

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES  
DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
SUBSEDE MAPASTEPEC**

**TESIS PROFESIONAL**

**DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EXISTENTE EN  
LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS (UNICACH) SUBSEDE  
MAPASTEPEC**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTA:**

**OCTAVIO DUQUE ALVAREZ**

**DIRECTORA:**

**MTRA. ROSBI CRUZ ORNELAS**

**MAPASTEPEC, 2024**





# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA GENERAL  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR  
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Mapastepec Chiapas  
Fecha: 17 de Septiembre de 2024

C. OCTAVIO DUQUE ÁLVAREZ

Pasante del Programa Educativo de: INGENIERÍA AMBIENTAL

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:  
DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EXISTENTE EN LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE  
CHIAPAS (UNICACH) SUBSEDE MAPASTEPEC.

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

### Revisores

MTRO. GABRIEL CASTELLANOS RODRÍGUEZ

DRA. ISELA PONCE PALMA

MTRA. ROSBI CRUZ ORNELAS

### Firmas:

[Firma]

[Firma]

[Firma]



Ccp. Expediente

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicado principalmente a mi Papa Dios, por estar siempre presente; darme la vida, fuerzas, salud y disponibilidad para poder continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados de mi vida.

A mi padre Antonio Duque Noricumbo, por su gran y enorme apoyo incondicional, sus consejos, su amor, dedicación y trabajo. Digna persona de ser padre y madre a la vez para sus hijos, sin duda tiene mis más grandes admiraciones; le agradezco por permitirme dar un estudio profesional hacia mi persona.

A mi hermano, por todo ese esfuerzo, cariño, apoyo incondicional, charlas presentes, por su gran admiración, este proyecto sin duda alguna tiene mucho significado a su persona.

Dedicado a esas personas que tuvieron mucha fe en mí, por sus ánimos, por sus consejos; gracias.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud con mi Padre Dios que siempre me ayudo en los momentos más difíciles de mi vida, en todos y en cada uno tanto a mi como a mi familia.

Agradezco a mis catedráticos de todo corazón por toda esa dedicación, apoyo moral, por sus conocimientos que fui adquiriendo de cada uno a lo largo de mi preparación profesional.

De manera especial mi gratitud a la Dra. Rosbi Cruz Ornelas y Dra. Isela Ponce Palma gracias por ese apoyo brindado, por su dedicación, tiempo. Sus consejos son tomados muy en cuenta. Y al Lic. Gabriel Castellanos por los ánimos y consejos a mi persona, muchas gracias por todo.

# INDICE

## Contenido

RESUMEN .....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
MARCO TEÓRICO .....	9
OBJETIVOS.....	17
Objetivo general. ....	17
Objetivos específicos.....	17
ÁREA DE ESTUDIO.....	20
METODOLOGÍA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	25
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	26
CONCLUSIÓN Y PROPUESTAS. ....	36
ANEXOS, GRÁFICOS Y APÉNDICES. ....	34
REFERENCIAS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **RESUMEN**

El trabajo titulado “Determinación de la huella de carbono existente en la Universidad de Ciencias Y Artes de Chiapas (UNICACH) subsede Mapastepec fue un proyecto con el fin de conocer la Huella de Carbono existente en la UNICACH, en relación con las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generados por diferentes actividades y operaciones de forma directa o indirecta por personal existente en la UNICACH. Esto con el objetivo de determinar la HC (huella carbono) lograr formular y proponer medidas que ayuden a mitigar el impacto generado por las emisiones de GEI en las actividades y operaciones que se realizan. El trabajo presenta las emisiones de GEI a través del cálculo de la huella de carbono de acuerdo a la PAS 2050, la huella de carbono se calcula al multiplicar los datos de actividad por un factor de emisión unitario, que recoge las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente (dióxido de carbono equivalente) por dato de actividad unitario. El trabajo se desarrolló conforme a la identificación de actividades y operaciones realizadas en la UNICAH, se analizan aulas de la institución tal como: cafetería, coordinación, centro de cómputo, laboratorio de ciencias, biblioteca escolar, salones de clases, baños de personal administrativo/alumnos y auditorio. Con la realización de un inventario general que servirá de apoyo para conocer el total de inmuebles existentes en la institución. Al tener comprobantes de recibo de luz, con la información que estos contienen, se realizara un control y así obteniendo; si el consumo es bajo, moderado o alto conforme los meses que se estudiaran. Otro método desarrollado en el trabajo es la realización de encuestas a alumnos de diferentes carreras existentes en la UNICACH, la recopilación de datos será para conocer el nivel de conocimiento que han adquirido sobre la huella de carbono a lo largo de su carrera universitarias.

Palabras clave: Emisiones, Impacto, GEI, Cambio climático, Mitigación.

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático se define como el “cambio en el clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables, estos cambios en el clima se evidencian en incremento en la temperatura global” (Santamria, 2009). El cambio climático es un problema ambiental que surge a inicios de la época industrial en donde el ser humano empieza hacer uso de los recursos naturales para producir y satisfacer sus necesidades, sin embargo, al estar ejerciendo presión sobre dichos recursos logran estar generando un desbalance en el ambiente provocando conflictos ambientales. En la actualidad han incrementado la necesidad de implementar estrategias que ayuden a identificar las causas de estas emisiones, tratando de establecer medidas de mitigación y compensación a esta problemática.

A lo largo de los años se está sufriendo los efectos directos del calentamiento global, con sequías, deshielos, inundaciones y fenómenos climáticos extremos. Todo esto repercutirá gravemente en la agricultura, la seguridad alimentaria, el abastecimiento de agua, la salud pública, la calidad de vida y de los ecosistemas naturales. Por último, el desafío radica en ir gestando un modelo de producción y consumo más sostenible, caracterizado por energías limpias y empleos verdes. La huella de carbono según Schneider (2009), se define como la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero producto de las actividades de producción o consumo de los seres humanos. En Colombia, la medición de la huella de carbono en los procesos industriales del sector fúnebre no ha sido calculada, debido a esto, se desconoce la magnitud del impacto que tiene la liberación directa o indirecta de gases de efecto invernadero (GEI) en adelante, provenientes de este proceso productivo sobre la atmósfera. Es por esto que se hace necesario cuantificar y reportar la huella de carbono fruto de esta actividad, con el fin de generar estrategias de prevención y mitigación de la contaminación. (SAMANIEGO, 2009)

La UNICACH es el lugar adecuado para iniciar con el cambio de actitud que la sociedad requiere para avanzar en la resolución de problemas ambientales. Se contabilizará las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), que se generan a partir de las actividades realizadas en la institución. Después de conocer estas emisiones, se diseñará estrategias para poner en práctica acciones para su disminución. El impacto ambiental que produce la institución será medido

llevando a cabo un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales serán tomados de manera mensual para calcular la huella de carbono.

La investigación se realiza con el objetivo; determinar la huella de carbono que se genera en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) Subsedes Mapastepec.

