



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

“Estimación de la huella de carbono del Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache”

PARA OBTENER EL TITULO DE

Ingeniera Ambiental

PRESENTA

Arelly Hernández Palacios

DIRECTORES DE TESIS

Óscar Eduardo Rivas Aguilar

Lila Margarita Bada Carbajal



Dedicatoria

A mi madre Araceli Palacios, por la dedicación, entrega y amor que me ha brindado en todo momento. Además de siempre cuidar de mí y estar en mis momentos más felices y tristes.

A mi padre Regulo Hernández, por la dedicación, gran apoyo y amor que me ha brindado en cada paso que doy. Además de motivarme a seguir adelante y nunca rendirme.

A mis hermanos Ángel y Nayely, por ser un gran apoyo para mí, y darme su amor incondicional. Además de apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida, pero aun así nunca dejarme caer y permanecer juntos como hermanos.

A mi tía Sita Hernández, por ser una madre para mí y apoyarme en las circunstancias, por su entrega y cariño que me ha brindado en todo momento. Además de motivarme a seguir adelante y superarme cada día.

A mi tío José Antonio García, por ser un padre para mí y apoyarme en todo momento y darme sus consejos de vida, por su entrega y cariño que me ha brindado en cada paso que doy.

A mi primo Erik García, por ser un hermano para mí y compartirme experiencias y consejos profesionales de su vida propia. Además por su gran pasión a su trabajo y ver que en realidad vale la pena esforzarse por sus sueños.

A mi abuelo Ángel Palacios, por ser mi mayor inspiración para seguir adelante a pesar de las adversidades y por ser un pilar importante en mi vida a pesar de que ya no está físicamente; por apoyarme, cuidarme, protegerme y escucharme. Pero sobre todo su gran amor que me brindo en todo momento. Por siempre estar conmigo en los momentos buenos y malos.



Agradecimientos.

Quiero comenzar agradeciendo a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos académicos a lo largo de mi carrera. Además de estar siempre conmigo, cuidándome y dándome consejos para no dejarme vencer ante las adversidades o dificultades que llegue a presentar.

A mi verdadera familia, que siempre estuvo conmigo apoyándome y nunca dejarme vencer durante este proceso, la que siempre me apoyo, creyó en mí y siempre me motivo. Gracias a ellos sigo de pie y agradezco por cada una de sus palabras.

A Dios por permitirme seguir luchando por mis sueños, por darme esa esperanza, alegría, tristeza y valor que necesite para poder llegar hasta el final de mi carrera.

A mis asesores, el M.I. Óscar Eduardo Rivas Aguilar y la Dra. Lila Margarita Bada Carbajal por su paciencia y dedicación, asimismo, agradezco por cada corrección, consejo, guía y sus palabras que me dieron para la realización de mi proyecto. Gracias por cada observación que me brindaron, siempre recordare sus enseñanzas.

A mis profesores y profesoras que han sido parte de mi camino universitario, agradecerles por cada conocimiento que me transmitieron a lo largo de mi carrera, por las motivaciones y palabras que en su momento me dieron.

A mis compañeros que me compartieron de su valioso tiempo, por todos los momentos en compañía y por las experiencias aprendidas.

A mi institución, el Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache, por abrirme sus puertas y ser parte de ello, por ser un segundo hogar para mí y transmitirme todos los conocimientos para mi futura vida laboral, gracias infinitas por todo.



Resumen.

El presente estudio tuvo como objetivo estimar la Huella de Carbono (HC) del Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache utilizando la metodología del GHG Protocol, con el propósito de establecer estrategias de disminución de Gases de Efecto Invernadero (GEI). El estudio estableció los alcances 1 y 2 de la metodología del GHG Protocol tomando en cuenta los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022 para poder tomar una decisión sobre en qué año hubo un mayor impacto de la HC. El alcance 1 representa las emisiones directas que son producidas en este caso por el consumo (Gas LP, Gasolina, Diésel y RSU's) dentro de la institución académica. Para el otro tipo de alcance nos centramos en la generación de energía eléctrica provenientes de las instalaciones eléctricas, máquinas de oficina, entre otras. A partir de estos se obtuvieron de la metodología, mostrando que el alcance 2 generó más emisiones de GEI en los 5 años que se calculó (2018-2022) siendo en el año 2019 donde más emisiones se generaron (97.080 Ton CO₂eq) de energía eléctrica y con respecto al alcance 1 en de los 5 años que se calculó fue en el 2018 donde más emisiones se generaron (12.452 Ton CO₂eq) por consumo (Gas LP, Gasolina, Diésel y RSU's); sumando ambos alcances (1 y 2), y obteniendo un resultado final de cada año fue en el 2021 donde hubo menos emisiones de GEI que fue por motivo de la pandemia del COVID-19 generando 37.082 Ton CO₂eq y en el año 2018 donde hubo más emisiones de GEI generando 108.868 Ton CO₂eq. Las propuestas para la reducción de CO₂eq se enfocaron en mitigar el consumo de la gasolina que es utilizado por máquinas podadoras de césped y la energía eléctrica que son los que más generan HC.

Palabras clave.

Cambio climático, Gases de efecto invernadero, Huella de carbono, COVID-19, Energía eléctrica, Propuestas de mitigación.



Abstract.

The present study aimed to estimate the Carbon Footprint (CF) of the Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache using the GHG Protocol methodology, with the purpose of establishing strategies for reducing Greenhouse Gas (GHG) emissions. The study addressed scopes 1 and 2 of the GHG Protocol methodology, considering the years 2018, 2019, 2020, 2021, and 2022 to determine the year with the greatest CF impact and make informed decisions regarding emission reduction strategies. Scope 1 represents the direct emissions that are produced in this case by consumption (LP Gas, Gasoline, Diesel and RSU's.) regarding the place of study. For the other type of scope we focus on the generation of electrical energy from electrical installations, office machines, among others. From these the methodology was obtained, showing that scope 2 generated more GHG emissions in the 5 years that were calculated (2018-2022), with the year 2019 being where the most emissions were generated (97,080 Ton CO₂eq) of electrical energy and with respect to scope 1, of the 5 years that were calculated, it was in 2018 where the most emissions were generated (12,452 Ton CO₂eq) due to consumption (LP Gas, Gasoline, Diesel and RSU's.); adding both scopes (1 and 2), and obtaining a final result for each year, it was in 2021 where there were fewer GHG emissions, which was due to the COVID-19 pandemic, generating 37,082 Ton CO₂eq and in 2018 where there were more emissions of GHG generating 108,868 Ton CO₂eq. The proposals for the reduction of CO₂eq focused on mitigating the consumption of gasoline that is used by lawn mowing machines and electrical energy, which generate the most HC.

Keys words.

Climate change, Greenhouse gases, Carbon footprint, COVID-19, Electric power, Mitigation proposals.



Índice.

CAPITULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.	1
1.1. Introducción.	1
1.2. Descripción de la empresa u organización.	3
1.3. Problemática.	5
1.4. Hipótesis.	6
1.5. Objetivos generales y particulares.	6
1.5.1. Objetivo general.	6
1.5.2. Objetivos específicos.	6
1.6. Justificación.	7
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Cambio climático.	8
2.2. Los Gases de Efecto Invernadero.	9
2.3. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI).	10
2.4. GHG Protocol.	12
2.5. Huella de carbono.	12
2.6. Huella de carbono organizacional.	13
2.7. Ventajas de calcular una huella de carbono organizacional.	15
CAPITULO 3. ESTADO DEL ARTE.....	16
3.1. Contexto internacional.	16
3.2. Contexto Nacional.	20
CAPITULO 4. METODOLOGÍA.....	24
4.1. Calculo con el método de Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte de GHG Protocol.	24
4.1.1. Determinación de los límites de la organización.	25
4.1.2. Determinar los límites operacionales.	25
4.1.3. Pasos para el cálculo de las emisiones de GEI.	26
4.1.4. Estrategias de mitigación.	29
CAPITULO 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	30



5.1.	Fuentes de energía utilizados.....	30
5.1.1.	Gasolina.....	31
5.1.2.	Diésel.....	32
5.1.3.	Residuos orgánicos.....	32
5.2.	Inventario de emisiones de GEI.....	33
5.2.1.	Gas LP.....	33
5.2.2.	Energía Eléctrica.....	34
5.2.3.	Gasolina.....	35
5.2.4.	Diésel.....	35
5.2.5.	RSU's.....	36
5.2.6.	Inventario de los años 2018-2022 de emisiones de GEI.....	36
5.3.	Huella de carbono total de ambos alcances.....	38
5.3.1.	Análisis de resultados de la Huella de Carbono.....	39
5.4.	Propuestas de mitigación de emisiones de GEI.....	40
5.4.1.	Realizar corte de césped con tijeras de podar.....	41
5.4.2.	Realizar corte de césped con siega.....	41
5.4.3.	Implementar prácticas adecuadas de mantenimiento y operación de equipos de cómputo.....	42
5.4.4.	Reemplazo de luminarias.....	42
5.4.5.	Gestión de la información.....	43
	CONCLUSIONES.....	44
	RECOMENDACIONES.....	45
	EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA.....	45
	ANEXOS.....	46
	REFERENCIAS.....	49



Índice tablas.

Tabla 1. Gases de efecto invernadero y el factor de calentamiento global. Fuente: IPCC 2007, PNUMA 2012 y INECC 2021.	9
Tabla 2. Identificación de las fuentes de emisión de los Gases de Efecto Invernadero, consecuencias de las actividades del ITSAT. Fuente: Elaboración propia.....	26
Tabla 3. Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en la categoría comercial/institucional (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calorífica neta). Fuente: (IPCC, 2006).	29
Tabla 4. Datos recabados sobre el Gas LP para las fuentes de energía de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	30
Tabla 5. Datos recabados sobre la Energía Eléctrica para las fuentes de energía de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	30
Tabla 6. Recopilación de datos para las fuentes de energía de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	31
Tabla 7. Consumo de gasolina de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	31
Tabla 8. Consumo de diésel de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	32
Tabla 9. Generación de residuos orgánicos de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	32
Tabla 10. Factor de emisión eléctrico. Fuente: SEMARNAT, 2019-2023.....	33
Tabla 11. Inventario de emisiones de GEI para el gas LP de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	34
Tabla 12. Inventario de emisiones de GEI para la energía eléctrica de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	34
Tabla 13. Inventario de emisiones de GEI para la gasolina de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	35
Tabla 14. Inventario de emisiones de GEI para el diésel de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	35
Tabla 15. Inventario de emisiones de GEI para los RSU's de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.	36
Tabla 16. Inventario de emisiones de GEI generadas en el ITSAT. Fuente: ITSAT, 2023.	37
Tabla 17. Huella de carbono (Alcance 1). Fuente: ITSAT, 2023.	38
Tabla 18. Huella de carbono (Alcance 2). Fuente: ITSAT, 2023.	38
Tabla 19. Huella de carbono total de la institución. Fuente: ITSAT, 2023.	39



Índice figuras.

Figura 1. Institución Educativa: Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache. Fuente: ITSAT, 2024.	4
Figura 2. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI). Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2018.	11
Figura 3. Elementos que componen los alcances de la Huella de Carbono Organizacional. Fuente: CSR STAFF, 2021.	14
Figura 4. Metodología ECCR. Fuente: ECCR.....	24
Figura 5. Ton CO ₂ eq que se generaron cada año por fuentes. Fuente: ITSAT, 2023.....	37
Figura 6. Total de CO ₂ eq/anual de HC. Fuente: ITSAT, 2023.	39



CAPITULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.

1.1. Introducción.

El cambio climático es considerado una de las mayores amenazas a la sostenibilidad de nuestro planeta, con impactos a corto, mediano y largo plazo. Aunque existe amplia evidencia del cambio climático, los factores han llamado mucho la atención con respecto a las negativas en una gran variedad de países. Gran parte duda de que todos los cambios que pasan en la vida cotidiana con respecto al clima tenga que ver con uso excesivo de máquinas/herramientas causada por el hombre, al contrario toman por sentado el hecho de que el cambio climático se debe únicamente a fenómenos naturales, independientemente de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono. (Shisana, 2013).

