

Informe de gases efecto invernadero 2024



Tabla de contenido

1. Capítulo 1: Descripción de las metas y objetivos.	4
1.1. Descripción de la empresa.	4
1.2. Generalidades del informe.	4
1.3. Responsables del informe.	4
1.4. Periodo de reporte y definición del año base.	5
1.5. Gases incluidos en el inventario.	5
2. Capítulo 2: Límites de la organización.	6
3. Capítulo 3: Límites del informe.	7
3.1. Descripción de la metodología del inventario	8
3.2. Justificación de las exclusiones	8
3.3. Factores de emisión y potenciales de calentamiento global.	9
4. Capítulo 4: Inventario cuantificado de emisiones GEI.	13
4.1. Resultado inventario 2024.	13
4.2. Resultados por categoría.	15
4.3. Resumen del inventario y evolución.	20
4.4. Análisis de incertidumbre.	22
5. Capítulo 5: Iniciativa para la reducción de los GEI y seguimiento del desempeño interno.	25
5.1. Objetivo de reducción de emisiones.	25
5.2. Definición de metas cuantificables, alcanzables y medibles.	25
5.3. Nuevas iniciativas para la reducción de emisiones.	25
5.4. Consideraciones finales.	26
Bibliografía	27

Listado de tablas

Tabla 1. Personas involucradas en este informe.....	5
Tabla 2. Emisiones de GEI según ISO 14064-1.....	7
Tabla 3. Factores de emisión y GWP.	9
Tabla 4. Emisiones GEI 2024 Universidad Ean.	13
Tabla 5. Resultados categoría 1.	15
Tabla 6. Resultados categoría 2.	16
Tabla 7. Factores de emisión ajustados para categoría 3.	17
Tabla 8. Resultados categoría 3.	18
Tabla 9. Resultados categoría 4.	19
Tabla 10. Clasificación de precisión de datos e intervalos.	23
Tabla 11. Agregación ponderada de las emisiones.....	24

Listado de ilustraciones

Ilustración 1. Distribución de las emisiones GEI 2024.	14
Ilustración 2. Desplazamientos aéreos.....	19
Ilustración 3. Histórico de emisiones de GEI en tCO ₂ eq.	20

Ecuaciones

Ecuación 1. Incertidumbre a nivel categoría	22
Ecuación 2. Incertidumbre agregada	23

Capítulo 1: Descripción de las metas y objetivos

1.1. Descripción de la empresa.

La Universidad Ean es una institución prestadora del servicio público de la educación superior en el territorio colombiano por parte del Ministerio de Educación. Fue fundada en 1963 con un enfoque fuerte hacia el emprendimiento, es acreditada en Alta Calidad por parte del Ministerio de Educación Nacional, certificada en ISO 9001:2015 otorgada por SGS, y certificada en carbono neutral desde el año 2021 otorgado por Icontec.

Para la Universidad Ean, el emprendimiento sostenible es una expresión deliberada de la búsqueda de transformaciones de los procesos productivos que conduce al descubrimiento, creación, evaluación y aprovechamiento de oportunidades consistentes con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el objetivo de su política es permear todos los procesos de la Universidad Ean con una visión estratégica que garantice la transición hacia la sostenibilidad y la adopción del emprendimiento sostenible impactando positivamente al país y a la comunidad internacional (Universidad Ean, 2023).

1.2. Generalidades del informe.

Este informe se ha desarrollado conforme a la estructura y metodología establecidas por la NTC-ISO 14064-1:2020, la cual define los principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) en organizaciones.

Esta norma también establece los criterios para la determinación de los límites de emisión, la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la identificación de acciones específicas orientadas a mejorar su gestión.

1.3. Responsables del informe.

El desarrollo del Inventario, y la elaboración del presente informe estuvo a cargo de la Gerencia Estratégica de la Universidad Ean, que asumió la responsabilidad de su construcción con base en los perfiles, competencias y experticia del ecosistema estratégico institucional.

Este enfoque permitió integrar de manera coherente la visión de sostenibilidad con la gestión ambiental universitaria, consolidando un ejercicio técnico alineado con los compromisos institucionales en materia de transparencia y responsabilidad ambiental.

Tabla 1. Personas involucradas en este informe.

Elaboración de inventario de carbono (2024)	
Anyela del Carmen Ñustes	Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad, Ambiental y Riesgos. anustes@universidadean.edu.co
Julián David Antorveza Gil	Profesional en Gestión Ambiental jdantorveza@universidadean.edu.co

Elaboración propia, 2025.

El informe está destinado para el uso y consulta de la institución y toda la comunidad de la Universidad Ean; es posible que su totalidad o partes importantes sean usados como mecanismo de divulgación para entidades externas nacionales e internacionales y partes interesadas en general de forma directa o a través del informe de sostenibilidad institucional.

Para ello, se recurrirá a diferentes niveles de comunicación, entre las que se pueden mencionar documentos científicos (para la comunidad de investigadores), menciones en prensa, redes sociales y página web (para la sociedad).

1.4. Periodo de reporte y definición del año base.

El periodo cubierto en el presente Inventario corresponde a la vigencia 2024, desde el 01 de enero hasta el 31 de diciembre, y tomó como base el año 2021 para la cuantificación y medición de las emisiones GEI, con el fin de comparar los datos históricos.

1.5. Gases incluidos en el inventario.

Los GEI considerados en este informe corresponden a aquellos generados por las actividades propias de la Universidad. Se incluyen el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), así como los hidrofluorocarbonos (HFCs), presentes en refrigerantes como R-134A, R-410A, R-513A. También se contemplan los hidroclorofluorocarbónoses (HCFCs) asociados a los sistemas de extinción de incendios. Por su parte, los perfluorocarbonos (PFCs) no fueron contabilizados, dado que no se ha identificado su emisión en las operaciones o procesos realizados por la Universidad.

Capítulo 2: Límites de la organización

La organización reporta el 100 % de las emisiones de GEI asociadas a las operaciones desarrolladas en instalaciones donde ejerce control operativo o financiero. A continuación, se presentan las características de las sedes que se encuentran en funcionamiento.