## MARCO TEÓRICO

La Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas Subsede Mapastepec, una institución de nivel superior, ofreciendo su Licenciatura en Ingeniería Ambiental, enfocada en la lucha y el cuidado del medio ambiente y ofreciendo sus instalaciones, tomando como lugar de investigación para este proyecto, en la cual se ha logrado identificar actividades que logran un impacto negativo, las cuales son generadoras de GEI (Gases de Efecto Invernadero), por eso, a lo largo de un año con ayuda de recibos de luz, personal administrativo y docente, se recolecto datos muy importantes, observar actividades, proponer ideas con el fin de poder dar soluciones a estos actividades negativas que ocasionan los GEI, obteniendo así, la Huella de Carbono (HC) existente en la UNICACH.

México es uno de los principales emisores de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en América Latina. Según el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI), en 2019 el país emitió 736.63 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e), y la producción de energía eléctrica representó el 23.27% de ese total (SEMARNAT, INECC, 2019). No obstante, a pesar de este panorama, México solo genera el 28.6% de su energía a través de fuentes renovables (SENER, 2022).

El 15 de mayo de 2020 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la Política de Confiabilidad, Seguridad, Continuidad y Calidad en el Sistema Eléctrico Nacional. Su propósito fue "Promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios". Adicionalmente, estableció la política en materia de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) (SENER, 2020). Las disposiciones de la nueva política, desde una perspectiva eminentemente económica, restringían la libre competencia y concurrencia de los generadores, principalmente de aquellas centrales de generación de energía eléctrica con fuentes limpias, solares o fotovoltaicas.

El principio rector de la nueva política era garantizar la confiabilidad, seguridad, continuidad y calidad del suministro eléctrico. Las centrales eléctricas eólicas y fotovoltaicas, por

ser de generación intermitente estaban en contradicción con el propósito de ésta (Castro, 2020), por lo tanto, su operación en el SEN debía restringirse.

El gobierno federal expresó que estas nuevas directrices garantizaban la seguridad energética porque evitaban que las centrales con fuentes de energía no disponible de manera continua perturbaran la operación del SEN. Además, en situaciones en las que existe una demanda excesiva de electricidad o un exceso de inyección de energía eléctrica en la red, y estas condiciones no pueden ser equilibradas o corregidas de inmediato, hay el riesgo de un colapso del sistema eléctrico, lo que podría resultar en la interrupción del suministro de electricidad para millones de usuarios.

El propósito de la política de confiabilidad tuvo un fundamento técnico válido; no obstante, a largo plazo, pudo tener un impacto negativo en el nivel de emisiones del país, por mantener la importancia de la generación eléctrica a través de combustibles fósiles. La Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) declaró inconstitucional la política de Confiabilidad, Seguridad, Continuidad y Calidad en el Sistema Eléctrico Nacional, publicada el 15 de mayo de 2020.

Esta sentencia obligó a que la Secretaría de Energía (SENER) declarara insubsistente el decreto que le había dado vida, restableciendo la vigencia de la Política de Confiabilidad formulada por esa Secretaría en 2017. Debido a esta resolución judicial, el gobierno decidió hacer los cambios legales necesarios para evitar demoras y reveses en la implementación de su política energética. Para esto, retomó un objetivo del Plan Nacional de Desarrollo, que propuso el rescate del sector a través de la adecuación de su marco regulatorio y normativo. (RODRÍGUEZ & ROUSSEAU, 2023)

Desde la Oficina Española de Cambio Climático consideramos que el cálculo de la huella de carbono constituye una herramienta importante en la lucha contra el Cambio Climático, siendo especialmente interesante, por su amplio espectro de aplicación, en los sectores difusos. Por este motivo, iniciativas como la publicación de los “Manuales de cálculo y reducción de huella de carbono” por parte del Observatorio de la Sostenibilidad en España tienen una gran relevancia, ya que explican de una forma comprensible los pasos a seguir. (santamria, 2009)

Actualmente la optimización del desempeño medioambiental de las empresas y organizaciones, no solo se relaciona con el cumplimiento legal de la legislación existente, sino con

el logro de una mayor productividad y competitividad, en este sentido la medición de huella de carbono es un indicador diferenciador de competitividad y desempeño medioambiental al cual las empresas le están apuntando desde su planeación estratégica. Por otro lado, se encuentran los gobiernos signatarios del protocolo de Kioto, comprometidos con la reducción de los (GEI) mediante su contabilización y reporte. Debido a esto en los últimos años se han desarrollado varias metodologías con diferentes enfoques (Producto, Empresa, etc.), para el cálculo de la huella de carbono. (León Barbosa & Jhon, 2018)

### **Historial de huellas de carbono en el mundo.**

Como bien se mencionó, la “huella de carbono” es un concepto que hace referencia al cálculo de las emisiones, bien sea de un país, una institución u organización o también de un producto, servicio, proceso, etc. La huella de carbono abarca todo el ciclo de vida de lo que se pretende medir, desde la adquisición de materias primas hasta su gestión de residuos. El mayor beneficio de medir la huella de carbono es que permite detectar los puntos críticos de las emisiones generadas y/o las fuentes que generan estas emisiones, lo que permite definir mejores objetivos, estrategias de reducción de emisiones más efectivas y ahorros de costo, e incluso estas medidas efectivas tienden a ayudar a reducir los consumos de energía, materia prima, de combustibles, de agua e incluso optimiza y mejora los procesos productivos.

Anterior a este proyecto, se ha trabajado el indicador de huella de carbono alrededor del mundo, con mayor utilización en países desarrollados y con un mayor impacto al medio ambiente. A continuación, se menciona diferentes acciones que se han llevado a cabo o están en curso actualmente sobre la huella de carbono en productos y servicios en general.

En Japón, el ministerio de Economía, Comercio e Industria estableció una guía detallada para sacar la huella de carbono de algunos de sus productos, la cual fue elaborada por un conjunto de expertos y también contando con la consulta pública. En dicha guía se establecieron ciertas reglas para estandarizar el análisis de dichos productos y así evitar inconsistencias entre procesos de huella entre productos similares. El método empleado en esta guía consiste en la medición de emisiones de CO<sub>2</sub> en el ciclo de vida del producto o servicio, a lo largo de toda su cadena de abastecimiento, es decir desde la compra de materias primas hasta la disposición o reciclado de

dicho producto o servicio. Este proyecto piloto del gobierno japonés tiene una cobertura de 30 empresas y dentro de los productos analizados se incluyen alimentos y bebidas.

La metodología y a la vez herramienta Bilan Carbone®, desarrollada y distribuida por la Agencia Francesa del Medio Ambiente y de la Gestión de la Energía (ADEME), en el 2002, actualmente está la sexta versión. Es un método para contabilizar emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero, relacionadas con las actividades industriales, empresariales, de otras asociaciones y entidades administrativas. Permite clasificar las emisiones según fuente, siendo la base de la herramienta, una planilla Excel que calcula las emisiones asociadas a cada actividad de un proceso (Padilla y Galio, 2007). La herramienta fue elaborada específicamente para convertir datos relativos a las actividades productivas (como el consumo de energía, la cantidad de camiones y la distancia manejada, las toneladas de acero adquiridas, entre otras) en emisiones, de forma rápida, por medio de factores de emisión.

