



Turismo
Circular
PERÚ

greeninitiative
For a Climate & Nature Positive Planet



Reporte de Huella de Carbono del **Destino Turístico Machu Picchu**



El presente reporte evalúa la Huella de Carbono del Destino Turístico Machu Picchu, mediante el análisis de la información asociada a las de actividades desarrolladas dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu durante el periodo 2024.

Como resultado, Machu Picchu logró alcanzar, por tercera vez, la certificación Carbon Neutral, que declara que el destino turístico ha cumplido con el ciclo de certificación de Green Initiative y ha alcanzado la neutralidad mediante la captura y compensación de sus emisiones de carbono correspondientes a los alcances 1, 2 y 3, habiendo atendido con todos los estándares internacionales de las Naciones Unidas.



Agradecimientos

Gestión: Elvis La Torre Uñacori – Alcalde del Distrito de Machu Picchu.

Equipo de la Municipalidad de Machu Picchu:

Marco Olivera – Gerencia de Gestión Ambiental.

Fredy Michael Laura – División de Gestión de Residuos Sólidos.

Lucero Carrión Flórez – Sugerencia Turismo y Desarrollo Económico

Supervisión de Green Initiative: Tatiana Otaviano

Equipo de Green Initiative: Erika Rumiche, Virna Chávez, Marc Tristant, Musye Lucen, Matheus Mendes, Tatiana Otaviano, Luciana Visnevski.

El trabajo fue liderado por la Municipalidad Distrital de Machu Picchu en colaboración con InkaTerra y el Grupo AJE. A este equipo impulsor se sumó el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP), la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (PROMPERU), y Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR).

Los autores de este reporte agradecen las valiosas contribuciones de:

José Koechlin, Gabriel Meseth, José Purisaka (Inkaterra Hoteles); Katherine Sofía Dávila (MINCETUR); Vladimir Ramírez Prada, Jorge Luis Ramos Chique y Bertha Jorge Herrera (SERNANP); María del Sol Velásquez y Simy Zegarra (PROMPERÚ); Marcos Vaena (IFC – Banco Mundial); Sebastián Winkler (Earthmind); Jorge López-Dóriga (Grupo AJE); Mónica Yuliana Montes Castaño (Tetra Pak Colombia); Martha Cecilia Yarrow Raffo (APTAE); Mery Luz Calderón Carrión (Kuoda Travel); Carlos Loayza y Milagros Espinoza (CANATUR); Karla Peña y Reedy Bancayan (Municipalidad Distrital de El Alto); Joelma Galdos y Jordi Piera Testino (Continental Travel); Wilbert Rozas y Miguel Ángel Atausupa (Municipalidad Distrital de Anta).

Este material es publicado en el marco del proyecto “Coalición Turística por una Economía Circular, Inclusiva y Climáticamente Inteligente” denominado también “Turismo Circular Perú”, el cual es ejecutado por CANATUR PERÚ con el apoyo financiero de la Unión Europea en Perú a través de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) en Perú. Su contenido es responsabilidad de CANATUR PERÚ y no refleja necesariamente las opiniones de las agencias de cooperación.

Fecha de entrega: Noviembre– 2025

Para más información, envíe un correo electrónico a:

contact@greeninitiative.eco

www.greeninitiative.eco



ÍNDICE

1. CONCEPTOS GENERALES	9
2. RESUMEN EJECUTIVO.....	11
3. OBJETIVOS	14
3.1. OBJETIVO DEL REPORTE	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4. DESCRIPCIÓN DE LA CIUDAD	16
5. METODOLOGÍA.....	18
5.1. PROCESO METODOLÓGICO	18
5.2. LÍMITES DEL INVENTARIO DE GEI	20
5.2.1. <i>Periodo del reporte</i>	20
5.2.2. <i>Marco según la ciudad</i>	20
5.2.3. <i>Límites territoriales</i>	20
5.2.4. <i>Alcances del inventario</i>	21
5.2.5. <i>Elaboración de la herramienta de cálculo</i>	24
5.3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO	25
5.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN (DATA DE ACTIVIDAD) Y CONTROL DE CALIDAD	32
5.5. ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE	36
6. RESULTADOS	38
6.1. EMISIONES SEGÚN ALCANCES	38
6.2. EMISIONES SEGÚN FUENTES.....	41
6.3. INDICADORES DE EMISIÓN DE GEI	43
7. ANÁLISIS COMPARATIVO.....	44
7.1. HISTÓRICO Y COMPARATIVO DE LA HUELLA ANUAL	44
7.2. VARIACIÓN DE EMISIONES SEGÚN FUENTES.....	45
7.3. COMPARATIVO DEL INDICADOR DE GEI	46
7.4. PROYECCIÓN DEL INDICADOR DE GEI	47
8. ANÁLISIS DE CAPTURA DE CARBONO	49
8.1. PROCESO METODOLÓGICO PARA LA MEDICIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO	49
8.2. ÁREA DE ESTUDIO	49
8.3. CÁLCULO DE RESULTADOS	50



9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN..... 58

9.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS 58

9.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN EXISTENTES 62

9.3. COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE CARBONO 64

10. RECOMENDACIONES 66

11. CONCLUSIONES 68

12. ANEXOS70

12.1. FACTORES DE EMISIÓN Y PARÁMETROS UTILIZADOS 70

12.2. POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL 71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Santuario Histórico de Machu Picchu17

Figura 2. Documentos técnicos usados para la medición de huella de carbono..... 18

Figura 3. Límites territoriales del Distrito de Machu Picchu..... 20

Figura 4. Herramienta de cálculo de emisiones de GEI (portada) 24

Figura 5. Imagen referencial de los kilómetros recorridos por los trenes dentro del Distrito de Machu Picchu 33