Ean Legacy (Carrera 11 # 78 – 47)

Salones de clase, oficinas, bienestar, cafeterías, comedor, Impacta, salas de investigación, consultorios médicos. **Área construida: 19.877 m²**



Ean Fundadores (Calle 79 # 11 – 45)

Biblioteca, salones de clase, comedor, bienestar, oficinas, laboratorios. **Área construida: 14.554 m²**



Laboratorios (Calle 74 # 9 – 49)

Laboratorios de física, química y biología. laboratorios de procesos. **Área construida: 642,33 m²**



Avenida Chile (Calle 71 # 9 – 84)

Laboratorios de procesos térmicos, mecánica de fluidos y procesos físicos, Consultorios de atención psicosocial. **Área construida: 4.816 m²**

Capítulo 3: Límites del informe

Con la finalidad de establecer los límites del informe, se identificaron las siguientes categorías de acuerdo con las fuentes de emisión:

Tabla 2. Emisiones de GEI según ISO 14064-1

Categoría	Subcategorización	Observaciones
Categoría 1: Emisiones directas	Combustión estacionaria: plantas eléctricas y gas natural	Incluidas en el inventario
	Combustión estacionaria: lubricantes	Emisiones excluidas
	Combustión móvil: gasolina motora	Incluidas en el inventario
	Combustión móvil: lubricantes	Emisiones excluidas
	Procesos industriales	No aplica
	Emisiones fugitivas: aires acondicionados, refrigerantes, equipos de extinción de incendios	Incluidas en el inventario
	Emisiones fugitivas: gases de laboratorio	Emisiones excluidas
	Uso del suelo y la silvicultura: uso de fertilizantes	Emisiones excluidas
Categoría 2: Emisiones indirectas	Electricidad importada	Incluida en el inventario
	Energía importada (vapor, calefacción, etc.)	No aplica
Categoría 3: Emisiones indirectas causadas por el transporte	Transporte y distribución de bienes agua arriba	Incluidas en el inventario
	Transporte y distribución de bienes aguas abajo	Incluidas en el inventario
	Desplazamiento diario de colaboradores	Se incluyen emisiones de colaboradores planta 2024. Se excluyen emisiones de estudiantes, graduados, y colaboradores catedra u OPS.
	Transporte de clientes y visitantes	Emisiones excluidas
	Viajes de negocios	Incluidas en el inventario
Categoría 4: Emisiones indirectas causadas por productos que utiliza la organización	Productos comprados	Incluidas en el inventario
	Disposición de residuos sólidos y líquidos y tratamiento	Incluidas en el inventario
Categoría 5: Emisiones indirectas asociadas con el uso de los productos de la organización	Emisiones tiempo de vida de los productos vendidos	No aplica
	Activos arrendados aguas abajo	No aplica
	Escenarios de vida final	No aplica
	Inversiones	No aplica

Elaboración propia, 2025

3.1. Descripción de la metodología del inventario

Se calcularon las emisiones directas generadas por fuentes controladas directamente por la organización, como la combustión de combustibles fósiles en instalaciones propias.

Posteriormente, se estimaron las emisiones indirectas derivadas del consumo de energía eléctrica, así como aquellas asociadas a actividades tercerizadas y procesos dentro de la cadena de suministro.

Para cada fuente o actividad, se aplicaron factores de emisión actualizados y específicos, utilizando las unidades correspondientes (toneladas de CO₂ equivalente). Estos factores provienen de fuentes confiables como entidades gubernamentales, literatura científica y bases de datos internacionalmente reconocidas.

Las emisiones fueron agregadas por categoría para determinar la huella de carbono total de la organización, incluyendo dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs) y otros gases de efecto invernadero, convertidos a CO₂ equivalente (CO₂e).

Las emisiones de GEI se presentan diferenciadas entre directas e indirectas, expresadas en toneladas de CO₂e para cada gas (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs). Adicionalmente, se incluye una descripción del tratamiento de las emisiones biogénicas de CO₂, también cuantificadas en toneladas de CO₂ equivalente.

3.2. Justificación de las exclusiones

Durante el desarrollo del inventario de GEI de la Universidad, y conforme a lo establecido en la norma ISO 14064-1, se identificaron las fuentes de emisión dentro de los límites organizacionales y operacionales definidos.

En la categoría 1, se registró información asociada al uso de lubricantes, la quema de etanol en mecheros de laboratorio, el uso de fertilizantes y los gases empleados en laboratorios, la cual fue excluida del inventario debido a que los datos disponibles no eran representativos ni permitían garantizar la exactitud requerida para su cálculo. Estas exclusiones fueron documentadas conforme al criterio de representatividad y confiabilidad de los datos, en línea con la metodología adoptada.

Para las categorías 3, 4 y 5, se aplicó una matriz de significancia con el fin de identificar las fuentes que podrían ser excluidas del inventario (calificación baja de significancia). Dicha matriz consideró los siguientes criterios de selección:

- Nivel de influencia en fuentes: Es la medida en que la Universidad puede dar seguimiento y minimizar las emisiones.
- Magnitud de las emisiones: Importancia de un alcance de emisiones con respecto a la huella de carbono total, a partir de la cual una fuente puede considerarse cuantitativamente significativa. Ejemplo, se requieren combustibles fósiles o electricidad para usar los productos de la organización.
- Acceso a la información: Obtención de datos para realizar el cálculo.
- Nivel de exactitud: Representa el grado de incertidumbre de los datos.

A partir de la aplicación de estos criterios, se identificaron las fuentes no significativas o con información insuficiente, las cuales fueron formalmente excluidas del alcance del inventario, asegurando la coherencia y trazabilidad del proceso metodológico.

3.3. Factores de emisión y potenciales de calentamiento global.

La recopilación de los datos de actividad correspondientes al año 2024 se realizó a partir de los registros disponibles en los distintos procesos de la institución. Esta información, junto con los factores de emisión aplicados para el cálculo de los gases de efecto invernadero (GEI), se presenta en la tabla 3. Los datos utilizados fueron verificados según su trazabilidad y pertinencia para garantizar la precisión en la estimación de las emisiones.

Tabla 3. Factores de emisión y GWP.

Categoría de emisiones	Emisiones	Datos de actividad	Factor de emisión - Incertidumbre
Emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria	Combustión fija	Volumen y tipo de combustible utilizado en las plantas eléctricas.	Diesel (FECOC, 2016) <ul style="list-style-type: none"> • 10,18 kg CO₂/gal • 0,01 g CH₄/gal • 0,006 g N₂O/gal • Incertidumbre: 0,205 Biodiesel palma <ul style="list-style-type: none"> • 6,882 kg CO₂/gal • 0,026 g CH₄/gal • 0,005 g N₂O/gal

			<ul style="list-style-type: none"> • Incertidumbre: 0,298
	Gas natural	Consumo de gas natural	Gas natural (FECOC, 2016) <ul style="list-style-type: none"> • 1,980 kg CO₂/m³ • 0,036 g CH₄/ m³ • 0,004 g N₂O/ m³ • Incertidumbre: 0,046
	Lubricante	Tipo de lubricante utilizado	Lubricante (IPCC, 2006, págs. 7-9) CO ₂ Emissions (LC x CC x ODU x 44/12): <ul style="list-style-type: none"> • Densidad: 0,85 kg/L • Poder calorífico: 40,2 MJ/kg • CC: 0,02 ton C/ TJ • ODU: 0,2 • 3 kg CH₄/ m³ • 0,6 kg N₂O/ m³
	Quema de etanol en mecheros de laboratorios	Litros de etanol utilizados	Etanol (biocombustible) (IPCC, 2006, pág. 20) (IPCC, 2006, pág. 17) <ul style="list-style-type: none"> • 70.800 kg/TJ • 3 kg CH₄/ m³ • 0,6 kg N₂O/ m³
Emisiones directas provenientes de la combustión móvil	Combustión móvil	Volumen y tipo de combustible utilizado para el desplazamiento del vehículo.	Gasolina Motor (FECOC, 2016) <ul style="list-style-type: none"> • 8,808 kgCO₂/gal • 0,293 gCH₄/gal • 0,028 gN₂O/gal • Incertidumbre: 0,203 Etanol Anhidro <ul style="list-style-type: none"> • 5,92 kgCO₂/gal • 0,088 gCH₄/gal • 0,2 gN₂O/gal • Incertidumbre: 0,203
Emisiones fugitivas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos	Refrigeración y aire acondicionado	Inventario de equipos de refrigeración, tipo de gas refrigerante reportado en el manual técnico Capacidad del gas refrigerante de cada equipo reportado en el manual técnico.	Refrigerantes <ul style="list-style-type: none"> • R134A: 1530 (100-year GWP). (EPA, 2025) • R410A (50% HFC-32, 50% HFC-125): 2256 (IPCC, 2019, pág. 17) • R513A % HFO-1234yf, 44% R-134a): 631. (IPCC, 2019, pág. 17) GWP (IPCC, 2021) <ul style="list-style-type: none"> • CO₂: 1 (100-year GWP). • CH₄ non fossil: 27 (100-year GWP). • N₂O: 273 (100-year GWP).
	Extinción de incendios	Tipo de extintor y capacidad, reportes de mantenimiento.	Hidroclorofluorocarbonos (EPA, 2025) <ul style="list-style-type: none"> • HFC 123: 90,4 (100-year GWP).
	Gases de laboratorio	Consumo de gas durante el periodo reportado.	GWP (IPCC, 2021) <ul style="list-style-type: none"> • CO₂: 1 (100-year GWP). • CH₄ non fossil: 27 (100-year GWP).

