂ e/año	% DEL TOTAL
1	Fuentes Móviles	13,16	0,01	0,01	13,18	1,35%
	Fuentes Fijas	502,73	0,00	0,00	502,73	51,41%
	SUBTOTAL	515,9	0,010	0,012	515,92	52,76%
2	Energía Adquirida	64,93	0,00	0,00	64,93	6,64%
	SUBTOTAL	64,93	0,00	0,00	64,93	6,64%
3	Fuentes Móviles	387,76	0,04	0,35	388,15	39,69%
	Otras Fuentes	8,86	0,00	0,00	8,86	0,91%
	SUBTOTAL	396,62	0,04	0,35	397,01	40,60%
TOTAL CO₂ eq (ton) 2021			978			100,00%

Con la metodología aplicada y factores de emisión correspondientes se logró calcular un total de 978 toneladas de CO₂, correspondiendo un 52,76; 6,64 y 40,60% para el alcance 1, alcance 2 y alcance 3 respectivamente, siendo el alcance 1 el de mayor peso.

El alcance 1 se relaciona al uso de gases por fuentes fijas como propano, mezclas de argón- dióxido de carbono, dióxido de carbono y aceites lubricantes y fuentes móviles asociados al uso de ACPM, GLP y gasolina corriente, siendo la gasolina el más utilizado para los vehículos propios de la empresa.

El alcance 2, representa un menor porcentaje a comparación de los otros dos alcances, siendo este asociado a la energía eléctrica adquirida para las funciones y operaciones diarias de la empresa como el uso de electrodomésticos y equipos de cómputo por parte del área administrativa y conexión de equipos de corte, torno, soldadura y pintura.

El alcance 3, es el segundo que mayor porcentaje representa en la tabla 15, asociado a los viajes áreas por parte de los trabajadores y del transporte terrestre de los empleados para llegar al lugar de trabajo, relacionados al consumo de gasolina, diésel y JET A1.

En el alcance 1 y 3 se encontraron tres tipos de GEI emitidos, como CH₄, N₂O y CO₂, siendo el dióxido de carbono el que mayor predomina en porcentaje durante el año de estudio. Cabe resaltar que en el alcance 2 solo se encontró la emisión de CO₂.

El estudio realizado en Ecuador por Coronado, 2016 demuestra que el CO₂ es el GEI con mayor producción por este tipo de industrias, lo que es corroborado para el caso de estudio, sin embargo, se resalta la ausencia de estudios en la zona de estudio que apoyen y demuestren la producción de otros tipos de GEI. Monitoreos cercanos a la empresa, desarrollados en la vía Girón-Bucaramanga (Herrera & Garcés, 2011) ha demostrado la producción de SO_x y NO_x en

menor proporción y no asociadas directamente a la industria metalmecánica. Este estudio no contempló análisis de CO₂.

En el apéndice A se encuentra el inventario o reporte final completo de GEI, que es la evidencia resultante de la hoja de cálculo que se desarrolló Excel, a partir de la calculadora de Huella de Carbono publicada por la Corporación Ambiental Empresarial para el proyecto de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Colombia (MCV).

En el apéndice B se observa la gráfica de resultados de la encuesta de medio de transporte aplicada a los colaboradores la cual muestra que gran parte de los trabajadores se desplazan en moto con un 49.6%, 23.4 % en carro y 19.1% utilizan transporte público. Solo el 7.8% de los trabajadores se desplazan en bicicleta o caminando hacia su lugar de trabajo, de modo que no se contemplaron para el cálculo de emisiones GEI.

4.2 Diagnostico ambiental y programa de adaptación al cambio climático.

4.2.1 Diagnostico ambiental

4.2.1.1 Revisión ambiental inicial. Metalteco S.A.S actualmente cuenta con la implementación de tres programas ambientales enfocados en la preservación y manejo de recursos como agua y energía y manejo de residuos sólidos. Sin embargo, debido a la creciente incursión de los efectos del cambio climático y al compromiso del país en la reducción de GEI, la empresa no cuenta con una política, plan o programa que permita dar manejo a la situación, mostrando ausencia de un inventario de Gases de Efecto Invernadero y medidas que permitan combatir y adaptar los efectos del cambio climático.

4.2.1.2 Zona de estudio. El área de estudio se encuentra ubicada en el km 6 vía Bucaramanga-Girón en el departamento de Santander, Colombia, el cual cuenta con un área aproximada de 10 metros cuadrados. En el ítem, 2.2.3. *Localización* se puede observar la imagen completa de la empresa.

4.2.1.3 Agentes consumidores y emisiones GEI. La tabla resumen de las emisiones GEI y su respectivo análisis se desarrolló en el numeral 4.1.

La empresa cuenta con un total de 216 personas, los cuales cumplen con turnos rotativos de 8 horas diarias. El primer turno cuenta desde las 6:00 am hasta las 3:30 pm para y el turno 2 desde las 2:00 pm hasta 10:00 pm para personal de planta. El personal administrativo cuenta con un horario desde 7:00 am hasta las 5:30 pm.

Con los resultados obtenidos del inventario GEI, la empresa Metalteco S.A.S cuenta con un inventario de Gases de Efecto Invernadero con año base del 2021. En él se contemplan los

tres alcances utilizados en la ISO 14060-1, sin embargo, se excluye el transporte materias primas en el alcance tres debido a la complejidad de obtención de información y el amplio tema de este.

Se evidencio la emisión de tres gases de efecto invernadero: CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano) y N₂O (óxido nitroso), siendo el dióxido de carbono el gas más predominante para el alcance 1. Adicionalmente, se estimó un aproximado de generación de CO₂ equivalente de 978 toneladas. Este tiende a ser mínimo debido a que no se contemplaron otras actividades indirectas de la empresa.

4.2.1.4 Matriz CONESA. En la tabla 16 se encuentra los impactos ambientales identificados junto con la calificación cualitativa obtenida con la metodología de la matriz CONESA.

Tabla 16. Resultados matriz CONESA.

Número	Impacto	Calificación
1.	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico	Crítico
2.	Cambio en las variables demográficas	
3.	Aumento de la temperatura promedio	
4.	Perdida de la cobertura vegetal	Severo
5.	Alteración de ciclos biogeoquímicos	
6.	Acidificación de los cuerpos de agua	
7.	Deterioro de la cobertura vegetal	
8.	Erosión del suelo	
9.	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas	
10.	Cambio en la extensión de la cobertura vegetal	
11.	Cambio y/o pérdida de cobertura vegetal	
12.	Perdida del hábitat	
13.	Fragmentación del hábitat de fauna	
14.	Desplazamiento de fauna	
15.	Modificación de las actividades de la zona	
16.	Cambio en la estructura demográfica	

17.	Alteración en la percepción visual del paisaje	
18.	Alteración en la percepción visual del paisaje	
19.	Disminución de la biodiversidad	
20.	Interrupción de las rutas migratorias de fauna terrestre (incluye especies voladoras)	
21.	Modificación de las actividades económicas de la zona	Moderado
22.	Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de agua para actividades económicas	
23.	Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos	Compatible

Se encontraron un total de 23 impactos ambientales de carácter negativo, de los cuales 3 son críticos, 14 severos, 5 moderados y 1 compatibles. Los impactos críticos poseen una intensidad alta, siendo de carácter irreversibles. Estos impactos climatológicos pueden afectar en gran medida las actividades diarias de los trabajadores y especies, al modificar las condiciones a las cuales ya se encontraban adaptados, afectando de igual manera la productividad.

Los impactos severos también son de alta intensidad, sin embargo, pueden ser reversibles a mediano plazo. Los impactos moderados poseen una intensidad media, los cuales pueden reversibles en el mediano plazo y recuperable en el mismo plazo. Los impactos compatibles pueden de intensidad baja y reversibles a corto plazo. Por lo cual es indispensable realizar un estudio ambiental previo para aquellos cambios negativos y crear estrategias de cambio, prevención y adaptación.

Estos impactos fueron tomados según los mencionados y publicados por el IPCC, 2022 para la contribución del sexto informe de evaluación del cambio climático. La importancia ambiental se calculó median los conceptos de intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad según López, 2021.