Figura 6. Flujograma del proceso metodológico para el cálculo de captura de carbono.....49

Figura 7. Imágenes satelitales y gráfico de captura de carbono de las áreas de restauración ecológica en el Santuario Histórico de Machu Picchu..... 52

Figura 8. Imágenes satelitales y gráfico de captura de carbono de las zonas histórico-culturales.....54

Figura 9. Balance de emisiones del Distrito de Machu Picchu periodo 202457

Figura 10. Mapa de prioridad de restauración de zonas de recuperación del Santuario Histórico de Machu Picchu..... 61



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Emisiones de GEI según alcances 1, 2 y 3 del Distrito de Machu Picchu en 2024 40

Gráfico 2. Participación de emisiones de GEI del Distrito de Machu Picchu según alcances en 2022..... 40

Gráfico 3. Emisiones de GEI del Distrito de Machu Picchu según fuentes de emisión en 2024..... 42

Gráfico 4. Participación de emisiones de GEI según fuentes del Distrito de Machu Picchu en 2024..... 43

Gráfico 5. Indicador de GEI basado en datos turísticos del Distrito de Machu Picchu en 2024..... 43

Gráfico 6. Comparativo de emisiones de GEI anuales del Distrito de Machu Picchu (2019, 2020, 2022 y 2024)..... 44

Gráfico 7. Variación de emisiones de GEI del Distrito de Machu Picchu según fuentes (2019 - 2024)..... 46

Gráfico 8. Comparativo del indicador de GEI del Distrito de Machu Picchu según turistas (2019 - 2024)..... 47

Gráfico 9. Proyección del indicador de GEI del Distrito de Machu Picchu (2019 - 2030) 48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Alcances y fuentes de emisión de GEI consideradas.....21

Tabla 2. Fuentes informativas consideradas..... 24

Tabla 3. Consumo de GLP en el Distrito de Machu Picchu en 2024 32

Tabla 4. Consumo de leña en establecimientos comerciales del Distrito de Machu Picchu en 2024..... 32



Tabla 5. Consumo de GLP en pirólisis de residuos en el Distrito de Machu Picchu en 2024..... 33

Tabla 6. Consumo de Diésel B5 por trenes en el Distrito de Machu Picchu en 2024 33

Tabla 7. Consumo de Diésel B5 por buses en el Distrito de Machu Picchu en 2024 34

Tabla 8. Consumo de electricidad según el sector del Distrito de Machu Picchu en 2024..... 34

Tabla 9. Consumo de Biodiésel producido en el Distrito de Machu Picchu en 2024 34

Tabla 10. Residuos sólidos generados en el Distrito de Machu Picchu en 2024 35

Tabla 11. Residuos sólidos tratados en el Distrito de Machu Picchu en 2024 35

Tabla 12. Descripción de los niveles de incertidumbre 36

Tabla 13. Niveles de incertidumbre de las fuentes de emisión de GEI..... 36

Tabla 14. Total de emisiones de GEI según fuentes y alcances del Distrito de Machu Picchu en 2024..... 39

Tabla 15. Captura de carbono en áreas de restauración ecológica del Distrito de Machu Picchu en 2024..... 51

Tabla 16. Captura de carbono en áreas de restauración ecológica ubicadas fuera del Distrito de Machu Picchu durante el año 2024 51

Tabla 17. Captura de carbono en zonas histórico-culturales del Distrito de Machu Picchu en 2024..... 53



LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Emisiones de GEI por cocción de alimentos con GLP	25
Ecuación 2. Emisiones de GEI por cocción de alimentos con leña	26
Ecuación 3. Emisiones de GEI por la pirólisis de residuos.....	26
Ecuación 4. Emisiones de GEI por el consumo de combustible por buses.....	27
Ecuación 5. Emisiones de GEI por el consumo de combustible por buses....	28
Ecuación 6. Emisiones de GEI por el consumo de electricidad	28
Ecuación 7. Emisiones de GEI por el consumo de biodiésel producido	29
Ecuación 8. Emisiones de metano.....	29
Ecuación 9. Potencial de generación de metano.....	30
Ecuación 10. Masa del carbono orgánico degradable	30
Ecuación 11. Carbono orgánico degradable.....	31

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Valor calórico neto de los combustibles	70
Anexo 2. Factor de emisión de fuentes fijas	70
Anexo 3. Factor de emisión de fuentes móviles.....	70
Anexo 4. Composición del combustible Diésel B5.....	70
Anexo 5. Factor de emisión del consumo de electricidad	71
Anexo 6. Fracción de biomasa no renovable	71
Anexo 7. Variable para las emisiones de residuos.....	71
Anexo 8. Valores del Potencial de Calentamiento Global de los GEI	71

1. Conceptos generales

Calentamiento global



Es el aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra debido a las actividades humanas.

Cambio climático



Es un cambio en la distribución estadística de los patrones meteorológicos durante un periodo prolongado de tiempo que pueden ir desde décadas a millones de años. Es un cambio que está vinculado a la actividad humana.

Carbono Neutral



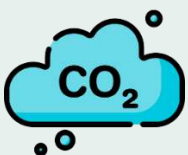
Es el balance entre la cuantificación de las emisiones y las acciones de reducción y remoción/compensación de gases efecto invernadero.

Créditos de Carbono



Son reducciones certificadas de emisiones de gases de efecto invernadero. Es uno de los tres mecanismos propuestos en el Protocolo de Kioto para la reducción de emisiones causantes del calentamiento global o efecto invernadero.

Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂eq)



Es una medida universal de medición en toneladas utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero.

Efecto Invernadero



Es la subida de la temperatura de la atmósfera que se produce como resultado de la presencia en la atmósfera de gases de origen natural, principalmente dióxido de carbono.