La ley de energía limpia y seguridad de los Estados Unidos, de 2009, conocida como proyecto Markey Waxman H.R. 2454, es una propuesta legislativa de EEUU, orientada a conducir al país hacia una economía energéticamente más limpia y de menor impacto sobre el calentamiento global. Con esta ley se busca incrementar la producción con base en energías renovables, aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (de un 3% con respecto a 2005 en 2012 a un 83% por debajo del 2005 en el 2050). En la sección 274, de la ley se define que la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) deberá diseñar un programa de información voluntaria de carbono y evaluar su efectividad.<sup>18</sup> El acceso a medidas de apoyo económico y la aplicación de las normas emanadas de la ley requieren de un importante esfuerzo en materia de medición de emisiones en las industrias eléctrica, del petróleo, transporte, entre otras. En cuanto al comercio, la ley prevé la puesta en marcha de un programa gubernamental de compensaciones para industrias que usan de forma intensiva la energía y que elaboran productos básicos para el mercado internacional.

En el supuesto de que estas compensaciones resulten insuficientes para mantener la competitividad de las mencionadas actividades (medido como capacidad de producir y generar empleo), se faculta al Poder Ejecutivo a aplicar medidas en frontera que obligarán a los exportadores hacia los Estados Unidos y a los importadores nacionales a comprar y mantener certificados de reducción de emisiones internacionales para compensar el carbono virtual o huella

de carbono de los productos importados, con excepción de los países considerados por EUA como de menor desarrollo o responsables de menos del 0,5% de las emisiones globales (sección 416 de la ley). Asimismo, la EPA creó, a partir de una sociedad entre la industria y el Estado, el programa Líderes Climáticos, que tiene como finalidad apoyar a las empresas para desarrollar estrategias orientadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de la elaboración de sus inventarios, basados en sistemas de gestión y calidad, a definir metas agresivas de reducción y a reportar anualmente los avances a la EPA. Empresas como Boeing, Kodak, IBM, Pfizer y 3M participan en el programa. A julio de 2009, el total de empresas reconocidas por la EPA como líderes climáticos sumaba 284.

El Proyecto Huella de Carbono en Productos o PCF Projekt, de Alemania, tiene como objetivo elaborar un estándar para la huella de carbono de los productos, utilizando como referencia el PAS 2050 del Reino Unido (ver en Reino Unido). El proyecto fue iniciado en abril de 2008 por un grupo de académicos, organizaciones no gubernamentales, y comerciales. Contempla trabajar en conjunto con empresas de diferentes sectores (alimentos, distribuidores minoristas, químicos, telecomunicaciones, embalajes, bienes de consumo). El proceso es similar al de elaboración del PAS 2050. En enero de 2009, en Berlín, los promotores y socios del proyecto PCF, presentaron los primeros resultados del piloto, que contempló un total de 15 productos. En septiembre de 2009, en la cumbre mundial del PCF, fueron presentados los resultados de la segunda fase.

En el Reino Unido, durante el año 2005 Carbon Trust con la colaboración del Departamento de Medio Ambiente, Alimentos y Asuntos Rurales, y de British Standards Institution, se hizo un acercamiento al concepto de huella de carbono, al desarrollar una metodología donde se buscaba medir emisiones relacionadas con la cadena productiva, y no solo identificar estas emisiones sino, buscar de alguna forma reducirlas. Ya en 2007, Carbon Trust lanzo una iniciativa voluntaria para monitorear las emisiones de los GEI (Gases de Efecto Invernadero), pero con nuevas investigaciones y avances en el tema, para lo cual se busca una base de información transparente, confiable y consistente con el fin de que los resultados tengan buenas bases y sean más fácilmente aceptados.

Debido a la necesidad de proteger y conservar nuestro planeta, de los continuos daños provenientes de actividades humanas, ya sean industriales, servicios, transportes entre otras, se debe utilizar una herramienta tan eficaz como lo es el cálculo de la huella de carbono, es por esto

que los países se encuentran cada vez más comprometidos en la solución de estos problemas, se han establecido un objetivo para el periodo actual y futuro de contribuir al desarrollo sostenido y equilibrado de todas estas actividades (GUZMÁN & SILVA, 2011)

En los últimos años se han desarrollado varias otras herramientas de cuantificación y metodologías para determinar el nivel de emisiones de GEI de individuos, organizaciones y unidades administrativas o territoriales, y la HdC (Huella de Carbono) es una de ellas (Padgett et al., 2008). La HdC, se ha convertido en un lema en el debate público sobre el cambio climático, atrayendo la atención de los consumidores, negocios, gobiernos, ONG y organizaciones internacionales por igual (Hertwich y Peters, 2009), induciendo cambios en los patrones competitivos de las empresas. A pesar de su uso generalizado, la literatura reconoce la ausencia hasta hoy en día de una clara definición que sea comúnmente aceptada (Wiedmann y Minx, 2008).

Este debate sobre el cambio climático y la utilidad de HdC, ha trascendido al comercio internacional y, es liderado por los países con compromisos de reducción de emisiones en base al Protocolo de Kioto. (Plassmann et al., 2010) Esto es motivado fundamentalmente por la preocupación de estos países por las posibles pérdidas de competitividad de sus productores, quienes estarían compitiendo con otros exportadores con costos de emisión menores que aquellos que no han asumido obligaciones climáticas (De La Torre et al., 2009)

En el caso de los países en vías de desarrollo, como es el caso de la mayoría de los países latinoamericanos, un patrón exportador más acorde con las aspiraciones de desarrollo sostenible y menos vulnerable a las exigencias climáticas frente a la instalación de un concepto económico que considera la reducción de las emisiones contaminantes, exige a los sectores productivos realizar avances inmediatos en los proceso de cuantificación de sus emisiones y de disminución de los efectos climáticos, con el fin de resguardar su actual posición competitiva.(Schneider y Samaniego, 2009; CEPAL 2009). Sin embargo, se hace evidente que previo a la cuantificación, se requiere explorar las complejidades metodológicas de los principales enfoques para la determinación de la HdC, con el objeto de reducir la incertidumbre del cálculo y determinar su validez en la determinación de los reales impactos ambientales.

Como se menciona más arriba, la HdC sólo ha surgido en el dominio público en los últimos años como una descripción bastante general de la emisión de gases de efecto invernadero totales asociados con la actividad humana.

### **Protocolo de Gases Efecto Invernadero.**

El Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GEI) fue implementado en el 2001 por el Consejo Mundial de Negocios por el Desarrollo Sustentable (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) y por el Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute, WRI) que tiene como meta el establecimiento de bases para la contabilización de emisiones de los GEI. Es fruto de una colaboración multilateral entre empresas, organizaciones no-gubernamentales y gobiernos (WRI, 2004). Esta iniciativa cuenta con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (United States Agency for International Development, USAID) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency, USEPA).

El protocolo de GEI es un marco metodológico general que da pautas de trabajo para la determinación de herramientas (software) de cálculo de emisiones de GEI. El protocolo GEI ha logrado un alto nivel de reconocimiento a escala mundial y aparece como la principal referencia, junto con los estándares ISO 14064. Además de constituirse como referente en términos de lineamientos generales, el protocolo GEI también ha desarrollado un conjunto de herramientas (software) para el cálculo de la HdC inicialmente de empresas. La popularidad y el reconocimiento del protocolo GEI, y por supuesto el carácter de gratuidad de las aplicaciones ha concretado el éxito y alta demanda de ellas (Pandey et al., 2010).

