

DICIEMBRE 2023

# PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA CDMX

## Contenido

I.	Introducción	4
II.	Objetivos	5
II.1.	Generales	5
II.2.	Específicos	5
II.3.	Metas	5
III.	Antecedentes	5
IV.	Caracterización de fuentes de emisión de GEI	6
IV.1.	Alcance 1, fuentes fijas	7
IV.1.1.	Equipos de Calentamiento Indirecto (ECI)	7
IV.1.2.	Equipos de generación de energía, plantas de emergencia	8
IV.1.3.	Equipos del taller de jardinería que consumen combustibles	8
IV.1.4.	Equipos de aire acondicionado	9
IV.1.5.	Equipos de refrigeración	10
IV.1.6.	Sistema de equipos extintores	10
IV.1.7.	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	10
IV.2.	Alcance 1, fuentes móviles	11
IV.3.	Alcance 2, energía eléctrica	13
IV.3.1.	Iluminación	13
IV.3.2.	II. Aire acondicionado	13
IV.3.3.	III. Refrigeración	13
IV.3.4.	IV. Equipos de cómputo y periféricos	13
IV.3.5.	V. Misceláneos	14
IV.3.6.	Equipos de laboratorio	14
IV.3.7.	Cargadores de vehículos	14
IV.3.8.	Equipos de fuerza	14
IV.3.9.	PTAR	15
V.	Caracterización de sumideros de GEI	15
VI.	Metodologías de registro y estimación de emisiones de GEI	16

VI.1.	Alcance 1, fuentes fijas	16
VI.1.1.	Equipos de Calentamiento Indirecto (ECI)	16
VI.1.2.	Equipos de generación de energía, plantas de emergencia	17
VI.1.3.	Equipos de taller de jardinería que consumen gasolina	17
VI.1.4.	Equipos de aire acondicionado	17
VI.1.5.	Equipos de refrigeración	17
VI.1.6.	Sistema de equipos extintores	18
VI.1.7.	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	18
VI.2.	Alcance 1, fuentes móviles	18
VI.2.1.	Autos utilitarios	18
VI.3.	Alcance 2, energía eléctrica	19
VI.3.1.	Consumo de energía eléctrica (CFE)	19
VII.	Inventario de emisiones de GEI, alcance 1 y 2 (2022)	19
VIII.	Evaluación de proyectos de reducción de emisiones de GEI	21
VIII.1.	Aumento de la capacidad de almacenamiento de agua caliente producida por colectores solares	21
VIII.2.	Modernización de vehículos	22
VIII.3.	Nueva PTAR	23
VIII.4.	Sustitución de 124 refrigeradores con más de 10 años de operación	24
VIII.5.	Suministro calificado	24

## Índice de tablas

Tabla 1. Inventario de emisiones GEI 2019 y 2020.	6
Tabla 2. Diagrama de funcionamiento de la Universidad Iberoamericana.	7
Tabla 3. Especificaciones de los equipos de calentamiento indirecto.	7
Tabla 4. Especificaciones de los equipos de plantas de emergencia.	8
Tabla 5. Equipos del taller de jardinería	9
Tabla 6. Especificaciones de los equipos de aire acondicionado.	9
Tabla 7. Especificaciones de los equipos de refrigeración.	10
Tabla 8. Especificaciones de los equipos extintores	10
Tabla 9. Especificaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	11
Tabla 10. Especificaciones de los vehículos utilizados por la universidad.	11
Tabla 11. Equipos de cómputo.	13
Tabla 12. Especificaciones de cargadores de vehículos	14
Tabla 13. Estimación de captura bruta de CO <sub>2</sub> por áreas arboladas	15
Tabla 14. Inventario de emisiones de GEI para el año 2022.	19
Tabla 15. Proyecto de reducción de emisiones por eliminación del consumo de combustible por calentadores convencionales de agua.	21
Tabla 16. Proyecto de reducción de emisiones por sustitución de vehículos de combustión interna por vehículos híbridos.	23
Tabla 17. Proyecto de reducción de emisiones por instalación y operación de nueva PTAR.	24
Tabla 18. Proyecto de reducción de emisiones por sustitución de refrigeradores con más de 10 años de operación.	24
Tabla 19. Proyecto de reducción de emisiones por adquisición exclusiva de energía eléctrica producida por fuentes de energía renovables.	25

## Índice de figuras

Figura 1. Inventario de emisiones GEI 2022	20
Figura 2. Tendencia de generación de emisiones de GEI	20

## I. Introducción

La conciencia global sobre el cambio climático y sus efectos devastadores en el medio ambiente y en la sociedad ha crecido de manera significativa en las últimas décadas. En este contexto, la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México, se compromete a asumir un papel proactivo en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y en la adaptación a los cambios climáticos, reconociendo la importancia de contribuir a un futuro más sostenible y resiliente.

El Plan de Acción Climática es una herramienta esencial para guiar y coordinar nuestros esfuerzos en la lucha contra el cambio climático. Este plan define las acciones y estrategias que la Universidad Iberoamericana llevará a cabo para reducir sus emisiones de GEI y fomentar la sostenibilidad en nuestras operaciones. Además, establece un marco para evaluar y mejorar constantemente nuestras prácticas ambientales.

En este documento, presentamos un enfoque integral para abordar el cambio climático en nuestra institución, que abarca desde la caracterización de nuestras fuentes de emisión en alcance 1 y 2, hasta la estimación de las emisiones de GEI, la creación de un inventario de GEI y la evaluación de proyectos y alternativas de mitigación.

El cambio climático es una realidad innegable, impulsada principalmente por la actividad humana. Las emisiones de GEI: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC) perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), provenientes de actividades humanas, como el consumo de energía, el transporte y la gestión de residuos, están contribuyendo al calentamiento global y sus consecuencias, como el aumento de la temperatura, la intensificación de eventos climáticos extremos y la pérdida de biodiversidad.

En nuestro esfuerzo por abordar el cambio climático, hemos identificado y caracterizado las fuentes de emisión en alcance 1 (emisiones directas) y alcance 2 (emisiones indirectas asociadas a la producción de energía que consumimos). Esto incluye la descripción detallada de por qué se generan GEI, cómo dependen de nuestras operaciones y cómo contribuyen al cambio climático.

Para priorizar y cuantificar nuestras emisiones de GEI, hemos desarrollado una metodología sólida y transparente. Este proceso nos permite evaluar de manera precisa nuestras emisiones en alcances 1 y 2 y establecer una línea de base para medir nuestro progreso hacia la reducción de emisiones.

Un componente esencial de nuestro plan es la creación de un inventario de GEI, que ofrece una visión integral de nuestras emisiones actuales y futuras. Este inventario servirá como punto de referencia para medir nuestros avances y garantizar que nuestras acciones sean efectivas.

Para reducir nuestras emisiones, hemos identificado proyectos y alternativas específicas que pueden llevarse a cabo en nuestra institución. Cada proyecto se evaluará minuciosamente en términos de viabilidad, costo y potencial de reducción de GEI. Nuestra toma de decisiones se basará en la información proporcionada por esta evaluación.

Este Plan de Acción Climática representa el compromiso de la Universidad Iberoamericana con un futuro más sostenible y climáticamente responsable. Estamos decididos a tomar medidas significativas para reducir nuestras emisiones de GEI y contribuir al esfuerzo global para mitigar el cambio climático. Este documento, toma como base y expande las acciones planteadas en la hoja de ruta y Plan de Reducción y Eliminación de Gases de Efecto Invernadero publicados previamente, fungiendo como eje que guiará nuestras acciones y esfuerzos hacia un campus más sostenible y resiliente en la Ciudad de México.