En este contexto, las instituciones académicas, como centros de conocimiento y desarrollo intelectual, tienen la responsabilidad de contribuir a mejores enfoques para la protección ambiental. La contabilidad en lo que respecta a la acumulación de carbono ha surgido para medir y así poder sacar conclusiones de los factores que podrían influir en las actividades y cambios constantes en el clima más allá de los principales emisores. (Piñera, 2019).

El concepto de huella de carbono ha ganado un lugar firme en el debate global como un indicador importante de la contribución de una empresa a la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Rivas, 2017). La huella de carbono (HC) se define en términos generales como “la cantidad de algunos gases emitidos que no son necesarios al aire y sobre todo dañan a la atmosfera por la cantidad excesiva de sustancias que generan diferentes industrias/empresas” (Schneider & Samaniego, 2010). Esta acumulación está estrechamente vinculada al aumento de las temperaturas globales y a consecuencias devastadoras en forma de fenómenos climáticos extremos, pérdida de biodiversidad, escasez de recursos y desplazamiento de población. (Pentinat & Pèrez, 2016).



Las emisiones de dióxido de carbono son una forma de calcular el medio ambiente, ya que es una forma importante que indica las fuentes de los GEI, cómo nuestras actividades contribuyen a aumentar o reducir las emisiones de la misma y cómo entendemos, las acciones que están directamente relacionadas con nuestro impacto sirve como herramienta de gestión para sobrellevar el cambio climático. (Salazar & Cano, 2019).

Las instituciones académicas, como los centros de educación, investigación y desarrollo, realizan un papel importante en la configuración de las mentes y las decisiones del mañana. Estas instituciones, al igual que otras empresas, llevan a cabo muchas actividades y operaciones que impactan el medio ambiente a su manera. Sin embargo, a medida que las universidades reconocen este problema como propio, están realizando evaluaciones del ciclo de vida, midiendo su huella de carbono y su huella ecológica, o simplemente desarrollando planes para mejorar su gestión ambiental, y sólo en los últimos años han comenzado a tomar medidas con el objetivo de minimizar las emisiones. (Navarro M. V., Cebolla, Ceca, Ruiz, & Rizo, 2011).

Este proyecto de investigación se propone abordar la necesidad imperante de calcular la huella de carbono de una institución académica, proporcionando una base sólida para tomar decisiones fundamentadas en la gestión ambiental y sostenibilidad, teniendo como base la norma ISO 14001:2015.



1.2. Descripción de la empresa u organización.

El “Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache” (ITSAT) ha sido conocido como una institución respetuosa con el medio ambiente desde su creación en el año 2000. Poco a poco fue ganando fama e identidad y se convirtió en una institución educativa integrada con seis programas educativos que atiende a más de 2,000 estudiantes. Gracias al esfuerzo académico de 63 funcionarios docentes, y administrativos, el ITSAT ha capacitado profesionales para alcanzar sus objetivos y contribuir económicamente a la nación y la administración pública. Todos sienten pasión por su formación técnica, y cada formación requiere de un perfil capacitado. Dentro del campo de desarrollo regional: 6 profesores tienen títulos de doctorado, 37 profesores tienen títulos de maestría y 20 profesores tienen títulos de licenciatura. (Temapache, Directora General TecNM Álamo: Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache, 2019).

La institución se encuentra ubicada en Xoyotitla, Mpio. De, Km. 6.5, Camino de Potrero del Llano, Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz. En 2022, se contó con presencia de 1,850 matriculas, de los cuales el 54.9% fueron de hombres y el 45.1% fueron de mujeres que ingresaron a la institución. (ITSAT, 2019).

Actualmente, se encuentra certificado en las normas ISO 9001:2015 (Sistema de Gestión de Calidad) e ISO 14001:2015 (Sistema de Gestión Ambiental). De acuerdo a la política ambiental, el ITSAT, es una entidad formadora de profesionistas de calidad; con valores éticos y morales, comprometida con la prevención y protección del medio ambiente. Esforzándose en mejorar continuamente el desempeño institucional para el logro de los objetivos del Sistema de Gestión Ambiental; en cumplimiento con los requerimientos legales y otros requisitos aplicables; en colaboración con las autoridades, personal, alumnos y sociedad en general, mitigando en todo momento los daños ambientales. (Temapache, Política Ambiental, 2019).



Figura 1. Institución Educativa: Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache. Fuente: ITSAT, 2024.



1.3. Problemática.

En la actualidad, el “cambio climático” es una de las crisis que enfrenta la humanidad. La información que se ha recabado durante años, así como evidencias científicas apunta de manera concluyente a la acumulación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmosfera como la principal causa de este fenómeno global. Entre los GEI, el dióxido de carbono (CO_2) destaca como uno de los mayores contribuyentes para el calentamiento global. Es por ello que, en este contexto, el cálculo y la reducción de la huella de carbono se han convertido en una prioridad alarmante para mitigar los efectos que pueda producir el cambio climático.

De las instituciones académicas, como los centros de aprendizaje e investigación, desempeñan un papel importante para la sociedad, lo cual tiene una influencia significativa en la formación de futuros líderes y ciudadanos. Sin embargo, estas instituciones generan una serie de emisiones de CO_2 y otros GEI como resultado de sus actividades que son generadas de manera diaria.

El problema radica en la falta de conocimiento y acción con respecto a la huella de carbono en la institución académica. Es esencial abordar este problema para cuantificar y comprender la magnitud de nuestras emisiones de CO_2 . Al hacerlo, no solo cumpliremos con nuestras responsabilidades éticas y ambientales, sino que también contribuiremos a la formación de futuros líderes conscientes del medio ambiente.

A pesar de los esfuerzos generales hacia la sostenibilidad, la mayoría de las instituciones no cuentan con evaluaciones detalladas de su huella de carbono. Esta falta de información impide la implementación efectiva de estrategias específicas para reducir las emisiones y mejorar la sostenibilidad.



1.4. Hipótesis.

El alcance 2, que corresponde al consumo de energía eléctrica dentro de la institución, será la principal fuente de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

1.5. Objetivos generales y particulares.

1.5.1. Objetivo general.

Estimar la huella de carbono del Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache utilizando la metodología del GHG Protocol.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Identificar los límites operacionales para la estimación de “la huella de carbono” del ITSAT.
- Identificar los alcances para la estimación de la huella de carbono en el ITSAT.
- Generar el inventario de Gases de Efecto Invernadero del ITSAT.
- Estimar la Huella de Carbono del ITSAT.
- Generar propuestas de disminución de emisiones de GEI para el ITSAT.



1.6. Justificación.

La creciente preocupación por los efectos del cambio climático y la necesidad de adoptar prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente ha llevado a las organizaciones a buscar formas efectivas de reducir su impacto ambiental. En este contexto, la norma ISO 14001:2015 se presenta como un marco integral, es por ello que proporciona una estructura sólida para identificar, controlar y reducir los aspectos ambientales significativos de las operaciones, incluida la emisión de gases de efecto invernadero, con el objetivo de contribuir a la mitigación del cambio climático y la preservación de los recursos naturales.

Bajo este contexto, la presente investigación propone evaluar la huella de carbono en una institución académica como una medida estratégica para cumplir con los requisitos establecidos en la norma ISO 14001:2015. Pero sobre todo, tomando en cuenta que para la huella de carbono toda la información es acción de las actividades humanas. Esta evaluación proporcionará a la institución una comprensión profunda de su impacto ambiental, permitiéndole tomar decisiones informadas para la reducción de sus emisiones y la adopción de prácticas más sostenibles.



CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1.Cambio climático.

Con relación al cambio climático en la actualidad, este ha tenido muchos cambios significativos a lo largo de los años, pero se ha convertido en una de las razones más habladas por la época actual. Empezando por el suceso de la Cumbre que es una conferencia, celebrada en Río de Janeiro en 1992, la cuestión provoco fuertes reacciones en un nivel tan alto que el mundo entero fue testigo. Su origen humano y su existencia a pesar de todos los tratamientos son hechos innegables para muchas comunidades científicas (Sunyer, 2010), y para el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), patrocinado por las Naciones Unidas. (Solomon, 2007).

El IPCC-2007 dentro de la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” (CMNUCC) define el cambio climático en el Artículo 1, Sección 2 de la siguiente manera: “El cambio climático, es causado directa o indirectamente por las actividades humanas, cambia la composición de la atmósfera terrestre y degrada el medio ambiente global, sumando las variaciones climáticas naturales observadas durante períodos de tiempo comparables”. Esto es causado principalmente por el valor que posee el efecto invernadero, donde los gases actúan de manera propia haciendo que los componentes de la atmósfera, almacenen parte de la energía liberada por debajo de la tierra a causa del calentamiento por efecto de la radiación solar. (Ballesteros & Aristizabal, 2007) Por su parte, el IPCC lo conceptualiza como: Cambios a lo largo del tiempo, ya sea como resultado de una variación natural o de la actividad humana. (Zavaleta, 2016).

Cuando se celebró la CMNUCC en Tokio del año 1997, se estableció el Protocolo de Kioto, que estipula que los gases que son componentes de la atmósfera y sus efectos son causados principalmente por el efecto invernadero como se muestra en Tabla 1.



Este protocolo exige minimizar las emisiones provenientes del dióxido de carbono y otros componentes, en su caso, gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. (Castillo & Montoya, 2019).

Tabla 1. Gases de efecto invernadero y el factor de calentamiento global. Fuente: IPCC 2007, PNUMA 2012 y INECC 2021.

GASES DE EFECTO INVERNADERO.

Gas de Efecto Invernadero	Potencial de Calentamiento Global			% del Total de Emisiones de GEI antropogénicas (2010)	% del Total de Emisiones de GEI antropogénicas (2019)
	20 años	100 años	500 años		
Dioxido de carbono (CO ₂)	1	1	1	76%	67%
Metano (CH ₄)	72	25	7.6	16%	24%
Oxido nitroso (N ₂ O)	289	298	153	6%	6%
Hidrofluorocarbonos (HFC)	12,000	124-14,800	12,000	< 2%	3%
Perfluorocarbonos (PFC)	6,310	7,390-12,200	12,500	< 2%	3%
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	16,300	22,800	32,600	< 2%	3%
Trifluoruro de nitrógeno (NF ₃)	-	17,200	-	< 2%	3%

2.2. Los Gases de Efecto Invernadero.

Los GEI son elementos gaseosos parte de la atmósfera que se originan naturalmente por las actividades humanas y que absorben y emiten radiación infrarroja. Esta propiedad provoca un efecto invernadero. El cambio climático es causado por los crecientes efectos del efecto invernadero debido al aumento de las acumulaciones por parte de gases que emite. Esto



acorde a la cantidad y tipo de gases que están compuestos. (Ballesteros & Aristizabal, 2007).

2.3. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI).

El inventario es una herramienta que permite conocer las emisiones nacionales provocadas en torno a la situación que presente la población. Haciéndolo practico para diseñar una planificación de disminución de emisiones y comprender los principales puntos de donde provienen.

Es nuestra obligación internacional como signatarios de la Convención Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC) sobre el Cambio Climático realizar inventarios de acuerdo con los estándares científicos y técnicos establecidos por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC). Como se muestra en la Figura 1, la actualización INEGYCEI 1990-2015 es parte del 6to Informe Nacional y 2do Informe Bienal de Actualización de México presentado ante la CMNUCC.

Con relación al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), al conocer más sobre el inventario de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero nos incluye emisiones de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafluoruro de azufre y negro de carbono de 1990 a 2015. Con relación al gas más relevante se encuentra la mayor parte en el aire induciendo a dañar más por donde viaja, conocido por nuestro país como el dióxido de carbono, representando el 71% de las emisiones, seguido del metano con el 21%.