Tanto en Centro América como Suramérica los eventos hidrometeorológicos extremos, cambios en la disponibilidad del agua, pérdidas humanas y la seguridad alimentaria son los impactos negativos más susceptibles y estudiados.

En el apéndice C se plasma la matriz CONESA.

4.2.1.5 Matriz RAM. En la figura 10 plasma los resultados de la matriz RAM.

Figura 10. Matriz RAM

COLOR	RIESGO	INTERPRETACIÓN	RESULTADOS
VH	Muy alto	Riesgo intolerable, requiere buscar alternativa y decide la Gerencia.	
H	Alto	Riesgo Inaceptable, deben especificarse planes y logísticas de operación. Si se decide realizar la actividad, deberá demostrar control de riesgo.	
M	Medio	Se deben tomar medidas para administrar el riesgo a niveles razonablemente prácticos, estableciendo procedimiento o instructivos operacionales. Debe demostrarse el control del riesgo.	
L	Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos. Establecer controles si lo requiere.	•Movimientos en masa •Incendios forestales
N	Despreciable	Riesgo muy bajo, ejecutar actividad. Usar sistemas de control y calidad si lo considera necesario.	•Inundaciones •Sequias

De acuerdo con los resultados de la matriz de riesgos los incendios de cobertura vegetal y los movimientos en masa son aquellos a los que más se expone la zona de estudio, con un nivel de riesgo bajo de los cuales se debe gestionar la mejora en los sistemas de control, no solamente en materia ambiental sino en materia de seguridad en el trabajo.

Según Uniandes, 2021 cuando una zona con zonas verdes que presentan niveles de humedad menores a 30% las plantas se secan emitiendo óxido de etileno a la atmósfera, los cuales poseen características combustibles, generando condiciones que promueven el riesgo de incendio. Así mismo, debido al aumento de las temperaturas los episodios de baja humedad en la

zona de estudio tienden a ser la variable climática a la que se encuentra expuestos. Por el contrario, las inundaciones y las sequías tuvieron un riesgo despreciable y muy bajo.

Realizando la matriz RAM se consideraron los eventos de origen hidro climatológico asociados al cambio climático como inundaciones, movimientos en masa, incendios de cobertura vegetal, sequías y avenidas torrenciales. Debido a que estos son los que contempla el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE en su encuesta ambiental industrial anual. Esta encuesta tiene como objetivo general, obtener información de la inversión, los costos y los gastos asociados a las actividades de protección ambiental y gestión de recursos, la generación y gestión de residuos sólidos, el manejo del recurso hídrico y los instrumentos de gestión ambiental.

4.2.2 Programa de adaptación al cambio climático y disminución de gases de efecto invernadero.

4.2.2.1 Objetivos. El objetivo general del programa es: efectuar un plan de adaptación al cambio climático y disminución de Gases de Efecto invernadero (GEI) como herramienta de contribución a la reducción de estos y al cuidado de la biodiversidad.

Los objetivos específicos son:

- Generar información y conocimiento respecto al cambio climático.
- Reducir la vulnerabilidad de las instalaciones y del personal de Metalteco S.A.S por los impactos generados de eventos climáticos extremos.
- Formular medidas de manejo a corto, mediano y largo plazo.

4.2.2.2 Alcance. Las actividades y acciones propuestas en el programa de adaptación al cambio climático y disminución de GEI tiene un alcance e involucran las actividades operarias como administrativas de la empresa Metaltco S.A.S, ubicada en el Km. 6 vía Bucaramanga-Girón en el departamento de Santander, Colombia.

4.2.2.3 Medidas de adaptación y reducción. En la tabla 17 se plasman las diferentes medidas de adaptación y reducción de GEI para el manejo de los efectos del cambio climático.

Tabla 17. *Medidas de adaptación y reducción del cambio climático.*

Reducción de consumo de papel	
Meta	Reducir en un 10% el consumo de resmas de papel en comparación al año anterior.
Descripción de la medida	Utilizar las campañas de capacitación con las áreas operarias y administrativas sobre la importancia de la medida de reducción.
	Aumentar el uso de medios electrónicos para el registro de eventos o reportes.
	Aumentar el uso de la documentación electrónica, formatos de documento y hojas de cálculo.
Tipo de Medida	Reducción
Responsable	Área Ambiental
Tiempo de aplicación	Corto Plazo: <3 años
Seguimiento	Anual
Indicador	$\left(\frac{\# \text{ Resmas de papel totales adquiridas año anterior} - \# \text{ Resmas de papel totales adquiridas año actual}}{\# \text{ Resmas de papel totales adquiridas año anterior}} \right) * 100$
Cambio de la flota soporte y manipulación de materiales de combustión interna a eléctricos.	
Meta	Cambiar en un 50% la flota de montacargas de combustión interna a eléctricos.
Descripción de la medida	Gestionar el cambio de la flota de montacargas de combustión interna, los cuales utilizan GLP y gasolina, a montacargas eléctricos, evaluando la eficiente de reducción de Gases de Efecto Invernadero
Tipo de Medida	Reducción
Responsable	Área administrativa y operacional
Tiempo de aplicación	Mediano Plazo: >5 años

Seguimiento	Anual
Indicador	(# De montacargas propuestos a reemplazar- # De montacargas reemplazados) *100

Aumento de la creación de proveedores de materias primas o proveedores con sellos ambientales.

Meta	Tener en un 30% la adquisición de materias primas certificadas o en proceso de certificación de huella de carbono.
Descripción de la medida	Considerar en la creación de proveedores de materias primas aquellas empresas con certificados ambientales sostenibles o certificadas en huella de carbono.
Tipo de Medida	Adaptación
Responsable	Área de Compras y Ambiental
Tiempo de aplicación	Corto Plazo: <3 años
Seguimiento	Anual
Indicador	(# Total de proveedores - # Total de proveedores con certificados ambientales/ # Total de Proveedores) *100

Incorporar herramientas de comunicación que incorporen temáticas de cambio climático.

Meta	Incorporar temáticas del cambio climático en el 90% de las capacitaciones establecidas en el cronograma de capacitaciones.
Descripción de la medida	Mediante el cronograma de capacitaciones ambientales establecer temáticas y actividades en relación con el cambio climático.
Tipo de Medida	Adaptación
Responsable	Área Ambiental
Tiempo de aplicación	Corto Plazo: <3 años
Seguimiento	Anual
Indicador	(#Numero de Capacitaciones Propuestas/# N. Capacitaciones Realizadas) *100

Uso de árboles resilientes al clima

Meta	Plantar el 10% de especies de árboles propuestos resilientes al clima y con mejor nivel de sensibilidad a los cambios del clima.
Descripción de la medida	Realizar una inspección e identificación de las áreas verdes de las instalaciones de la empresa, proponiendo la siembra de especies con mejores niveles de sensibilidad al clima o cambio climático.
Tipo de Medida	Adaptación y Reducción
Responsable	Administración y Área Ambiental
Tiempo de aplicación	Mediano plazo: 5 años
Seguimiento	Anual
Indicador	(# Árboles Propuestos/ #Árboles Plantados) *100

La propuesta del plan de adaptación y reducción al cambio climático se suma a los tres planes ambientales ya existentes para desarrollar y efectuar la gestión ambiental de la empresa, sin embargo, cabe resaltar que este plan no solo maneja soluciones a mediano y corto plazo, sino que sus indicadores pueden alimentarse con el cumplimiento de las actividades realizadas en los otros planes ambientales.

Desde una perspectiva legal, el plan involucra aspectos para el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París (Congreso de Colombia , 2017), la generación de información para la toma de decisiones sobre el cambio climático (Congreso de Colombia , 2018) y las metas de emisión evitadas del sector industrial de 14,12 MTon CO₂ en lineamiento con las actividades planteadas en el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía 2022-2023 (Ministerio de Minas y Energía, 2022).

4.3 Desempeño ambiental de la empresa

4.3.1 Revisión ambiental inicial

A partir del 2022 se empezó a implementar tres programas ambientales enfocados en el manejo de un distinto aspecto o recurso, con el desarrollo e identificación previa de una matriz de aspectos e impactos ambientales. Estos tres programas son: Plan de gestión de residuos sólidos, plan de uso y ahorro de energía y plan de uso y ahorro de agua, de los cuales se les brinda seguimiento por parte del practicante de ingeniería ambiental y revisado por la coordinación de SST y la dirección de gestión humana.