## II. Objetivos

### II.1. Generales

- Proponer, implementar y monitorear proyectos y estrategias para alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI alcance 1 y 2 en las actividades desarrolladas por la universidad

### II.2. Específicos

- Caracterizar las fuentes de emisión de GEI
- Elaborar un inventario anual de las emisiones de GEI, alcance 1 y 2 conforme al GHG Protocol
- Generar información objetiva, clara y veraz para facilitar la toma de decisiones respecto a la implementación de proyectos de reducción de emisiones

### II.3. Metas

1. Reducir la emisión de gases de efecto invernadero en al menos un 50% para 2030, respecto a la línea base establecida en 2019
2. Reducir la emisión de gases de efecto invernadero hasta alcanzar la neutralidad en 2040 o antes

## III. Antecedentes

Como parte de los compromisos y esfuerzos realizados por la Universidad Iberoamericana para la reducción de las emisiones GEI, en noviembre de 2022 se registra en la iniciativa Race to Zero, que es promovida y coordinada por la Alianza para el Liderazgo en Sustentabilidad en la Educación (EAUC) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Su objetivo es movilizar el liderazgo y el apoyo de diferentes actores de la sociedad, entre ellos las instituciones de educación superior, para lograr una recuperación saludable, resiliente y sin emisiones de carbono para el 2050. Para lograrlo, los participantes de **Race to Zero** se comprometen a seguir una serie de pasos que les ayuden a medir, reducir y compensar sus emisiones.

La universidad inició su camino hacia la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con la elaboración de una **Hoja de Ruta** que establece los objetivos y las acciones para lograrla en 2040. Además, ha publicado los inventarios de emisiones GEI correspondientes a los años 2019 y 2020, y está actualizando los de 2021 y 2022. La pandemia por COVID-19 tuvo un impacto considerable en las condiciones de operación de la universidad en 2020, lo que se tradujo en una reducción significativa de las emisiones GEI en su inventario. Se prevé que la situación sea similar para

2021, debido a que las actividades académicas y administrativas no retomaron su nivel previo a la crisis sanitaria.

Estos inventarios de emisiones GEI de la Universidad Iberoamericana muestran que sus actividades generaron 3,264 tCO<sub>2</sub>e en 2019 y 1,944 tCO<sub>2</sub>e en 2020, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Inventario de emisiones GEI 2019 y 2020.

Año de actualización		Inventario de emisiones 2019			Inventario de emisiones 2020		
Emisiones		Bióxido de carbono (tCO <sub>2</sub> )	Metano (tCH <sub>4</sub> )	Óxido nitroso (tN <sub>2</sub> O)	Bióxido de carbono (tCO <sub>2</sub> )	Metano (tCH <sub>4</sub> )	Óxido nitroso (tN <sub>2</sub> O)
Emisiones directas	Provenientes de combustión de fuentes fijas	128.6637	0.0033	0.0005	44.2954	0.0014	0.0003
	Provenientes de fuentes móviles	42.9625	0.0155	0.0050	22.8626	0.0082	0.0026
	Provenientes de procesos industriales o actividades comerciales y de servicios	1.4100	0.000	0.000	1.3430	0.000	0.000
Emisiones		Bióxido de carbono equivalente (tCO <sub>2</sub> e)			Bióxido de carbono equivalente (tCO <sub>2</sub> e)		
Emisiones indirectas	Provenientes del consumo de energía eléctrica	3,088.8113			1,874.0666		
Total CO <sub>2</sub> e		3,264			1,944		

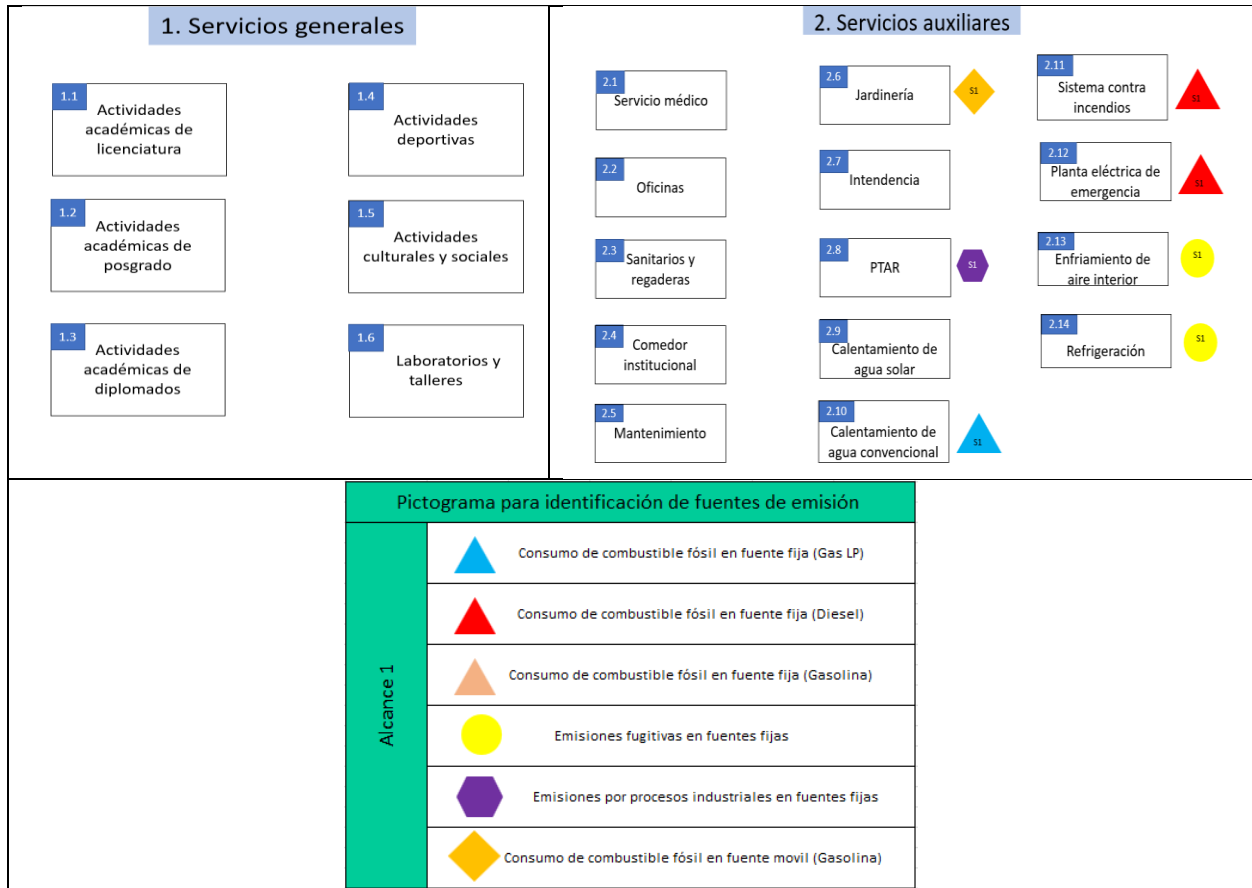
La universidad elaboró el Plan de Reducción y Eliminación de Gases de Efecto Invernadero, que contiene las directrices generales para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones GEI establecidos. Asimismo, el plan incluye el detalle de las medidas que se han implementado previamente con otros fines, pero que contribuyen a la mitigación de esta problemática.

Finalmente, el presente Plan es el instrumento que integra y alinea en una sola estrategia las acciones que se ejecutarán para el cumplimiento de alcanzar un primer objetivo de reducción de emisiones en un 50% al 2030 y el objetivo final de eliminación de estas en 2040, identificando potenciales proyectos a futuro y evaluándolos económicamente y en términos de reducción de CO<sub>2</sub>.