		Soporte de las facturas	N ₂ O: 273 (100-year GWP).
Emisiones provenientes del uso del suelo	Uso de fertilizantes	Fertilizantes utilizados	Fertilizantes (IPCC, 2006, pág. 7) • 0,6 kg N ₂ O/ m ³
Emisiones provenientes de electricidad importada	Electricidad importada	Consumo de energía eléctrica durante el año. Soporte de las facturas.	Sistema Interconectado Nacional (XM, 2025) • 0,21742 ton/MWh
Emisiones transporte y distribución de bienes aguas arriba – bienes aguas abajo	Transporte terrestre	Número de proveedores, desplazamientos, kilometraje recorrido.	Vehículo ligero de carga (EPA, 2025) • 0,394 kg CO ₂ /milla • 0,0000109 kg CH ₄ / milla • 0,0000088 kgN ₂ O/ milla Vehículo pasajero (EPA, 2025) • 0,297 kg CO ₂ /milla • 0,0000059 kg CH ₄ / milla • 0,0000053 kgN ₂ O/ milla
Emisiones provenientes del tráfico de cercanías	Transporte terrestre	Encuesta de movilidad y modalidad de trabajo, tipo de desplazamiento	Carro/Taxi (EPA, 2025) • 0,297 kg CO ₂ /milla • 0,0000059 kg CH ₄ / milla • 0,0000053 kgN ₂ O/ milla Moto (EPA, 2025) • 0,368 kg CO ₂ /milla • 0,0000888 kg CH ₄ / milla • 0,0000188 kgN ₂ O/ milla Transporte público (EPA, 2025) • 0,066 kg CO ₂ /milla • 0,000046 kg CH ₄ / milla • 0,0000019 kgN ₂ O/ milla
Emisiones de viajes de negocio	Viajes de negocio	Soporte de viajes realizados, kilometraje recorrido.	• Calculadora oficial de la ICAO, 2025.
Emisiones por productos comprados	Compras realizadas	Compra, tipo de compra, unidades, cantidad, valor total.	Papelería: • Agenda: 2,35 kg CO ₂ /unidad (Canada, 2021) • Bolígrafos: 0,1 kg CO ₂ /unidad (Emoab, n.d.) • Libros: 1,24 kg CO ₂ /unidad (Canada, 2021) Textiles: • Algodón 6,5 kg CO ₂ /unidad (Earth.rorg, n.d.) • Chaquetas: 8,5 kg CO ₂ /unidad (Emoab, n.d.) • Gorras: 4,5 kg CO ₂ /unidad (Emoab, n.d.) Merchandising:

			<ul style="list-style-type: none"> • Botillos de agua: 0,2 kg CO₂/unidad (UNEP, 2021) • Bolígrafos: 0,1 kg CO₂/unidad (Emoab, n.d.) • Maletas: 10 kg CO₂/unidad (Zhang, 2023) <p>Limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detergente: 0,314 kg CO₂/unidad (Villota-Paz, 2022) • Limpiador químico: 0,372 kg CO₂/unidad (Villota-Paz, 2022)
Emisiones por la disposición de residuos sólidos y líquidos	Residuos sólidos y líquidos	Registro residuos no aprovechables, disposición de residuos biosanitarios, medicamentos vencidos y peligrosos químicos	<p>Residuos aprovechables (EPA, 2025)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aluminio: 0,06 Ton CO₂/Short Ton Material • Vidrio: 0,05 Ton CO₂/Short Ton Material • Pet: 0,23 Ton CO₂/Short Ton Material • HDPE: 0,21 Ton CO₂/Short Ton Material • PP: 0,2 Ton CO₂/Short Ton Material • Papel: 0,02 Ton CO₂/Short Ton Material • Cartón: 0,11 Ton CO₂/Short Ton Material • Residuos de comida compostada: 0,11 Ton CO₂/Short Ton Material <p>Residuos peligrosos (EPA, 2025)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vidrio: 0,01 Ton CO₂/Short Ton Material • Papel: 0,05 Ton CO₂/Short Ton Material • PP: 2,8 Ton CO₂/Short Ton Material