4.3.2 Programa de uso y ahorro de agua

El consumo de agua potable se suministra por parte del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB), del cual se le realiza un seguimiento a partir de la información plasmada en la factura de cobro del servicio.

En la siguiente tabla se observa el registro de consumo mensual en m³ del año 2021 y del año 2022.

Tabla 18. Consumo de agua 2021-2022

Mes	2021 (m ³)	No. Colaboradores	Consumo per cápita 2021 (L/día)	2022 (m ³)	No. Colaboradores	Consumo per cápita 2022 (L/persona)
Enero	132	170	26	128	207	21
Febrero	120	180	22	133	213	21
Marzo	120	180	22	133	216	21
Abril	113	170	22	129	243	18
Mayo	113	182	21	129	218	20
Junio	113	191	20	130	223	19
Julio	87	192	15	130	222	20
Agosto	99	200	17	120	219	18
Septiembre	99	202	16	120	214	19
Octubre	120	200	20	147	214	23
Noviembre	120	205	20	147	212	23
Diciembre	128	203	21	109	210	17
TOTAL	1364	NA	242	1555	NA	240

Según los datos obtenidos se observa que la empresa tiene un consumo promedio de 113 m³ en 2021 y de 131 m³ en 2022. En el 2021 el mes que tuvo mayor consumo fue enero con 132 m³. En el 2022 los meses con mayor consumo fueron octubre y noviembre con consumos de 147m³. Estos picos de consumo alto se ven directamente relacionado a las épocas de mayor producción en la empresa. El recurso hídrico es utilizado principalmente para satisfacer las necesidades básicas de los trabajadores y aseo en áreas administrativas. De acuerdo con la OMS (Organización Mundial de la Salud) un humano requiere de 100 litros de agua al día para sus necesidades (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2019), esto quiere decir que los consumos *per cápita* no superan valores establecidos por la OMS,

Según Viggiani & Aguilar, 2007 la industria metalmecánica posee un consumo de agua equilibrado y el aumento del uso de esta se debe a factores como el aumento de contratación de personal, ampliación de las instalaciones o fugas en las tuberías, por lo cual su cuidado se debe estimular al personal junto con la implementación de un programa ambiental de ahorro de agua.

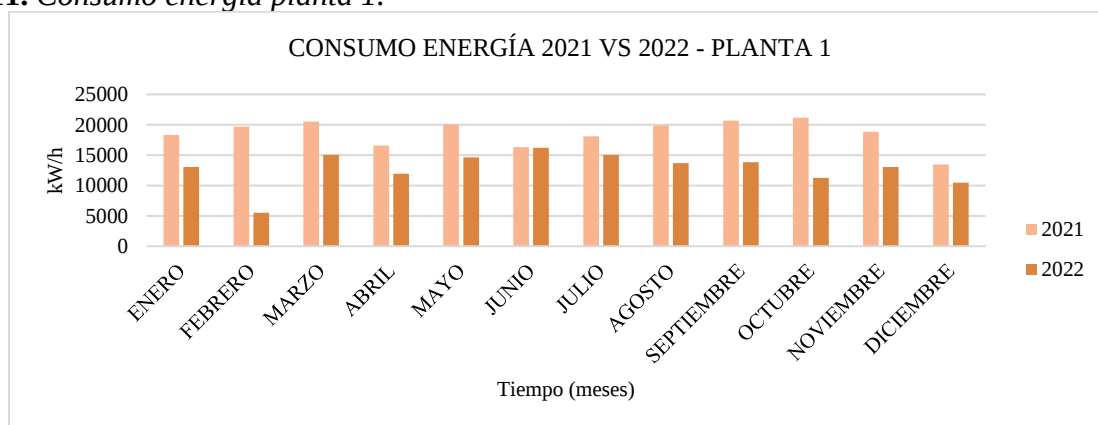
Con base a los datos, se observa un incremento del consumo del agua en un 6% en comparación al año anterior, no logrando la meta plasmada en el programa ambiental. Sin embargo, esto se debe en parte al retorno de colaboradores de manera presencial a la empresa y la instalación de un casino.

En el apéndice D se encuentra el porcentaje de aplicación o cumplimiento de las actividades propuestas dentro del programa ambiental.

4.3.3 Programa uso y ahorro energía

En la figura 11 se plasma el registro del consumo de energía activa para los años 2021 y 2022 de la empresa Metalteco S.A.S. en planta 1.

Figura 11. Consumo energía planta 1.

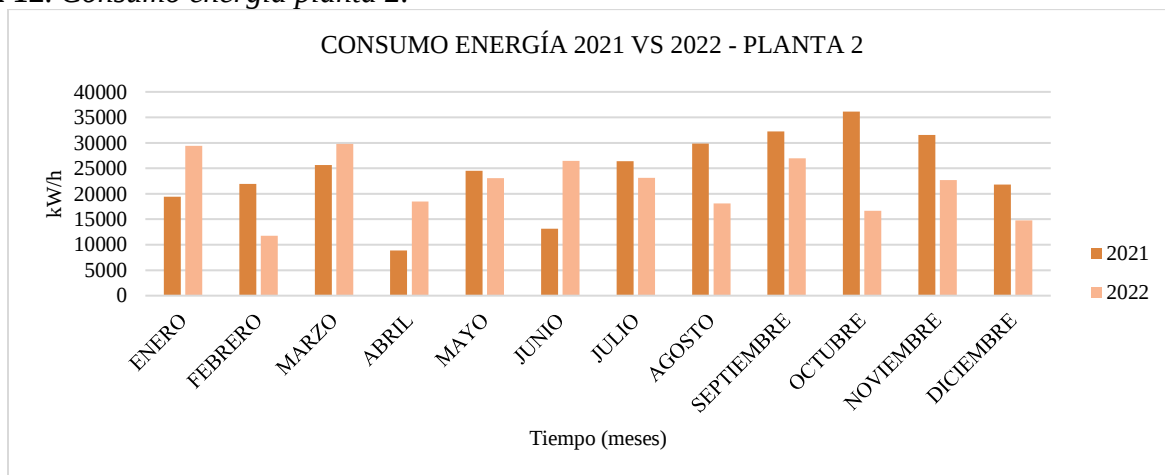


En la figura 11 donde se observa el consumo de energía de las áreas administrativas, de TCD y mecanizado, pertenecientes a planta 1, se puede observar que el año con mayor consumo energético fue el año 2021, con un promedio de 18641 kW/h, el cual supera los 15000 kW/h en todos sus meses excepto para el mes de diciembre. En el mes de octubre se obtuvo el mayor consumo energético y el mes de menor consumo fue diciembre, donde los datos están relacionados directamente con los proyectos activos y las maquinarias usadas en estos procesos productivos.

Para el 2022, el promedio de consumo energético de planta 1 fue de 12816 kW/h, en el mes de junio se obtuvo el mayor consumo energético con 16243 kW/h y el mes de menor consumo fue febrero con 5511 kW/h, observándose una disminución de alrededor del 31% en la planta 1.

En la figura 12 se plasma el registro del consumo de energía activa para los años 2021 y 2022 de la empresa Metalteco S.A.S de planta 2.

Figura 12. Consumo energía planta 2.



En la figura 12 se puede observar que el año que más consumo energético tuvo fue el año 2021, con un promedio de 24294 kW/h. Este registro pertenece a planta 2 donde se ubican áreas como ensamble, pintura, mantenimiento y almacén. En la figura 12 se puede evidenciar una tendencia al alza desde el mes de julio hasta noviembre, con un pico de caída en el mes de diciembre donde las actividades de producción son menores.

En el año 2022 se obtuvo un consumo mayor en los meses de enero, marzo y junio, sin embargo, el año 2021 sigue representando un mayor consumo con respecto al año 2022.