#### IV. Caracterización de fuentes de emisión de GEI

En la siguiente tabla se presenta el diagrama de funcionamiento de la Universidad Iberoamericana.

Tabla 2. Diagrama de funcionamiento de la Universidad Iberoamericana.



### IV.1. Alcance 1, fuentes fijas

#### IV.1.1. Equipos de Calentamiento Indirecto (ECI)

Se cuenta con cinco equipos de calentamiento indirecto destinados a proveer vapor a diferentes laboratorios y suministrar agua caliente a laboratorios y regaderas. En la siguiente tabla se indican los equipos, su capacidad y el uso que se les da.

Tabla 3. Especificaciones de los equipos de calentamiento indirecto.

ID Equipo	Nombre del equipo	Capacidad [CC]	Uso
ECI1	Caldera San Francisco Edificio M	20	Generador de vapor
ECI2	Calentador de agua Copper Edificio O	10	Calentador de agua
ECI3	Caldera Clayton Edificio F	10	Generador de vapor



ID Equipo	Nombre del equipo	Capacidad [CC]	Uso
ECI4	Calentador de agua Edificio W	10	Calentador de agua
ECI5	Calentador de agua Edificio U	10	Calentador de agua

#### IV.1.2. Equipos de generación de energía, plantas de emergencia

Se cuentan con 15 plantas de emergencia las cuales están destinadas a proveer de energía a la universidad en caso de una baja tensión dentro de la subestación eléctrica principal o en su defecto que existe un apagón o nulo suministro de energía por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). En la siguiente tabla se indican los equipos de plantas de emergencia y su capacidad.

Tabla 4. Especificaciones de los equipos de plantas de emergencia.

ID Equipo	Nombre del equipo	Capacidad [kW]	Uso
PE1	Planta de emergencia 1	300	Suministro eléctrico de emergencia
PE2	Planta de emergencia 2	250	
PE3	Planta de emergencia 3	500	
PE4	Planta de emergencia 4	250	
PE5	Planta de emergencia 5	80	
PE6	Planta de emergencia 6	200	
PE7	Planta de emergencia 7	150	
PE8	Planta de emergencia 8	200	
PE9	Planta de emergencia 9	300	
PE10	Planta de emergencia 10	400	
PE11	Planta de emergencia 11	400	
PE12	Planta de emergencia 12	400	
PE13	Planta de emergencia 13	600	
PE14	Planta de emergencia 14	100	
PES11	Planta de emergencia del sistema contra incendios	40	

#### IV.1.3. Equipos del taller de jardinería que consumen combustibles

La universidad cuenta con una serie de equipos pertenecientes al taller de jardinería que requieren combustible para su funcionamiento. En la siguiente tabla se indican los equipos del taller de jardinería, el combustible utilizado y su capacidad.

Tabla 5. Equipos del taller de jardinería

ID	Nombre del equipo	Capacidad [kW]	Combustible
ETJ1	Maquina Rotatoria Motor Briggs Stratton 6.5	4.85	Gasolina
ETJ2	Maquina Desmalezadora shindaiwa C35	1.34	Mezcla de gasolina y aceite
ETJ3	Maquina Tru-Cut	4.85	Gasolina
ETJ4	Maquina Sopladora Shindaiwa EB600EC1	2.09	Gasolina
ETJ5	Maquina Aireadora Aercore 800	18.6	Gasolina
ETJ6	Maquina Motosierra 360	1.49	Mezcla de gasolina y aceite
ETJ7	Maquina Motosierra 577	2.98	Mezcla de gasolina y aceite
ETJ8	Maquina Tríplex JOHN DEERE 2653 B	14.6	Diésel
ETJ9	Maquina trituradora SALSCO 6235 B.	26.1	Gasolina
ETJ10	Maquina corta setos Shindaiwa	0.82	Mezcla de gasolina y aceite
ETJ11	Fumigadora Parihuela Marca SWISSMEX	4.85	Gasolina
ETJ12	Maquina Carpeteadora Marca RYAN	4.47	Gasolina

#### IV.1.4. Equipos de aire acondicionado

Se cuenta con 174 equipos de aire acondicionado (EAC) los cuales atemperan el medio para los diferentes cambios de temperatura durante el día dentro de los cubículos, oficinas, aulas o áreas de trabajo que lo ameriten dentro de la universidad. En la siguiente tabla se presentan los equipos de aire acondicionado presentes en la universidad.

Tabla 6. Especificaciones de los equipos de aire acondicionado.

Tipo	Cantidad
Paquete	105
Mini Split	51
Split	9
Aire de precisión	7
Diversos	2

No se cuenta con la masa de refrigerante existente en cada uno de los equipos de aire acondicionado; sin embargo, se tiene identificado que únicamente el 33% de los equipos opera con refrigerante ecológico.

#### IV.1.5. Equipos de refrigeración

Se cuentan con 237 equipos de refrigeración repartidos en las diferentes áreas dentro de la universidad los cuales pueden encontrarse en laboratorios, talleres, oficinas entre otros, proveen de una temperatura idónea ya sea para la conservación de alimentos, así como, para aquellos reactivos, materias primas o soluciones que requieren una temperatura más baja para su correcta conservación. En la siguiente tabla se muestra los equipos de refrigeración presente en la universidad.

*Tabla 7. Especificaciones de los equipos de refrigeración.*

Tipo	Cantidad
Refrigerador	164
Frigobar	43
Congelador	23
Ultracongelador	7

No se cuenta con la masa de refrigerante existente en cada uno de los equipos de aire acondicionado; sin embargo, se tiene identificado que únicamente el 26% de los equipos opera con refrigerante ecológico.

#### IV.1.6. Sistema de equipos extintores

Se cuenta con 470 equipos que utilizan CO<sub>2</sub> como agente extintor repartidos en las diferentes áreas dentro de la universidad donde se ha determinado que puede existir riesgo de incendio causado o promovido por energía eléctrica. En la siguiente tabla se muestran las capacidades y número de extintores presentes en la universidad.

*Tabla 8. Especificaciones de los equipos extintores*

Capacidad del equipo kg (lb)	Número de extintores
2.27 (5)	360
4.54(10)	83
6.80 (15)	27

#### IV.1.7. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

La universidad cuenta con una PTAR la cual se utiliza para bajar la carga de contaminantes presentes en las aguas residuales las cuales provienen de los baños, laboratorios y aulas. Inicialmente fue diseñada de manera distinta; sin embargo, luego de una serie de reingenierías y rehabilitaciones, en la actualidad está operando bajo un proceso que involucra un tren de tratamiento de lodos activados con biopelícula (BAS, por sus siglas en inglés, biofilm activated sludge) basado en un par de reactores seriales, el primero un reactor aerobio de biopelícula de lecho móvil (MBBR, por sus siglas en inglés, mobile bed bioreactor) para desbaste, seguido de un sistema de lodos activados necesario para el

pulimiento del agua, seguidos por clarificación en dos etapas, filtración y finalmente su desinfección con hipoclorito de sodio.

*Tabla 9. Especificaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.*

ID Equipo	Parámetros	Valores
PTAR	Caudal de diseño del sistema de tratamiento (l/s)	5.0
	Caudal real tratado (l/s)	1.751
	Carga orgánica influente (mg <sub>DBO5</sub> /l)	288.6
	Carga orgánica efluente (mg <sub>DBO5</sub> /l)	52
	Tecnología de tratamiento	Aerobio

#### IV.2. Alcance 1, fuentes móviles

Se cuenta con una flota vehicular de veintisiete vehículos, todos ellos cuentan con motores de combustión interna, aunque algunos son híbridos. Los vehículos son utilizados para el transporte de alumnos, colaboradores y materiales. En la siguiente tabla se indican los vehículos propiedad de la universidad, sus características y el uso que se les da.