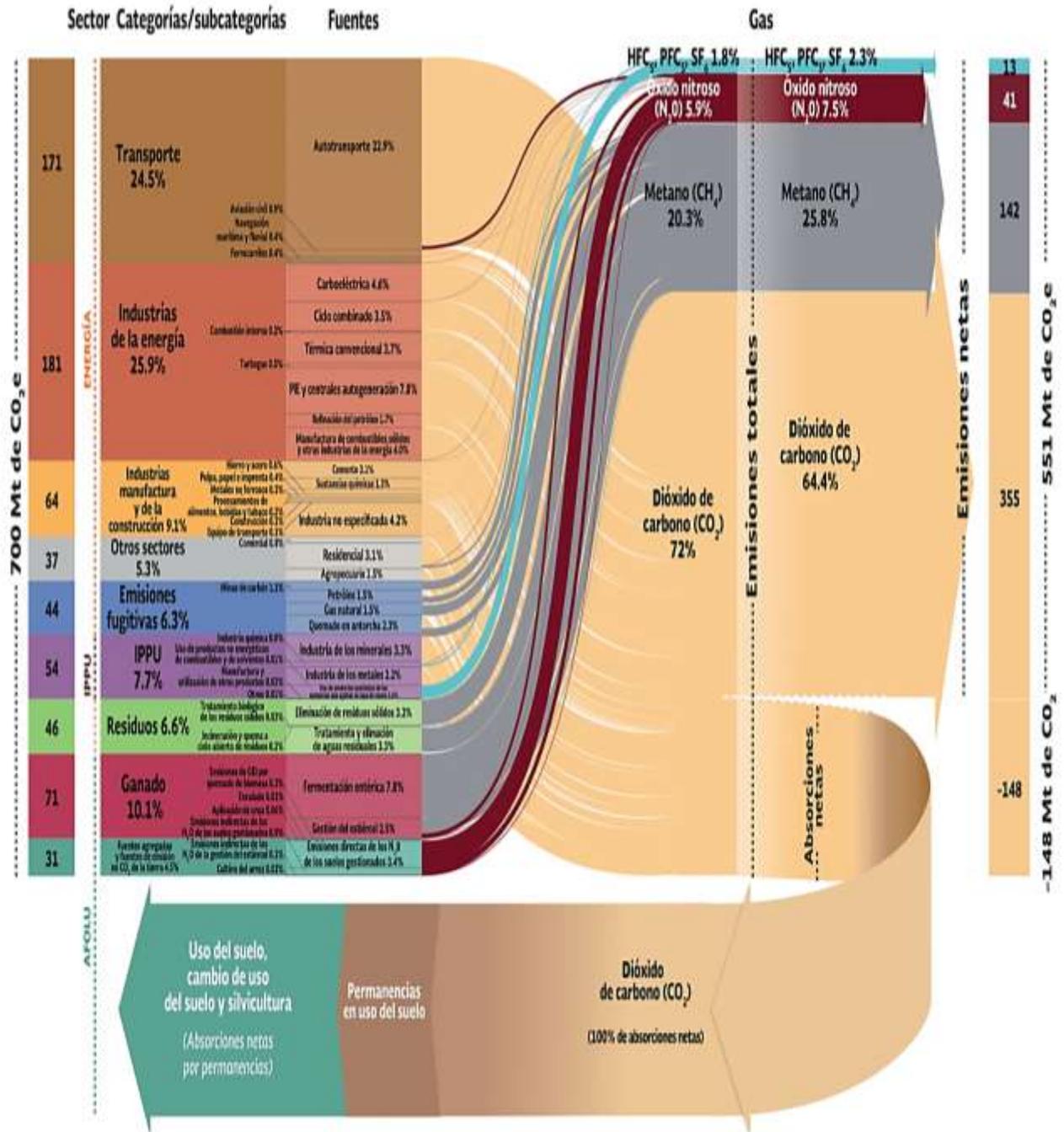


Figura 2. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI). Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2018.



2.4.GHG Protocol.

El Protocolo GHG es un esfuerzo de colaboración entre el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) es alrededor del mundo un apoyo para construir una nueva generación de programas efectivos y confiables para abordar el cambio climático entre gobiernos y organizaciones ambientalistas. (Gil, 2019).

Utiliza una perspectiva intersectorial y cuenta las emisiones de cada sector. Por ejemplo, las emisiones causadas por el uso de combustible en instalaciones de fabricación, viajes, combustión estacionaria y emisiones indirectas por la compra de electricidad. También permite el tratamiento de todas las emisiones indirectas provenientes de fuentes ajenas a la empresa, como la extracción, producción y transporte de materias primas. (Gil, 2019).

De acuerdo al Protocolo de Gases Efecto Invernadero, la guía Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (ECCR) define el GHG Protocol como: “Las herramientas de cálculo de la huella de carbono (HC) internacional más utilizadas son extensas y complejas, pero tienen en cuenta tres posibles fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero y calculan la cantidad de emisiones directas de cada sector o actividad productiva: se tienen en cuenta las emisiones físicas y las indirectas”. (Espindola & Valderrama, 2018).

2.5.Huella de carbono.

William Rees y Mathis Wackernagel de la Universidad de British Columbia, comprenden el concepto de la Huella de Carbono (HC) como “una manera contable para valorar los puntos que se necesitan en términos de recursos relacionados con la tierra y el agua, y la asimilación de los residuos para tomar encuentra lo que necesita la población”. (Wackernagel & Rees, 1996). Actualmente, los carbonos han surgido como un indicador



que puede medir y sintetizar el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente en forma de emisiones de gases de efecto invernadero y pueden ayudar a las organizaciones a adoptar estrategias proactivas para lograr la sostenibilidad. (Wiedmann & Minx, 2008); (Wittneben & Kiyar, 2009).

Las emisiones que son producidas provenientes del aire, tienen una muy cercana relación con el cambio climático y con cada actividad que nosotros presentemos cada día. De acuerdo a las distintas definiciones que se encuentran todos llegan a una solo conclusión que el dióxido de carbono tiene un ciclo de vida, así como la producción para hacer este contaminante se necesita de un ciclo de procesos para poder generar en el día emisiones para la atmosfera.

Cada una de las referencias por el dióxido de carbono, toma como base otros más gases que son los componentes con los cuales tiene relación, obteniendo gases de efecto invernadero. Una característica de las emisiones de dióxido de carbono a la que se hace referencia comúnmente es la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero emitidas por personas o actividades, expresada en kilogramos o toneladas. (Wiedmann & Minx, 2008).

2.6.Huella de carbono organizacional.

Las huellas de carbono corporativas se utilizan principalmente para crear informes corporativos que son la base para comunicar el desempeño de una empresa en materia de cambio climático a todas las partes interesadas (proveedores, clientes, inversores, gobiernos, etc.). Se trata básicamente de recopilar datos sobre el lugar que se tenga planeado estudiar su lugar para calcular el total de emisiones generados a la atmosfera y así obtener un inventario de emisiones lo más completo posible. Existen diferentes técnicas para esta conversión dependiendo del tipo de recursos consumidos. (Jimenez Herrero, 2015).



Para su apropiada gestión, la huella de carbono corporativa agrupa las emisiones de GEI en (MMA, 2023):

- Emisiones Directas (Alcance 1): Se trata de emisiones de gases de efecto invernadero resultante de fuentes propias o controladas por la empresa, como el consumo de combustibles fósiles en fuentes fijas y/o móviles, y fugas accidentales de sistemas de aire acondicionado.
- Emisiones Indirectas (Alcance 2): Se relaciona a las emisiones de GEI vinculadas al consumo de electricidad y/o vapor generados por empresas/lugares/personas terceras.
- Otras emisiones indirectas (Alcance 3): Se trata de emisiones de gases de efecto invernadero que una empresa no posee ni controla, como por ejemplo: Transporte de personal, viajes aéreos o terrestres por motivos de trabajo, transporte de mercancías, producción y transporte de residuos.

En la Figura 2, se muestran los alcances citados gráficamente:

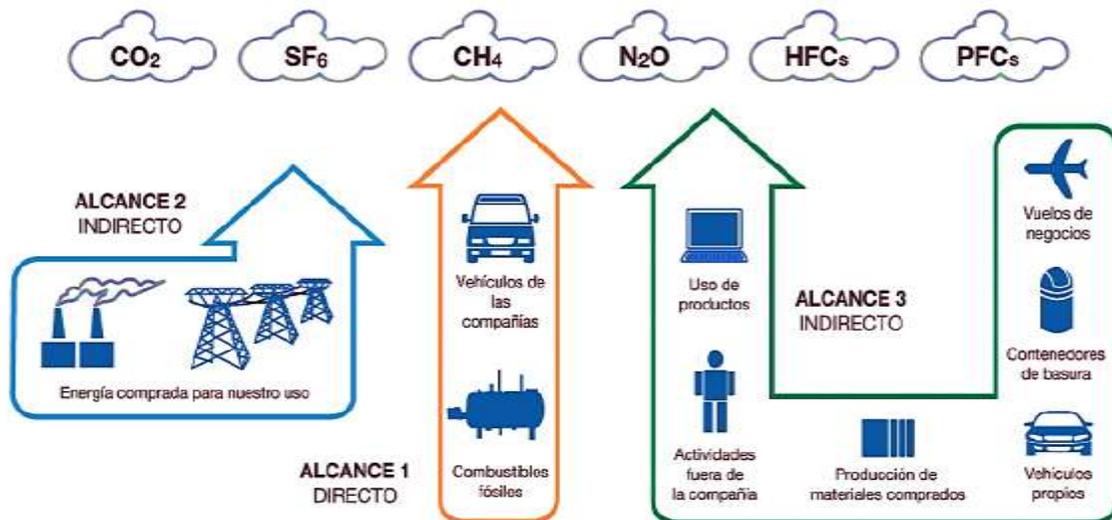


Figura 3. Elementos que componen los alcances de la Huella de Carbono Organizacional. Fuente: CSR STAFF, 2021.



2.7. Ventajas de calcular una huella de carbono organizacional.

Calcular la huella de carbono de una organización es una herramienta con dos propósitos. Uno es reducir el costo del consumo de energía para iluminación, aire acondicionado, calefacción y transporte, pero sobre todo es ayudar a reducir las emisiones. Y por otro lado, es reducir los gases de efecto invernadero y aumentar la conciencia medioambiental.

Las organizaciones que calculan su huella de carbono por tanto no solo contribuyen a la lucha contra el cambio climático, sino que también tienen los siguientes beneficios (Dirección de Seguridad, 2019):

- Identificar oportunidades para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La mayoría de ellos resultan de un menor consumo de energía y, por lo tanto, se logran ahorros económicos.
- Participar en programas voluntarios nacionales locales o privados (proyectos de registro, compensación y absorción de carbono).
- Recibir reconocimiento interno y externo por tomar medidas voluntarias tempranas para reducir las emisiones.
- Identificar nuevas oportunidades de investigación relacionadas con el cambio climático y el medio ambiente.



CAPITULO 3. ESTADO DEL ARTE

3.1. Contexto internacional.

Durante décadas ha habido preocupación por el cambio climático en los campus universitarios. Sin embargo, sólo en los últimos años las universidades han reconocido este tema como propio y han comenzado a tomar iniciativas como realizar Análisis del Ciclo de Vida (ACÁ), medir la Huella de Carbono (HC) y la Huella Ecológica (HE). Alternativamente, puede crear un plan para mejorar la gestión ambiental con el objetivo simplemente de minimizar las emisiones. Siendo las instituciones de educación superior las creadoras de las sociedades del futuro, deben ser las primeras en implementar sistemas de gestión ambiental que permitan a los estudiantes aprender con el ejemplo y promover la acción social contra el calentamiento global. Además, ninguna otra organización de la sociedad tiene la diversidad de influencia y habilidades necesarias para resolver este problema crítico. (Navarro, Cebolla, Ceca, Ruiz, & Rizo, 2011).

Algunas universidades participan en redes como la Organización Internacional de Universidades para el Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente (OIUDSMA). (Campos, Luis, Bernardo, & Francisco, 2018). Otras organizaciones incluyen la Asociación para el Avance de la Sostenibilidad en la Educación Superior (AASHE siglas en inglés) (Kinsley & Leon, 2009) con el propósito principal de ser una universidad neutra en CO₂. (Navarro, Cebolla, Ceca, Ruiz, & Rizo, 2011).