Elaboración propia, 2025

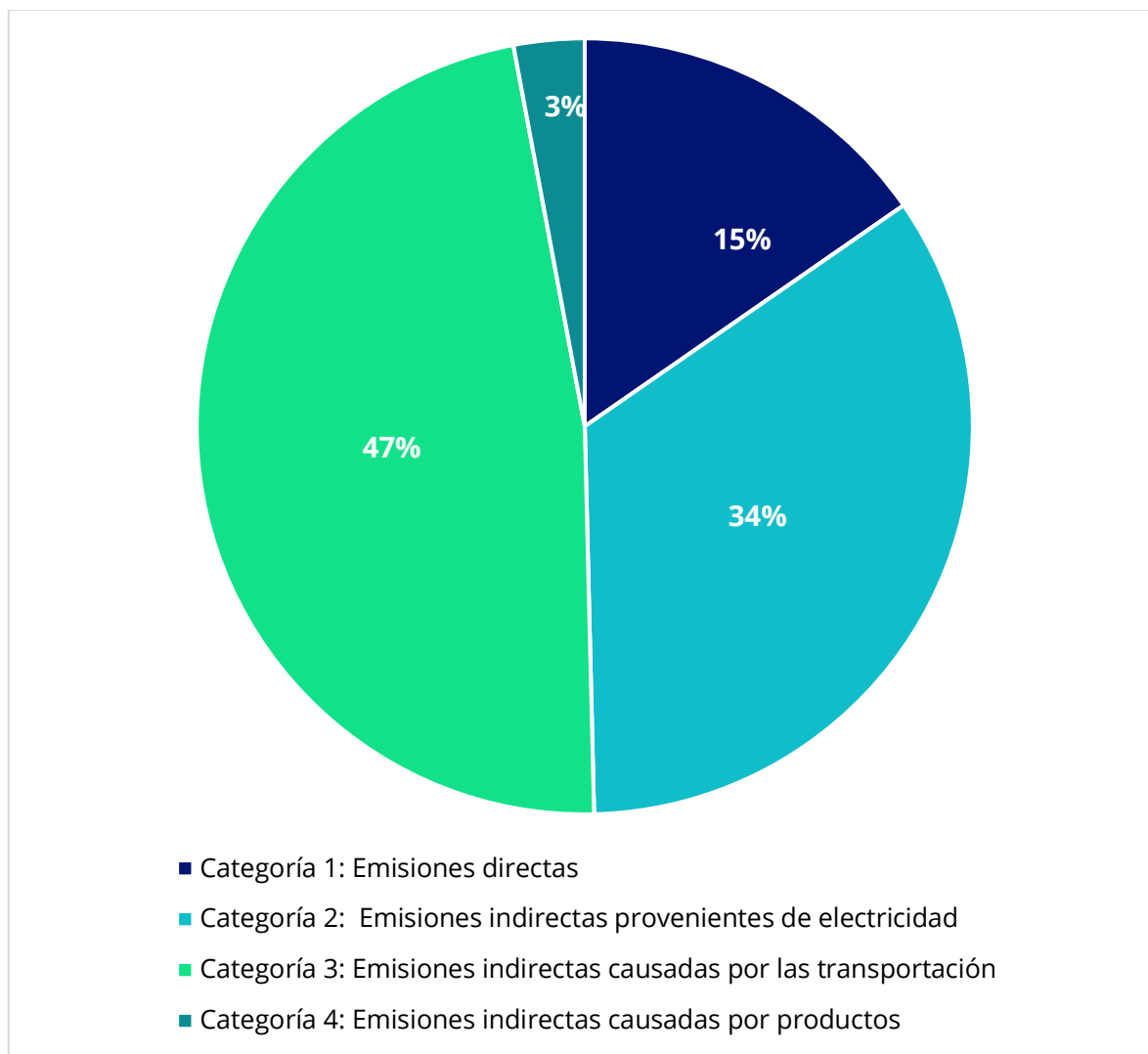
Capítulo 4:
Inventario cuantificado de emisiones GEI
4.1. Resultado inventario 2024.
Tabla 4. Emisiones GEI 2024 Universidad Ean.

Emisiones directas (ton)				Emisiones antropogénicas (ton)	Emisiones biogénicas (ton)
CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC		
338,61	0,03	0,01	14,29		
Emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria				9,54	0,26
Emisiones directas provenientes de la combustión móvil				1,54	0,11
Emisiones directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos				128,90	-
Emisiones indirectas provenientes de electricidad importada				312,40	-
Emisiones provenientes de la transportación y distribución de bienes aguas arriba				0,62	
Emisiones provenientes de la transportación y distribución de bienes aguas abajo				2,14	
Emisiones del tráfico de cercanías (desplazamiento diario de los colaboradores)				328,38	
Emisiones indirectas derivadas de desplazamientos de viajes de negocio				101,38	-
Emisiones provenientes de bienes comprados				15,24	
Emisiones indirectas por la disposición de residuos sólidos y líquidos				11,63	-
Total relativo				911,76	0,373
Total general					912,13

Elaboración propia, 2025.

La **tabla 4** muestra los resultados de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) calculados con base en la metodología expuesta en el apartado anterior, la información recolectada y los factores de emisión definidos para la Universidad Ean en el año 2024. Se estima una **emisión total de 911,76 tCO₂eq**, excluyendo las emisiones biogénicas.

Ilustración 1. Distribución de las emisiones GEI 2024.



Elaboración propia, 2025.

4.1.1. Resultado de emisiones biogénicas.

De acuerdo con los porcentajes de mezcla reportados por (Fedebiocombustibles, 2025), y en cumplimiento de la Resolución 40185 de 2022 del Ministerio de Minas y Energía, los combustibles líquidos utilizados en fuentes fijas y móviles durante 2025 contienen un componente renovable del 9,5 % en diésel (biodiésel de palma) y del 10 % en gasolina motor (etanol anhidro).

Las emisiones biogénicas se distribuyen en 0,26 tCO₂e provenientes de la combustión estacionaria y 0,11 tCO₂e de la combustión móvil, conforme a los registros de consumo energético institucional. En conjunto, las emisiones biogénicas totales ascienden a 0,37 tCO₂e, equivalentes al 3 % del total de emisiones directas de fuentes fijas y móviles reportadas para la Categoría 1.

4.2. Resultados por categoría.

4.2.1. Categoría 1: Emisiones directas

Durante el proceso de cálculo de la huella de carbono para el periodo 2024, se identificaron ajustes asociados a la selección del potencial de calentamiento global (GWP) del CH₄ en las fuentes fijas y móviles, que pasó de 29,8 a 27.

Adicionalmente, se realizó la verificación de la capacidad de los sistemas de aire acondicionado, encontrando que los valores reportados inicialmente estaban expresados en kilogramos (kg) y no en gramos (g), lo que requirió la corrección de las unidades y la reestimación de las cargas totales de refrigerante en 24 equipos (ARUM096 BTE5, ARUM121BTE5, ARUM168 BTE5, ARUM192 BTE5, ARUM216 BTE5, ARUM241BTE5).

Asimismo, se ajustaron los factores de emisión operativos y se actualizaron los factores de los refrigerantes R-134A, R-513A y R-410A, de 1300, 573 y 1924 respectivamente a 1530, 673,5, 2256 considerando su composición específica y su respectivo potencial de calentamiento global reportado en el IPCC 2021 AR6.

Como resultado de estas actualizaciones, se recalcularon las emisiones correspondientes a los años 2023 y 2024, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 5. Resultados categoría 1.

Subcategorización	2021	2022	2023	2024
Emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria	0,06	10,76	2,51	9,54
Emisiones directas provenientes de la combustión móvil	3,18	3,37	1,59	1,54
Emisiones fugitivas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos	150,56	65,31	133,56	128,90
Subtotal en tCO₂eq	153,85	79,44	137,66	139,98

Elaboración propia, 2025.

En 2024, las emisiones directas por combustión estacionaria aumentaron respecto al año anterior, pasando de 2,51 tCO₂e a 4,91 tCO₂e, debido al funcionamiento continuo durante todo el año de la planta eléctrica instalada en la sede de los Laboratorios y al mayor uso de las plantas eléctricas institucionales, necesarias para garantizar la continuidad operativa en eventos de alta demanda o fallas del suministro.

Las emisiones por combustión móvil se mantuvieron estables, reflejando la consolidación de las estrategias de movilidad institucional que fomentan el uso de vehículos eléctricos y restringen la operación de la camioneta institucional a casos estrictamente necesarios.