*Tabla 10. Especificaciones de los vehículos utilizados por la universidad.*

ID Vehículo	Marca y submarca	Modelo	Categoría	Uso
59682	CHEVROLET EXPRESS VAN LUJO AUT	2008	VAN	Utilitario
96125	KIA NIRO EX T/A HIBRIDO	2017	(HIBRIDO) SUV	Utilitario
74642	NISSAN NP300 COMERCIALES ESTACAS DH VERSION ESPECIAL STD	2012	PICK UP	Utilitario
856YAC	CS NISSAN NP 300 CHASIS CABINA DH 5 V STD	2012	PICK UP	Utilitario
74643	NISSAN TSURU GSII STD	2015	SEDÁN	Utilitario
50833	RENAULT KANGOO EXPRESS 1.6L STD	2005	VAN	Utilitario
59683	TY TOYOTA HIACE LARGA STD	2008	VAN	Utilitario
77186	TY TOYOTA HIACE SUPER LARGA STD	2013	VAN	Utilitario
82139	TY TOYOTA HIACE SUPER LARGA STD	2014	VAN	Utilitario
102547	PRIUS BASE HIBRÍDO	2018	(HÍBRIDO) SEDÁN	Utilitario

ID Vehículo	Marca y submarca	Modelo	Categoría	Uso
102957	PRIUS C HATCHBACK HIBRÍDO	2019	(HIBRIDO) HB	Utilitario
95070	TOYOTA YARIS CORE CVT AUT	2017	SEDÁN	Utilitario
95071	TOYOTA YARIS CORE CVT AUT	2017	SEDÁN	Utilitario
95936	TOYOTA YARIS CORE CVT AUT	2017	SEDÁN	Utilitario
83351	VW JETTA A6 2.0 4P L4 2.0L TIPTRONIC 5 OCUP AUT	2014	SEDÁN	Utilitario
83604	VW SAVEIRO STARTLINE PICK-UP STD	2014	PICK UP	Utilitario
00044	NISSAN NP300 DOBLE CABINA SE 4P L4 2.5L MPI AC PQS STD	2017	PICK UP	Utilitario
ND	TOYOTA PRIUS BASE COLOR EXT.SUPER WHITE 2 COLOR INT. BLACK	2022	(HÍBRIDO) SEDÁN	Utilitario
ND	TOYOTA PRIUS BASE COLOR EXT.SUPER WHITE 2 COLOR INT. BLACK	2022	(HÍBRIDO) SEDÁN	Utilitario
111025	MAZDA CX5 IGRAND TOURING2021	2021	SUV	Prestaciones
113129	TOYOTA SIENNA LE HV	2022	(HIBRIDO) SUV	Prestaciones
113130	KIA NIRO KD EXT DCT	2022	(HIBRIDO) SUV	Prestaciones
114720	COROLLA LE HEV	2022	(HÍBRIDO) SEDÁN	Prestaciones
114925	HR-V TOURING	2022	SUV	Prestaciones
ND	(HIBRIDO) ESCAPE SEL HEV	2022	SUV	Prestaciones
115742	SWIFT GLS	2023	HB	Prestaciones
115967	SWIFT BOOSTERJET	2023	HB	Prestaciones

### IV.3. Alcance 2, energía eléctrica

Se cuenta con un inventario de los equipos que consumen energía eléctrica en la universidad. Estos han sido agrupados de acuerdo con su uso final y se presentan las estimaciones de su consumo anual.

#### IV.3.1. Iluminación

La iluminación en el Campus representa aproximadamente un 13.4% del total de consumo de energía eléctrica. Está compuesta por luminarias tipo LED y fluorescentes en gran mayoría representando aproximadamente el 97% del total, considerándose como equipos eficientes en términos de consumo de energía. El 3% restante corresponde a lámparas no eficientes del tipo de alta intensidad de descarga o incandescentes halogenadas.

#### IV.3.2. II. Aire acondicionado

Durante la pandemia por SARS-COV2, se realizaron esfuerzos significativos por sustituir los equipos de aire acondicionado y manejo de aire, dando como resultado que el 81 % de los aires acondicionados sean eficientes en términos de consumo de energía. Estos equipos representan aproximadamente el 31% del consumo eléctrico total.

#### IV.3.3. III. Refrigeración

Existen diferentes tipos de refrigeradores de acuerdo con las necesidades de cada área designada. En general estos se ubican en oficinas, cafeterías, comedores, salas de juntas, entre otros. Representan un consumo de energía eléctrica de aproximadamente 7% del total. Entre estos existen equipos que poseen etiqueta de eficiencia energética (47%) y otros que no la poseen (53%). Cabe mencionar que se identificaron más de 120 equipos con más de 10 años de operación.

#### IV.3.4. IV. Equipos de cómputo y periféricos

La siguiente tabla presenta información detallada sobre varios tipos de equipos informáticos, específicamente en términos de etiquetas de eficiencia energética. El 97.6% de los equipos de cómputo del campus poseen una etiqueta que certifica su eficiencia energética. Se estima que el consumo de estos equipos equivale al 20.5% del consumo eléctrico.

Tabla 11. Equipos de cómputo.

Tipo de equipo	No eficientes	Eficientes	Total
Computadora todo en uno	4	339	339
CPU	53	2,269	2,322
Laptop	32	279	311
Monitor CRT	2	3	5
Monitor LCD	32	563	595
Monitor LED	4	1,834	1,838
<b>Total</b>	<b>127</b>	<b>5,287</b>	<b>5,414</b>

#### IV.3.5. V. Misceláneos

Este grupo incluye una amplia variedad de objetos y dispositivos que consumen energía eléctrica en diferentes contextos y entornos como cafeteras, bocinas, dispensadores de agua, cortadoras, enmicadoras, entre otros. Representan aproximadamente un 13.4% del consumo total de la energía eléctrica. Únicamente el 7% de los equipos misceláneos cuenta con alguna etiqueta de eficiencia energética.

#### IV.3.6. Equipos de laboratorio

Al igual que los misceláneos, este grupo incluye una amplia variedad de dispositivos que consumen energía eléctrica dentro de los laboratorios, desde instrumentos analíticos, equipos de proceso, entre otros. Representan casi el 3% del consumo total de la energía eléctrica. Por la naturaleza y variedad de equipos, no se cuenta con la determinación de cuántos de estos pueden ser considerados como eficientes.

#### IV.3.7. Cargadores de vehículos

La universidad cuenta con 4 enchufes o cargadores para vehículos eléctricos e híbridos enchufables. Los usuarios de la universidad pueden usarlos de forma gratuita por tiempo ilimitado; sin embargo, se espera que en el futuro se limite el tiempo de carga. En la siguiente tabla se muestran las especificaciones de los cargadores presentes en la universidad.

Tabla 12. Especificaciones de cargadores de vehículos

Modelo	Capacidad [kW]	Número de cargadores vehiculares
BMW Wallbox	2x3.8 = 7.7	2
BMW EV230PDR	2x3.6 = 7.2	2

#### IV.3.8. Equipos de fuerza

Los equipos de fuerza que consumen energía eléctrica en el campus abarcan una amplia variedad de herramientas y maquinaria necesaria para diversas actividades. Esto incluye desde herramientas más pequeñas como la afiladora, la duplicadora de llaves y el taladro industrial, hasta equipos más grandes como el aire acondicionado, la bomba de agua y la unidad manejadora de aire. También se incluyen maquinaria especializada como la fresadora, el torno y la soldadora de contacto a tope, esenciales para trabajos de precisión y fabricación. Además, se encuentran equipos de mantenimiento y mejora de espacios, como el gato hidráulico, la pulidora de madera y el ventilador. En conjunto, estos equipos de fuerza representan una parte integral de las operaciones en el campus universitario, contribuyendo al desarrollo, mantenimiento y funcionamiento eficiente de las instalaciones.