El cálculo de la huella de carbono de una organización se constituye como una herramienta con una doble finalidad: reducir los costes que implica el consumo de energía para iluminación, climatización, calefacción y transporte y, por otro lado, contribuir a la reducción de las emisiones de GEI y a una mayor concienciación medioambiental. Los mecanismos para lograr esta reducción serían principalmente la aplicación de nuevas tecnologías y la generación y ampliación de sumideros. Dada la gran diferencia en los costos marginales de mitigación de gases de efecto invernadero que existe entre los países, la inversión en actividades de Implementación Conjunta (IC) en los sectores forestal -gestión de bosques naturales y plantaciones forestales- y de energía -

generación de electricidad con fuentes renovables y eficiencia energética- en los países en desarrollo.

Como iniciativa intergubernamental, la Implementación Conjunta busca promover que los emisores de gases de efecto invernadero en los países desarrollados inviertan en actividades que reduzcan dichas emisiones en otros países, particularmente en los países menos desarrollados, como una forma de lograr la estabilización de las concentraciones de estos gases en la atmósfera y frenar el calentamiento global. Puede promover el desarrollo conjunto de tecnologías avanzadas y su transferencia de un país desarrollado a otro.

En la práctica, la implementación conjunta será llevada a cabo fundamentalmente a través de asociaciones entre empresas inversoras de los países industrializados y sus homólogos en países que se encuentran en transición hacia una economía de mercado. La parte inversora puede suministrar la mayor parte de la tecnología requerida y el capital financiero, mientras que el país receptor puede proveer el sitio, el personal, y la organización necesaria para lanzar y sostener el proyecto. Las actividades conjuntas a ejecutarse por las partes involucradas deben orientarse al apoyo de las prioridades ambientales y estrategias de desarrollo sostenible nacionales, a la vez que se contribuye a la disminución de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

El análisis de huella de carbono proporciona como resultado un dato que puede ser utilizado como indicador ambiental global de la actividad que desarrolla la organización. La huella de carbono se configura como punto de referencia básico para el inicio de actuaciones de reducción de consumo de energía y para la utilización de recursos y materiales con mejor comportamiento medioambiental. (Schneider & Samaniego, 2010)

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Determinar la huella de carbono que se genera en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) Subsede Mapastepec.

### **Objetivos específicos.**

- Analizar las actividades que generan una huella de carbono.
- Identificar aparatos electrónicos que generan una huella de carbono.
- Evaluar el conocimiento de alumnos sobre la huella de carbono.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente, uno de los principales problemas ambientales que afecta a la mayoría de las personas es el cambio climático, un cambio que afecta a todo el planeta debido a las actividades antrópicas. Por esta razón, el cálculo de la huella de carbono constituye una herramienta práctica para determinar las emisiones e identificar fuentes, buscando proponer sistemas de mitigación; tomando medidas para la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), mencionando como ejemplo: energía eléctrica, actividades de quema papel, plástico, etc.

Hoy en día estos impactos han hecho incrementar estrategias que puedan ayudar a mitigar estas emisiones. Por otro lado, se dice que la huella de carbono es la suma total de las emisiones directas e indirectas de gases de efectos invernaderos (GEI) asociadas a las actividades de una organización, expresadas como CO<sub>2</sub>. (GUZMÁN 2018, 2018)

Asimismo, se logra mencionar que la huella de carbono se calcula elaborando un inventario de emisiones obteniéndola mediante los registros de fuentes de dicha institución, teniendo como resultado la proporción de todos los GEI existentes durante un periodo de tiempo específico.

Toda actividad o servicio que se esté llevando a cabo, con el fin de satisfacer todas las necesidades que le surja a una persona; como se ha dicho anteriormente, ya sea para un bien, siempre estará generando o teniendo presente una cierta cantidad de contaminación, representada como gases de efecto invernadero (GEI).

Es por ello, que en la UNICACH Subsede Mapastepec, una institución de nivel superior, en contribución a la lucha contra dicho cambio climático que se está presentando hoy en día, se logra a sumar para obtener dicho origen, comenzando así en la proporción desde sus instalaciones, junto a las posibles magnitudes existentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que estas logren estar generándose, así mismo, es en donde se podrá estar llegando al resultado a la huella de carbono existente.

**¿Cuál es la huella de carbono que genera la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) subsede Mapastepec una institución educativa de nivel superior?**

## **JUSTIFICACIÓN**

La investigación se está enfocando en determinar la huella de carbono en instalaciones de la UNICACH subsede Mapastepec a lo largo de un periodo de tiempo, obteniendo resultados mensuales.

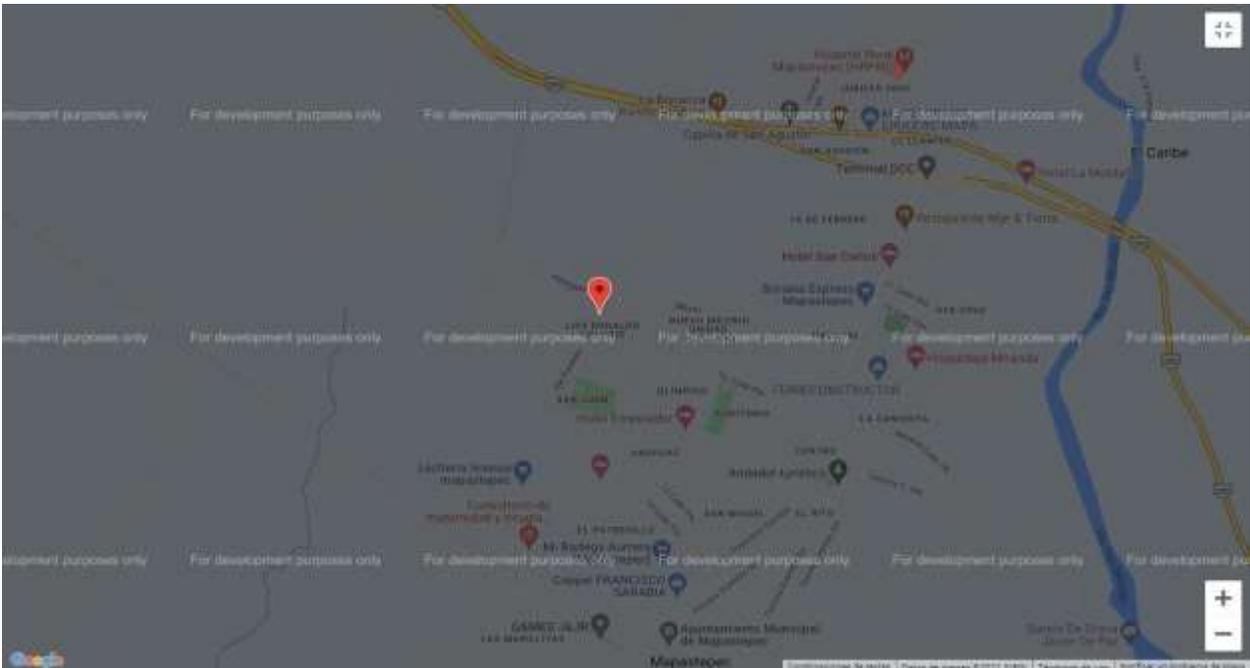
Se busca fusionar instrumentos de planificación y gestión ambiental por medio del cálculo de la Huella de Carbono, permitiendo que estudiantes, docentes y demás personal que labora en esta institución, posean acceso y conocimiento a éstas herramientas que contribuyan en la caracterización, priorización y desarrollo de acciones que colaboren a la adaptación al cambio climático y que aporten a la mitigación, estableciendo un compromiso por parte de la comunidad educativa para reducir el impacto que existe.