El consumo de energía eléctrica en este tipo de industrias posee un impacto ambiental significativo debido a que es utilizado en todas las etapas del proceso del servicio que ofrece la empresa. En la investigación realizada por Viggiani & Aguilar en 2007 el consumo de la energía eléctrica de la industria metalmecánica llegó a alcanzar los 17000 kW/h, en el que el uso de los elementos eléctricos era constante debido a la demanda de productos realizados por la industria metalmecánica y el tamaño de estos.

En el año 2021 las dos plantas registraron un consumo total de 515291 kW/h y en el 2022 de 414039 kW/h, logrando una reducción del 19%. Comparando las dos plantas de la empresa, la que más representa un consumo energético es la planta 2 debido al uso de maquinarias para los procesos de ensamble de piezas y aerosoles de pintura.

En el apéndice E se encuentra el porcentaje de aplicación o cumplimiento de las actividades propuestas dentro del programa ambiental.

4.3.4 Programa de manejo de residuos sólidos

El programa de manejo de residuos sólidos contempla el manejo de residuos peligrosos, aprovechables y no aprovechables. Durante el diagnóstico inicial ambiental del año 2021 se

demostró la disposición y manejo de estos tipos de residuos por empresas debidamente calificadas legalmente, sin embargo, se evidencio la mezcla de estos residuos permitiendo la perdida de material aprovechable y reincorporación al ciclo.

4.3.4.1 Residuos peligrosos. En la tabla 19 se muestra el reporte de disposición final de residuos peligrosos durante el año 2021 (antes de la aplicación del programa) y 2022 (después de la aplicación del programa).

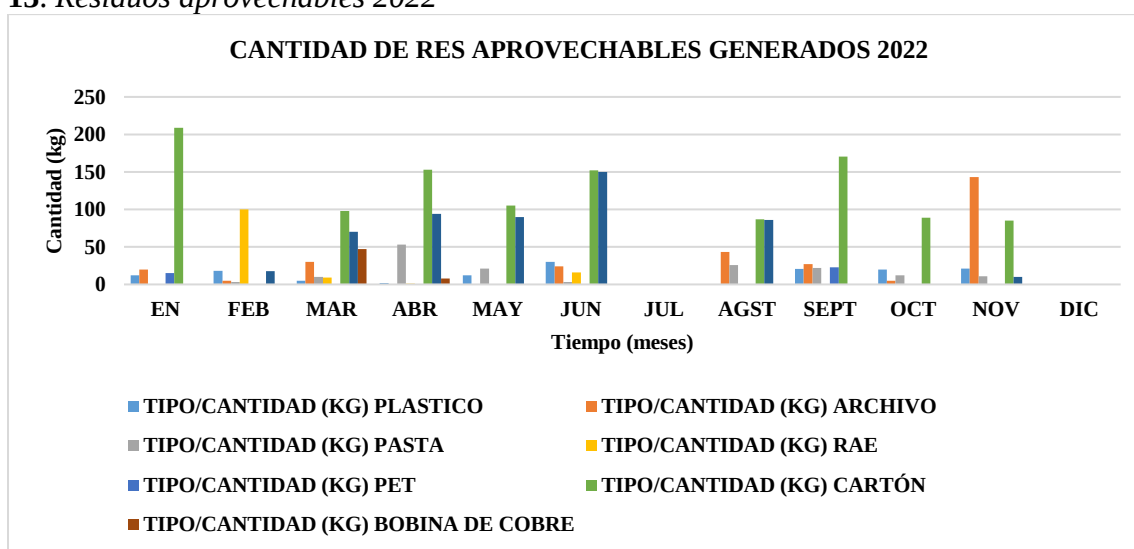
Tabla 19. Registro de residuos peligrosos 2021 y 2022

Mes	2022 total (kg)	2021 total (kg)
Enero	0	51
Febrero	150	0
Marzo	0	171,5
Abril	0	98
Mayo	0	0
Junio	844,5	66
Julio	0	0
Agosto	337,5	45
Septiembre	708,5	277
Octubre	163	329
Noviembre	411	191
Diciembre	0	0
Total	2203,5	1228,5

Según la tabla 19 hubo un aumento de la disposición de residuos peligrosos en un 79.36% observándose un mejor factor de no mezcla de residuos peligrosos y no peligrosos. Cabe resaltar que por motivos internos en algunos meses no fue posible la entrega de materiales peligrosos al proveedor encargado de su manejo.

4.3.4.2 Residuos aprovechables. Los residuos aprovechables que se generan en la empresa están relacionados directamente con la zona administrativa, casino y plantas, donde uno de los materiales más recolectados es; chatarra, cartón, archivo y plásticos. Actualmente en la empresa encargada de recolectar los residuos aprovechables mensualmente es Reciclaje Motta. En la figura 13 se plasma la cantidad de residuos aprovechables incorporados al ciclo productivo.

Figura 13. *Residuos aprovechables 2022*



En el año 2022 se produjeron 2616 kg de residuos aprovechables exceptuando la cantidad de chatarra, la cual fue de 123166 kg, dando un total de estos residuos de: 125782 kg. El cartón es el residuo aprovechable más generado y al que se le da mayor disposición, esto es debido al constante almacenamiento y entrada de materiales empaquetados con este material en la empresa.

En el año 2021 se produjeron un total de 2417 kg residuos aprovechables exceptuando la chatarra, de la cual fue 111023 kg, con un total de 113439 kg. Por lo tanto, se observa un

aumento del 13% de residuos aprovechables generados, evidenciando una leve mejora en la clasificación de residuos.

De modo que, según los resultados registrados, la chatarra es el residuo solido que más se produce por la empresa especialmente en las áreas de trazo, corte y dobléz y mecanizado, los cuales se pueden perder su reincorporación al ciclo productivo si se realiza una separación inadecuada al contaminarse con otros materiales y sustancias consideradas peligrosas como las grasas y aceites. Según (Valencia & Forero, 2017) en este tipo de industrias los residuos sólidos que representan un mayor porcentaje son los residuos metálicos en un 50% en áreas de mecanizado, seguido del cartón y papel en un 24% y la madera en un 8.87%.

En el apéndice F se encuentra el porcentaje de aplicación o cumplimiento de las actividades propuestas dentro del programa ambiental.

4.3.5 Aplicación programas ambientales

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de cumplimiento de la aplicación de los tres programas ambientales en el año 2022.

Tabla 20. *Porcentaje de cumplimiento programas ambientales*

Nombre programa ambiental	Porcentaje cumplimiento
Programa de ahorro y uso eficiente de agua	72%
Programa de ahorro y uso eficiente de energía	60%
Programa de gestión de residuos sólidos	95%

5. Conclusiones

La evaluación, estimación e identificación de gases de efecto invernadero son de importancia en el marco de la gestión del cambio climático por parte de las empresas, en especial las de tipo industrial. Con la implementación de los factores de emisión y la metodología establecida para el cálculo de huella de carbono encontrada en la ISO 14064-1 se realizó un inventario en la empresa Metalteco S.A.S de GEI del que se identificó la emisión de metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y dióxido de carbono (CO_2) en cantidad de 0.05, 0.362 y 977.45 ton CO_2 eq/ año respectivamente, obteniendo un total de 978 ton CO_2 eq. Adicionalmente se encontró que el GEI predominante fue el CO_2 en los tres alcances, siendo el alcance 1 con mayor valor, debido al uso de gases, aceites lubricantes y gasolina de vehículos propios de la empresa. Por lo tanto, se destaca que en este tipo de industrias no solo predomina la producción de COVs sino también de CO_2 , ya que estudios como el de Coronado, 2016 y Zambrano & Salvatierra, 2022 han demostrado que es el GEI más producido asociado a los consumos de energía, Diesel, gasolina y GLP.