Gases de Efecto Invernadero (GEI)



Son los gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Estos gases son: el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el ozono (O_3), los clorofluorocarbonos (CFC), etc.

Gestión de la Huella de Carbono



Es una práctica concreta, medible y comparable en el tiempo, que permite mejorar el desempeño climático del sistema de actividades productivas, buscando desconectar el crecimiento económico de las emisiones de CO_2 .

Huella de Carbono



Es el inventario o cuantificación de todas las emisiones de GEI y captura de dióxido de carbono (CO_2) en un determinado ámbito y tiempo.

Huella de Carbono de una Ciudad



Inventario de las emisiones/captura de GEI generadas por las distintas actividades que se realizan dentro de los límites territoriales de una ciudad.

2. Resumen Ejecutivo

El estado del clima mundial ha emitido su advertencia más severa hasta la fecha. El año 2024 ha sido confirmado como el año más cálido desde que existen registros, marcando un hito alarmante en la crisis climática. El promedio anual de la temperatura media mundial superó en 1.55 °C la media del período 1850-1900, y los últimos diez años (2015-2024) han sido los diez años más cálidos registrados. Este calentamiento acelerado es impulsado por concentraciones de gases de efecto invernadero que, en 2023, alcanzaron los niveles más altos en al menos 800 000 años, y que continuaron aumentando en 2024. Los efectos del cambio climático son claros y visibles: la criósfera, que incluye todos los lugares de la Tierra cubiertos de hielo y nieve, se está derritiendo muy rápido. En los últimos tres años, los glaciares han perdido más hielo del que han acumulado, registrando la mayor pérdida de la que se tiene constancia. Además, el hielo que flota en el océano cerca de la Antártida alcanzó su segunda extensión más baja jamás registrada¹.

Este escenario de crisis climática define la profunda paradoja del sector turístico. El turismo es uno de los sectores más vulnerables a los efectos del cambio climático; fenómenos extremos como huracanes, olas de calor, el derretimiento de glaciares y la degradación de ecosistemas, amenazan la existencia misma de los destinos naturales y patrimoniales que son su principal activo. Sin embargo, el turismo es también una fuente considerable de emisiones. Según estimaciones recientes, el turismo mundial genera entre el 8 % y el 10 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, principalmente debido al transporte y al alojamiento. Si se mantienen las tendencias actuales, estas emisiones podrían aumentar significativamente para 2030^{2,3}.

¹ Organización Meteorológica Mundial (OMM). *Informe del estado del clima mundial 2024*. Ginebra: OMM; 2025.

² Organización Mundial del Turismo (OMT). *Measuring the Sustainability of Tourism: A Statistical Framework*. Madrid: OMT; 2023.

³ International Transport Forum (ITF). *Transport Outlook 2023: Policies for Net Zero Transport*. París: OECD Publishing; 2023.

En este contexto de urgencia global, mientras la comunidad internacional se congrega en la 30^{ava} Conferencia de las Partes (COP30) para evaluar tres décadas de negociaciones climáticas, la necesidad de acciones concretas y medibles es absoluta. Machu Picchu se erige como un referente de liderazgo y un modelo de gestión probado. Demostrando que un turismo sostenible y descarbonizado es posible.

Es por ello que, en octubre de 2025, Machu Picchu renovó por tercera vez su certificación como la Primera Maravilla del Mundo Carbono Neutral, un reconocimiento internacional otorgado por Green Initiative que acredita el cumplimiento de sus metas de descarbonización y su alineación con los compromisos climáticos globales. Este hito fue posible gracias a la colaboración entre el sector público y privado, cuyo trabajo conjunto y sostenido ha permitido consolidar un modelo ejemplar de gestión ambiental y acción climática en uno de los destinos turísticos más emblemáticos del planeta.

En este marco, es fundamental precisar que la certificación se fundamentó en el inventario de emisiones de carbono del 2019, utilizándolo como línea base para evaluar la evolución real del destino. A partir de este diagnóstico, se desplegó un plan de acción enfocado en la reducción, tratamiento y gestión integral de residuos, complementado con la restauración paisajística de la Ciudadela Inca y programas de sensibilización multisectorial. Estas medidas han sido claves para instaurar un modelo de economía circular y potenciar las estrategias de mitigación de la huella de carbono.

En ese sentido, se implementaron cuatro procesos de revalorización de residuos: una planta compactadora para plástico PET, una unidad de producción de biodiésel a base de aceites usados, una planta de pirólisis para generar "biochar" y dos trituradoras de vidrio que producen arenilla para la construcción; todo ello reforzado por una red de segregación distrital. El impacto directo de este sistema fue una reducción de emisiones de $-55.08 \text{ tCO}_2\text{eq}$, a lo que se sumó el aporte del biodiésel producido, disminuyendo otras $-17.93 \text{ tCO}_2\text{eq}$.

Para garantizar la rigurosidad del cálculo de la huella de carbono del Destino Turístico Machu Picchu, se aplicaron los estándares del Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de GEI a Escala Comunitaria (GPC), complementados con las directrices del IPCC. El inventario

cuantificó las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano biogénico y fósil (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), utilizando los potenciales de calentamiento global actualizados del Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR6), correspondientes a 1, 27, 29.8 y 273 respectivamente.

En el año 2024, Machu Picchu emitió un total de 7,731.38 tCO_2eq , cifra que consolida una reducción acumulada del -11.76% respecto al año base 2019. En el desglose por fuentes, el consumo de combustible de los trenes se mantiene como el principal emisor (45.86% del total, con 3,495.33 tCO_2eq), mientras que el Alcance 1, referido a emisiones directas dentro de la ciudad, representa el alcance de mayor significancia con un 66.32% (5,127.76 tCO_2eq).