La investigación realizada en la UNICACH, donde se ha previsto y analizado ciertas actividades que emiten gases de efecto invernadero, son causantes del cambio climático, este proyecto de investigación tiene como finalidad de poder conocer, tratar, reducir y mitigar estos impactos que se están ocasionando.

# MATERIALES Y METODOS

## ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación fue realizada en las instalaciones de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, ubicada en Av. Libramiento Norte S/N Barrio Luis Donaldo Colosio 30560 Mapastepec, (Fig.1), durante el período enero – noviembre del año 2022. La población está compuesta por 13 docentes, 2 personal administrativos, 75 estudiantes de la UNICACH, de las Licenciaturas: Ingeniería Ambiental e Ingeniería en Topografía e Hidrológica, 10 personal correspondiente a cafetería, limpieza y vigilancia.



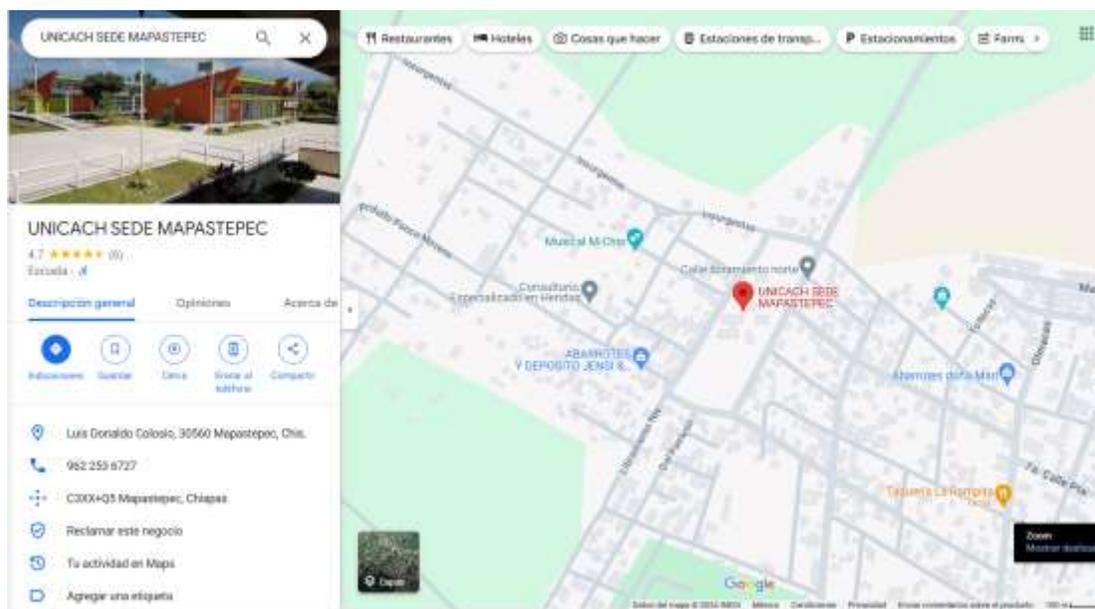
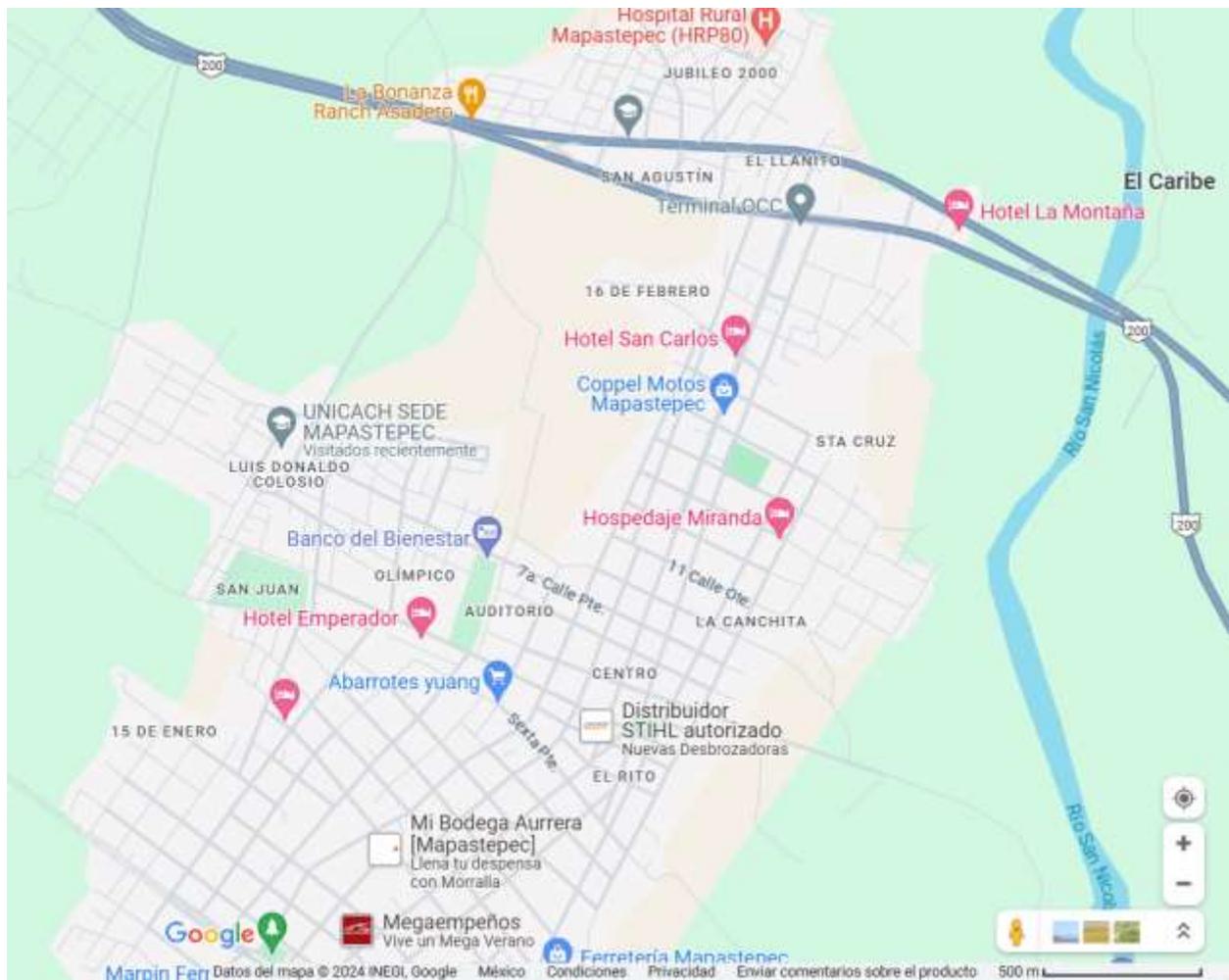


Figura 1. Área de estudio mostrando la localización de la UNICACH subsede Mapastepec.

## **METODOLOGÍA**

El cálculo de la huella de carbono se establece siguiendo las metodologías presentadas por las normas ISO 14064, ejecutadas en tres fases: Identificación de las fuentes de emisión, recopilación de datos y el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (César Espíndola, 2012).