A continuación, se presentan algunos casos de instituciones sobre el cálculo de la HC:

La Universidad de Pensilvania anunció el proyecto "Huella de Carbono de la Universidad de Pensilvania" el cual prevé realizar un inventario completo de todas las emisiones de gases de efecto invernadero generadas y determinar la correspondiente huella de carbono de todo el campus, es decir, 141 edificios y 40,000 socios de investigación. Además, el cálculo



de las emisiones no se limita al año base, sino que examina la evolución desde 1990 hasta 2006 para determinar los niveles que podrían alcanzarse en 2020 si no se toman medidas al respecto. Todo esto se compara con acercarse al objetivo del esfuerzo de Kioto. En este estudio, según las condiciones originales de AASHE, y asumiendo valores equivalentes asignados por el IPCC, se determinan el consumo de energía, la movilidad comunitaria, los fertilizantes en horticultura y las diferentes opciones posibles de tratamiento de los residuos generados a partir de las toneladas de CO₂. Cabe señalar también que los resultados no distinguen entre empleados y estudiantes, y se expresan igualmente por área, metros cuadrados de construcción y membresía universitaria. (Navarro, Cebolla, Ceca, Ruiz, & Rizo, 2011).

En Costa Rica, el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) realizó un estudio de huella de carbono para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero, siguiendo los lineamientos del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Se encontró que el ITCR emitió un promedio de 2.541 toneladas/año de CO₂-eq durante el período 2007-2009, y las emisiones podrían alcanzar 3.741 toneladas de CO₂ equivalente por año entre 2011 y 2021. De nuestras emisiones promedio de 2007 a 2009, el 85% provino de nuestra sede en Santa Clara y el 15% de nuestra sede en Cartago y el Centro Académico de San José. (Pozo, Sanchez, & Echeverria, 2019). Las fuentes de emisiones evaluadas para toda la instalación fueron la fermentación entérica del ganado (40%), la gestión de fertilizantes (36%), los vehículos (11%), los viajes aéreos (4%), los mataderos (4%) y la electricidad (4%), combustible de motor (1%) y GLP de motor (0,1%). El área a reforestar para reducir estas emisiones en el periodo 2011-2021 se determinó que es de 170 hectáreas, por ejemplo con la especie Gmelina arborea. Reducir las emisiones de la sede San José y el centro académico requerirá reforestar 32 hectáreas, mientras que la sede Santa Clara requerirá 138 hectáreas. Esto se debe a que mantener el ganado en un estado resistente al estómago produce demasiados gases de efecto invernadero, como metano y óxido nitroso. Al adoptar este proyecto, el ITCR se establecerá como una institución de educación superior neutra en carbono durante 10 años. (Pozo, Sanchez, & Echeverria, 2019).



Una institución apoyada por AASHE que mide las emisiones de carbono es la Escuela Middlebury en Vermont, que está llevando a cabo un estudio titulado: “Neutralidad de carbono en Middlebury College: una recopilación de posibles objetivos y estrategias para minimizar el impacto climático en el campus”. (Hanley, Slack, Wetter, & Wright, 2009). Se supone que las principales fuentes de contaminación ambiental son la calefacción, la electricidad, el uso de combustibles en diversos medios de transporte y los residuos sólidos que se generan cada día, y existen alternativas que reducirán las emisiones de toneladas de CO₂ a la atmósfera analizando un desarrollo de actividades del campus. Entre las sugerencias analizadas se encuentran ajustar de forma óptima el termostato, sustituir las ventanas por otras con mejor aislamiento, sustituir las duchas por otras de menor caudal, utilizar combustibles más limpios e incluso tomar iniciativa, entre las que se incluyen medidas como optar por el coche eléctrico. Tenga en cuenta que para cada uno de ellos, además de calcular los posibles ahorros de CO₂ en toneladas, también se elaborará un estudio de viabilidad sobre la implementación, los costos y los beneficios asociados para garantizar un equilibrio general. Luego determine objetivamente qué estrategia es la más adecuada. (Hanley, Slack, Wetter, & Wright, 2009).

Otro caso sobre las mediciones de la huella de carbono se realizó en la sede La Salle-Universidad Candelaria en Bogotá. El cálculo de la huella de carbono se obtuvo como resultado de las actividades de la institución educativa. Siga las pautas de la Universidad para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Los cálculos se realizaron utilizando dos métodos de cálculo, protocolo GHG e ISO 14064, y dos calculadoras en línea para determinar sus diferencias. Se encontró que la actividad con mayores emisiones fue el transporte sin restricciones. (Salazar & Cano, 2019). La menor cantidad de generación de energía es el consumo de gas. Este estudio concluyó que no existe diferencia en los resultados obtenidos utilizando los diferentes métodos. Mientras tanto, también explicaremos las diferencias esenciales entre los métodos de cálculo y las calculadoras online. (Salazar & Cano, 2019).



El Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Nacional de Lima en Perú realizó un estudio sobre las emisiones de carbono, o emisiones de gases de efecto invernadero, resultantes del uso de sistemas de iluminación. El objetivo general de este estudio de investigación es contribuir al establecimiento parcial de una línea base de huella de carbono por el uso de sistemas de iluminación alrededor de edificios de la Facultad de Ingeniería Ambiental (FIA) del Instituto Nacional Tecnológico (UNI). , en el desarrollo de actividades académicas, administrativas y apoyo de objetivos específicos se han fijado: identificar las fuentes de emisiones indirectas de GEI, y así poder conocer cuál es el porcentaje de las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero procedentes de la generación eléctrica con origen externo (Alcance 2.), y establecer los correspondientes inventarios de gases de efecto invernadero. Esto nos ayudará a replicar académicamente buenas prácticas de otras facultades, universidades y departamentos. En la actualidad, diversas actividades se llevan a cabo utilizando sistemas eléctricos. Según el IEEE, el 66% de la electricidad mundial se genera a partir de combustibles fósiles y el 16% de la electricidad mundial se utiliza para sistemas de iluminación. De acuerdo al MINEM, en Perú un cálculo del 35% de la energía (después de deducir conversiones y pérdidas) se utiliza para la consumo de electricidad, tomando como referencia la iluminación residencial que representa el 19% del consumo total de energía. Su participación en la factura eléctrica total aumenta hasta el 20% en el sector público y hasta el 25% en el sector comercial. El informe de inventario de gases de efecto invernadero se elaboró según la norma ISO 14064-1. El método cuantitativo utilizado es una combinación de mediciones y cálculos. El año de referencia considerado es el 2018 para determinar el inventario de emisiones indirectas de gases de efecto invernadero resultantes en producción de energía eléctrica (Alcance 2) mediante las luminarias que son usadas del Departamento en Ingeniería Ambiental situado en la Universidad Tecnológica Nacional en el ámbito académico haciendo actividades de gestión y soporte, 63.169 toneladas de CO₂e. Las actividades académicas directas (aula, laboratorio, biblioteca) tuvieron el mayor consumo con un 41,18%. Las emisiones per



cápita son de 0,061 toneladas de CO₂e por estudiante, 0,052 toneladas de CO₂e por usuario y una media de 0,042 toneladas de CO₂e por lámpara. (Farfán, 2020).

3.2.Contexto Nacional.

A perspectiva de gobierno, el ministerio de ambiente de la República Mexicana dio a conocer las principales conclusiones sobre un estudio denominado que tiene como objeto principal la economía en lo que respecta sobre el cambio climático.

Con lo que respecta a los cambios ambientales, este tiene y tendrá crecimientos y bajas en cuestión con el tiempo, pero sobre todo en la economía.

Plasmando una idea original sobre el costo económico de los impactos climáticos del año 2010 en adelante, donde será al menos tres veces el costo de reducir las emisiones en un 50%. Si tomamos como ejemplo que en uno de los escenarios considerados con una tasa de descuento del 4% anual, el impacto climático que generara asciende en promedio al 6,22% del PIB actual, y por lo tanto el costo de reducir las emisiones en un 50% es del 0,70% y del 2,21% es un aproximado viendo de una manera que sería de un promedio de 10 a 30 dólares por cada tonelada que se presente.

Este resultado significa que el costo de la inacción es mayor que el de unirse a un acuerdo internacional justo que reconozca responsabilidades comunes pero claras para cada país, y la acción inmediata y decisiva es esencial para mitigar los peores efectos del cambio climático. (Monroy & Palacios, 2012).

A continuación, se presentan algunos casos de instituciones sobre el cálculo de la HC:

La máxima casa de estudios UNAM, la cual es considerada por ser una institución con mucho talento e innovación con respecto al alumnado, tuvo la gran dicha de desarrollar el inventario de emisiones de GEI 2010 en el área de ingeniería, con el objetivo de reducir en



un 50% las emisiones de México para 2050. El informe de inventario se elabora de acuerdo con el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Hecho esto, se calculó lo siguiente de las cuales el 42% de las emisiones de gases de efecto invernadero provinieron del uso de electricidad y el 50% del transporte. Incluyendo carros propios y carros de transporte, 5% para viajes aéreos, 1% para envíos, 1% para consumo de papel y 1% para desechos finales que no tienen ningún uso. Se proponen cuatro posibles escenarios de reducción en función de los cambios en el tráfico de viajeros. Entre los escenarios propuestos, el más eficaz es aquel que combina teletrabajo y coche compartido. (Guereca, Torres, & Noyola, 2013).

De acuerdo en el invernadero desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (Paspuezan & Pillajo, 2023), de la Universidad de Monterrey en México, realizó una investigación enfocada en la construcción de la Facultad de Artes, Arquitectura y Diseño.. La HC es un cálculo de las emisiones provocadas por actividades que relacionan al ser humano. En México, el gobierno pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 22% para 2030 respecto al año 2000, ya que el CC podría afectar al 15% del territorio, al 68% de la población y al 71% del PIB. Los sectores académicos han jugado un papel importante en el CC al exigir cambios en las políticas públicas y promover el monitoreo de las emisiones de gases de efecto invernadero. Tiene el propósito de estimar las emisiones de CO₂ de los edificios académicos en 2019 para llevar a cabo propuestas sobre escenarios para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Utilizando la metodología del protocolo GHG, se estimó que los HC eran 2.040 tCO₂eq. El transporte representa el 49% de las emisiones de gases de efecto invernadero, las compras de energía el 29% y los viajes organizados el 20%, por lo que han propuesto tres escenarios de mitigación que podrían reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 54% para 2030. (L, M, M, & M.G., 2020).

La Universidad Autónoma de Hidalgo (UAEH) estima la huella de carbono de las instituciones de educación media superior y superior. El interés actual por la protección del



medio ambiente ha dejado claro que los factores que lo degradan deben ser monitoreados en el marco de organizaciones públicas o privadas. Esta preocupación surgió en los años 1980 en la Conferencia Estratégica Mundial para la Conservación (1980), titulada “Nuestro Futuro Común”. (Ramiro, 2013). Otro avance verídico es el informe de la Agenda 21, iniciada por el mismo comité en 1992. Uno de los esfuerzos más conocidos en esta materia es el Protocolo de Kioto (1992), que propone reducir las emisiones de gases de efecto invernadero integrando un enfoque para calcular la huella de carbono de las instituciones secundarias y terciarias investigadas explicando el mecanismo para estimar las emisiones de dióxido de carbono en esta instalación . (Rojas, 2017). Los resultados de las actividades realizadas en el control fueron: El transporte universitario aporta 491,04 kilogramos de CO₂eq. El contenedor licuado no se consume energía eléctrica por separado en la cafetería, no hay cálculos al respecto, y que en la zona de laboratorios de la instalación se produce un consumo de gas equivalente a 9,76 kilogramos de CO₂ al año. Se estima que la energía eléctrica del Gas LP ha aportado 5.652.767 kilogramos de CO₂ equivalente. En resumen, se puede suponer que la instalación investigada emite a la atmósfera una pequeña cantidad de CO₂ equivalente. Sin embargo, si nos detenemos y analizamos nuestras emisiones, encontramos que la cantidad de kgCO₂e que aportamos al medio ambiente está teniendo un impacto negativo en el ecosistema de la Tierra. Es importante mencionar que las instituciones educativas encuestadas son solo una pequeña parte del sistema educativo del país, y como tal este sistema tiene un impacto significativo en el cambio climático que actualmente afecta al país, podemos concluir que está dando. (Ruiz, Vázquez, Gallegos, & Chávez, 2013).