**Reducción anual
acumulada (2019 - 2024) =
-11.58%**

El balance de emisiones en 2024 integró la captura de carbono del territorio en dos frentes: restauración ecológica y zonas histórico-culturales. La reforestación de más de 2.37 hectáreas con 2,996 árboles nativos logró capturar -81.29 tCO_2eq , mientras que las zonas histórico-culturales (núcleo turístico) aportó una captura significativa de -4,976.12 tCO_2eq . La suma de estos factores generó una captura total de -5,057.41 tCO_2eq , resultando en un balance neto de emisiones para el periodo de 2,673.97 tCO_2eq .

Mediante esta medición precisa y la ejecución de medidas correctivas, Machu Picchu se alinea con los lineamientos de *Climate Neutral Now* de la CMNUCC. Este paso valida su gestión climática y ratifica su compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, impactando directamente en el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y el ODS 13 (Acción por el Clima).

Es prioritario que estos logros se socialicen entre todos los actores del distrito para poner en valor el nuevo estándar climático y estimular la participación activa de instituciones, ciudadanos y visitantes. Más allá del prestigio que otorga esta certificación, la gestión realizada aporta un valor sostenible tangible a la ciudad, consolidando la ruta de Machu Picchu hacia la descarbonización y reafirmando su liderazgo mundial en turismo sostenible.

3. Objetivos

3.1. Objetivo del reporte

Fortalecer la gestión climática y el modelo de turismo circular del Destino Turístico Machu Picchu mediante la actualización de su huella de carbono, la identificación de avances en la reducción de emisiones y la definición de nuevas acciones de mitigación, compensación y regeneración para continuar avanzando hacia su descarbonización.

El informe contribuye al desarrollo sostenible y resiliente del distrito, promoviendo la eficiencia en el uso de recursos, la economía circular y la minimización de residuos. Asimismo, reafirma el compromiso municipal de monitorear de manera continua las emisiones e incentivar buenas prácticas ambientales en el sistema turístico local, difundiendo los resultados en cumplimiento de los compromisos internacionales de transparencia climática.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar un inventario de gases de efecto invernadero (GEI) o huella de carbono de Machu Picchu, identificando las principales fuentes de emisión y remoción de GEI y cuantificando el balance de emisiones para el año 2024.
- Elaborar una herramienta que permita calcular a lo largo del tiempo la huella de carbono del distrito de Machu Picchu, reforzando la capacidad local para ejecutar la gestión de la huella de carbono, de forma continua y proactiva.

- Ofrecer recomendaciones para mitigar o reducir la huella de carbono de próximos periodos, promoviendo el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones y el fortalecimiento de un modelo de turismo circular y bajo en carbono.
- Reforzar la capacidad local para la gestión continua de la huella de carbono y la adopción de prácticas circulares, mediante el uso y mejora de herramientas que permitan monitorear el progreso hacia la descarbonización y resiliencia climática.



4. Descripción de la ciudad

Situado en el sur de Perú, el distrito de Machu Picchu pertenece a la provincia de Urubamba, dentro de la región de Cusco. Su capital y único núcleo urbano es Machu Picchu Pueblo, conocido popularmente por su nombre anterior, Aguas Calientes.

Esta localidad es el corazón logístico de la visita y se encuentra estratégicamente en la región de yunga fluvial, a 2,040 metros sobre el nivel del mar. Geográficamente, está enclavada junto al río Urubamba, en el punto exacto donde confluyen los ríos Aguas Calientes y Alcamayo.

Machu Picchu Pueblo funciona como la principal puerta de ingreso al Santuario Histórico de Machu Picchu, un área protegida por el Estado desde 1981 y declarada Patrimonio Mundial Mixto (Natural y Cultural) por la UNESCO en 1983. Es crucial diferenciar el pueblo (2,040 m) de la Llaqta de Machu Picchu (la ciudadela inca), la cual se sitúa más arriba, a 2,430 metros sobre el nivel del mar. Esta maravilla arqueológica fue construida, según la mayoría de los estudios, a mediados del siglo XV bajo el mandato del inca Pachacútec. El Santuario en su totalidad protege no solo los restos arqueológicos, sino también una biodiversidad excepcional, que incluye especies como el oso de anteojos y el gallito de las rocas.

El distrito está rodeado por un paisaje espectacular de imponentes montañas cubiertas por la densa vegetación de la selva alta. Este entorno natural único coexiste con un intenso dinamismo turístico. En la zona previa al ingreso a la Llaqta, se concentra una robusta actividad económica que incluye comercio, hospedaje, alimentación, transporte, y los controles y registros de visitantes. Si bien estas actividades son esenciales para el turismo, también generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que requieren una gestión cuidadosa.

La administración del destino ha sido destacada por impulsar un desarrollo turístico basado en la sostenibilidad, priorizando la seguridad, la calidad del servicio y la conservación del entorno. En este contexto, Machu Picchu ha reafirmado su liderazgo en la acción climática al renovar su condición de Destino Turístico Carbono Neutral. Sus esfuerzos están activamente orientados a la reducción y compensación de emisiones, en línea con los objetivos del Acuerdo de París. Este compromiso refuerza su rol como un referente mundial en turismo sostenible, buscando ofrecer experiencias responsables a los visitantes e impulsar una transformación positiva en todos los actores del sector.