### **FASE 1.- IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI.**

Para realizar el cálculo de huella de carbono y con relación a las etapas, en este estudio se basó en la Norma ISO 14064, dentro de la identificación de las fuentes de emisiones de GEI se encuentran los siguientes alcances.

Alcance 1: Dentro de este alcance se encuentran las emisiones directas provenientes de transportes. Para este caso de este estudio, se consideran automóviles y motocicletas en el lugar de estacionamiento a pesar de tener poco terreno; solo dos vehículos se parquean de forma regular siendo muy pequeñas las emisiones; entonces no son tomadas en cuenta y en el caso de motocicletas la cantidad de estas no pasan de quince, y las emisiones de éstas son menores ya que se mantienen en reposo.

Alcance 2: Las emisiones indirectas son aquellas que proceden de la electricidad consumida por una organización (César Espíndola, 2012), para este caso la energía eléctrica proviene del sistema interconectado de la Empresa CFE, la cual es consumida en los equipos eléctricos que se encuentran instalados en toda la institución.

Alcance 3: Son consideradas como emisiones indirectas la gestión de residuos sólidos.

## CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO ENERGÍA ELÉCTRICA.

Para el cálculo de la huella de carbono de energía eléctrica se basará mediante la fórmula:

***HC = Datos de actividad (unidades de masa, volumen, kwh, km) x factor de emisión(CO2 equivalente por unidad de actividad)***

Dónde:

HC →Huella de Carbono.

DA→ Datos de la actividad, cantidades obtenidas para la obtención de información sobre Consumo de energía en la institución.

Fe → Factor de emisión de electricidad.

De la misma forma que en el cálculo de la huella de carbono para la energía eléctrica, en el cálculo de la huella de carbono del plástico y del papel se emplea la formula constante en la ecuación, tomando en cuenta el factor de emisión correspondiente a cada actividad. El factor de emisión que debemos utilizar es, siempre que esté disponible, y proporcionado por la compañía eléctrica. En caso de no disponer de este dato, se utilizará el factor de emisión de referencia de la Oficina Española y Catalana de Cambio Climático que se expone a continuación.

<b>Factor d emisión</b>	<b>Unidad</b>
247	g CO <sub>2</sub> /Kwh

Se logro conocer el nivel de conocimiento en alumnos, las encuestas realizadas no fueron basadas bajo ningún tipo de metodología establecida existente. Se realizaron con la finalidad de obtener un dato extra a la investigación realizada, establecida en el título del proyecto.

### **Análisis de los Datos.**

Se realizo una investigación observacional, prospectiva y descriptiva para determinar la huella de carbono en las instalaciones de la UNICACH. Se realizo un análisis de las actividades

que generan huella de carbono, para esto se contabilizo la cantidad de inmuebles de la subsede Mapastepec, seleccionando los salones de clases y cuales se encuentran en uso.

Se analizaron aulas de cafetería, coordinación, centro de cómputos, de laboratorio, biblioteca escolar y salones de clases. Con la realización de un inventario que servirá de apoyo para conocer el total de inmuebles existentes.

Se cuentan con comprobantes de recibo de luz, con la información que estos contienen, se realizara un control y se obtendrá; si el consumo es moderado o no conforme a los meses que se estudiaran. Determinar la huella de carbono utilizando una metodología estandarizada, bajo el régimen y conforme el protocolo de greenhouse gas protocol.

De acuerdo a las PAS 2050, la huella de carbono se calcula al multiplicar los datos de actividad por un factor de emisión unitario, que recoge las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por dato de actividad unitario.

La formula anteriormente mencionada se representa como:

***(HD= Datos de actividad (unidades de masa, volumen, kwh, km) x factor de emisión (CO<sub>2</sub> equivalente por unidad de actividad)***

Este tipo de factores de emisión provienen de diferentes fuentes, tratándose un calculo muy sencillo y eficaz, se definirá estrategias en la reducción de los gases de efecto invernadero en la UNICACH subsede Mapastepec.

Se realizaron encuestas para evaluar el conocimiento sobre la huella de carbono en alumnos de la UNICACH sede Mapastepec. Se analizó que tanto conocen del tema y que formula implementarían para obtener su huella de carbono.

## PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

### CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

Los datos tomados en cuenta son adquiridos de forma mensual, representados en la tabla de la siguiente manera.

Tabla 1.- CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR POBLACIÓN DE LA UNICACH (2022).

Mes	Consumo de medidor (Kwh)
Enero	1820
Febrero	2520
Marzo	4060
Abril	3920
Mayo	3780
Junio	4340
Julio	3640
Agosto	5180
Septiembre	6020
Octubre	5740
Noviembre	4620
<b>Total</b>	<b>45640</b>

En la tabla 1 se muestra que, durante el periodo entre enero a noviembre del 2022, genero un total de 11,273,080 tCO<sub>2</sub>, destacando así, que la energía eléctrica es responsable del alto grado de emisionesde gases de efecto invernadero expuestas hacia la capa de ozono, tomando en cuenta que, si una sola institución como la UNICACH puede generar una cantidad alta, en comparación de las demás empresas que ofrecen servicios, llegan a generar un grado mayor al de esta.

Por otro lado, teniendo presente que, en el periodo de enero a noviembre del 2022, la UNICACH volvió a tener un mayor grado de emisiones, abriéndole sus puertas después de la

cuarentena con sus cuidados sanitarios respectivos a su población estudiantil, administrativas y demás personal, después de la contingencia que dejó el COVID-19.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El cálculo de la huella de carbono de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas Subsede Mapastepec fue de 11,237,080 toneladas de dióxido de carbono equivalente en periodo anual, incluyendo solamente el alcance 2. Cabe destacar que el trabajo solo se basó en la determinación de la huella de carbono de energía eléctrica existente en la UNICACH. Mencionando que, aun abriéndole sus puertas a la comunidad estudiantil, docentes y demás personal administrativo, con todas las medidas sanitarias tras la cuarentena ocasionada por el COVID-19, las emisiones fueron en aumento luego de casi dos años de clases en línea.

El inventario de artículos y electrodomésticos y actividades que generan emisiones de GEI en la UNICACH, se muestran en la Tabla 2, donde se muestra un total de 20 lámparas, 15 Aires acondicionados en todos los departamentos.

Fue realizado con el fin de conocer los aparatos electrónicos existentes y mediante la cantidad obtenida de estos conseguiríamos las emisiones de GEI.

### **Ejemplo-Discusión: Huella de carbono del colegio privado confesional “Mi Jesús”.**

Mediante el indicador conocido como Huella de Carbono, se cuantificó la dimensión del impacto ambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por las actividades del colegio privado confesional, las cuales se muestran en la tabla 2, en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e).

Tabla 02 Emisiones estimadas de acuerdo con los alcances en toneladas de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>e).