Estos representan menos del 2% de consumo de energía eléctrica mensual. El 85% de estos equipos no poseen etiquetas de eficiencia energética.

### IV.3.9. PTAR

Las bases de diseño de la PTAR consideran equipos que consumen energía eléctrica a lo largo de todo su sistema de tratamiento, como bombas, sopladores y motores en general. Estos equipos representan aproximadamente el 10% del consumo total de la energía eléctrica. Por el año de construcción de la planta (entre 1991 y 1992), no se cuenta con la determinación de cuántos de estos equipos puedan ser considerados como eficientes. Se estima que la PTAR consume aproximadamente el 10% del total de energía eléctrica suministrada a la universidad.

## V. Caracterización de sumideros de GEI

Determinar un sumidero de carbono implica evaluar la capacidad de un área o ecosistema para absorber y almacenar más dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del que emite.

Las formaciones vegetales son uno de los sumideros de carbono más importantes debido a su función trascendental, que es la fotosíntesis. Se considera que las áreas verdes de la universidad funcionan como un sumidero de carbono, aunque este no está caracterizado. La caracterización implica determinar la cantidad de carbono almacenado en un sitio, para lo cual, pueden obtenerse aproximaciones, tal como es descrito en un estudio del "Modelo de captura y almacén de carbono en la Cuenca Guayalejo-Tamesí" (Requena-Lara G. 2014), cuyo objetivo es analizar cómo las coberturas de uso de suelo y vegetación actúan como almacenes y sumideros de carbono, cuantificándolo en cuatro sumideros principales que son suelo, biomasa aérea, biomasa del subsuelo y materia orgánica en descomposición. Considerando que el campus cuenta con una superficie de 5,591.41 m<sup>2</sup>, los cuales se mantienen como áreas de conservación, por lo que se mantienen libres de perturbaciones y con una presencia predominante de árboles, se presenta la concentración de carbono promedio anual almacenado por año considerándola como un área equivalente al bosque húmedo (mesófilo) de montaña (BMM) descrito en el estudio citado, tal como se visualiza en la siguiente tabla.

Tabla 13. Estimación de captura bruta de CO<sub>2</sub> por áreas arboladas

Tipo de biomasa	Descripción	Captura bruta de carbono [MgC/a]	Captura bruta de GEI como CO <sub>2</sub> [Mg/a] <sup>1</sup>
Aérea	Toda la biomasa viva sobre el suelo, incluyendo tronco, ramas, corcho, semillas, hojas y tocones	31.7	116
Subsuelo	Toda la biomasa de las raíces vivas. Las raíces finas de menos de 2mm de diámetro son, a menudo, excluidas por su proceso continuado de degradación-regeneración.	1.86	6.81

<sup>1</sup> La captura bruta de CO<sub>2</sub> no es un balance que considere las emisiones de GEI liberadas por la vegetación.



Tipo de biomasa	Descripción	Captura bruta de carbono [MgC/a]	Captura bruta de GEI como CO <sub>2</sub> [Mg/a] <sup>1</sup>
Suelo	Incluye carbono orgánico en suelos orgánicos y minerales (incluyendo turba)	85.0	312
Materia orgánica en descomposición	Toda la biomasa no viva, aparte de la hojarasca. Incluye madera sobre la superficie, raíces muertas y tocones mayores o iguales a 10 cm. de diámetro.	3.29	12.1
<b>Total</b>		<b>122</b>	<b>447</b>

Existen otras metodologías para la determinación de la cantidad de carbono almacenado en un área. En próximos años se tiene contemplado implementar algunas de ellas para caracterizar las áreas verdes de la universidad de la forma más conveniente. Un ejemplo de estas metodologías es la desarrollada por la Oficina Española del Cambio Climático (OECC) en la “Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono”; y para la estimación de la biomasa se proponen estudios basados en modelos matemáticos y ecuaciones como los que se citan a continuación: “Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el trópico húmedo de Chiapas, México” (Ramos-Escalante, y otros, 2018) y “Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica” (Fonseca G, Alice G, & Rey B, 2009).

## VI. Metodologías de registro y estimación de emisiones de GEI

En esta sección se especifican los modelos empleados para determinar las emisiones de GEI, indicando la actividad considerada que produce las emisiones, así como la fuente de información con la cual se determinó la intensidad de la actividad productora. De igual forma, se especifica que factor de emisión se utilizó y la fuente documental de este.

### VI.1. Alcance 1, fuentes fijas

#### VI.1.1. Equipos de Calentamiento Indirecto (ECI)

- **Modelo emisiones de CO<sub>2</sub>:** Combustión completa de gas LP – contenido total de carbono en combustible local ZMVM
- **Modelo emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O:** Factores de emisión EPA para fuentes fijas que consumen productos de petróleo
- **Dato de actividad:** Consumo anual de gas LP
- **Fuente de información:** Facturas emitidas por el proveedor de gas LP
- **Factor de emisión:** CO<sub>2</sub>: 65.11589 kg/GJ (INECC, 2014) | CH<sub>4</sub>: 3 g/mmBTU, N<sub>2</sub>O: 0.6 g/mmBTU (EPA, 2018)

- **Observaciones:** El consumo corresponde a la cantidad de combustible suministrada a los tanques de almacenamiento, no al combustible quemado en el periodo de reporte

#### VI.1.2. Equipos de generación de energía, plantas de emergencia

- **Modelo emisiones de CO<sub>2</sub>:** Combustión completa de diésel – contenido total de carbono en combustible local ZMVM
- **Modelo emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O:** Factores de emisión EPA para fuentes móviles (Other Diesel Non-Road Vehicles), ya que se considera que los motores son similares a vehículos pesados de combustión diésel.
- **Dato de actividad:** Consumo anual de diésel
- **Fuente de información:** Facturas emitidas por compra de diésel para plantas de emergencia
- **Factor de emisión:** CO<sub>2</sub>: 73.38549 kg/GJ (INECC, 2014) | CH<sub>4</sub>: 0.00057 kg/gal (US), N<sub>2</sub>O: 0.00026 kg/gal (US) (EPA, 2018)
- **Observaciones:** El consumo corresponde a la cantidad de combustible suministrada a los tanques de almacenamiento, no al combustible quemado en el periodo de reporte

#### VI.1.3. Equipos de taller de jardinería que consumen gasolina

- **Modelo emisiones de CO<sub>2</sub>:** Combustión completa de gasolina – contenido total de carbono en combustible local ZMVM
- **Modelo emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O:** Factores de emisión EPA para fuentes móviles (Agricultural Equipment)
- **Dato de actividad:** Consumo anual de gasolina
- **Fuente de información:** Facturas emitidas por compra de gasolina para equipos de jardinería
- **Factor de emisión:** CO<sub>2</sub>: 79.27077 kg/GJ (INECC, 2014) | CH<sub>4</sub>: 0.00126 kg/gal (US), N<sub>2</sub>O: 0.00022 kg/gal (US) (EPA, 2018)
- **Observaciones:** El consumo corresponde a la cantidad de combustible suministrada a los tanques de almacenamiento, no al combustible quemado en el periodo de reporte

#### VI.1.4. Equipos de aire acondicionado

- **Modelo emisiones de CFC y HCF:** Enfoque Tier 2 Bottom-Up de Buenas Prácticas del IPCC (Etapa del ciclo de vida) (GHG Protocol HFC Tool, 2005)
- **Dato de actividad:** Recarga anual de GEI suministrado
- **Fuente de información:** Comprobantes de recarga de refrigerante por parte del proveedor de mantenimiento
- **Factor de emisión:** Directo (la cantidad de recarga se considera la cantidad de GEI emitido / fugado)
- **Observaciones:**