Figura 1. Santuario Histórico de Machu Picchu



5. Metodología

5.1. Proceso metodológico

La huella de carbono de Machu Picchu ha sido elaborada siguiendo los métodos y principios de cálculo y reporte que figura en:

- Protocolo de GEI: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria.⁴
- Directrices para la elaboración de inventarios nacionales de GEI.⁵
- Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR6).⁶

Figura 2. Documentos técnicos usados para la medición de huella de carbono



Todos estos documentos técnicos señalan que es necesario cumplir con cinco principios, los cuales permitirán que los resultados obtenidos puedan ser consistentes, comparados en el tiempo y verificados por terceras partes. Estos principios son los siguientes:

⁴ Greenhouse Gas Protocol. (2014). Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf

⁵ Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

⁶ IPCC Sixth Assessment Report. (2022). <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

- i) **Relevancia:** Las emisiones de GEI informadas deberán reflejar de manera apropiada las emisiones resultantes de las actividades y los patrones de consumo de la ciudad. El inventario también servirá para la toma de decisiones de la ciudad, tomando en consideración las normas locales, subnacionales y nacionales. Este principio aplica al seleccionar las fuentes de datos y determinar y priorizar las mejoras para la recolección de datos.
- ii) **Exhaustividad:** Las ciudades deben informar todas las fuentes de emisión que estén dentro del límite del inventario. Cualquier omisión de fuente de emisión deberá justificarse y explicarse con claridad.
- iii) **Coherencia:** El cálculo de emisiones debe ser coherente en el enfoque, límite y la metodología. El uso de metodologías coherentes para calcular las emisiones de GEI permite una documentación significativa del cambio en las emisiones a través del tiempo, el análisis de tendencias y las comparaciones entre otras ciudades. Cualquier desviación de las metodologías preferidas deberá presentarse y justificarse.
- iv) **Transparencia:** Los datos de actividad, los factores de emisión y las metodologías de contabilidad requieren de una documentación adecuada y bien referenciada para permitir la verificación. La información debe ser suficiente para permitir que quienes revisan esta información puedan utilizar las mismas fuentes de datos y obtener los mismos resultados. Todas las omisiones deben identificarse, reportarse y justificarse con claridad.
- v) **Precisión:** El cálculo de las emisiones de GEI no deberá exagerar ni minimizar la verdadera cantidad de emisiones de GEI. La exactitud debe ser tal que asegure de manera razonable a los que toman decisiones y al público la integridad de la información reportada.

5.2. Límites del inventario de GEI

5.2.1. Periodo del reporte

La presente huella de carbono tomó como límites temporales el año 2024, teniendo como fecha de inicio el 1 de enero de 2024 y fecha de finalización el 31 de diciembre de 2024.

5.2.2. Marco según la ciudad

La evaluación de las fuentes de emisión del Distrito de Machu Picchu consideró el nivel **BÁSICO**, el cual abarca los siguientes sectores:

- Energía (fuentes estacionarias)
- Energía (fuentes móviles)
- Consumo de electricidad
- Descomposición de los residuos sólidos.

Las emisiones de GEI del nivel **BÁSICO** son las más representativas del destino turístico, donde no hay actividad industrial y hay poca actividad agrícola (consideradas como marginales).

5.2.3. Límites territoriales

La huella de carbono consideró los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu, el mismo que por su particularidad considera principalmente las emisiones de GEI que se generan tanto en la ciudad de Machu Picchu Pueblo y la Ciudad Inca o Llaqta.

Figura 3. Límites territoriales del Distrito de Machu Picchu



5.2.4. Alcances del inventario

Las fuentes de emisión fueron consideradas en el inventario corresponden a los alcances 1, 2 y 3. A continuación se presentan las fuentes de emisión de GEI consideradas según sus respectivos alcances:

Tabla 1. Alcances y fuentes de emisión de GEI consideradas

Alcance	Descripción	Fuente de emisión de GEI
Alcance 1	Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad.	- Cocción de alimentos con GLP - Cocción de alimentos con Leña - Pirólisis de residuos - Consumo de combustible por buses - Consumo de combustible por trenes
Alcance 2	Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o refrigeración suministrados en red dentro de los límites de la ciudad.	- Consumo de electricidad
Alcance 3	El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad.	- Consumo de biodiésel producido - Descomposición de residuos sólidos

Nota: No se consideraron las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible de trenes fuera de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu, ya que se siguió el enfoque geográfico. En ese sentido, no habría emisiones de esta actividad en el alcance 3.

a. Fuentes de emisión de GEI

Fuentes de emisión de GEI del alcance 1

- **Cocción de alimentos con GLP** – Emisiones de GEI generadas por el consumo (quema) del gas licuado de petróleo (GLP) para el funcionamiento de equipos de cocción de alimentos en el sector residencial y comercial (restaurantes, hoteles y bares) del Distrito de Machu Picchu.

- **Cocción de alimentos con Leña** – Emisiones de GEI generadas por el consumo de leña para la cocción de alimentos, principalmente en el sector comercial (restaurantes de pizzería y pollería) del Distrito de Machu Picchu. Sin embargo, la leña también se utiliza en menor cantidad para la generación de calor en chimeneas del sector hotelero.
- **Pirólisis de residuos** – Emisiones de GEI generadas por el consumo (quema) del GLP en la pirólisis de residuos orgánicos generados en el Distrito de Machu Picchu. En la pirólisis de residuos se obtiene como producto el “biochar”, material que mejora las propiedades del suelo y puede capturar el dióxido de carbono (CO₂eq) atmosférico.
- **Consumo de combustible por buses** – Emisiones de GEI generadas por el uso (quema) del combustible Diesel B5 para el funcionamiento de los buses, que transportan principalmente a los turistas, en el tramo Machu Pueblo - Llaqta (dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu). En esta fuente de emisión también se incluyen las emisiones de GEI del camión baranda que transporta los residuos sólidos generados dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu.
- **Consumo de combustible por trenes** – Emisiones de GEI generadas por el uso (quema) del combustible Diésel B5 para el funcionamiento de los trenes que transportan principalmente a personas, pero también cargas/mercancías y residuos sólidos. Los trenes recorren rutas que se ubican dentro y fuera de los límites territoriales, por lo que las emisiones de GEI consideradas en esta fuente de emisión corresponden a solo los kilómetros recorridos dentro los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu.