Tabla 02

*Emisiones estimadas de acuerdo a los alcances en toneladas de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>e)*

	<b>Fuente</b>	<b>tCO<sub>2</sub>e anual</b>
<b>Alcance 2</b>	Consumo de energía	0.1953
<b>Alcance 3</b>	Transporte de estudiantes y personal	22.86
	Generación de residuos sólidos	2.3
	<b>TOTAL</b>	<b>25.36</b>

Fuente propia

El colegio privado confesional, durante las actividades realizadas entre junio del 2014 y mayo del 2015, generó un total de 25.36 tCO<sub>2</sub>e. El sistema de transporte es responsable del 90% de las emisiones del colegio, seguido de la generación de residuos sólidos con 9.07% y, por último, el consumo de energía en 0.77%; por consiguiente, y tomando en consideración que el colegio contó con aproximadamente 230 alumnos y 19 colaboradores, entre profesores y personal administrativo, dando un total de 249 personas, se ha determinado una emisión anual per cápita de 0.10 tCO<sub>2</sub>e/persona.

La huella de carbono de la institución se puede considerar como baja, en comparación con otros colegios de Costa Rica, como las escuelas República de Panamá, Miguel Obregón y Liceo Experimental Bilingüe, que emiten 47,85 y 189 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e) al año (Soto, 2012). Sin embargo, es importante resaltar que la huella de carbono depende de la educación ambiental de las personas y de las actividades que se realicen para neutralizar o mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (Guerrero y Morales, 2012).

**Tabla 2.- Inventario de artículos y electrodomésticos de la Unicach, Subsede Mapastepec.**

Departamento	Cantidad	Articulo/ Electrodoméstico	Imagen
Aulas	20	Lámparas	
	15	Aire acondicionado	
	13	Aulas	
Laboratorio de computo	32	Lámparas	
	2	Aire acondicionado	
	21	Computadoras	
Biblioteca	9	Lámparas	
	2	Aire acondicionado	
	1	Computadoras	

Auditorio	13	Lámparas	
	4	Aire acondicionado	
Laboratorio de Ciencias	22	Lámparas	
	2	Aire acondicionado	
	1	Refrigerador	
		Equipos: Destilador Autoclave Balanza	

Coordinación	12	Lámparas	
	3	Aire acondicionado	
	4	Computadoras	
Cocina	2	Refrigeradores	 
	8	Lámparas	
	2	Aire acondicionado	

	20	Lámparas	
Sanitarios	17	Sanitarios	
	1	Bomba eléctrica	
Bomba eléctrica			

### **Observación de evaluación de conocimiento de alumnos mediante las encuestas.**

Con respecto a la evaluación del conocimiento de los alumnos sobre la huella de carbono, se obtuvieron mediante las encuestas (Fig. 2) los cuales se presentan en las tablas 3 y 4 realizadas a 13 alumnos de Ingeniería Topográfica e Hidrológica y 9 alumnos de Ingeniería Ambiental respectivamente. Cada encuesta contiene 4 preguntas cerradas; las cuales serán de ayuda para saber el conocimiento existente sobre que es la huella de carbono. Los resultados muestran que el 38% de alumnos de Ingeniería Topográfica e Hidrológica tiene conocimiento sobre que es la Huella de Carbono, mientras que el 62% desconoce el concepto. Sin embargo, hubo algunos alumnos que, les llamó la atención, lo cual se les dio a conocer la definición del concepto y sus dudas sobre el tema fueron resueltas.

Con respecto a los alumnos de Ingeniería Ambiental, los alumnos el 100% conoce el concepto de “Huella de carbono” argumentando que es un tema de mucho interés e identificado como una de las problemáticas que existen hoy en día, el cual que es abordado en sus diferentes materias. Sobre el conocimiento de los GEI más del 50% de ambas carreras conocen al menos dos GEI. Más del 90% de ambas carreras conocen como reducir los GEI.

### **Presentación de encuestas realizadas del proyecto, “Huella de carbono y los conocimientos, actitudes y prácticas de los estudiantes y personal del nivel secundario sobre emisiones de gases de efecto invernadero” de “Lidimed Kereine Torres Ramos, Natalí Carbo Bustinza y Javier-Linkolk López Gonzales”**

Como resumen, este proyecto determina la relación entre los niveles sobre huellas de carbono y los conocimientos, actitudes y prácticas de los estudiantes del nivel secundario y el personal de un colegio privado confesional. Estimación de la huella de carbono del colegio Mi Jesús.

La huella de carbono se realizó siguiendo la metodología presentada por Greenhouse gas Protocol. La cual se divide en tres fases: Identificación de las fuentes de emisión, recopilación de datos y la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los cálculos se realizaron a través de la herramienta de cálculo del GHG Protocol, desarrollada sobre la plataforma de

Microsoft Excel, excepto para la energía eléctrica, para cada país existe un factor de emisión específico, en el caso de Perú es de 0.615 kgCO<sub>2</sub>/Kw.h (Ministerio de energía y mina (MINEM), 2012).

Para recolectar los datos sobre los conocimientos, actitudes y prácticas de los docentes y estudiantes, se elaboró un cuestionario que consiste en un conjunto de preguntas cerradas, respecto a la huella de carbono. El mismo consta de 27 ítems, 3 son datos generales, 8 son de conocimientos, 8 de actitudes y 8 de prácticas. Con un coeficiente de confiabilidad de 0.710. La escala de evaluación del cuestionario se realizó bajo el criterio de tres dimensiones, considerados como bajo, medio y alto, teniendo en cuenta que el máximo puntaje, de las dimensiones, conocimiento, actitudes y prácticas, es de 40 y que el cuestionario tiene un valor total de 120.

#### **• Evaluación de conocimientos, actitudes y prácticas.**

La población de estudio fue de 76 personas entre estudiantes, docentes y administrativo, de los cuales 42 son mujeres y 34 son varones. A ellos se les tomó un cuestionario sobre la huella de carbono, con el fin de identificar el nivel de conocimientos, actitudes y prácticas sobre dicho tema.

Los resultados obtenidos, muestran que, en general, el nivel promedio es de 85.13, alto a razón de los parámetros establecidos. Por otro lado, el estudio también mostró que la población encuestada tiene un nivel de conocimiento y actitudes alto, de acuerdo a los puntajes promedios obtenidos de 30.29 y 29.28 respectivamente; sin embargo, en las prácticas, el puntaje promedio fue de 25.63, calificado como nivel medio.

**Fig. 2** Cuestionario realizado a los estudiantes de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) adjunto evidencias.

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

1.- ¿Sabes que es la Huella de Carbono?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

2.- ¿Qué tipo de Gases de Efecto Invernadero (GEI) conoces?

- a) amoniaco, oro
- b) CO2, metano
- c) azufre, gasolina

3.- ¿Qué mecanismos utilizarías para reducir las emisiones de GEI?

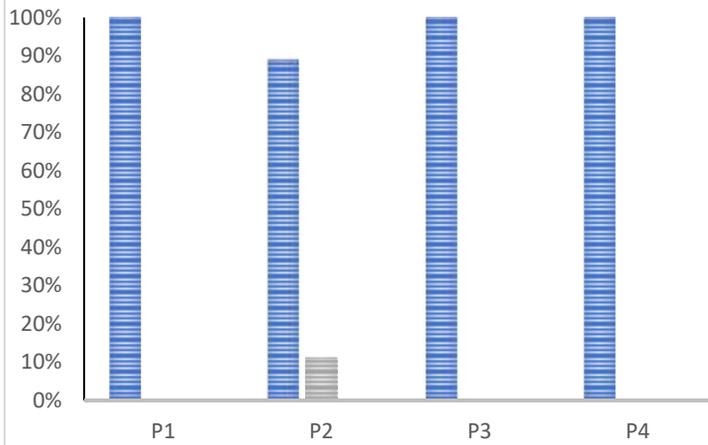
- a) quemar más basura
- b) desconectar aparatos eléctricos generadores de GEI
- c) ninguno

4.- ¿Cómo pueden las personas reducir su huella de carbono?