#### VI.1.5. Equipos de refrigeración

- **Modelo emisiones de CFC y HCF:** Enfoque Tier 2 Bottom-Up de Buenas Prácticas del IPCC (Etapa del ciclo de vida) (GHG Protocol HFC Tool, 2005)
- **Dato de actividad:** Recarga anual de GEI suministrado

- **Fuente de información:** Comprobantes de recarga de refrigerante por parte del proveedor de mantenimiento
- **Factor de emisión:** Directo (la cantidad de recarga se considera la cantidad de GEI emitido / fugado)
- **Observaciones:**

#### VI.1.6. Sistema de equipos extintores

- **Modelo emisiones:** Liberación total del contenido de los equipos extintores durante la recarga
- **Dato de actividad:** Recarga anual de GEI suministrado
- **Fuente de información:** Comprobantes de recarga de refrigerante por parte del proveedor de mantenimiento
- **Factor de emisión:** Directo (la cantidad de recarga se considera la cantidad de GEI emitido)
- **Observaciones:** Conforme a buenas prácticas y confirmación de actividades con el proveedor del servicio de recarga de extintores

#### VI.1.7. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

- **Modelo emisiones:** Producción específica de metano en un proceso aerobio a partir de la carga orgánica como demanda biológica de oxígeno (DBO) del agua residual
- **Dato de actividad:** Carga orgánica tratada anualmente
- **Fuente de información:** Análisis de carga orgánica (DBO) de influente y estimación del caudal anual tratado
- **Factor de emisión:** CH<sub>4</sub>: 0.036 kg/kg<sub>DBO</sub>
- **Observaciones:** Factor de emisión calculado a partir del modelo propuesto para el subsector 4D1, conforme a las directrices del IPCC adaptadas a México por el INECC y presentadas en el curso "Elaboración de inventarios de emisiones de GyCGEI del sector residuos (2023)".

### VI.2. Alcance 1, fuentes móviles

#### VI.2.1. Autos utilitarios

- **Modelo emisiones de CO<sub>2</sub>:** Combustión completa de gasolina – contenido total de carbono en combustible local ZMVM
- **Modelo emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O:** Factores de emisión EPA para vehículos de pasajeros a gasolina
- **Dato de actividad:** Consumo anual de gasolina de vehículos móviles
- **Fuente de información:** Facturas emitidas por compra de gasolina para vehículos móviles
- **Factor de emisión:** CO<sub>2</sub>: 2.265 kg/L (INECC, 2014) | CH<sub>4</sub>: 0.00038925 kg/gal (US), N<sub>2</sub>O: 0.000081 kg/gal (US) (EPA, 2018)
- **Observaciones:** El consumo corresponde a la cantidad de combustible suministrada directamente a los vehículos en las estaciones de servicio

### VI.3. Alcance 2, energía eléctrica

#### VI.3.1. Consumo de energía eléctrica (CFE)

- **Modelo emisiones de CO<sub>2</sub>e:** Conforme a la Guía para determinar el factor de emisión de bióxido de carbono equivalente para el sistema eléctrico nacional (CFE, 2016)
- **Dato de actividad:** Consumo anual de energía eléctrica suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE)
- **Fuente de información:** Facturas emitidas por el consumo de energía eléctrica
- **Factor de emisión:** 0.435 tCO<sub>2</sub>e / MWh. Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional 2022 (CRE, 2023).
- **Observaciones:**

## VII. Inventario de emisiones de GEI, alcance 1 y 2 (2022)

A continuación, se presenta el inventario de emisiones de GEI, alcance 1 y 2 para el año 2022.

Tabla 14. Inventario de emisiones de GEI para el año 2022.

Alcance	Categoría	Fuente de emisión	Emisiones de GEI como CO <sub>2</sub> e [Mg/a]
Alcance 1	Fuentes fijas	ECI (Gas LP)	64.3
		PE (Diésel)	32.8
		Equipos de jardinería (Gasolina)	5.27
		Aire acondicionado (Refrigerantes)	0.00
		Refrigeradores (Refrigerantes)	0.00
		Equipos extintores (CO <sub>2</sub> )	2.18
		PTAR	10.3
	Fuentes móviles	Flota vehicular (Gasolina)	55.5
Alcance 2	Energía adquirida (Electricidad)		2,645
<b>Total</b>			<b>2,815</b>