Fuentes de emisión de GEI del alcance 2

- **Consumo de electricidad.** – Emisiones de GEI que se generan por el consumo de electricidad del Distrito de Machu Picchu, proveniente del sistema eléctrico. Este consumo eléctrico ocurre en el sector doméstico, comercial y alambrado público.

Fuentes de emisión de GEI del alcance 3

- **Consumo de biodiesel producido** – En esta fuente se considera las emisiones de GEI que se reducen por el consumo de biodiesel (biocombustible), que fue producido dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu, como remplazo del diésel (combustible fósil). Este biocombustible se considera neutro en emisiones de CO₂ porque el carbono que emite proviene de una biomasa que, a su vez, ha absorbido carbono de la atmósfera, por lo que el carbono se mantiene en equilibrio.
- **Descomposición de residuos sólidos** – Emisiones de metano (CH₄) que se generan por la descomposición de residuos sólidos en ambientes anaeróbicos. Estos residuos se generan dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu, pero se disponen afuera en el relleno sanitario Jahuacollay del Distrito de Maras.

b. Fuentes de emisión de GEI informativas

Las emisiones informativas, corresponden a aquellas emisiones que no forman parte de la huella de carbono, debido a que provienen de: “Emisiones de CO₂ por quema de biomasa”. A continuación, se describen las emisiones informativas identificadas para la Huella de Carbono del Distrito de Machu Picchu:

- **Emisiones de CO₂ por quema de biomasa:** La biomasa quemada incluyen la leña, que se consume en pollerías y pizzerías del Distrito de Machu Picchu, así como el Diésel B5, el cual contiene 5% de biocombustible (Biodiésel) y al quemarse esta biomasa genera emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. Las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) generadas por la quema de biomasa se reportan de manera informativa en la Tabla 2 y no forma parte de la huella de carbono; mientras que las emisiones de CH₄ y N₂O se incluyen en la huella de carbono en la fuente de emisión “Cocción de alimentos con Leña”, “Consumo de combustibles por buses”, “Consumo de combustibles por trenes” y “Consumo de biodiésel producido”.

Tabla 2. Fuentes informativas consideradas

Fuente informativa	Valor (tCO ₂)
Quema de biomasa (Biodiésel)	140.70
Quema de biomasa (Biocombustible sólido)	13.74
Total	154.44

c. Fuentes de emisión de GEI excluidas

En la presente evaluación de la huella de carbono no se realizaron exclusiones de fuentes de emisión de GEI. El cálculo incorporó la totalidad de la información requerida para garantizar un resultado completo y conforme a los lineamientos metodológicos.

5.2.5. Elaboración de la herramienta de cálculo

Luego de la identificación de fuentes, alcances y límites de las emisiones de GEI en el Distrito de Machu Picchu, se desarrolló una herramienta de cálculo en Excel. Esta herramienta, titulada "Libro de cálculo de huella de carbono del Destino Turístico Machu Picchu (2024)", contiene la información completa para el cálculo de la huella de carbono del año 2024. Su estructura garantiza la transparencia total al exponer todos los parámetros y factores de emisión con sus respectivas referencias, facilitando la revisión y verificación por terceros. El libro de cálculo, incluyendo los resultados, se adjunta como anexo digital al presente informe.

Figura 4. Herramienta de cálculo de emisiones de GEI (portada)



5.3. Metodología de cálculo

Los métodos utilizados para cuantificar las emisiones de GEI fueron los siguientes:

a. Cocción de alimentos con GLP

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por la cocción de alimentos del sector residencial y comercial dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu. Para calcular esta fuente de emisión, se tuvo en cuenta la cantidad total anual y el tipo de combustible consumido (GLP). Además, se utilizó el valor calorífico neto (Anexo 1) y los factores de emisión correspondiente al combustible GLP (Anexo 2), así como el potencial de calentamiento global de los GEI (Anexo 8).

Ecuación 1. Emisiones de GEI por cocción de alimentos con GLP

$$E_{GEI} = C_{comb,i} * VCN_{comb,i} * (FE_{CO2,i} + FE_{CH4,i} * PCG_{CH4} + FE_{N2O,i} * PCG_{N2O}) / 1000$$

Donde:

- E_{GEI} : Emisiones de GEI por la cocción de alimentos con GLP (tCO₂eq).
- $C_{comb,i}$: Consumo de combustible [i] (kg).
- $VCN_{comb,i}$: Valor calórico neto del combustible [i] (TJ/kg).
- $FE_{comb,i}$: Factor de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O del combustible [i].
- $PCG_{CH4, N2O}$: Potencial de calentamiento global de CH₄ y de N₂O.
- i : Tipo de combustible (GLP).

b. Cocción de alimentos con Leña

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por la cocción de alimentos con leña, que ocurre principalmente en sector comercial, como pollerías y pizzerías ubicadas dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu. Para calcular esta fuente de emisión, se tuvo en cuenta la cantidad total anual de leña consumida. Además, se utilizó la fracción de biomasa no renovable (Anexo 6), se empleó el valor calorífico neto (Anexo 1) y los factores

de emisión correspondiente a la leña (Anexo 2), así como el potencial de calentamiento global de los GEI (Anexo 8).