A partir del resultado del inventario, se logró establecer un programa de adaptación al cambio climático y reducción GEI en el que se proponen una serie de actividades enfocadas en la toma de acciones a corto y largo plazo en la situación climática actual como: cambio de la flota de montacargas de combustión interna a eléctricos, los cuales ayudarían en la reducción en consumo de GLP y gasolina, uso de árboles resilientes al clima para el secuestro de dióxido de carbono, reducción del consumo de papel, aumento de proveedores de materias primas con sellos de sostenibilidad para mejorar la responsabilidad ambiental o incorporación de herramientas de comunicación que integren temáticas de cambio climático con la intención de concientizar al personal sobre los efectos producidos a corto, mediano y largo plazo. El desarrollo, evolución e

implementación del plan guían a la empresa a la creación de una política de cambio climático y a lograr las metas establecidas del gobierno y del sector industrial en la reducción de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, se evidencia un avance de la gestión ambiental dentro de la empresa estudio debido a la aplicación y formación de los programas ambientales, los cuales previamente no existían, mejorando la imagen y responsabilidad ambiental de Metalteco SAS al tomar medidas encaminadas a reducir los impactos ambientales. El plan de manejo de residuos sólidos obtuvo un porcentaje de cumplimiento de las actividades en un 95% siendo el de mayor cumplimiento a comparación de los programas de uso y ahorro de agua y energía, los cuales contaron con un porcentaje de cumplimiento del 60 y 72% respectivamente

El programa de uso y ahorro de agua permitió darles seguimiento a los consumos mensuales, sin embargo, no se logró reflejar la reducción de su consumo en comparación al año anterior, el cual se incrementó un 6% debido al aumento de personal presencial en las instalaciones de la empresa y la aplicación de un casino, por lo que se propone la implementación de inspecciones ambientales semanales y un reforzamiento de las capacitaciones y concientización del uso racional del agua dirigidas al personal.

Los resultados del programa de residuos sólidos permitieron mejorar la clasificación de residuos en un 13%, sin embargo, queda a la tarea mejorar la cultura de separación de estos y un uso y cuidado racional de los elementos para mejorar su utilidad y ciclo de vida.

El programa de uso y ahorro de energía permitió darle seguimiento al consumo de la energía de ambas plantas de la empresa. Planta 1 logro una reducción en promedio de la energía en un 31%. Planta 2 tuvo una reducción de la energía en promedio del 7%. El ahorro de la

energía se puede mejorar con la compra de la energía producida por los paneles solares instalados en planta 2.

Finalmente se recomienda formalizar el SGA (sistema de gestión ambiental) que permita desarrollar las actividades de los planes y programas ambientales implementados y propuestos junto con el seguimiento de la normatividad ambiental aplicable encaminados a la sostenibilidad de las actividades de este tipo de industrias.

Referencias

- ANLA, & MADS. (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*. 3(2), 228.
- Aponte Coronado, C. H., Silva Vinazco, J. P., & Laín Beatove, S. (2010). Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos primarios de fuentes fijas puntuales en la Comuna 4 de la ciudad de Cali. *El Hombre y La Máquina*, 34, 106–114.
- Benavides, H. O. (2007). Información técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el cambio climático. *Ideam*, 1–102. <https://doi.org/IDEAM-METEO/008-2007>
- Borrego, C. E. P. (2019). Climate change, food insecurity and obesity. *Revista Cubana de Salud Pública*, 45(3), 1–18.
- Brander, M. (2012). GHGs CO2 CO2e and Carbon What Do These Mean? v2.1. *Ecometrica*, August, 2–4.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2022). *Descarbonización y acción climática*.
- Cámara de Comercio de Bogotá, Corporación Ambiental Empresarial [CAEM], & Gestión Ambiental Responsabilidad de Todos [CAR]. (2013). *Guía Metodológica para el cálculo de la Huella de Carbono Corporativa a Nivel Sectorial*. 42.
- Canvi Climatic. (2013). *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*.
- Castro, V., Fierro, M., & Antonio, T. (2018). Componentes Fundamentales para el análisis de la vulnerabilidad al Cambio Climático en la región del Soconusco, Chiapas. In *Universidad Autónoma de Chiapas* (Vol. 1999, Issue December).
- César, J., Académico, E., Ángel, P., Carvajal, J. C., & Carrero, D. (2018). *Indicadores del impacto del cambio climático en la agricultura familiar andina colombiana Indicators of*

the impact of climate change on andean family agriculture in Colombia A. La necesidad de construir indicadores del cambio climático para la agricultura. 824–831.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2019). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Congreso de Colombia . (1991). *Secretaría General del Senado*. Obtenido de <http://www.secretariasenado.gov.co/constitucion-politica>

Congreso de Colombia . (14 de Julio de 2017). *Secretaría del Senado*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1844_2017.html

Congreso de Colombia . (27 de Julio de 2018). *Función Pública*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765>

Congreso de Colombia. (22 de 12 de 2021). *Acmineria*. Obtenido de <https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2022/01/Ley-N0002169-de-2021-1.pdf>

Coronado Montécel, F., & Ronquillo Castro, S. (2016). Evaluación ambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero en una empresa metalmecánica. *Investigación, Tecnología e Innovación*, 8(8), 63–72. <https://doi.org/10.53591/iti.v8i8.162>

Corporacion Ambiental Empresarial. (2022). Recuperado el 2022, de <https://www.caem.org.co/linea-estrategica-energia-sostenible/mvc-colombia/>

Cruz, A. (2013). Aplicación De La Norma Iso 14064 Para La Estimacion De La Huella De Carbono En El Sector Salud: Caso De Estudio Laboratorio Clínico Congregación Mariana. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

CVC, C. A. R. D. V. D. C. (2018). *Informe Final Actualización del Inventario de Emisiones de Santiago de Cali*. 101.

Departamento Nacional de Planeación. (14 de Julio de 2011). *Colaboracion DNP*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/conpes/econ%C3%B3micos/3700.pdf>

Echeverri, C. (2006). Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería (Cordoba, Colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellin*, 5(9), 85–96.

Ecopetrol. (21 de Febrero de 2022). *Portal Ecopetrol*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/ResponsabilidadEtiqueta/Medio%20ambiente/cambio-climatico-et#:~:text=Inventario%20de%20emisiones,-El%20inventario%20de&text=El%20total%20de%20las%20emisiones,Inventario%20de%20Emisiones%20del%20GEI>.

El congreso de Colombia. (2021). *Ley 2169 del 22 de diciembre del 2021*. 1–34.

EPA. (1995). AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary and Point Sources. *AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary and Point Sources*, 1–10.

EPA. (Agosto de 2022). *United States Environmental Protection Agency*.

FECOC. (2015). *PRESENTACIÓN DEL MANUAL CALCULADORA FECOC TABLA DE CONTENIDO* *CONTENIDO*.

<http://www.upme.gov.co>http://www.siam.gov.co/siame/documentos/documentacion/mdl/HTML/18_FECOC.htm. La calculadora Fecoc 2003 se encuentra en: http://www.siam.gov.co/siame/documentos/documentacion/mdl/FECOC_2.xls <http://www.upme.gov.co>

GIZ. (2014). *Repositorio de Indicadores de Adaptación*. 72.

Herrera, J. A. N., & Garcés, D. S. S. (2011). *Inventario de emisiones de las fuentes fijas ubicadas en la vía girón-Bucaramanga desde el puente el palenque hasta el colegio La Salle*. 105.

ICONTEC. (2020). *NTC-ISO 14064-1 GASES DE EFECTO INVERNADERO* (p. 64).

IDEAM et al. (2021). *unfcc*. Obtenido de <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf>

IDEAM. (s.f.). *Cambio Climatico Colombia*. Obtenido de <http://www.cambioclimatico.gov.co/estrategia-colombiana-de-desarrollo-bajo-en-carbono>

Ihobe S.A. (2013). 7 metodologías Para El Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. In *Gobierno Vasco* (pp. 1–36).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2007). *IDEAM*. Recuperado el Agosto de 2022, de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>

International Civil Aviation Organization. (s.f.). *ICAO*. Recuperado el 2023, de <https://www.icao.int/environmental-protection/Carbonoffset/Pages/default.aspx>

López, A. (2019). Plan de Gestión de Residuos Químicos Para un Laboratorio Petroquímico y Optimización de sus procesos. *FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS*, 2, 89.

López Álvarez, N., & Casals Díaz, P. (2015). Informe de huella de carbono. *Metal Ferrol S.A.L*, 53(9), 287.

López, E. (2021). Impacto Ambiental por la Matriz Leopold y la Matriz Conesa en la cantera Querulpa para un plan de contingencia, Arequipa 2021. *Universidad César Vallejo*, 1–86.