Por su parte, las emisiones fugitivas presentaron una reducción de 2,32 tCO₂e frente al año 2023, asociada principalmente a la actualización metodológica en los factores de emisión y a la mejora en el mantenimiento de los equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Finalmente, se excluyen del total de emisiones los consumos asociados al uso de lubricantes utilizados para el mantenimiento de la camioneta y las plantas eléctricas, así como el consumo de gases de laboratorio, la quema de etanol en mecheros y el uso de fertilizantes, por considerarse poco representativos dentro del límite organizacional. Estas fuentes corresponden al 0,2% del inventario total y al 1,5% de la Categoría 1, por lo cual su exclusión se considera técnicamente justificable conforme a los criterios de materialidad establecidos en la ISO 14064-1.

No obstante, y en coherencia con el principio de transparencia, estas fuentes fueron igualmente calculadas y se mantienen reportadas en el inventario de emisiones para el periodo 2024, a fin de conservar la trazabilidad y consistencia de la información institucional.

4.2.2. Categoría 2: Emisiones indirectas por energía eléctrica.

Tabla 6. Resultados categoría 2.

Subcategorización	2021	2022	2023	2024
Emisiones provenientes de electricidad importada	150,72	154,83	266,89	312,40
Subtotal en tCO₂eq	150,72	154,83	266,89	312,40

Elaboración propia, 2025.

Se evidencia un incremento de 45,51 tCO₂eq para el 2024, a pesar de que el consumo energético anual se redujo de 1.544.517 kWh en 2023 a 1.436.855 kWh en 2024. Este comportamiento se explica por el aumento significativo del factor de emisión del Sistema Interconectado Nacional, el cual registró una variación del 22,83% respecto al año anterior.

El incremento del factor de emisión estuvo estrechamente relacionado con las condiciones climáticas adversas registradas durante 2024. La ocurrencia del fenómeno de El Niño hasta mediados de mayo, sumada a un periodo posterior de bajos aportes hídricos, redujo la capacidad de generación hidroeléctrica en el país (XM, 2025). Como consecuencia, fue necesario aumentar la participación de la generación térmica para cubrir la demanda nacional de energía, lo que elevó la intensidad de emisiones asociadas al consumo eléctrico, impactando directamente en el resultado de esta categoría para la Universidad.

4.2.3. Categoría 3: Emisiones indirectas por transporte.

Durante el proceso de revisión del inventario de gases de efecto invernadero correspondiente a los años 2024, se identificaron ajustes metodológicos necesarios para garantizar la precisión y trazabilidad de los resultados.

En primer lugar, se detectó un error en la unidad de medida de los factores de emisión de CH₄ y N₂O aplicados en el cálculo de las emisiones indirectas de movilidad. En el informe anterior, los factores se expresaron en gramos por milla (g/milla) cuando debieron haberse aplicado en kilogramos por milla (kg/milla). Este ajuste fue implementado tanto en el inventario 2023 como en el de 2024, corrigiendo los valores de las siguientes fuentes:

Tabla 7. Factores de emisión ajustados para categoría 3.

Medio de transporte	CH ₄ (kg/milla)	N ₂ O (kg/milla)
Carro particular / Taxi	0,0000059	0,0000053
Moto	0,0000888	0,0000188
Transporte público	0,0000046	0,0000019
Vehículo de carga mediana	0,0000059	0,0000053

Elaboración propia, 2025.

Esta corrección permitió recalcular las emisiones indirectas asociadas a la movilidad de la comunidad universitaria, reflejando valores más coherentes con las metodologías internacionales (EPA, 2025) (IPCC, 2021).

En el caso del tráfico de cercanías, se consideró únicamente al personal de planta (docente y administrativo). De acuerdo con la matriz de significancia, se excluyeron del cálculo a los aprendices, profesores de cátedra y colaboradores contratados bajo modalidad de orden de prestación de servicios, al no ser representativos dentro del total de desplazamientos institucionales ni contar con información suficiente sobre sus hábitos de transporte.

Tabla 8. Resultados categoría 3.

Subcategorización	2021	2022	2023	2024
Emisiones provenientes de la transportación y distribución de bienes aguas arriba	-	0,003	0,18	0,62
Emisiones provenientes de la transportación y distribución de bienes aguas abajo	-	0,74	0,15	2,14
Emisiones del tráfico de cercanías (desplazamiento diario de los colaboradores)	-	-	95,84	328,38
Emisiones de viajes de negocio	4,28	61,83	54,05	101,38
Subtotal en tCO₂eq	4,28	62,59	150,22	432,52

Elaboración propia, 2025.

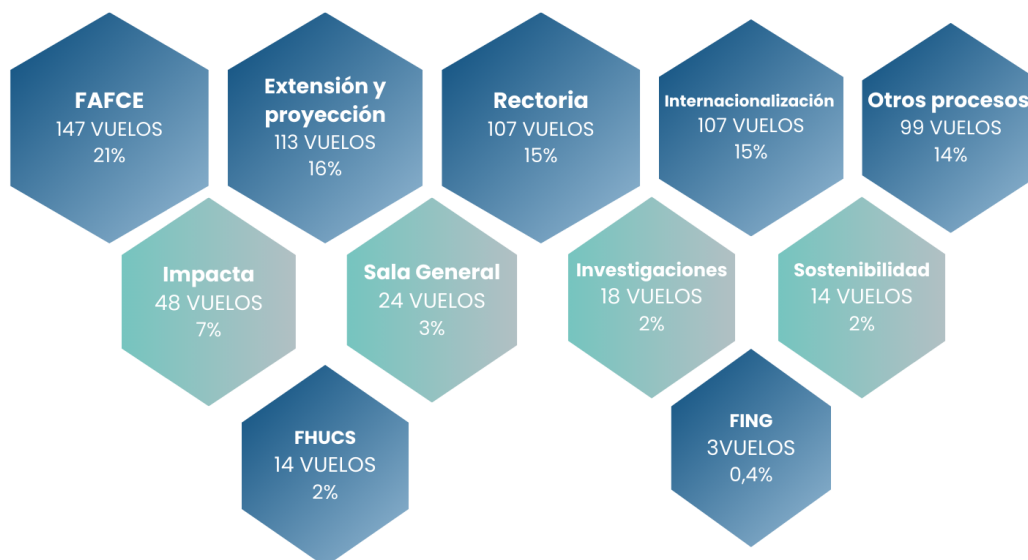
Para el año 2024, los datos de movilidad se extrapolaron a una población de 587 colaboradores de planta, según lo reportado en el Informe de Sostenibilidad 2024 (Universidad Ean, 2025). De esta población, se estimó que el 55 % del personal administrativo asistió presencialmente en promedio dos (2) de los cinco (5) días hábiles por semana, mientras que los docentes de planta lo hicieron cuatro (4) de los cinco (5) días hábiles.

Estos ajustes, junto con la actualización de los factores de emisión aplicados a los inventarios 2023 y 2024, explican el incremento observado en las emisiones asociadas al tráfico de cercanías, las cuales pasaron de 95,84 tCO₂eq en 2023 a 328,38 tCO₂eq en 2024. Este aumento refleja una mayor representatividad de los datos y la incorporación de información más precisa sobre los patrones de desplazamiento del personal docente y administrativo.