Ecuación 2. Emisiones de GEI por cocción de alimentos con leña

$$E_{GEI} = C_{Leña} * VCN_{Leña} * (fNRB * FE_{CO2} + FE_{CH4} * PCG_{CH4} + FE_{N2O} * PCG_{N2O}) / 1000$$

Donde:

- E_{GEI} : Emisiones de GEI por la cocción de alimentos con leña (tCO₂eq).
- $C_{comb,i}$: Consumo de combustible [i] (kg).
- $VCN_{Leña}$: Valor calórico neto del combustible [i] (TJ/kg).
- $FE_{Leña}$: Factor de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O del combustible [i].
- $PCG_{CH4, N2O}$: Potencial de calentamiento global de CH₄ y de N₂O.
- $fNRB$: Fracción de biomasa no renovable.

c. Pirólisis de residuos

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por la pirólisis de residuos orgánicos generados en el Distrito de Machu Picchu para producir biochar, que posteriormente es utilizado como abono orgánico en áreas de restauración ecológica. Esta pirolización se realiza en la dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu. Para calcular esta fuente de emisión, se tuvo en cuenta la cantidad total anual y el tipo de combustible consumido (GLP). Además, se utilizó el valor calórico neto (Anexo 1), los factores de emisión según el tipo de combustible (Anexo 2) y el potencial de calentamiento global de los GEI (Anexo 8).

Ecuación 3. Emisiones de GEI por la pirólisis de residuos

$$E_{GEI} = C_{comb,i} * VCN_{comb,i} * (FE_{CO2,i} + FE_{CH4,i} * PCG_{CH4} + FE_{N2O,i} * PCG_{N2O}) / 1000$$

Donde:

- E_{GEI} : Emisiones de GEI por la pirólisis de residuos (tCO₂eq).
- $C_{comb,i}$: Consumo de combustible [i] (kg).
- $VCN_{comb,i}$: Valor calórico neto del combustible i (TJ/kg).

- $FE_{comb,i}$: Factor de emisión de CO_2 , CH_4 y N_2O del combustible [i].
- PCG_{CH_4, N_2O} : Potencial de calentamiento global de CH_4 y de N_2O .
- i : Tipo de combustible (GLP).

d. Consumo de combustible por buses

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por la combustión de combustibles consumidos por los buses que trasladan a personas y residuos en el Distrito de Machu Picchu. Para el cálculo de esta fuente de emisión se contabiliza la cantidad total anual y el tipo de combustible consumido. Asimismo, se utiliza el valor calórico neto (Anexo 1) y los factores de emisión según el tipo de combustible (Anexo 3), así como el potencial de calentamiento global de los GEI (Anexo 8). El combustible empleado fue el Diésel B5 que se caracteriza por ser una mezcla de 95% Diésel 2 y 5% Biodiésel (Anexo 4), motivo por el cual el cálculo de emisiones considera la suma de las emisiones de dicha mezcla.

Ecuación 4. Emisiones de GEI por el consumo de combustible por buses

$$E_{GEI} = [\sum C_{comb,i} * VCN_{comb,i} * (FE_{CO_2,i} + FE_{CH_4,i} * PCG_{CH_4} + FE_{N_2O,i} * PCG_{N_2O}) / 1000]$$

Donde:

- E_{GEI} : Emisiones de GEI por el consumo de combustibles por buses (tCO_2eq).
- $C_{comb,i}$: Consumo de combustible [i] (gal).
- $VCN_{comb,i}$: Valor calórico neto del combustible [i] (TJ/gal).
- $FE_{comb,i}$: Factor de emisión de CO_2 , CH_4 e N_2O del combustible [i].
- PCG_{CH_4, N_2O} : Potencial de calentamiento global de CH_4 y N_2O .
- i : Tipo de combustible (Diésel B5 y Biodiésel).

e. Consumo de combustible por trenes

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por la combustión de combustibles consumidos por los trenes que trasladan a personas, mercancías y residuos en el Distrito de Machu Picchu. Para el cálculo de esta fuente de emisión se contabiliza la cantidad total anual

y el tipo de combustible consumido. Asimismo, se utiliza el valor calórico neto (Anexo 1) y los factores de emisión según el tipo de combustible (Anexo 3), así como el potencial de calentamiento global de los GEI (Anexo 8). El combustible empleado fue el Diésel B5 que se caracteriza por ser una mezcla de 95% Diésel 2 y 5% Biodiésel (Anexo 4), motivo por el cálculo el cálculo de emisiones considera la suma de las emisiones de dicha mezcla.

Ecuación 5. Emisiones de GEI por el consumo de combustible por buses

$$E_{GEI} = [\sum C_{comb,i} * VCL_{comb,i} * (FE_{CO2,i} + FE_{CH4,i} * PCG_{CH4} + FE_{N2O,i} * PCG_{N2O})]/1000$$

Donde:

- E_{GEI} : Emisiones de GEI por el consumo de combustibles por trenes (tCO₂eq).
- $C_{comb,i}$: Consumo de combustible [i] (gal).
- $VCL_{comb,i}$: Valor calórico neto del combustible [i] (TJ/gal).
- $FE_{comb,i}$: Factor de emisión de CO₂, CH₄ e N₂O del combustible [i].
- $PCG_{CH4, N2O}$: Potencial de calentamiento global de CH₄ y N₂O.
- i : Tipo de combustible (Diésel 2 y Biodiésel).

f. Consumo de electricidad

En esta fuente se consideran las emisiones de GEI generadas como consecuencia del consumo de energía eléctrica procedente del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). Para calcular esta fuente de emisión se debe tener en cuenta el factor de emisión obtenido del SEIN (Anexo 5).