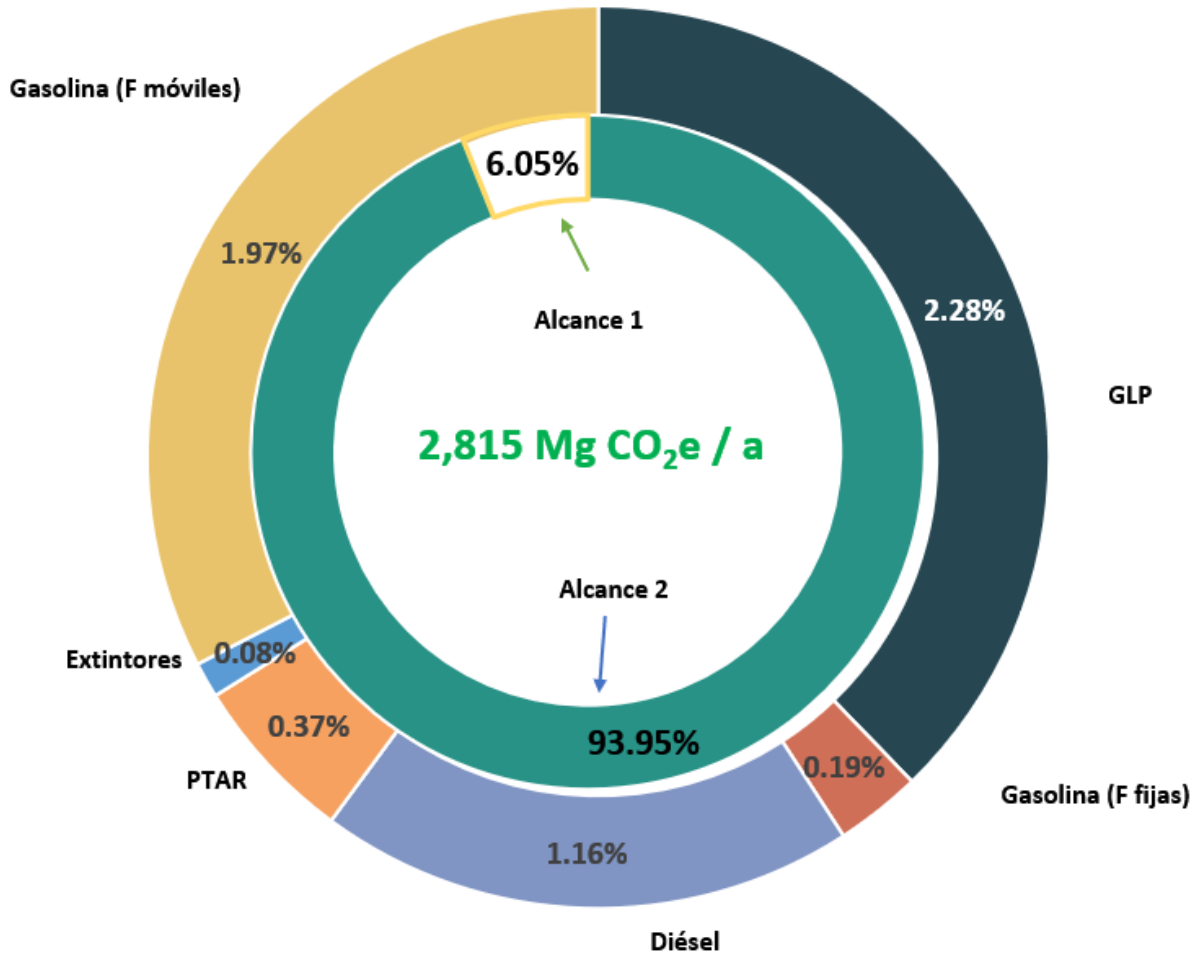


Figura 2. Inventario de emisiones GEI 2022

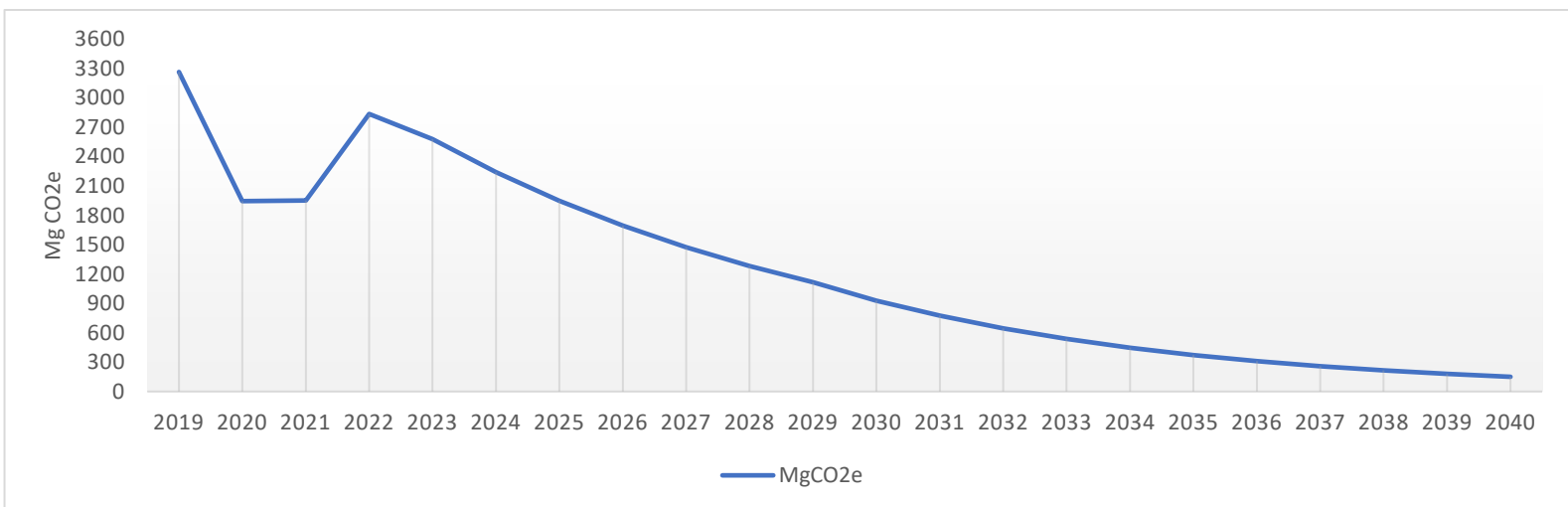


Figura 1. Tendencia de generación de emisiones de GEI

Debido a las condiciones existentes durante la pandemia de SARS-COV2, no es posible identificar claramente las tendencias en reducción de emisiones de GEI. Sin embargo, se estima que para 2023 estén en funcionamiento los paneles fotovoltaicos con una reducción esperada de alrededor de 10% de emisiones totales. La siguiente figura presenta la tendencia requerida para que la universidad cumpla con las metas climáticas planteadas.

## VIII. Evaluación de proyectos de reducción de emisiones de GEI

### VIII.1. Aumento de la capacidad de almacenamiento de agua caliente producida por colectores solares

La universidad cuenta con un sistema de colectores solares para producir agua caliente (suministro solar térmico) que es utilizada en las regaderas del gimnasio. El sistema solar cuenta con un respaldo de calentamiento de agua convencional (calentadores de agua a gas LP) que se activa cuando la temperatura del agua en el tanque de almacenamiento de agua caliente (termotanque) llega debajo del set point. Se considera que la energía térmica capturada por los colectores es suficiente para satisfacer la demanda de agua caliente; sin embargo, el termotanque no cuenta con las dimensiones necesarias para mantener su temperatura en las horas en las que los colectores no obtienen energía térmica.

A continuación, se presentan las consideraciones asumidas referentes a un proyecto de reducción de emisiones de alcance 1 por eliminación del consumo de combustible por los calentadores convencionales de agua:

- a) Los calentadores convencionales de agua consumen 40% del total del gas LP suministrado a la universidad
- b) Ampliar la capacidad de almacenamiento del termotanque, en conjunto con la capacidad instalada del sistema solar térmico, serán capaces de suministrar el total de agua caliente demandado en todo momento
- c) El costo de ampliación e interconexión de la capacidad del termotanque es de \$ 110,000 USD

Tabla 15. Proyecto de reducción de emisiones por eliminación del consumo de combustible por calentadores convencionales de agua.

Emisiones objetivo de reducción	Nombre del proyecto	Variación de emisiones GEI [Mg CO <sub>2</sub> e]			Inversión total [USD]	Costo de reducción de emisiones [USD / Mg CO <sub>2</sub> e]
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3		
Alcance 1	Aumento de la capacidad de almacenamiento de agua caliente producida por colectores solares	- 25.7	0	0	110,000	4,276

## VIII.2. Modernización de vehículos

La universidad cuenta con una flota de 27 vehículos, de los cuales 9 son híbridos y 18 de combustión interna. De estos, 9 vehículos utilitarios (pickups y vans) que son utilizados para trabajos de servicios, tienen en promedio más de 12 años de uso con un rendimiento promedio de 9 km/l. Los restantes 9 son sedanes más recientes, con un rendimiento promedio de 17.13 km/l.

Se plantea realizar un cambio gradual de los 9 vehículos utilitarios por modelos de combustión interna más recientes. Esto se debe a que actualmente no hay una oferta significativa de vehículos híbridos en el mercado mexicano con las características necesarias. Sin embargo, los vehículos de combustión interna más recientes presentan eficiencias considerablemente superiores, con un rendimiento promedio de 13.72 km/l.

Adicionalmente, se contempla reemplazar los cinco sedanes más antiguos de combustión interna (modelos 2014-2017) por vehículos híbridos con una eficiencia de 31.12 km/l. En total, se llevará a cabo la sustitución de 14 vehículos para modernizar la flota actual. Se considerará realizar cambios adicionales tan pronto como haya opciones en el mercado de vehículos de cero emisiones o con mayor eficiencia.

A continuación, se presentan las consideraciones asumidas referentes a un proyecto de reducción de emisiones de alcance 1 por la modernización de los vehículos:

- a) Todos los vehículos recorren la misma cantidad de km
- b) Sustitución de 14 vehículos de combustión interna por vehículos más modernos y eficientes.
- c) El rendimiento promedio de los actuales vehículos utilitarios de combustión interna es de 8.34 km/l
- d) El rendimiento promedio de los actuales vehículos sedanes de combustión interna es de 16.11 km/l
- e) El rendimiento promedio de vehículos híbridos es de 23.4 km/l, los cuales no serán sustituidos
- f) El rendimiento promedio de vehículos utilitarios de combustión interna eficientes es de 17.72 km/l
- g) El rendimiento promedio de vehículos sedanes híbridos es de 31.12 km/l
- h) El costo promedio de los vehículos híbridos sedanes es de \$ 478,900 MXN
- i) El costo promedio de vehículos utilitarios de combustión interna eficientes \$472,500 MXN
- j) El precio promedio de venta de los vehículos de combustión interna existentes en el inventario es de \$ 128,000 MXN
- k) El costo total de sustitución de vehículos es de \$ 272,626 USD

Tabla 16. Proyecto de reducción de emisiones por sustitución de vehículos de combustión interna por vehículos híbridos.