Asimismo, las emisiones derivadas del transporte y distribución de bienes aguas arriba y aguas abajo presentaron incrementos moderados frente al periodo anterior, alcanzando 0,62 tCO₂eq y 2,14 tCO₂eq respectivamente en 2024. Este comportamiento se explica principalmente por el ajuste metodológico implementado y la inclusión, por primera vez, de los desplazamientos hacia el relleno sanitario dentro del inventario.

Finalmente, las emisiones por viajes de negocio aumentaron de 54,05 tCO₂eq en 2023 a 101,38 tCO₂eq en 2024, debido al aumento en el número de vuelos, que pasaron de 420 a 694 en el periodo. Estos desplazamientos estuvieron principalmente relacionados con el retorno de actividades presenciales, el trabajo con comunidades, la participación en eventos académicos nacionales e internacionales y el fortalecimiento de las relaciones institucionales.

Ilustración 2. Desplazamientos aéreos.



Elaboración propia, 2025.

En conjunto, la Categoría 3 registró un subtotal de 432,52 tCO₂eq en 2024, frente a 150,22 tCO₂eq en 2023, variación atribuida principalmente al ajuste metodológico y al incremento en los desplazamientos presenciales de la comunidad universitaria.

4.2.4. Categoría 4: Emisiones indirectas por productos usados.

Tabla 9. Resultados categoría 4.

Subcategorización	2021	2022	2023	2024
Emisiones por productos comprados	-	0,47	1,96	15,24
Emisiones por la disposición de residuos sólidos y líquidos	-	2,89	8,84	11,63
Subtotal en tCO₂eq	-	3,36	10,8	26,87

Elaboración propia, 2025.

Se registró un incremento en ambas subcategorías para el año 2024. Las emisiones por productos comprados pasaron de 1,96 tCO₂eq en 2023 a 15,24 tCO₂eq en 2024. Este aumento

se explica por la inclusión de un mayor número de insumos y servicios en el cálculo, tales como papelería, merchandising, textiles, servicios de impresión, así como productos de limpieza y desinfección adquiridos para el funcionamiento de la Universidad. La ampliación del alcance en esta subcategoría permite reflejar de forma más precisa el impacto asociado al consumo institucional.

En cuanto a las emisiones por disposición de residuos sólidos y líquidos, estas pasaron de 8,84 tCO₂eq en 2023 a 11,63 tCO₂eq en 2024. Esta variación no está relacionada con un aumento significativo en la generación de residuos, sino con el ajuste metodológico en los factores de emisión empleados. Para este periodo se adoptaron los factores de emisión más recientes publicados por EPA, lo que permite una estimación más actualizada y alineada con las mejores prácticas internacionales.

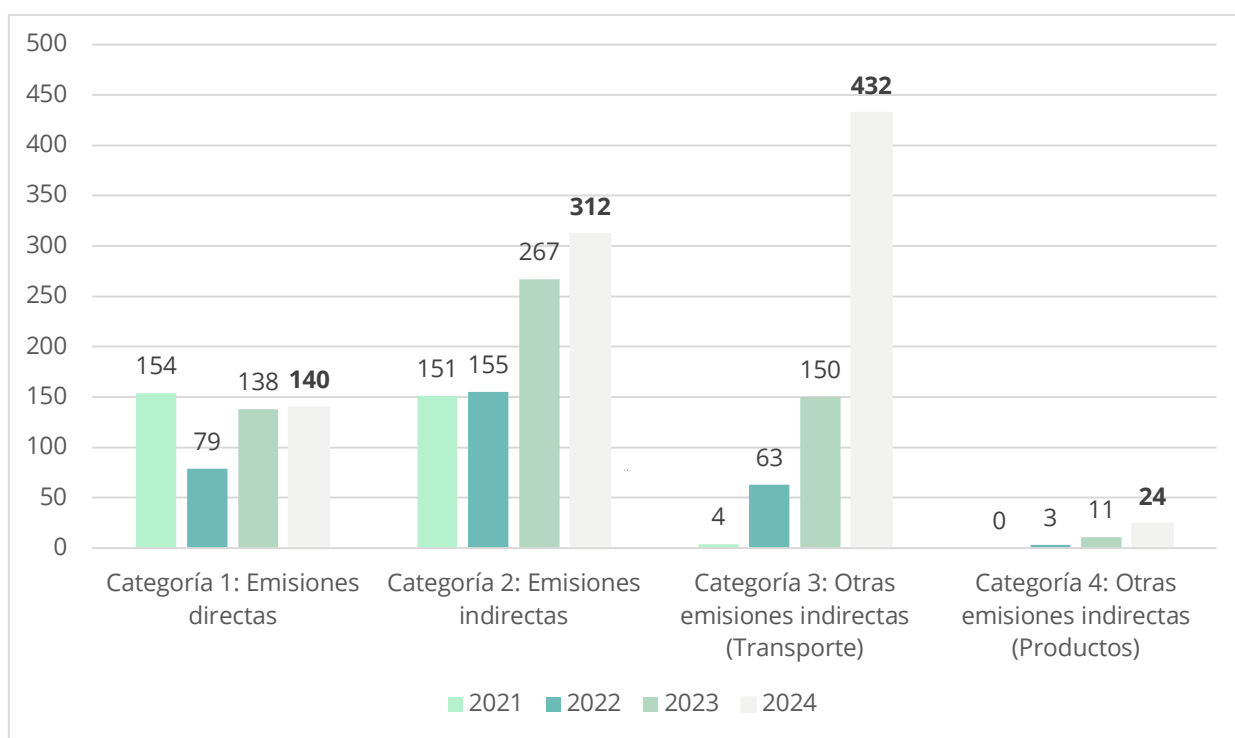
4.3. Resumen del inventario y evolución.

El inventario 2024 reafirma el compromiso de la Universidad con la gestión responsable de sus emisiones, en un contexto de crecimiento constante de la comunidad académica en todas sus modalidades.

La Ilustración 3 presenta la evolución histórica de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la Universidad Ean entre 2021 y 2024, expresadas en toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq). Se observa una variación significativa en las categorías 1 y 3, asociada principalmente a la actualización metodológica, el recalcule del inventario 2023 y la incorporación de nuevas fuentes de información, que mejoraron la representatividad y precisión de los datos.

En la categoría 1 (emisiones directas), los resultados se mantienen estables entre 2023 y 2024, con una leve disminución atribuida a la exclusión de fuentes poco representativas, como el uso de lubricantes, la quema de etanol en mecheros y el consumo de gases de laboratorio, que corresponden al 0,2% del total del inventario.

Ilustración 3. Histórico de emisiones de GEI en tCO₂eq.



Elaboración propia, 2025.

Por su parte, la categoría 2 (emisiones indirectas) presenta un incremento moderado, explicado por la actualización de los factores de emisión y la mejora en la trazabilidad de los consumos eléctricos.

El cambio más notorio se evidencia en la categoría 3 (otras emisiones indirectas – transporte), donde las emisiones aumentaron de 150 tCO₂eq en 2023 a 433 tCO₂eq en 2024. Este comportamiento se debe al ajuste metodológico en el cálculo del tráfico de cercanías, la inclusión de los desplazamientos hacia el relleno sanitario y la mejora en los datos de movilidad del personal de planta.