Martínez-Rodríguez, M. C., Campos-Villegas, L. E., & Castillo-Monroy, J. (2021). Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero: descripción del

- proyecto de control en una industria productora de cemento. *Revista Tecnología En Marcha*, 34, 177–189. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i3.5313>
- Ministerio de Minas y Energía. (2022). *UPME GOV*. Obtenido de <https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PROURE.aspx#:~:text=El%20Programa%20de%20Uso%20Racional,y%20actividades%20de%20la%20econom%C3%AD>
- Ministerio de Relaciones Exteriores. (s.f.). *Cancillería Gov*. Obtenido de <https://www.usergioarboleda.edu.co/medio-ambiente/cambio-climatico-afecta-a-colombia/#:~:text=En%20Colombia%20hay%20cinco%20efectos,extremos%20y%20animales%20en%20peligro>.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). España, Informe Inventarios GEI 1990-2020 (Edición 2022). *España, 2022*.
- MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica). (2018). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. *Gobierno de España*, 52.
- Murillo, L. G., López, C. A., Rojas, M., & Suárez, R. (2016). Cambio Climático Territorial Del Santander 2030. *Corporación Ambiental Empresarial y E3 Ecología, Economía y Ética*.
- Pardo Álvarez, N. S., López Castaño, D. J., & Rico Pérez, M. A. (2022). Influencia de la Resolución 0472 de 2017 en las emisiones del sector constructor colombiano. *Revista EIA*, 19(38), 76–85. <https://doi.org/10.24050/reia.v19i38.1554>
- PNUMA. (2016). *Potencial De Calentamiento Global (Pcg) De Los Refrigerantes: ¿Por Qué Se Usan Valores Específicos? 1*.
- Presidente de la Republica. (18 de Diciembre de 1974). *Función Pública*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551#:~:text=%2D>

%20El%20Gobierno%20procurar%C3%A1%20evitar%20o,all%C3%A1%20de%20la%20jurisdicci%C3%B3n%20territorial.

Presidente de la Republica. (24 de Febrero de 2016). *Funcion Publica*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=68173>

Reinosa, M., Cancianoz, J., Hernándezs, A., Ordoñez, Y., & Figueroa, I. (2018). Huella de carbono en la industria azucarera. Caso de estudio. *Tecnología Química*, 38(2), 437–445.

Ribeiro, E. N., Carneiro, R. L., Da Silva Galdino, O. P., Duraes, P. H. V., Da Rocha, D. M. S., & De Oliveira, M. C. (2019). Environmental diagnosis of a university campus as a strategy for a sustainable practice's proposal. *Urbe*, 11, 1–17. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190029>

Richard B. Alley, Terje Berntsen, Nathaniel L. Bindoff, Zhenlin Chen, Amnat Chidthaisong, Jonathan M. Gregory, Gabriele C. Hegerl, Martin Heimann, Bruce Hewitson, Brian J. Hoskins, Fortunat Joos, Jean Jouzel, Vladimir Kattsov, Ulrike Lohmann, Taroh Mat, D. W. (2018). Informe aceptado por el Grupo de Trabajo I del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, pero no aprobado en detalles. *Cuarto Informe de Evaluación Del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático (IPPC)* Editores: Kansri B., Filippo G., y Bubu J, 77.

Torres, V. (2021). *Medidas del Plan de Gestión y Adaptación del cambio climático para el municipio de Puente Nacional, Santander*. 3(March), 6.

Uniandes. (2021). *Análisis cronológico y de riesgo por incendios forestales en páramos y bosques altoandinos en Colombia desde los años 70*. 1–35.

Universidad Pontificia Bolivariana. (2017). *Un proyecto de: Inventario de atmosféricas del Valle de Aburrá, C*.

Valencia, O., & Forero, Y. (2017). *Redalyc.org*. doi:<https://doi.org/10.17151/luaz.2019.48.5>

Viggiani, R., & Aguilar, J. (2007). *Propuesta de plan de manejo ambiental a empresas PYMES del sector metalmecánico inscritas en el programa de excelencia ambiental- PREA, de la ciudad de Cartagena de Indias D. T Y C.*

Zambrano, G., & Salvatierra, D. (2022). Estimación de la huella de carbono en dos empresas metalmecánicas de Manabi. *Polo Del Conocimiento*, 7.

Zea, J., Montealegre, J. E., Hurtado, G., González, O. C., Pabón, J. D., & León, G. (2001). *La atmósfera, el tiempo y el clima* /. 113–134.

Apéndices

Apéndice A. Inventario GEI

 METALTECO S.A.S. SISTEMAS DE INGENIERIA		INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO METALTECO 2021				Código:	Versión: 0	Fecha Aprobación: 16/01/2023	
						Elaboró: Practicante Ing. Ambiental	Revisó: Direccion GH	Aprobó: Direccion GH	
ELABORADO POR:		Dayana Gabriela Rojas Sosa		CARGO:	Practicante Ingeniería Ambiental			FECHA ELABORACIÓN:	21/10/2022
EMPRESA QUE INFORMA		METALTECO S.A.S.							
Periodo de informe registrado		desde	1/01/2021	a	31/12/2021				

ALCANCE 1																				
FUENTES MOVILES																				
FUENTES DE EMISIÓN DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	UNIDAD	CONSUMO												PROMEDIO DE DATOS				FAC	
			ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	TOTAL	No. DATOS	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR		
Consumo de combustibles líquidos	ACPM	Gal	50.00	50.00	50.00	60.00	10.00	50.00	20.00	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	290.00	7	41.43	18.64	10.149
	Gasolina Corriente	Gal	61.30	86.80	106.40	98.80	102.44	90.80	115.20	194.60	103.46	109.33	118.86	60.73	1158.72	12	96.56	18.86	8.8085	
Consumo de combustibles gaseosos	GLP	m3	1.54	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	1.54	1	1.54	0.00	4.893
SUBTOTAL COMBUSTIBLES			13.18																	
SUBTOTAL FUENTES MOVILES (ton CO2 eq)			13.18																	

FUENTES FIJAS																			
FUENTES DE EMISIÓN DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	CONSUMO													PROMEDIO DE DATOS				
		UNIDAD	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	TOTAL	No. DATOS	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	FAC
Consumo de combustibles gaseosos	Argón-Dioxido de Carbono	m3	1365.00	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	1365.00	1	1365.00	0	366.6
	Dioxido de Carbono	Kg	1950.00	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	1950.00	1	1950.00	0	1
	Propano	Kg	127.00	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	127.00	1	127.00	0	2.94
SUBTOTAL COMBUSTIBLES																			
Lubricantes	Acetnes Lubricantes	Gal	566.5	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	566.5	1	566.5	0	0.002
SUBTOTAL OTROS			0.00																
SUBTOTAL FUENTES FIJAS (ton CO2 eq)			502.7																
TOTAL ALCANCE 1			515.91																

ALCANCE 2																			
FUENTES DE EMISIÓN DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	CONSUMO													PROMEDIO DE DATOS				
		UNIDAD	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	TOTAL	No. DATOS	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	FAC
Consumo de energía eléctrica	Energía Eléctrica Adjudada	KWh	37736	41636	46216	25451	44579	29453	44512	49720	52961	57309	50440	35279	515291.10	12	42940.93	9536	0.128
TOTAL ALCANCE 2				64.93															

ALCANCE 3																			
FUENTES MOVILES																			
FUENTES DE EMISIÓN DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	CONSUMO														PROMEDIO DE DATOS			
		UNIDAD	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	TOTAL	No. DATOS	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	FAC
Consumo de combustibles líquidos (Transporte de Empleados)	Diesel	Gal	10725	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	10725.17	1	10725.17	0	10.15
	Gasolina Corriente	Gal	31663	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO	31663.46	1	31663.46	0	8.8085
SUBTOTAL COMBUSTIBLES			388																
SUBTOTAL FUENTES MOVILES			388																