El Instituto Politécnico de San Luis Potosí presentó un estudio de caso denominado "Responsabilidad Social y Huella Ambiental" como ejemplo de medición del impacto ambiental de la prestación de servicios de educación superior. Este cálculo se realiza mediante la herramienta 'Huella Ecológica', que calcula el número de árboles que un miembro de la Universidad debe, en promedio, plantar y mantener para compensar los desequilibrios creados en el medio ambiente por la contaminación y el consumo de



recursos. Al ser natural, puede cumplir con los requisitos del desarrollo sostenible a través de la responsabilidad social corporativa de la universidad. Considerando la población de la Universidad de 5,300 personas, cada miembro debe sustentar una superficie forestal de 0.088 hectáreas (880 metros). Por otro lado, si se analizan las fuentes de emisiones de dióxido de carbono en las universidades, las fuentes más comunes son el consumo de electricidad (45,6%), las emisiones derivadas de la construcción de edificios (24,1%) y el movimiento intensivo de estudiantes, profesores y personal administrativo (20,4%) y consumo de papel (8,7%). (Hoevel, 2020). En este sentido, las medidas de responsabilidad social relacionadas con el ahorro del consumo de electricidad, la agilización y optimización del transporte a las universidades y la reducción del consumo de papel son importantes a la hora de intentar influir en 73,4 fuentes de contaminación. Por lo tanto, es importante integrar mecanismos de control y verificación de los resultados de las políticas ambientales y formalizarlos en sistemas de gestión, de manera integral en las 3 diferentes etapas de crecimiento en empresas a lo largo de toda la cadena de valor. (Guzmán, Morales, & Alemán, 2020).



CAPITULO 4. METODOLOGÍA

4.1. Calculo con el método de Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte de GHG Protocol.

Objetivo de Investigación.

Estimar la Huella de Carbono (HC) del Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache utilizando la metodología del GHG Protocol, con el fin de establecer estrategias de disminución Gases de Efecto Invernadero (GEI).

El método que se utilizará para calcular la HC es el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo del GHG Protocol, donde se muestra una estructura para calcular y reportar las emisiones de carbono. Esta metodología es utilizada para empresas y organizaciones nacionales e internacionales. Ver Figura 3.

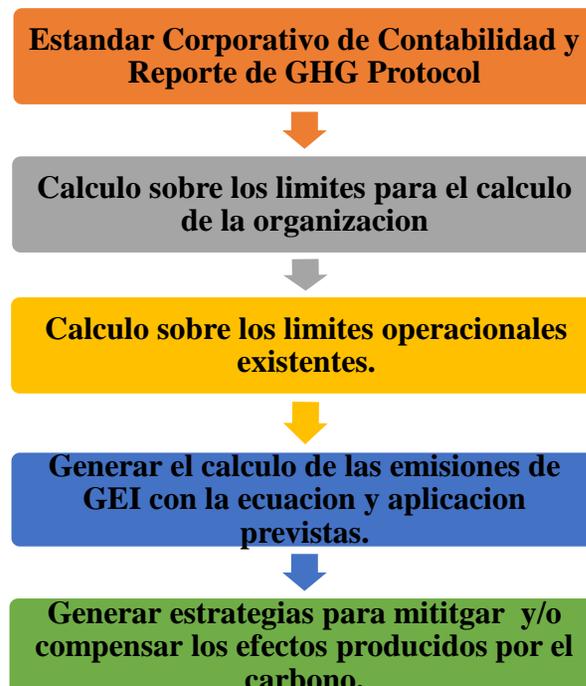


Figura 4. Metodología ECCR. Fuente: ECCR.



4.1.1. Determinación de los límites de la organización.

Objetivo específico.

Identificar los límites operacionales para la estimación de “la huella de carbono” del ITSAT.

Uno de los problemas a la hora de calcular la HC de una organización se da al delimitar sus límites organizacionales, que no es otra cosa que decidir que instalaciones físicas, o unidades serán tenidas en cuenta para su cálculo. (Alcaraz, 2014).

Hay dos enfoques para definir el alcance de una organización que necesita recolectar emisiones: equidad y/o gestión. La primera es considerar las emisiones de las empresas en las que inviertes, incluso si no tienes control sobre su gestión. La segunda opción es considerar las emisiones de las empresas sobre las cuales la empresa tiene control operativo (control financiero u operativo). No deben contabilizarse las emisiones de operaciones en las que una empresa tiene participación pero no control. En este estudio se decidió utilizar límites de control.

4.1.2. Determinar los límites operacionales.

Objetivo específico.

Identificar los alcances para la estimación de la huella de carbono en el ITSAT.

Una vez que se han determinado los límites organizacionales en función del control que tiene el ITSAT sobre centros, instalaciones y vehículos, se establecen los límites operacionales. Lo cual implica identificar emisiones asociadas a sus operaciones clasificándolas como emisiones directas o indirectas, y seleccionar el alcance de contabilidad y reporte para las emisiones. (Aguilar, 2017).



En esta investigación que da como resultado un estudio de estimación de la huella de carbono, se tomó en cuenta tanto las emisiones que se generan de una manera directa y por otro lado las que son generadas de una forma indirecta, pero de igual forma ambas son necesarias para tener un resultado más concreto, es por ello que son calculadas mediante la aplicación. Ambos como mencione anteriormente, constituyen el límite del inventario de la institución.

Tabla 2. Identificación de las fuentes de emisión de los Gases de Efecto Invernadero, consecuencias de las actividades del ITSAT. Fuente: Elaboración propia.

FUENTES DE EMISIÓN DE GEI

Alcance 1.	Alcance 2.
Gas LP.	Consumo de energía eléctrica.
Gasolina.	
Diésel.	
RSU's.	

4.1.3. Pasos para el cálculo de las emisiones de GEI.

Objetivo específico.

Generar el inventario de Gases de Efecto Invernadero del ITSAT.

Estimar la Huella de Carbono del ITSAT.

Para llevar a cabo los pasos de una manera propia en cuestión de conocer las emisiones que se generan en la institución o lugar donde se desee realizar, se deberá llevar a cabo los pasos:

- Identificar y/o documentar las fuentes provenientes/causantes para que se hayan desarrollado los GEI.

En la presente investigación se dio a conocer los factores que provocan los GEI, empezando por Gas LP, Energía Eléctrica, Gasolina, Diésel y RSU's.



- b) Selección y justificación de un método de cálculo que minimice al máximo la incertidumbre de las estimaciones y produzcan resultados lo más precisos posible. En general, las emisiones de cada gas de efecto invernadero de fuentes estacionarias (Alcance 1), se calculan multiplicando el consumo de combustible por el factor de emisión correspondiente. (Aguilar, 2017).

Se utiliza la ecuación 1:

$$\frac{\text{Emisiones de gases de efecto invernadero}}{\text{Consumo de combustible x Factor de emisión GEI.}} = 1$$

Con la aplicación mostrada en el apartado de anexos, para su posible cálculo de la huella de carbono puede ser resuelta por medio de la aplicación donde calcula las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O producidos todos por el combustible utilizado en este caso por la institución académica.

En el cálculo para determinar las posibles emisiones que son causadas por Gases de Efecto Invernadero, simplemente se proporciona información para conocer la cantidad de combustible disponible para algunos sectores. Es por ello que para el cálculo es necesario utilizar diversos factores estándar seleccionados para reflejar la información. Antes de llevar a cabo un conteo sobre emisiones utilizadas de CH₄ y N₂O se debe seleccionar un sector.

Por otra parte, para el cálculo de emisiones de GEI para el Alcance 2, se calculó utilizando la ecuación 2 obtenida por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (Aguilar, 2017):

$$\frac{\text{Emisiones de GEI por consumo eléctrico=}}{\text{Consumo Eléctrico (MWh) x Factor de emisión nacional: tonCO2/MWh}} = 2$$



c) Selección y recopilación de los datos de la actividad.

Los datos se obtuvieron a partir del inventario de consumos generados por la empresa de los años 2018-2022.

Con relación a lo recabado de la información de datos, dividimos las fuentes de Gases de Efecto Invernadero en sectores identificados, los calculamos mensual/ anualmente, partiendo de ahí para hacer la realización de un inventario de consumo en base a los porcentajes obtenidos de la información.

d) Selección o desarrollo y justificación de algunos factores, cuidando de que provengan de fuentes reconocidas.

Caso de gas LP y factores que involucren la emisión de RSU's.

Los factores propuestos en emisión se obtuvieron del IPCC.

De acuerdo a algunos casos, las directrices del IPCC de 2006 proporcionan un conjunto de factores con relación a la emisión estándar que se utilizan para estimar las emisiones de cada combustible utilizado en fuentes generalmente estacionarias. En numerosas categorías de fuente, se usan los mismos combustibles. Se muestra la derivación del factor de emisión de CO₂. Estos se expresan en unidades de kg CO₂/TJ según el poder calorífico neto y reflejan el contenido de carbono del combustible y la suposición de que el factor de oxidación de carbono es la unidad. (Gómez, y otros, 2006).

Acorde a los indicadores presentados en el caso de emisión dado por el CH₄ y N₂O, estos se basan en las directrices del IPCC del año promedio/ aproximado de 1966, que se establecieron con el asesoramiento de un gran grupo de expertos en inventarios y se consideran válidas en la actualidad.

En tal caso, ante este tipo de situación, el tipo de medición del factor que corresponde al de emisión, así también establece el rango de incertidumbre en un



periodo mayor o igual a tres veces. En lo que respecta a la información de la tabla 3, se aprecian los factores de los combustibles que serán calculados para estimar la cantidad de huella de carbono producido por el consumo de gas natural, gas LP y desechos municipales.

Tabla 3. Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en la categoría comercial/institucional (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calorífica neta). Fuente: (IPCC, 2006).

FACTORES DE EMISIÓN PARA LA COMBUSTIÓN ESTACIONARIA.

Combustible	CO ₂			CH ₄			N ₂ O		
	Factor			Factor			Factor		
	Emisión	Inferior	Superior	Emisión	Inferior	Superior	Emisión	Inferior	Superior
Gas LP	63,100	61,600	65,600	5	1.5	1.5	0.1	0.03	0.3
Desechos Municipales	100,000	84,700	117,000	300	100	900	4	1.5	15
Gasolina	69,300	67,500	73,000	10	3	30	0.6	0.2	2
Gas/Diésel	74,100	72,600	74,800	10	3	30	0.6	0.2	2

4.1.3. Estrategias de mitigación.

Objetivo específico.

Generar propuestas de disminución de emisiones de GEI para el ITSAT.

De acuerdo con información recabada de otras fuentes, se define la mitigación como la aplicación de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los sumideros. Estas medidas se pueden aplicar a diferentes niveles como: país, región, ciudad u organización. La mitigación incluye tecnologías limpias, el uso de energía renovable, la mejora de los sumideros de carbono (suelos, océanos, bosques) y políticas que cambien los estilos de vida de las personas. (Huilca, 2020).



CAPITULO 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

5.1. Fuentes de energía utilizados.

A partir de la información recabada en el periodo comprendido de los años 2018-2022 con relación al gas LP y energía eléctrica se recabaron los resultados que a continuación se muestran (ver Tabla 4, 5 y 6).

Tabla 4. Datos recabados sobre el Gas LP para las fuentes de energía de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

CONSUMO DE GAS LP.

Año	Gas LP (Litros)	Precio x Litro (Promedio)	Gasto
2018	2800	\$10.47	\$29,316
2019	2800	\$10.86	\$30,408
2020	630	\$11.40	\$7,182
2021	420	\$12.22	\$5,132.40
2022	2800	\$13.64	\$38,192
Total	9,450		\$110,230.40

Tabla 5. Datos recabados sobre la Energía Eléctrica para las fuentes de energía de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Año	Energía eléctrica (KWH)	Gasto
2018	182,953	522,361
2019	201,638	619,900
2020	62,830	212,096
2021	71,001	247,602
2022	144,062	404,800
Total	662,484	\$2,006,759



Tabla 6. Recopilación de datos para las fuentes de energía de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

CONSUMO DE ENERGÍA UTILIZADOS.