Finalmente, la categoría 4 (otras emisiones indirectas – productos) también presenta un crecimiento, alcanzando 27 tCO₂eq en 2024, resultado de la incorporación de nuevas fuentes de información en la cadena de suministro.

Si bien algunas fuentes han incrementado sus emisiones por causas operativas o factores externos, los resultados no solo evidencian la evolución en la medición y el análisis, sino también la capacidad institucional de acceder a información más precisa sobre las operaciones, lo que permite orientar decisiones más efectivas. Estos esfuerzos consolidan una

hoja de ruta hacia una menor huella de carbono institucional y un aporte tangible a la sostenibilidad, en plena sintonía con el Proyecto Educativo Institucional y los compromisos de la Universidad Ean frente al desarrollo sostenible.

En conjunto, los resultados reflejan una mayor solidez técnica y representatividad del inventario 2024, derivada de la revisión integral de la metodología y la aplicación de mejoras continuas en la gestión de datos.

4.4. Análisis de incertidumbre.

La estimación de la incertidumbre del inventario se realizó bajo el siguiente procedimiento establecido por la Universidad.¹

I. Identificación de fuentes de incertidumbre

- Datos de Actividad (AD): Precisión de las mediciones, variabilidad de los consumos y representatividad de la información.
- Factores de Emisión (EF): Variabilidad inherente al factor y representatividad de la fuente oficial utilizada.

II. Cuantificación de la incertidumbre a nivel subcategoría

Para cada subcategoría de emisión, la incertidumbre combinada se estimó de la siguiente manera:

- Estimación Inicial: Se consultó la incertidumbre reportada por la fuente oficial. En los casos en que no se disponga de información oficial o metodológicamente documentada, se asumió una incertidumbre conservadora del 10%.
- Combinación por Multiplicación: La incertidumbre en el cálculo de la emisión ($E = AD \times EF$) se obtuvo mediante la regla de la raíz cuadrada de la suma de cuadrados, asumiendo que las incertidumbres de los datos de actividad (U_{AD}) y del factor de emisión (U_{EF}) son independientes. IPCC (2019, Volumen 1, Capítulo 3)

Ecuación 1. Incertidumbre a nivel categoría

$$U_i = \sqrt{(U_{AD})^2 + (U_{EF})^2}$$

Ecuación 3.1 del IPCC

U_i : Incertidumbre a nivel categoría

U_{AD} : Incertidumbre datos de actividad

U_{EF} : Incertidumbre factores de emisión

¹ Establecido en el documento “SGA-001 Cuantificación de la Huella de Carbono Institucional” U. Ean.

III. Incertidumbre final

La incertidumbre final del inventario total (U_{total}) se obtuvo combinando las incertidumbres de las categorías principales (que se suman para el total) mediante la Ecuación 3.2 del IPCC, donde las incertidumbres son ponderadas por la magnitud de las emisiones (E_i).

Ecuación 2. Incertidumbre agregada

$$U_{Total} = \frac{\sqrt{\sum (U_i \times E_i)^2}}{\sum E_i}$$

Ecuación 3.2 del IPCC

U_{total} : Incertidumbre total del inventario

U_{AD} : Incertidumbre de la categoría

U_{EF} : Emisión de la categoría / inventario

IV. Interpretación y clasificación del resultado:

El resultado se expresa como un intervalo de confianza del 95%, y su clasificación de precisión se realiza con base en el estándar del WRI – GHG Protocol.

Tabla 10. Clasificación de precisión de datos e intervalos.

Precisión del dato	Intervalo de incertidumbre
Alto	<5%
Bueno	15% - 20%
Medio	21% - 30%
Pobre	>30%

Elaboración propia, 2025.

El análisis de incertidumbre del inventario de emisiones 2024, realizado bajo el Enfoque 1 del IPCC (Ecuación 3.2), arrojó una incertidumbre total de $\pm 10.91\%$. Este resultado se interpreta como un Intervalo de Confianza del 95%, lo que significa que el valor real de la emisión total (911.91 tCO₂eq) se encuentra, con alta probabilidad, dentro del rango de 812.42 tCO₂eq a 1011.40 tCO₂eq.

Con base en los criterios de precisión establecidos por el estándar WRI - GHG Protocol, la precisión de los datos clasifica al inventario en la categoría de 'Bueno', destacando que el nivel de precisión es superior a la media. Se concluye que las estimaciones de emisiones son robustas, aunque se identifica que la Categoría 3 (Transporte), con un 22.93% de incertidumbre, es el foco principal para la mejora continua de la calidad de los datos.

Tabla 11. Agregación ponderada de las emisiones.

Categorías	Emisiones en tCO ₂ eq	Incertidumbre U _i	Incertidumbre (U _i x E _i)^2
Categoría 1: Emisiones directas	140,13		3,69%
Emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria	9,54	3,1%	
Emisiones directas provenientes de la combustión móvil	1,54	2,1%	
Emisiones directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos	129,05	4,0%	
Categoría 2: Emisiones indirectas	312,40		1,00%
Emisiones indirectas provenientes de electricidad importada	312,40	1,0%	
Categoría 3: Emisiones indirectas transporte	432,52		22,93%
Emisiones provenientes de la transportación y distribución de bienes aguas arriba	0,62	10,2%	
Emisiones provenientes de la transportación y distribución de bienes aguas abajo	2,14	5,1%	
Emisiones del tráfico de cercanías (desplazamiento diario de los colaboradores)	328,38	30,0%	
Emisiones indirectas derivadas de desplazamientos de viajes de negocio	101,38	10,1%	
Categoría 4: Emisiones indirectas productos	28,86		19,36%
Emisiones provenientes de bienes comprados	15,24	28,2%	
Emisiones indirectas por la disposición de residuos sólidos y líquidos	11,63	25,1%	
Total emisiones	911,91	Total, Incertidumbre	10,91%

Elaboración propia, 2025.

Capítulo 5:

Iniciativa para la reducción de los GEI y seguimiento del desempeño

La Universidad Ean plantea su plan de carbono neutralidad respecto a su año base 2021 con 308,85 tCO₂eq de emisiones directas e indirectas. Las emisiones del año base son compensadas a través de la compra de créditos de carbono.

5.1. Objetivo de reducción de emisiones.

El compromiso establecido para el segundo ciclo de carbono neutralidad 2024 - 2026 está asociado directamente con la reducción de **100 tCO₂eq** a partir de la generación de energía renovable, la gestión óptima de los residuos, la implementación del de trabajo a distancia, y la siembra de árboles nativos los bosques de la Universidad. Todo esto en el marco de una comunidad académica por más de 12.000 estudiantes de pregrado y posgrado, y más 800 colaboradores.

5.2. Definición de metas cuantificables, alcanzables y medibles.

Estos objetivos, alineados con la Estrategia de Gestión Ambiental, cuentan con un seguimiento permanente para garantizar su cumplimiento:

- Reducir el consumo energético mediante la generación de energía renovable en los paneles solares de los edificios Fundadores y Ean Legacy.
- Monitorear y promover el uso de vehículos cero emisiones (vehículos eléctricos, bicicletas).
- Fortalecer el ecosistema del Bosque Ean a través de la siembra y preservación de especies nativas, fomentando la biodiversidad y la captura de carbono.
- Promover buenas prácticas en la separación, tratamiento y disposición final de los residuos.