OTRAS FUENTES DE EMISIÓN																			
FUENTES DE EMISIÓN DE GEI		DATOS DE ACTIVIDAD	CONSUMO												PROMEDIO DE DATOS				
			UNIDAD	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	TOTAL	No. DATOS	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR
Viajes Aéreos	Bucaramanga-Villavicencio	Viaje	0	2.00	2.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	12.00	11	1.09	1.537	39.6
	Bucaramanga-Montería	Viaje	0	4.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	9.00	11	0.82	1.215	147
	Bucaramanga-Bogotá	Viaje	0	3.00	7.00	3.00	1.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	27.00	11	2.45	3.194	102.71
	Bucaramanga-Cali	Viaje	0	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	5.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	10.00	11	0.91	1.467	123
	Bogotá-Georgetown	Viaje	0	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	11	0.18	0.577	194
	Bucaramanga-Santa Marta	Viaje	0	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	11	0.18	0.577	113
	Bucaramanga-Panamá	Viaje	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	11	0.09	0.289	182
	Bucaramanga-Medellín	Viaje	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00	11	0.18	0.577	87.4
	Bucaramanga-Cartagena	Viaje	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	11	1.18	3.147	93	
	Bucaramanga-Pereira	Viaje	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	4.00	11	0.45	1.165	79.5
	Barranquilla-Bucaramanga	Viaje	0	1.00	0.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	11	0.55	1.168	80
SUBTOTAL OTROS																			
SUBTOTAL FUENTES FIJAS			8.66																
TOTAL ALCANCE 3			397.01																

TOTAL ton CO2 eq	978
------------------	-----

Continuación Apéndice A

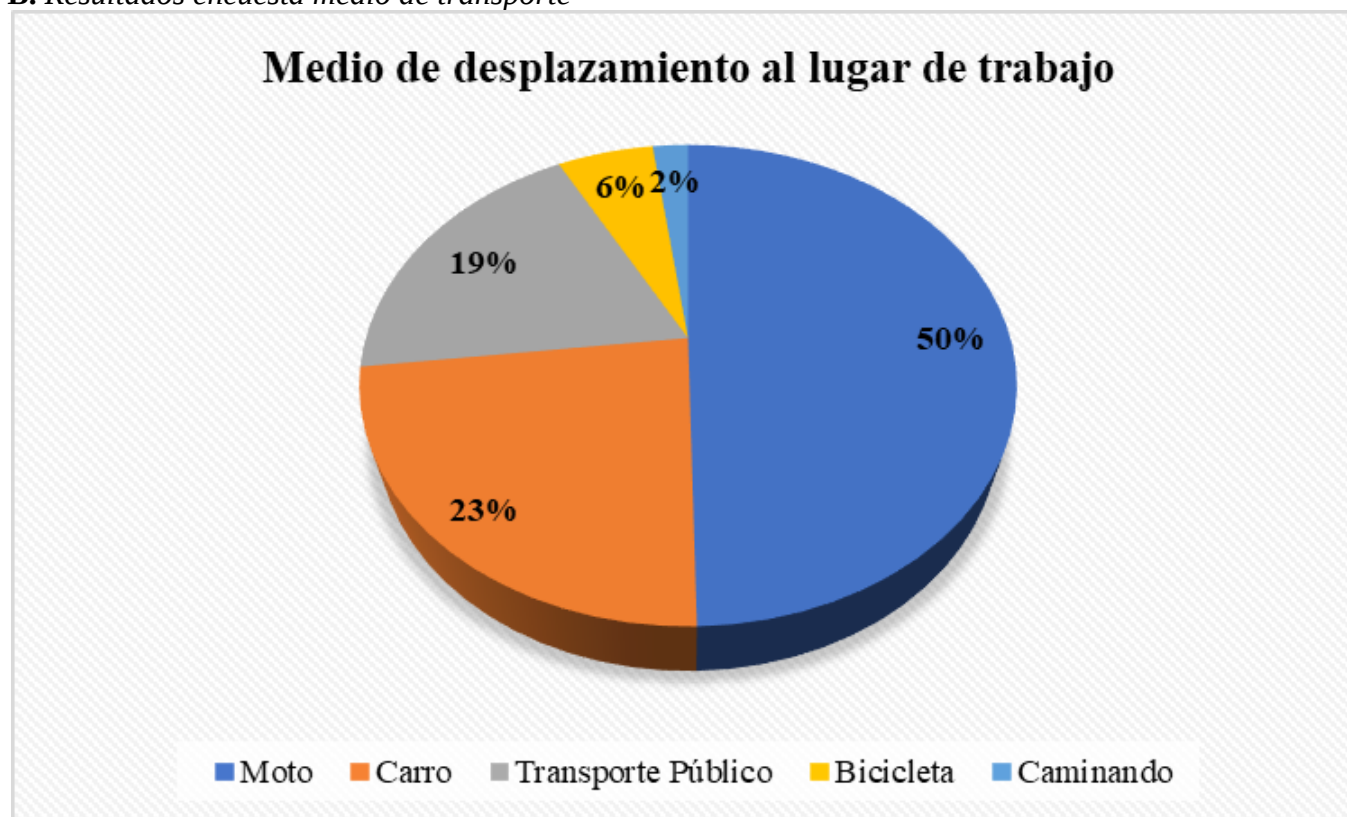
EMISIONES CO2			EMISIONES CH4			EMISIONES N2O			EMISIONES Compuestos Fluorados			EMISIONES SF6		
:TOR EMISIÓN CO2	EMISIONES CO2 (tCO2)	EMISIONES CO2 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN CH4	EMISIONES CH4 (tCH4)	EMISIONES CH4 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN N2O	EMISIONES N2O (tN2O)	EMISIONES N2O (tCO2 eq)	FACTOR DE EMISIÓN Compuestos Fluorados	EMISIONES Compuestos Fluorados (tCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN SF6	EMISIONES SF6 (tSF6)	EMISIONES SF6 (tCO2e)	
Kg CO2/ Gal	2,94	2,94	0,00004	kg CH4/gal	0,000011	0,000299	0,000037	kg N2O/gal	0,000011	0,002929	0	0	0	
Kg CO2/ Gal	10,21	10,21	0,00029	kg CH4/gal	0,000339	0,000459	0,0000284	kg N2O/gal	0,000033	0,008984	0	0	0	
Kg CO2/ Gal	0,01	0,01	0,0061513	kg CH4/gal	0,000010	0,000265	0,0000198	kg N2O/gal	0,000000	0,000008	0	0	0	
	13,16	13,16			0,000359	0,010024			0,000044	0,011921			0	

EMISIONES CO2			EMISIONES CH4			EMISIONES N2O			EMISIONES Compuestos Fluorados			EMISIONES SF6		
:TOR EMISIÓN CO2	EMISIONES CO2 (tCO2)	EMISIONES CO2 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN CH4	EMISIONES CH4 (tCH4)	EMISIONES CH4 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN N2O	EMISIONES N2O (tN2O)	EMISIONES N2O (tCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN Compuestos Fluorados	EMISIONES Compuestos Fluorados (tCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN SF6	EMISIONES SF6 (tSF6)	EMISIONES SF6 (tCO2e)	
Kg CO2/ m3 Argón-CO2	500,41	500,409												
Kg CO2/ Kg Gas Carbonico	1,95	1,95												
Kg CO2/ Kg Gas propano	0,37	0,37338												
	502,7													
Kg CO2/ Gal	0,0010	0,001010041												
	502,73	0,001010041												

EMISIONES CO2			EMISIONES CH4			EMISIONES N2O			EMISIONES Compuestos Fluorados			EMISIONES SF6		
:TOR EMISIÓN CO2	EMISIONES CO2 (tCO2)	EMISIONES CO2 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN CH4	EMISIONES CH4 (tCH4)	EMISIONES CH4 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN N2O	EMISIONES N2O (tN2O)	EMISIONES N2O (tCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN Compuestos Fluorados	EMISIONES Compuestos Fluorados (tCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN SF6	EMISIONES SF6 (tSF6)	EMISIONES SF6 (tCO2e)	
Kg CO2/ kWh	64,93	64,93												