Año	Gas LP (Litros)	Energía Eléctrica (KWH)
2018	2,800	182,953
2019	2,800	201,638
2020	630	62,830
2021	420	71,001
2022	2,800	144,062
Total	9,450	662,484

El gas LP se utiliza para las máquinas de cortar césped y el comedor, la energía eléctrica se utiliza en la iluminación y equipos de cómputo.

Una vez obtenido la información sobre las fuentes de energía, se realizaron las tabulaciones correspondientes de las demás fuentes generadoras de GEI.

5.1.1. Gasolina.

La tabla 7 muestra el consumo de gasolina de los años 2018-2022, dando a conocer los litros que se consumen anualmente y su respectivo gasto, obteniendo un total de 6,544.21 litros y un gasto de \$127,836 por los 5 años.

Tabla 7. Consumo de gasolina de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

CONSUMO DE GASOLINA EN EL ITSAT.

Año	Gasolina (Litros)	Precio x Litro (Promedio)	Gasto
2018	571.49	\$18.94	\$10,824
2019	287.26	\$18.84	\$5,412
2020	2,256.10	\$18.04	\$40,700
2021	2,392.49	\$20.23	\$48,400
2022	1,036.87	\$21.70	\$22,500
Total	6,544.21		127,836



5.1.2. Diésel.

La tabla 8 muestra el consumo de diésel de los años 2018-2022, dando a conocer los litros que se consumen anualmente y su respectivo gasto, obteniendo un total de 791.13 litros y un gasto de \$15,888 por los 5 años.

Tabla 8. Consumo de diésel de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

CONSUMO DE DIÉSEL EN EL ITSAT.

Año	Diésel (Litros)	Precio x Litro	Gasto
2018	251.60	\$20.25	\$5,095
2019	77.73	\$20.57	\$1,599
2020	272.60	\$18.69	\$5,095
2021	73.41	\$21.78	\$1,599
2022	115.79	\$21.59	\$2,500
Total	791.13		15,888

5.1.3. Residuos orgánicos.

La tabla 9 muestra la generación de residuos orgánicos de los años 2018-2022, dando a conocer los kilogramos que se generan anualmente, obteniendo un total de 10,112 kilogramos por los 5 años.

Tabla 9. Generación de residuos orgánicos de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

GENERACIÓN DE RSU's EN EL ITSAT.

Año	Residuos orgánicos (Kg)
2018	4,572
2019	4,160
2020	680
2021	100
2022	600
Total	10,112



5.2. Inventario de emisiones de GEI.

Con relación a los cálculos obtenidos del inventario de GEI en los aspecto de gas LP, gasolina, diésel y RSU's se obtuvo ayuda por parte del factor de emisión de las directrices y de la aplicación que calcula emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. En este caso para la obtención de datos sobre la energía eléctrica nos apoyamos de la SEMARNAT, dando los factores de emisión eléctrica de los años correspondientes 2018-2022 dado por la SEMARNAT como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Factor de emisión eléctrico. Fuente: SEMARNAT, 2019-2023.

FACTOR DE EMISIÓN ELÉCTRICO POR AÑO.

Año	2018	2019	2020	2021	2022
Factor eléctrico nacional	0.527	0.505	0.494	0.423	0.423

Las emisiones totales que se generan de CO₂, se expresan como CO₂eq, descrita como una unidad que expresa el Potencial de Calentamiento Global pero sobre todo expresa la cantidad de kilogramos de una determinada substancia en relación a los GEI y que se compara con el CO₂.

De acuerdo a los GEI que se tomaron en cuenta para su cálculo fueron los siguientes a continuación: (CH₄), (N₂O) y (CO₂).

5.2.1. Gas LP.

El consumo de gas LP que se generó en el ITSAT hubo una varianza por año, siendo en el año 2021 más bajo con 0.679 Ton de CO₂eq/año y los años 2018,2019 y 2022 más altos con la misma cifra de 4.525 Ton de CO₂eq/año dentro de los 5 años que se calculó.

Cabe destacar que en el tercer mes del año 2020 y finalizando en el penúltimo mes del año 2021 se suspendieron las clases por motivo de pandemia, por ello las cifras fueron más bajas que los demás años. Y también se tomó en cuenta los meses de vacaciones, inicio y fin de cursos.



Tabla 11. Inventario de emisiones de GEI para el gas LP de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI PARA EL GAS LP.

Año	Cantidad	Unidad	Toneladas de emisiones de GEI			Ton de CO ₂ eq
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
2018	2,800	Litros	4.513	3.576E-04	7.152E-06	4.525
2019	2,800	Litros	4.513	3.576E-04	7.152E-06	4.525
2020	630	Litros	1.015	8.046E-05	1.609E-06	1.018
2021	420	Litros	0.677	5.364E-05	1.073E-06	0.679
2022	2,800	Litros	4.513	3.576E-04	7.152E-06	4.525

5.2.2. Energía Eléctrica.

El consumo de energía eléctrica que se generó en el ITSAT hubo una varianza por año, siendo en el año 2021 el más bajo con 30.033 Ton de Co₂eq/año y en el año 2019 el más alto con 97.080 Ton de CO₂eq/año, dentro de los 5 años que se calculó.

Con relación a la tabla 12 que a continuación mostramos, se observa el inventario de GEI correspondiente de la energía eléctrica calculada con ayuda de la información respecto a los años que corresponden del 2018-2022 y así haber obtenido los resultados deseados.

Tabla 12. Inventario de emisiones de GEI para la energía eléctrica de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI PARA LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

Año	Consumo KWh	Consumo MWh	Factor de emisión eléctrico nacional ton CO ₂ /MWh	Ton de CO ₂ eq
2018	182,953	182.953	0.527	96.416
2019	201,638	192.237	0.505	97.080
2020	62,830	62.830	0.494	31.038
2021	71,001	71.001	0.423	30.033
2022	144,062	144.062	0.423	60.938



5.2.3. Gasolina.

El consumo de gasolina que se generó en el ITSAT hubo una varianza por año, siendo en el año 2019 más bajo con 0.726 Ton de CO₂eq/año y el año 2021 más alto con 6.045 Ton de CO₂eq/año dentro de los 5 años que se calculó.

Tabla 13. Inventario de emisiones de GEI para la gasolina de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI PARA: GASOLINA.

Año	Cantidad	Unidad	Toneladas de emisiones de GEI			Ton de CO ₂ eq
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
2018	571.49	Litros	1.435	1.958E-04	1.175E-05	1.444
2019	287.26	Litros	0.721	9.843E-05	5.906E-06	0.726
2020	2,256.10	Litros	5.666	7.731E-04	4.638E-05	5.700
2021	2,392.49	Litros	6.009	8.198E-04	4.919E-05	6.045
2022	1,036.87	Litros	2.604	3.553E-04	2.132E-05	2.620

5.2.4. Diésel.

El consumo de diésel que se generó en el ITSAT hubo una varianza por año, siendo en el año 2021 más bajo con 0.198 Ton de CO₂eq/año y el año 2020 más alto con 0.734 Ton de CO₂eq/año dentro de los 5 años que se calculó.

Tabla 14. Inventario de emisiones de GEI para el diésel de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI PARA: DIÉSEL.

Año	Cantidad	Unidad	Toneladas de emisiones de GEI			Ton de CO ₂ eq
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
2018	251.60	Litros	0.673	9.088E-05	5.453E-06	0.677
2019	77.73	Litros	0.208	2.808E-05	1.685E-06	0.209
2020	272.60	Litros	0.730	9.846E-05	5.908E-06	0.734
2021	73.41	Litros	0.196	2.652E-05	1.591E-06	0.198
2022	115.79	Litros	0.310	4.182E-05	2.509E-06	0.312



5.2.5. RSU's.

El consumo de RSU's que se generó en el ITSAT hubo una varianza por año, siendo en el año 2021 más bajo con 0.127 Ton de CO₂eq/año y el año 2018 más alto con 5.805 Ton de CO₂eq/año dentro de los 5 años que se calculó.

Tabla 15. Inventario de emisiones de GEI para los RSU's de los años 2018-2022. Fuente: ITSAT, 2023.

INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI PARA: RSU's.

Año	Cantidad	Unidad	Toneladas de emisiones de GEI			Ton de CO ₂ eq
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
2018	4,572	Kg	5.304	1.591E-02	2.121E-04	5.806
2019	4,160	Kg	4.826	1.448E-02	1.930E-04	5.283
2020	680	Kg	0.789	2.366E-03	3.155E-05	0.864
2021	100	Kg	0.116	3.480E-04	4.640E-06	0.127
2022	600	Kg	0.696	2.088E-03	2.784E-05	0.762

5.2.6. Inventario de los años 2018-2022 de emisiones de GEI.

El total de emisiones de GEI generadas por año en el ITSAT fue la siguiente: 2018: 108.868 Ton CO₂eq., 2019: 107.823 Ton CO₂eq., 2020: 39.354 Ton CO₂eq., 2021: 37.082 Ton CO₂eq., 2022: 69.157 Ton CO₂eq. Siendo el 2021 donde menos Ton CO₂eq se generaron siguiendo el 2020 también. Y el 2018 donde más Ton CO₂eq se generaron de acuerdo a los 5 años calculados.

La tabla 16 muestra el inventario de emisiones de GEI que se generaron en los 5 años correspondientes y en la figura 4 muestra las Ton CO₂eq que se generaron cada año divididos por sectores.



Tabla 16. Inventario de emisiones de GEI generadas en el ITSAT. Fuente: ITSAT, 2023.

TONELADAS DE CO₂eq DE CADA FUENTE 2018-2022.

FUENTE	TON CO ₂ eq/AÑO DE EMISIONES DE GEI				
	2018	2019	2020	2021	2022
GAS LP	4.525	4.525	1.018	0.679	4.525
ENERGÍA ELÉCTRICA	96.416	97.080	31.038	30.033	60.938
GASOLINA	1.444	0.726	5.700	6.045	2.620
DIÉSEL	0.677	0.209	0.734	0.198	0.312
RSU's	5.806	5.283	0.864	0.127	0.762
Total Ton CO₂eq	108.868	107.823	39.354	37.082	69.157

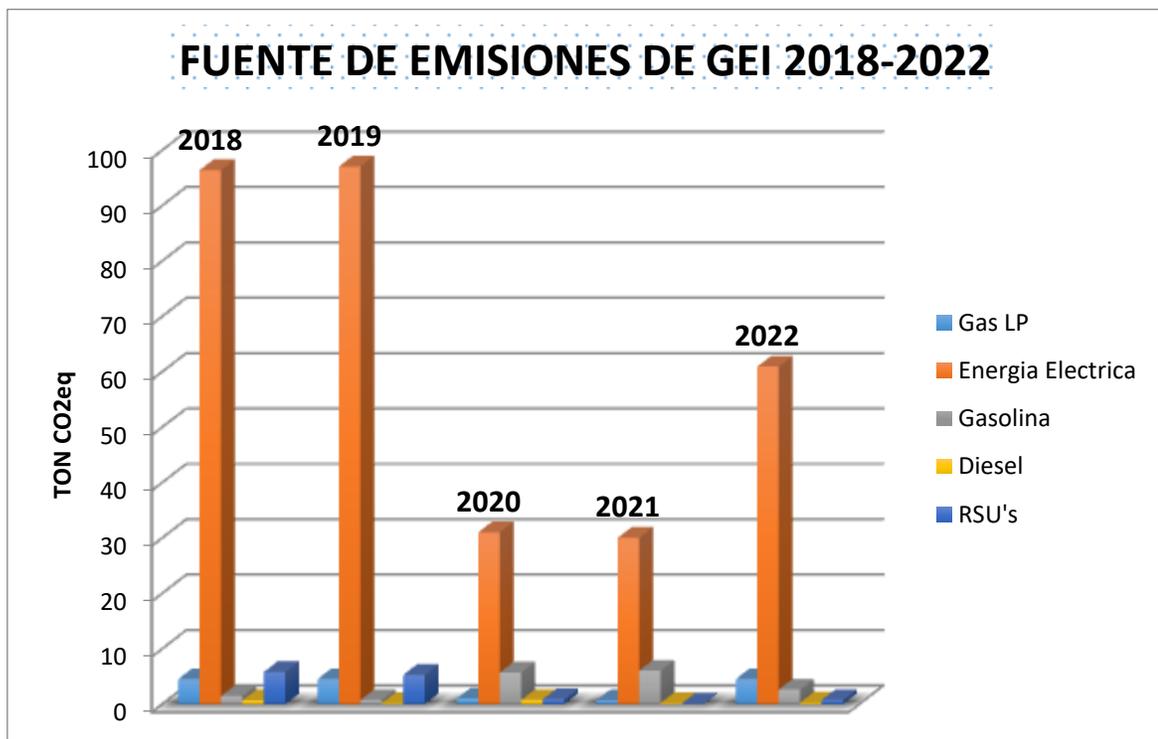


Figura 5. Ton CO₂eq que se generaron cada año por fuentes. Fuente: ITSAT, 2023.