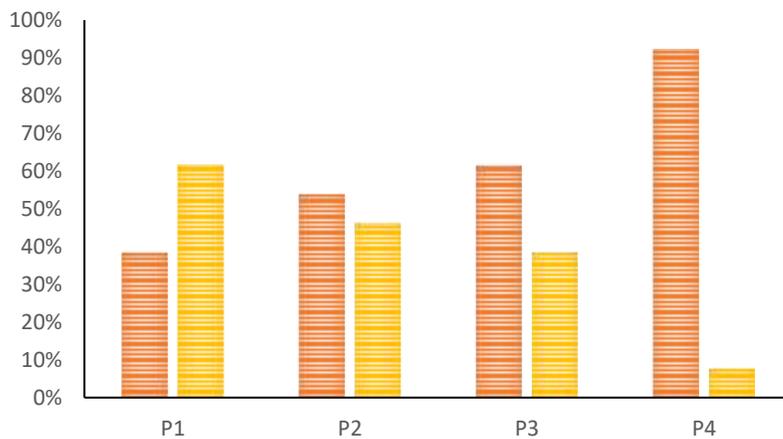
- a) Utilizar más el automóvil o la motocicleta
- b) Talar árboles y quemar basura
- c) Caminar y utilizar bicicletas, utilizar lámparas o focos ecológicos.



## INGENIERIA AMBIENTAL



## INGENIERÍA TOPOGRÁFICA E HIDROLÓGICA



## **CONCLUSIÓN Y PROPUESTAS.**

### **Conclusión.**

En este trabajo de investigación se consiguió determinar la huella de carbono de la UNICACH en el año 2022, obteniendo un total de 11,273,080 toneladas de dióxido de carbono equivalente, correspondiente al alcance 2, sin tomar en cuenta los alcances 1 y 3.

Se obtuvo un valor alto del alcance 2 con el fin de determinar la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>. El alcance 1 y 2 no fueron tomados ya que este trabajo se enfocó únicamente en la determinación de la huella de carbono en energía eléctrica (alcance 2).

El impacto ocasionado por las emisiones de CO<sub>2</sub> de la UNICACH no fue demasiado a comparación de otras empresas de un mayor rango que ofrecen estos tipos de servicios.

Las encuestas fueron preguntas cerradas con el fin de conocer que tanto conocían los alumnos de la UNICACH sobre la huella de carbono.

### **Propuestas.**

Como institución en contra de la lucha con el cambio climático, se debería proponer como iniciativa, ejercer en los jóvenes a realizar proyectos u actividades de concientización de los diferentes problemas ambientales existentes.

Fomentar a jóvenes la importancia de ahorrar energías eléctricas, utilizando lámparas ecológicas.

Conocer las diferentes opiniones de los alumnos e incitarlos a dar charlas a comunidades marginadas, escuelas y otras dependencias encargadas de ofrecer algún tipo de servicio sobre las huellas ecológicas existentes, no solo la de carbono.

Tener la iniciativa de minimizar el uso de transportes tres veces por semana, es decir, sortear entre alumnos que día pueden y que día no llevar sus medios de transportes a la institución.

Reunión de alumnos y docentes para implementar estrategias hacia las posibles problemáticas ambientales existentes o no en la UNICACH y ponerlas en prácticas.

Disminuir el consumo de productos de bolsas o embotellados e incitar en alumnos el uso diario de botellones de agua no desechables.

## Bibliografía

GUZMÁN, D. M., & SILVA, A. J. (2011). *HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO EN CAUCA*. Obtenido de HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO EN CAUCA:  
[https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/67773/1/huella\\_cabono\\_consumo.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/67773/1/huella_cabono_consumo.pdf)

León Barbosa, E., & Jhon, A. Á. (mayo de 2018). *DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO:  
<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=fde085aea8d4639dJmltdHM9MTcwOTI1MTIwMCZpZ3VpZD0zMzY5MTk0Ny04NzA0LTYwMDctM2IzZi0wYWNlODYwYzYxZjUmaW5zaWQ9NTE5NQ&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=33691947-8704-6007-3b3f-0ace860c61f5&psq=La+huella+de+carbono+seg%0c3%0ban+Schneider&u=a1aH>

RODRÍGUEZ, D. C., & ROUSSEAU, D. I. (junio de 2023). *POLÍTICA ENERGÉTICA Y DESCARBONIZACIÓN EN MÉXICO. EL CASO DE LA REGIÓN DE CONTROL CENTRAL*. Obtenido de POLÍTICA ENERGÉTICA Y DESCARBONIZACIÓN EN MÉXICO. EL CASO DE LA REGIÓN DE CONTROL CENTRAL:  
[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://programaenergia.colmex.mx/wp-content/uploads/2023/05/foro-energetico-12.pdf&ved=2ahUKEwj7t\\_245P21AxWe78kDHWxVE\\_UQFnoECCwQAQ&usg=AOvVaw21Sjisqw3gE1qdEZpWZY1e](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://programaenergia.colmex.mx/wp-content/uploads/2023/05/foro-energetico-12.pdf&ved=2ahUKEwj7t_245P21AxWe78kDHWxVE_UQFnoECCwQAQ&usg=AOvVaw21Sjisqw3gE1qdEZpWZY1e)

santamria, m. A. (2009). *enfoques metodologicos para el calculo de la huella de carbono*. Obtenido de enfoques metodologicos para el calculo de la huella de carbono.

Schneider, E., & Samaniego, J. (marzo de 2010). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. Obtenido de La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios .

GUZMÁN2018, S. A. (MARZO de 2018). Determinación de la huella de carbono y la huella hídrica en el Instituto Tecnológico Superior SUCRE, Quito, Ecuador: Propuesta de un sistema de. Obtenido de Determinación de la huella de carbono y la huella hídrica en el Instituto Tecnológico Superior SUCRE, Quito, Ecuador: Propuesta de un sistema de:  
<TESIS%20ALEXANDRA%20ERAZO%20GUZMÁN%20DOCUMENTO%20de%20huella%20de%20carbono.pdf>

ROMERO, M. C., SALAZAR, J. S., & HOESS, T. (2020). Metodologías para la estimación de la huellade CO2 en instituciones de educación superior: explorandoun modelo para implementar en la escuela. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, N.º 118, 10.

SAMANIEGO, S. &. (2009). huella carbono. SCHNEIDER & SAMANIEGO.

Santamaría, A. M. (s.f). ENFOQUES METODOLOGICOS PARA CALCULAR LA HUELLA DE CARBONO.

Obtenido de ENFOQUES METODOLOGICOS PARA CALCULAR LA HUELLA DE CARBONO.

Enfoques-metodológicos-para-el-cálculo-de-la-Huella-de-Carbono.pdf Naciones Unidas, 1992

SYMBOLAB. (2021). SYMBOLAB. Obtenido de SYMBOLAB:

<https://es.symbolab.com/solver/conversion-calculator/4560Kwh%5Ccdot247gCO2?or=input>