5.3. Nuevas iniciativas para la reducción de emisiones.

Los objetivos de mediano plazo, proyectados para 2025-2026, se definen como pasos intermedios hacia metas de largo plazo. Estos se caracterizan por su especificidad y relevancia, al estar alineados con la visión de la institución:

- Aumentar en un 25% las emisiones evitadas mediante el tratamiento adecuado de los residuos orgánicos aprovechables.

- Disminuir hasta en un 30% las emisiones derivadas del transporte de colaboradores, mediante la consolidación del modelo de trabajo a distancia.
- Implementar un sistema de BMS (Building Management System) para analizar al menos el 50% de los consumos de energía asociados a eventos internos y externos de la Universidad.
- Unificar y adaptar espacios e infraestructura para optimizar el uso de los recursos.
- Fortalecer el ecosistema de los Bosques Ean (Reserva Biológica Encenillo y Las Moyas) mediante la siembra y preservación de especies nativas, promoviendo la biodiversidad y la captura de carbono.

5.4. Consideraciones finales.

La Universidad reafirma su compromiso con la gestión responsable de sus emisiones de gases de efecto invernadero, reconociendo que, a pesar de los avances alcanzados en materia de eficiencia energética, movilidad sostenible, gestión de residuos y conservación de la biodiversidad, aún existen actividades en las que es posible reducir de manera significativa nuestra huella de carbono.

El inventario 2024 nos permite contar con una medición más precisa y transparente de nuestras operaciones, fortaleciendo la capacidad institucional para orientar decisiones que impulsen la reducción de emisiones. En este sentido, resulta prioritario seguir consolidando iniciativas como la generación de energía renovable, la optimización de la movilidad, el tratamiento adecuado de residuos y la preservación de nuestros bosques, como pilares de un camino hacia la carbono neutralidad.

Este compromiso se encuentra plenamente alineado con la Política de Sostenibilidad y Emprendimiento Sostenible, así como con nuestro Proyecto Educativo Institucional, que orienta a la comunidad académica hacia una formación consciente, responsable y coherente con los desafíos globales de sostenibilidad.

De esta manera, la Universidad reconoce que cada acción, por pequeña que parezca, suma en la construcción de una hoja de ruta institucional orientada a la transformación y al aporte tangible frente a la crisis climática. Mantener y fortalecer esta visión será clave para alcanzar las metas planteadas en el segundo ciclo de carbono neutralidad y para seguir consolidándonos como una institución líder en sostenibilidad.

Bibliografía

- Canada, T. F. (2021). *CO2 Emissions of Printing a Document vs Opening It Online*. Obtenido de <https://techforgoodcanada.com/co2-emissions-of-printing-a-document-vs-opening-it-online>
- Carbon Trust. (2016). *Herramientas y estudios sobre la huella de carbono de productos y servicios*. Obtenido de Carbon Trust: <https://www.carbontrust.com/>
- Earth.rorg. (s.f.). *Fast Fashion and Emissions: What's the Link?* . Obtenido de <https://earth.org/fast-fashion-and-emissions-whats-the-link>
- EEA. (2019). *Informes sobre el impacto ambiental de productos de papel*. Obtenido de Agencia Europea de Medio Ambiente.
- Emoab. (s.f.). *Carbon footprint of a plastic pen*. Obtenido de <https://cdn-netshop.emoab.se/static/images/EasyOrder%28Documents%29/27/34/asset.10992734.pdf>
- EPA. (2024). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. Obtenido de <https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-02/ghg-emission-factors-hub-2024.pdf>
- EPA. (15 de 01 de 2025). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. Obtenido de <https://www.epa.gov/system/files/documents/2025-01/ghg-emission-factors-hub-2025.pdf>
- FECOC. (2016). *CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIONES DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA*. Obtenido de https://app.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones1/new/Informe_Final_FECOC_Correcciones_UPME_FunNatura.pdf
- Fedebiocombustibles. (2025). *Porcentaje de mezclas*. Obtenido de <https://fedebiocombustibles.com/statistics/>
- ICAO. (2024). *Carbon Emissions Calculator*. Obtenido de <https://www.icao.int/environmental-protection/Carbonoffset/Pages/default.aspx>
- INECC. (2015). *Informes y estudios sobre la huella de carbono de productos de ferretería y materiales de construcción*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- IPCC. (2006). *Derivados del uso de combustible y disolventes: Volumen 3 - Capítulo 5*. Obtenido de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_5_Ch5_Non_Energy_Products.pdf
- IPCC. (2006). *Uso del suelo: Volumen 4 - Capítulo 11*. Obtenido de Volumen 2, Capítulo 1: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf

- IPCC. (2019). *Emisiones fugitivas: Volumen 3 - Capítulo 7*. Obtenido de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/3_Volume3/19R_V3_Ch07_ODS_Substitutes.pdf
- IPCC. (2019). *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Volumen 5: Residuos*. Obtenido de IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático): <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>
- IIPCC. (2021). *Sixth Assessment Report, Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Min Ambiente. (2023). *Factores de emisión de gases de efecto invernadero para la gestión de residuos sólidos*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia: <https://www.minambiente.gov.co/>
- Min Ambiente. (09 de Noviembre de 2023). *Gobierno Nacional declara oficialmente el fenómeno de El Niño*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/gobierno-nacional-declara-oficialmente-el-fenomeno-de-el-nino-y-alerta-al-pais-a-continuar-preparandose/>
- Min Minas y Energía. (2022). *Resolución 40111 de 2021*. Obtenido de Ministerio de Minas y Energía: https://www.minenergia.gov.co/documents/3040/48895-Res_40111__MezclasBios_B12_042021.pdf
- Network, E. P. (2017). *Estudios específicos sobre la huella de carbono de diferentes tipos de papel y sus procesos de impresión*. Obtenido de Environmental Paper Network: <http://environmentalpaper.org/>
- UNEP. (2021). *United Nations Environment Programme*. Obtenido de Single-Use Bottles and Their Alternatives: Recommendations from Life Cycle Assessments. : <https://www.lifecycleinitiative.org>
- Universidad Ean. (2025). *Informe de Sostenibilidad 2024*. Obtenido de https://universidadean.edu.co/sites/default/files/2025-04/Inf_SostenibilidadUEanFinalDigitalLinks.pdf
- Villota-Paz, J. O.-T.-P. (2022). *Comparative life cycle assessment for the manufacture of bio-detergents*. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24439-x>
- XM. (04 de 02 de 2025). XM. Obtenido de Preliminar del cálculo de Factor de Emisión del Sistema Interconectado: <https://www.xm.com.co/noticias/7493-resultado-preliminar-del-calculo-de-factor-de-emision-del-sistema-interconectado>
- Zhang, H. (2023). *Life cycle carbon footprint analysis of suitcase production and use*. Obtenido de https://www.linkedin.com/posts/hao-zhang-82a89425_life-cycle-carbon-footprint-analysis-of-suitcase-activity-7301807411944677378--9uT