5.3. Huella de carbono total de ambos alcances.

Con relación a lo calculado anteriormente, la tabla 17 nos muestra las toneladas de dióxido de carbono en ambos alcances; además nos indica los resultados sobre cada fuente obtenida de los años 2018-2022. Siendo el año 2021 el más bajo con 7.049 Ton CO₂eq y el año 2018 el más alto con 12.452 Ton CO₂eq.

Tabla 17. Huella de carbono (Alcance 1). Fuente: ITSAT, 2023.

HUELLA DE CARBONO DEL ALCANCE 1.

Alcance 1					
Ton CO ₂ eq					
Fuente	2018	2019	2020	2021	2022
Gas LP	4.525	4.525	1.018	0.679	4.525
Gasolina	1.444	0.726	5.700	6.045	2.620
Diésel	0.677	0.209	0.734	0.198	0.312
RSU's	5.806	5.283	0.864	0.127	0.762
Total	12.452	10.743	8.316	7.049	8.219

Las emisiones del alcance 2 que provienen de la institución procedentes de la electricidad, por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) obtuvo una HC más baja en el 2021 con 30.033 Ton CO₂eq y el año 2018 con 96.416 Ton CO₂eq.

Tabla 18. Huella de carbono (Alcance 2). Fuente: ITSAT, 2023.

HUELLA DE CARBONO DEL ALCANCE 2.

Alcance 2					
Ton CO ₂ eq					
	2018	2019	2020	2021	2022
Fuente	Energía Eléctrica				
Total	96.416	97.080	31.038	30.033	60.938



La tabla 19 muestra los datos de la huella de carbono total para la institución académica, sumando en total ambos alcances (alcance 1 y alcance 2) que se encuentran dentro de los límites operacionales.

Tabla 19. Huella de carbono total de la institución. Fuente: ITSAT, 2023.

HUELLA DE CARBONO TOTAL DE LOS ALCANCES 1 Y 2.

TON CO ₂ eq/AÑO					
ALCANCE	2018	2019	2020	2021	2022
Alcance 1	12.452	10.743	8.316	7.049	8.219
Alcance 2	96.416	97.080	31.038	30.033	60.938
TOTAL	108.868	107.823	39.354	37.082	69.157

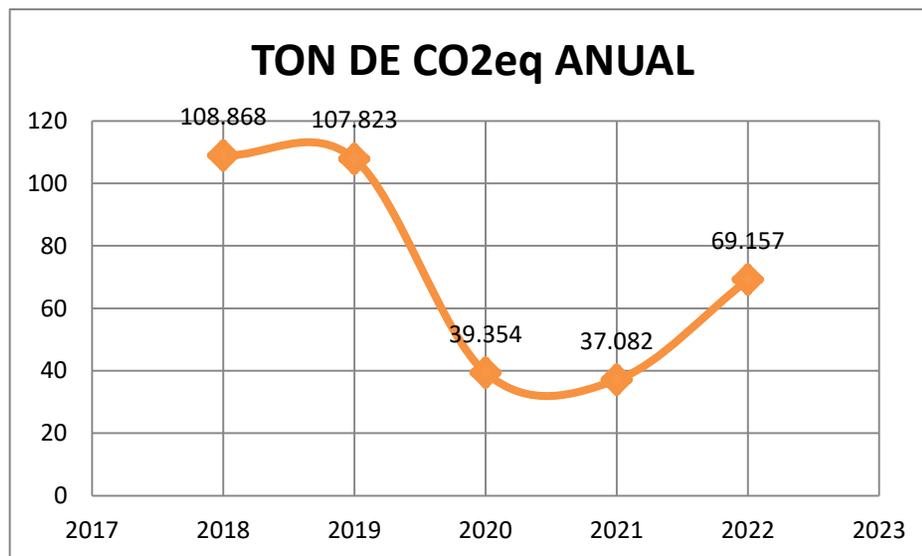


Figura 6. Total de CO₂eq/añual de HC. Fuente: ITSAT, 2023.

5.3.1. Análisis de resultados de la Huella de Carbono.

Para el cálculo de la HC con respecto al ITSAT, dio como resultado que dentro de la institución los que más generan son la gasolina y la energía eléctrica, por lo cual son los



principales generadores de GEI y es por ello que a partir de los resultados recabados se deben generar las propuestas de mitigación para estas dos fuentes.

Después de realizar una búsqueda bibliográfica con relación al tema actual y que compararan resultados, encontramos que existían estudios sobre el cálculo de la huella de carbono tanto en instituciones universitarias como en instituciones de menor grado, es por ello que se tomaran en cuenta algunas de ellas para la realización de propuestas con el fin de tener un mayor conocimiento del tema. A continuación se presentaran algunas alternativas de solución para poder reducir las emisiones de GEI.

5.4. Propuestas de mitigación de emisiones de GEI.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), explica que las medidas de abatimiento, pero sobre todo la disminución, son medidas utilizadas con el objetivo de reducir un porcentaje considerable de emisiones tóxicas al ambiente que son liberados al aire. La mitigación implica el uso tecnologías limpias, energías renovables y estrategias que transformen los hábitos diarios de las personas. Es decir, estas medidas buscan que las organizaciones, personas o procesos consigan el objetivo, que a través de la implementación de estrategias en un periodo de mediano o largo plazo adecuado se puedan verificar los resultados obtenidos.

Las acciones de mitigación traen consigo beneficios económicos que ayudan a la empresa a generar menos costos y al mismo tiempo llevar una buena administración al momento de realizar las tareas, y se pueden aplicar en sectores como construcción, energético, transporte, manejo de residuos, y de igual manera en instituciones que así lo deseen. Las propuestas de disminución se basaron en los alcances 1 y 2, donde el alcance 1 es sobre el uso de la gasolina en cortadoras/máquinas de césped y en el alcance 2 la electricidad en toda la institución.



Al generar una revisión literaria de estudios, no se cuenta con mucha información al respecto de cómo reemplazar el combustible para evitar utilizar maquinas podadoras de césped, sin embargo existen técnicas para reducir el uso de estas por ejemplo: Utilizar tijeras de podar, siega o una hoz.

De acuerdo al alcance 1 para mitigar emisiones de GEI con respecto a las máquinas de cortar césped que utilizan gasolina para su uso, se realizaron propuestas de mitigación.

5.4.1. Realizar corte de césped con tijeras de podar.

Este es un método para eliminar las malas hierbas y cortar el césped. Sin embargo, este método requiere mucho esfuerzo físico y, lo más importante, tiempo, por lo que se lleva a cabo solo si el área de césped no es muy grande ni alta. Debes hacer esto en porciones pequeñas y de manera uniforme para que todo quede en buen nivel.

5.4.2. Realizar corte de césped con siega.

Esta es una buena manera de cortar el césped sin utilizar una máquina. En tales casos, este método se utiliza si el césped es lo suficientemente alto. A diferencia del método anterior, puedes cortar el césped con una sola mano. Para utilizar esta herramienta de corte, muévase de atrás hacia adelante.

Se han realizado propuestas de mitigación de acuerdo con el Alcance 2 para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la generación de energía eléctrica dentro de la instalación.



5.4.3. Implementar prácticas adecuadas de mantenimiento y operación de equipos de cómputo.

La implementación de buenas prácticas operativas (BPO) se refiere a aspectos como el tiempo, el uso eficiente de los sistemas y los hábitos de operación de los equipos. Por esta razón, los BPO se esfuerzan por abordar las malas prácticas con los equipos y sistemas dentro de sus instalaciones. Para hacer esto, debe realizar las siguientes acciones:

- Realizar limpieza externa e interna periódica de los equipos de cómputo ubicados dentro de la instalación.
- Elaborar manuales que se enfoquen en el adecuado mantenimiento y operación de los equipos de cómputo.
- Gestionar y medir la calidad del consumo energético.
- Cree una cultura entre sus usuarios de apagar sus computadoras por periodos de tiempo cortos o largos y configurar modos de ahorro de energía en sus dispositivos.
- Educar a la comunidad estudiantil sobre el uso e implementación de mejores prácticas en el uso de dispositivos informáticos.

5.4.4. Reemplazo de luminarias.

Actualmente existen tecnologías de iluminación eficientes y que ahorran energía, como las bombillas LED. A diferencia de otros tipos de iluminación, los LED no contienen gases nobles ni mercurio y tienen una vida útil media de 50,000 horas. Por lo tanto, la ubicación de la iluminación determina la potencia necesaria para una iluminación buena y económica. Para hacer esto, debe realizar las siguientes acciones:

- Realizar un diagnóstico previo al inicio del uso y consumo de energía eléctrica en iluminación.
- Identificar y corregir las conexiones de iluminación que estén bien instaladas para que no generen un mayor consumo de watts.



5.4.5. Gestión de la información.

Implica la creación de sistemas de información que requieren procesos de seguimiento, evaluación y mejora. Por tanto, el sistema garantiza que todos los datos registrados sean eficientes y veraces. Para ello, debemos considerar cuatro pilares como ejemplos: métodos, datos, sistemas y documentación.

Para hacer esto, debe realizar las siguientes acciones:

- Llevar a cabo un equipo de personal que lo conforme para llevar a cabo a una mejor ejecución con respecto a las ideas propuestas y ver cuales resulten las mejores opciones.
- Ejecutar diagnósticos cada cierto tiempo, no muy prolongados, para ver cómo se registra la información y acorde a esto tomar medidas para mejores rendimientos.
- Definir un proceso de registro con la información, el cual tenga en cuenta todo lo relacionado a la información, empezando desde el origen.
- Seleccionar a alguien capacitado acorde a la situación de su reclutamiento, para que revise la información, verifique los datos reportados y encuentre oportunidades de mejora.



CONCLUSIONES.

- El presente trabajo contribuyo para que el personal administrativo, docente y alumnos estén consientes sobre la cantidad de Ton de CO₂eq que se generan al año de emisiones de GEI con respecto a los alcances 1 y 2.
- Al realizar la separación de los alcances 1 y 2, se pudo observar que los mayores generadores son las cortadoras/máquinas de césped y la energía eléctrica, por lo que las estrategias de mitigación se deben emplear para las buenas prácticas de la institución.
- Empleando las estrategias de mitigación para la disminución de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en toda la institución ayudara a reducir y disminuir el consumo de energía, lo que permitirá que podamos alcanzar mejores ahorros económicos y ocuparlos en otras áreas que sean necesarios para un mejor mantenimiento de las instalaciones de la institución.
- Este trabajo se realizó para que toda la comunidad de la institución tenga mejor entendimiento con el medio ambiente, para generar menos emisiones de Gases de Efecto Invernadero y crear un modelo de gestión con ayuda de todos para que generen una mayor concientización.
- Todos los cálculos realizados, graficas, tablas e imágenes son para un mayor entendimiento de acuerdo a la cantidad de GEI, donde se muestra lo mayor claro posible la cantidad obtenida de la Huella de Carbono (HC) de las diferentes fuentes del alcance 1 y 2.
- El método propuesto sobre el análisis para llevar a cabo el cálculo de la Huella de Carbono (HC) fue realizado el proceso mediante una herramienta el cual se encuentra en los anexos para mayor información, el cual ayuda para saber la generación de GEI en donde se desee saber, siendo de ayuda para los calculo que se mostraron de los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022.
- La institución está certificada y sigue trabajando actualmente en las normas ISO 14001:2015 e ISO 9001:2015 para una mejor mejora en las instalaciones.