EMISIONES CO2			EMISIONES CH4			EMISIONES N2O			EMISIONES Compuestos Fluorados			EMISIONES SF6		
:TOR EMISIÓN CO2	EMISIONES CO2 (tCO2)	EMISIONES CO2 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN CH4	EMISIONES CH4 (tCH4)	EMISIONES CH4 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN N2O	EMISIONES N2O (tN2O)	EMISIONES N2O (tCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN Compuestos Fluorados	EMISIONES Compuestos Fluorados (tCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN SF6	EMISIONES SF6 (tSF6)	EMISIONES SF6 (tCO2e)	
Kg CO2/ Gal	108,85	108,85	0,000037	kg CH4/gal	0,000397	0,011072	0,00004	kg N2O/gal	0,000397	0,108335	0	0	0	
Kg CO2/ Gal	278,91	278,91	0,0002926	kg CH4/gal	0,001172	0,032686	0,0000284	kg N2O/gal	0,000899	0,245493	0	0	0	
	387,76	387,76			0,001568	0,043758			0,001296	0,353828				

EMISIONES CO2			EMISIONES CH4			EMISIONES N2O			EMISIONES Compuestos Fluorados			EMISIONES SF6		
:TOR EMISIÓN CO2	EMISIONES CO2 (tCO2)	EMISIONES CO2 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN CH4	EMISIONES CH4 (tCH4)	EMISIONES CH4 (tCO2 e)	FACTOR DE EMISIÓN N2O	EMISIONES N2O (tN2O)	EMISIONES N2O (tCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN Compuestos Fluorados	EMISIONES Compuestos Fluorados (tCO2e)	FACTOR DE EMISIÓN SF6	EMISIONES SF6 (tSF6)	EMISIONES SF6 (tCO2e)	
Kg CO2 el Viaje	0,48	0,48												
Kg CO2 el Viaje	1,32	1,32												
Kg CO2 el Viaje	2,77	2,77												
Kg CO2 el Viaje	1,23	1,23												
Kg CO2 el Viaje	0,39	0,39												
Kg CO2 el Viaje	0,23	0,23												
Kg CO2 el Viaje	0,18	0,18												
Kg CO2 el Viaje	0,17	0,17												
Kg CO2 el Viaje	1,21	1,21												
Kg CO2 el Viaje	0,40	0,40												
Kg CO2 el Viaje	0,48	0,48												
	8,86	8,86												

Apéndice B. *Resultados encuesta medio de transporte*

Apéndice C. Matriz CONESA

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales por la generación de GEI como CO2, CH4, SF6 y N2O			IMPORTANCIA											VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	
			ATRIBUTOS											CUANTITATIVA	CUALITATIVA (Calificación)
			NIVEL DE IMPORTANCIA												
Componente	Factor Ambiental	Impacto	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	RE	I	
ABIOTICO	GEOMORFOLOGÍA	Perdida de la cobertura vegetal	-	10	6	1	2	2	1	1	1	2	2	54	Severo
	AIRE	Alteración de ciclos biogeoquímicos	-	10	8	1	4	4	2	1	1	1	4	64	Severo
	AGUA	Acidificación de los cuerpos de agua	-	10	8	1	1	2	1	4	1	1	1	58	Severo
		Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico	-	12	8	1	4	4	4	1	1	1	1	69	Crítico
	TEMPERATURA	Aumento de la temperatura promedio	-	12	8	1	4	4	1	1	1	2	4	70	Crítico
	SUELO	Deterioro de la cobertura vegetal	-	10	4	1	2	2	2	4	1	2	1	53	Severo
		Erosión del suelo	-	10	8	1	2	4	2	1	1	1	4	62	Severo
PAISAJE	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas	-	10	8	1	1	2	1	4	1	1	1	58	Severo	
	Alteración en la percepción visual del paisaje	-	8	4	1	4	4	2	1	1	2	4	51	Moderado	
BIÓTICO	FLORA	Cambio en la extensión de la cobertura vegetal	-	10	7	1	2	2	4	1	1	1	1	57	Severo
		Cambio y/o pérdida de cobertura vegetal	-	8	7	1	1	4	2	1	1	2	4	54	Severo
		Disminución de la biodiversidad	-	10	4	1	4	2	1	1	1	2	1	51	Moderado
		Perdida del hábitat	-	10	6	1	4	4	2	1	1	1	4	60	Severo
	FAUNA	Fragmentación del hábitat de fauna	-	10	6	1	4	2	2	4	1	2	1	59	Severo
		Interrupción de las rutas migratorias de fauna terrestre (incluye especies voladoras)	-	7	7	1	4	2	1	1	1	2	1	48	Moderado
		Desplazamiento de fauna	-	12	4	1	4	1	2	1	1	1	1	56	Severo
SOCIECONOMICO	SOCIAL	Cambio en las variables demográficas	-	11	8	1	4	2	1	4	1	2	1	65	Crítico
	DIMENSIÓN ECONÓMICA	Modificación de las activades de la zona	-	10	4	1	4	4	1	1	1	1	1	52	Severo
		Modificación de las actividades económicas de la zona	-	10	4	1	2	2	2	1	1	2	1	50	Moderado
	DIMENSIÓN ESPACIAL	Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos	-	6	4	1	1	1	1	4	1	2	1	38	Compatible
		Cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de agua para actividades económicas	-	10	4	1	1	2	2	1	1	1	1	48	Moderado
	DIMENSIÓN DEMOGRÁFICA	Cambio en la estructura demográfica	-	10	4	1	4	2	1	4	1	2	1	54	Severo
DIMENSIÓN CULTURAL	Alteración en la percepción visual del paisaje	-	12	6	1	4	1	2	1	1	1	1	60	Severo	

Apéndice D. Cumplimiento actividades programa ahorro de agua

Matriz de verificación de actividades de programas ambientales		
Nombre del programa	Programa de uso eficiente de agua- "Cada gota cuenta"	
Objetivo del programa	Establecer medidas para el adecuado uso y consumo del recurso hídrico dentro de las operaciones de la empresa Metalteco S.A.S	
	% Cumplimiento (0 a 100)	
Actividades	Seguimiento mensual al consumo de energía.	100%
	Estrategias de comunicación al personal para el uso eficiente de agua.	100%
	Reporte y reparación de fugas de las redes de agua.	80%
	Instalación de filtros ahorradores.	0%
	Desarrollar mantenimiento a los tanques de almacenamiento de agua.	33%
	Capacitaciones ambientales y sensibilización uso racional del agua.	40%
	Implementación de un tanque de aguas lluvias.	0%

Apéndice E. *Cumplimiento actividades programa ahorro de energía*

Matriz de verificación de actividades de programas ambientales	
Nombre del programa	Programa de uso eficiente de energía- "Yo asumo, menos consumo"
Objetivo del programa	Establecer medidas para el adecuado uso y consumo del recurso energético dentro de las operaciones de Metalteco, a través del seguimiento del consumo de energía y la realización de campañas y actividades de capacitación y formación.
% Cumplimiento (0 a 100)	
Actividades	Seguimiento mensual al consumo energético 100%
	Estrategias de comunicación al personal para el uso eficiente de energía. 40%
	Sustitución de iluminación fluorescentes por lámparas de bajo consumo en las instalaciones de la empresa. 0%
	Capacitaciones ambientales y sensibilización del uso racional de la energía. 25%
	Desarrollo del mantenimiento preventivo a las luminarias de la empresa. 0%

Apéndice F. Cumplimiento actividades programa gestión residuos sólidos.

Matriz de verificación de actividades de programas ambientales		
Nombre del programa	Programa de gestión de residuos sólidos- "Recapacicla"	
Objetivo del programa	Desarrollar estrategias para el adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos generados en la empresa Metalteco S.A.S.	
	% Cumplimiento (0 a 100)	
Actividades	Mejorar el área de almacenamiento de residuos peligrosos y aprovechables para su adecuado manejo y disposición.	100%
	Realizar el cambio de las canecas por el nuevo código de colores 2184 del 2019	100%
	Registrar la cantidad de residuos peligrosos generados mensualmente.	50%
	Realizar entrega de los residuos peligrosos registrados mensualmente a la empresa prestadora de servicio.	50%
	Plantear estrategias de comunicación al personal para la adecuada separación de los residuos sólidos.	40%
	Establecer calendario de recolección y comercialización de los residuos aprovechables.	100%
	Realizar comercialización de los residuos aprovechables a empresa recicladora	100%
	Capacitaciones ambientales y sensibilización para adecuada gestión de residuos sólidos.	40%