Emisiones objetivo de reducción	Nombre del proyecto	Variación de emisiones GEI [Mg CO <sub>2</sub> e]			Inversión total [USD]	Costo de reducción de emisiones [USD / Mg CO <sub>2</sub> e]
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3		
Alcance 1	Modernización de vehículos	- 12.2	0	0	272,626	22,346

### VIII.3. Nueva PTAR

La universidad cuenta con una PTAR que fue construida a la par que el campus; es decir, entre 1991 y 1992. Actualmente opera con un tren de tratamiento de lodos activados con biopelícula (BAS, por sus siglas en inglés, biofilm activated sludge) basado en un par de reactores seriales, un reactor aerobio de biopelícula de lecho móvil (MBBR, por sus siglas en inglés, mobile bed bioreactor) seguido de un sistema de lodos activados. La PTAR trata un promedio de 35,400 m<sup>3</sup>/año.

Considerando que el flujo requerido para ser tratado aumentará en el futuro, además de la existencia de tecnologías de tratamiento de agua residual optimizadas para el régimen de producción de agua residual de la universidad y que los equipos de proceso de una nueva PTAR resultarían energéticamente más eficientes que los equipos presentes en la actual PTAR, la implementación de este proyecto representaría disminuciones netas de GEI.

La universidad evalúa la instalación y operación de una nueva PTAR con sistema SBR (Reactor Secuencial en Batch) de ciclo fijo con dos reactores paralelos, que pueden operar de manera independiente para dar la máxima flexibilidad a la operación de la planta. Se incluyen los equipos de bombeo en cárcamos de aguas negras, la filtración y desinfección de las aguas tratadas.

A continuación, se presentan las consideraciones asumidas referentes a un proyecto de reducción de emisiones de alcance 2 por instalación y operación de una nueva PTAR:

- a) La PTAR actual trata un flujo de 35,400 m<sup>3</sup>/a con tecnología de lodos activados.
- b) La PTAR actual tiene un consumo eléctrico equivalente al 10% del total de la energía eléctrica consumida por la universidad.
- c) La PTAR futura tratará un flujo de 45,900 m<sup>3</sup>/a con tecnología SBR (Reactor Secuencial en Batch) que combina la tecnología de lodos activados de flujo continuo con un sistema de operación intermitente de ciclos fijos.
- d) La PTAR futura tendrá un consumo eléctrico equivalente al 1.5% del total de la energía eléctrica consumida por la universidad.
- e) El costo de operación de la PTAR futura y actual es equivalente.
- f) La inversión por el diseño y construcción de la PTAR futura es de \$ 430,000 USD.



Tabla 17. Proyecto de reducción de emisiones por instalación y operación de nueva PTAR.

Emisiones objetivo de reducción	Nombre del proyecto	Variación de emisiones GEI [Mg CO <sub>2</sub> e]			Inversión total [USD]	Costo de reducción de emisiones [USD / Mg CO <sub>2</sub> e]
		Alcance 1*	Alcance 2	Alcance 3		
Alcance 2	Nueva PTAR	+ 3.05	- 228	0	430,000	1,912

\* Se consideran únicamente las emisiones de CH<sub>4</sub>

#### VIII.4. Sustitución de 124 refrigeradores con más de 10 años de operación

La universidad cuenta con un inventario de 124 refrigeradores que fueron instalados o producidos hace más de 10 años; por este motivo se considera que la sustitución de estos equipos por equipos más eficientes representaría una reducción en el consumo de energía eléctrica y las emisiones asociadas de alcance 2.

A continuación, se presentan las consideraciones asumidas referentes a un proyecto de reducción de emisiones de alcance 2 por sustitución de todos los refrigeradores con más de 10 operación:

- Sustitución de 124 refrigeradores con más de 10 años de operación
- La potencia en conjunto de los equipos a sustituir es de 55,134 W
- Los nuevos equipos de refrigeración podrán operar con solo el 55% de la energía consumida por los equipos anteriores
- El costo promedio de los equipos nuevos de refrigeración es de \$ 29,115 MXN
- El costo total de sustitución de los equipos de refrigeración es de es de \$ 202,700 USD

Tabla 18. Proyecto de reducción de emisiones por sustitución de refrigeradores con más de 10 años de operación.

Emisiones objetivo de reducción	Nombre del proyecto	Variación de emisiones GEI [Mg CO <sub>2</sub> e]			Inversión total [USD]	Costo de reducción de emisiones [USD / Mg CO <sub>2</sub> e]
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3		
Alcance 2	Sustitución de equipos de refrigeración con más de 10 años de operación	0	- 94.5	0	202,700	2,144

#### VIII.5. Suministro calificado

La universidad consumió en 2022 poco más de 6 TWh de energía eléctrica. Esta es suministrada por la una empresa paraestatal denominada Comisión Federal de Electricidad (CFE) la cual cuenta con la facultad exclusiva de transmitir la electricidad en el país. De forma anual, la CFE publica el factor de emisión del sistema eléctrico nacional, el cual considera las emisiones (mix) del conjunto de plantas de generación eléctrica existentes en el país, incluyendo aquellas dependientes de combustibles fósiles como aquellas que provienen de fuentes renovables.

En los últimos años, la legislación sufrió modificaciones permitiendo a privados generar energía eléctrica e incorporarlos al mercado eléctrico mayorista, denominando a estos como suministro calificado.

Un proyecto de adquisición de energía eléctrica a un privado que genere energía exclusivamente de energías renovables eliminaría las emisiones asociadas al consumo de electricidad de la universidad (alcance 2). A continuación, se presentan las consideraciones asumidas referentes a un proyecto de reducción de emisiones de alcance 2 por adquisición exclusiva de energía eléctrica producida por fuentes renovables a través de un suministrador calificado:

- a) El factor de emisión de emisiones indirectas por producción de energía eléctrica del suministrador actual (CFE) es de 0.435 Mg CO<sub>2</sub>e/MWh
- b) El factor de emisión de emisiones indirectas por producción de energía eléctrica del suministrador calificado sería de 0.00 Mg CO<sub>2</sub>e/MWh
- c) La contratación de suministro calificado no tiene costos asociados de inversión
- d) El costo de la energía eléctrica en suministro calificado es 8% menor al costo de CFE
- e) **La adquisición de energía eléctrica a través de suministradores calificados es una práctica que ha tomado fuerza en el país; sin embargo, está asociada fuertemente a incertidumbres relacionadas con la distribución de responsabilidades en el mercado eléctrico mayorista, ya que el proveedor actual (CFE) mantiene la exclusividad en la transmisión y el generador (suministrador calificado) aunque tenga la capacidad para proveer la energía podría no tener las facultades o herramientas para garantizar un suministro ininterrumpido al consumidor**

Tabla 19. Proyecto de reducción de emisiones por adquisición exclusiva de energía eléctrica producida por fuentes de energía renovables.

Emisiones objetivo de reducción	Nombre del proyecto	Variación de emisiones GEI [Mg CO <sub>2</sub> e]			Inversión total [USD]	Costo de reducción de emisiones [USD / Mg CO <sub>2</sub> e]
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3		
Alcance 2	Suministro calificado de energía eléctrica	0	- 2,645	0	0	- 29.4*

\* Disminución de costo anual considerando el consumo de energía eléctrica en 2022

La siguiente figura muestra los proyectos de reducción de emisiones (exceptuando el de suministro calificado) especificando las potenciales emisiones reducidas y las emisiones remanentes de cada uno, así como su monto de inversión.