RECOMENDACIONES.

- Se deben emplear diferentes técnicas en el la tarea de cortar el césped para evitar usar máquinas que consuman un exceso de combustible cada vez que se utilicen.
- Generar una mejor implementación de buenas prácticas de mantenimiento y operacionales para los equipos de cómputo.
- Reducir el consumo de energía eléctrica en la institución, llevando a cabo acciones para el iluminado, equipo de cómputo, entre otras.
- Generar datos para obtener las emisiones de los alcances para generar una huella de carbono más detallada.
- Llevar un mejor control sobre los datos departamentales donde se generen emisiones de GEI para sacar conclusiones de mejora para la institución.
- Implementar un reglamento que se haya utilizado en otra institución para llevar a cabo buenas practicas con el gas LP, energía eléctrica, gasolina, diésel y RSU's.

EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA.

Durante todo el proceso aprendí a trabajar con documentos, su estructura, su orden y su importancia para la organización. Pero lo más importante es gestionar bien tu tiempo y saber utilizarlo para hacer un buen trabajo. Por eso todo lo que aprendí durante este período fue muy útil y además tuvo sus pros y sus contras, que fueron muy útiles y productivos.



ANEXOS.

Anexo A: Herramienta GHG Protocol que calcula la Stationary Combustion Tool Versión 4 – 1. (Aplicación que calcula emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O).



This tool calculates the CO₂, CH₄ and N₂O emissions from the combustion of fuels in boilers, furnaces and other stationary combustion equipment. It can be used by organizations from any sector.

Most of the time, you need only supply information on the the type and amount of fuel burnt, as well as the industry sector. Emissions are then automatically calculated using default emission factors, chosen to reflect this information. You must select a sector before the CH₄ and N₂O emissions can be calculated.

Changing the tool

The tool works as is. If you have more specific information, you can supply custom emission factors or change the default global warming potentials on the Settings page.

[Other tools can be downloaded from the GHG Protocol website](#)

GHG Protocol Guide to Definitions

This tool implements emission factors specific to many different types of fuels and sectors. To help you understand which emission factors most closely meet your needs, browse our definitions for our fuels and sectors:

Fuels:

Please select a fuel:

Gas works gas covers all types of gases produced in public utility or private plants, whose main purpose is manufacture, transport and distribution of gas. It includes gas produced by carbonization (including gas produced by coke ovens and transferred to gas works gas), by total gasification with or without enrichment with oil products (LPG, residual fuel oil, etc.), and by reforming and simple mixing of gases and/or air. It excludes blended natural gas, which is usually distributed through the natural gas grid.

Sectors:

Please select a sector:

Fuel extraction or energy-producing industries. Examples include public utilities and petroleum refineries, as well as industries that generate secondary and tertiary products, such as charcoal, from solid fuels.

(Source: IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)



REFERENCIAS.

- Aguilar, O. E. (2017). *"Huella de carbono organizacional para una empresa que fabrica electrodos para soldar ubicada en la ciudad de Mexico"*. Ciudad de Mexico: CMP+L.
- Alcaraz, A. H. (2014). *Huella de Carbono de la Universidad Politecnica de Cartagena: En busca de la Ecoeficiencia*. Universidad Politecnica de Cartagena. Cartagena: etsii UPCT.
- Ballesteros, H. O., & Aristizabal, G. E. (2007). *Informaciòn Tecnica sobre Gases de Efecto invernadero y el Cambio Climàtico* . Recuperado el 12 de Noviembre de 2023, de Instituto de Hidrologìa, Meteorologìa y Estudios Ambientales - IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- Campos, R., Luis, J., Bernardo, S., & Francisco. (2018). La Organización Internacional de Universidades por el Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente (OIUDSMA): un precursor de las redes ambientales en la educación superior iberoamericana. *AMBIENS*, 49-67.
- Castillo, A. T., & Montoya, Y. A. (2019). *Alternativas para la mitigaciòn del CO2 asociado al transporte terrestre logìstico: una revisiòn* . Universidad de Antioquia. Medellín: CreativeCommons.
- Costello, A. (2009). Managing the health effects of climate change. *Lancet*, 1693-733.
- Direccion de Seguridad, H. y. (2019). *CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO INSTITUCIONAL* . Recuperado el 05 de Octubre de 2023, de <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2022/10/La-huella-Institucional-de-carbono-de-la-UNLP-2019.pdf>
- Espìndola, C. A., & Valderrama, J. O. (2018). *Huella de Carbono: Cambio Climàtico, Gestiòn Sustentable y Eficiencia Energètica*. La Serena: Universidad de la Serena.



- Farfàn, E. S. (2020). Carbon footprint- GHG emissions by use of the lighting system of the Faculty of Environmental Engineering of the National University of Engineering, Lima-Peru. *SCIELO Perú*, 30.
- Gil, B. L. (2019). *GHG PROTOCOL*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2023, de Conocimiento AEC: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/ghg-protocol>
- Gòmez, D. R., Watterson, J. D., Americano, B. B., Ha, C., Marland, G., Matsika, E., y otros. (2006). *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 2: Combustión estacionaria.* .
- Guereca, L. P., Torres, N., & Noyola, A. (2013). Huella de Carbono como base para un instituto de investigación más limpio en México. *Producción Más Limpia.*, 47, 396-403.
- Guzmán, J. C., Morales, J. L., & Alemán, M. G. (2020). Responsabilidad Social y Huella Ecológica: el caso de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí. *Cultura Económica* , 66-92.
- Hanley, J. P., Slack, K., Wetter, J. B., & Wright, D. G. (09 de Febrero de 2009). “*Carbon Neutrality at Middlebury College: A Compilation of Potential Objectives and Strategies to Minimize Campus Climate Impact*”. Recuperado el 30 de Septiembre de 2023, de <https://www.middlebury.edu/sites/www.middlebury.edu/files/2021-05/CarbonNeutatMiddleburyCollege.pdf?fv=wHqWqETb>
- Hermosilla Alcaraz, A. (2013). Cartagena.
- Hoevel, C. G. (2020). La economía de las ciudades. *Cultura Económica*(100), 183.
- Huilca, A. C. (2020). *Estimación y reducción de la huella de carbono en la empresa Cargo Transport SAC sede los Sauces distrito de Ate – provincia de Lima, años 2016 – 2017*. Escuela Académico Profesional de Ingeniería , Ingeniería. Huancayo, Perú.: Universidad Continental.
- Jimenez Herrero, L. M. (2015). *Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono. Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE)*. España: Estudios Graficos Europeos, S.A.



- Kinsley, M., & Leon, S. D. (2009). *Accelerating campus climate initiatives: breaking through barriers*. Colorado : AASHE.
- L, C., M, J., M, M., & M.G., P. (2020). Capitulo 2.3. Estimacion de la huella de carbono de una institucion academica en Monterrey, Mèxico. En S. N. P.X, A. Tecorralco Bobadilla, C. Escamilla Alvarado, L. Breton Deval, G. Hèrnandez Flores, L. Romero Cedillo, y otros, *SIMPOSIO AMBIENTE Y BIOENERGIA 2020* (págs. 122-128). CDMX, Mèxico: Asociación de Biotecnología, Ingeniería Ambiental y Energías Renovables A. C.
- Marin, M. A. (Junio de 2012). La huella de carbono del Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kuru*, 9, 51-59.
- Monroy, J. N., & Palacios, R. A. (2012). Huella de carbonon: mas alla de un instumento de medicion. Necesidad de conocer su impacto verdadero. *Actas - IV Congreso Internacional Latina de Comunicacion Social*, 17.
- Navarro, M. V., Cebolla, R. V., Ceca, M. J., Ruiz, D. C., & Rizo, S. C. (2011). LA HUELLA DE CARBONO Y SU UTILIZACIÓN EN LAS INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS . *XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, 1950-1959.
- Paspuezan, J. J., & Pillajo, A. N. (2023). *Determinación de huella de carbono y desarrollo de un plan piloto basado en la ISO 14064 en dos Obras Salesianas, ubicadas en Quito, Ecuador*. Universidad Politècnica Salesiana Ecuador. Quito, Ecuador: Creative Commons.
- Pentinat, S. B., & Pèrez, B. F. (Marzo de 2016). *EL RÉGIMEN JURÍDICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: ENTRE LA JUSTICIA CLIMATICA Y LOS DERECHOS HUMANOS* . Recuperado el 27 de Septiembre de 2023, de Ministerio de Economia Competitividad : https://www.dret-public.urv.cat/media/upload/domain_89/arxius/working%20papers/DEFINITIUS/working%20paper%202.pdf



- Piñera, S. (2019). *Cambio Climático: Huella de carbono*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2023, de Ministerio del Medio Ambiente: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- Pozo, J. L., Sanchez, M. A., & Echeverria, G. H. (2019). Influencia de la fertilización mineral sobre la retención de carbono en una plantación de pino. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4-22.
- Ramiro, R. G. (2013). *Estudio de la Huella de Carbono de los hogares españoles: Evolución nacional (1998-2011) y por Comunidades Autónomas (2006-2011)*. E.T.S.I. Montes (UPM), Departamento de edafología. Madrid: EPrints.
- Rivas, O. E. *Huella de carbono para una empresa que fabrica electrodos para soldar ubicada en la Ciudad de México*, IPN, 2017.
- Rojas, M. A. (2017). *Estimación de la huella de carbono en una institución de educación superior*. Universidad Autónoma de Baja California. Baja California: Facultad de Ingeniería y Negocios.
- Ruiz, H. D., Vázquez, S. G., Gallegos, F. C., & Chávez, S. M. (2013). *Estimación de la huella de carbono de una institución de educación media superior y superior, 1er Congreso Internacional de Ingeniería Industrial, Tepeji del Río de Ocampo, Hgo.* Recuperado el 07 de Octubre de 2023, de UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO : https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/5581/5_huella_de_carbono.pdf
- S.A., I. (2013). *7 METODOLOGIAS PARA EL CALCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO*. Bilbao : Ihohe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- Salazar, D. S., & Cano, L. T. (2019). *Determinación de la huella de carbono de la Universidad de La Salle sede Candelaria*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2023, de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1124
- Schneider, H., & Samaniego, J. (Marzo de 2010). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2023, de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL):



<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f3677647-3a1c-4326-8342-5e10bfa2fc40/content>

- Shisana, O. (2013). *Informe mundial sobre ciencias sociales, 2013: Cambios ambientales globales*. Paris: UNESCO.
- Solomon, S. (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2007. The physical science basis*. .
- Sunyer, J. (2010). Promoción de la salud y cambio climático. *Gaceta Sanitaria*, 24(2), 101-102.
- Temapache, I. T. (2019). *Directora General TecNM Álamo*. Recuperado el 19 de Octubre de 2023, de Tecnológico Nacional de México: https://itsalamo.org.mx/directora_tecnm_alamo/
- Temapache, I. T. (2019). *Directora General TecNM Álamo: Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache*. Recuperado el 19 de Octubre de 2023, de Tecnológico Nacional de México: https://itsalamo.org.mx/directora_tecnm_alamo/
- Temapache, I. T. (2019). *Política Ambiental*. Recuperado el 19 de Octubre de 2023, de Tecnológico Nacional de México: <https://itsalamo.org.mx/politicaambiental/>
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC and Philadelphia, PA : New Society Publishers.
- Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). *A Definition of Carbon Footprint In: C.C.Pertsova, Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*. New York, USA: Nova Science Publishers, Inc.
- Wittneben, B., & Kiyar, D. (2009). *Climate change basics for managers*. Management Decision.
- Zavaleta, C. A. (2016). Evolución del concepto de cambio climático y su impacto en la salud pública del Perú. *SCIELO Perú*, 33(1).