Ecuación 6. Emisiones de GEI por el consumo de electricidad

$$E_{GEE} = (C_{elet}/1000) * FE_{gen_elet}$$

Donde:

- E_{GEI} : Emisiones de GEI por el consumo de electricidad (tCO₂eq).
- C_{elect} : Consumo de energía eléctrica (kWh).
- FE_{gen_elect} : Factor de emisión por generación de electricidad del SEIN (tCO₂eq/MWh).

g. Consumo de biodiésel producido

El biodiésel producido en Machu Picchu Pueblo, que aprovecha los residuos de aceites vegetales es utilizado con fines energéticos fuera de la ciudad. Su consumo reduce emisiones de CO₂ debido a ser carbono que proviene de biomasa, el cual se asume está en equilibrio o que al quemarse volverá a formar parte de las plantas que producen los aceites vegetales. Para calcular esta fuente de emisión, se tuvieron en cuenta la cantidad total de biodiésel producido consumido en el periodo de estudio. Además, se utilizó el valor calórico neto (Anexo 1) y los factores de emisión correspondiente al combustible Biodiésel (Anexo 2), así como el potencial de calentamiento global de los GEI (Anexo 8).

Ecuación 7. Emisiones de GEI por el consumo de biodiésel producido

$$E_{GEI} = -(C_{BD} * VCN_{BD} * FE_{CO_2,i}) + (C_{BD} * VCN_{BD} * FE_{CH_4,i} * PCG_{CH_4} + FE_{N_2O,i} * PCG_{N_2O})/1000$$

Donde:

E_{GEI}	:	Emisiones de GEI por el consumo de biodiésel producido (tCO ₂ eq).
C_{BD}	:	Consumo de biodiésel producido (gal).
VCN_{BD}	:	Valor calórico neto del biodiésel (TJ/gal).
FE_{BD}	:	Factor de emisión de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O del biodiésel.
PCG_{CH_4, N_2O}	:	Potencial de calentamiento global de CH ₄ y N ₂ O.

h. Descomposición de residuos sólidos

Los residuos sólidos, especialmente los orgánicos, pueden generar importantes emisiones de metano (CH₄), dependiendo de cómo se gestionen y dónde se disponen. Para el cálculo de emisiones de esta fuente se tuvo en cuenta la cantidad de residuos generados, según su tipo (Anexo 7) generados dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu, que posteriormente fueron dispuestos en el relleno sanitario Jahuacollay, ubicado en el Distrito de Maras. A continuación, se presentan las ecuaciones que describen el cálculo de emisiones:

Ecuación 8. Emisiones de metano

$$E_{CH_4} = [\sum CH_4 \text{ generado}_{x,t} - R_T] * (1 - OX_T)$$

Donde:

- E_{CH_4} : Emisiones de metano (tCH_4).
- T : Año del inventario.
- x : Tipo de residuos y/o materiales.
- R_t : CH_4 recuperado durante el año T , (tCH_4).
- OX_T : Factor de oxidación del metano durante el año T .

Ecuación 9. Potencial de generación de metano

$$CH_4\text{generado}_{x,t} = (DDOC_m/1000) * F * 16/12$$

Donde:

- $CH_4\text{generado}_{x,t}$: Potencial de generación de metano (tCH_4).
- $DDOC_m$: Masa del carbono orgánico degradable depositado, (kg).
- F : Fracción del CH_4 en el gas del vertedero generado (fracción de volumen).
- $16/12$: Coeficiente de peso molecular (CH_4/C).

Ecuación 10. Masa del carbono orgánico degradable

$$DDOC_m = W * DOC * DOC_f * MCF$$

Donde:

- $DDOC_m$: Masa del carbono orgánico degradable depositado (kg).
- W : Masa de los residuos depositados (kg).
- DOC : Carbono orgánico degradable durante el año de deposición (Kg de C/Kg de residuos).
- DOC_f : Fracción de DOC que puede descomponerse.
- MCF : Factor de corrección del CH_4 para la descomposición aeróbica durante el año de deposición.

Ecuación 11. Carbono orgánico degradable

$$\text{DOC} = 0.4 \times \% \text{RPP} + 0.20 \times \% \text{RDJeP} + 0.15 \times \% \text{RRA} + 0.43 \times \% \text{RMeP}$$

Donde:

- DOC : Carbono orgánico degradable durante el año de deposición (fracción, Kg de C/Kg de residuos).
- RPT : Residuos de papel y cartón.
- RDJyP : Residuos de jardines y parques.
- RRA : Residuos de restos de alimentos.
- RMyP : Residuos de madera y paja.

5.4. Recopilación de información (data de actividad) y control de calidad

La información o los niveles de actividad obtenidos para calcular esta huella de carbono (2024) se detallan y describen a continuación. Los datos de actividad utilizados para realizar los cálculos se presentan por fuente de emisión y su respectivo proveedor.

a. Cocción de alimentos con GLP

La información de esta fuente de emisión fue obtenida de la Municipalidad Distrital de Machu Picchu a partir de los datos de ventas de GLP proporcionados por 1 único distribuidor de GLP en el Distrito de Machu Picchu.

Tabla 3. Consumo de GLP en el Distrito de Machu Picchu en 2024

Actividad	Consumo de GLP (kilogramos)
1 distribuidor de GLP	99,000.00

b. Cocción de alimentos con Leña

La información de esta fuente de emisión fue obtenida por la Municipalidad Distrital de Machu Picchu a partir de las cantidades de leña que se consumen por establecimientos comerciales de los rubros pizzerías y pollerías dentro de la ciudad.

Tabla 4. Consumo de leña en establecimientos comerciales del Distrito de Machu Picchu en 2024

Rubro	Consumo de leña (kilogramos)
Pizzería	10,800.00
Pollería	14,400.00
Total	25,200.00

c. Pirólisis de residuos

La información de esta fuente de emisión se obtuvo de la Municipalidad Distrital de Machu Picchu y refiere al consumo del combustible GLP que se realiza en el pirolizador ubicado en el Distrito de Machu Picchu con el fin de producir biochar.

Tabla 5. Consumo de GLP en pirólisis de residuos en el Distrito de Machu Picchu en 2024

Actividad	Consumo de GLP (kilogramos)
Pirólisis de residuos para producción de biochar	5,320.00

d. Consumo de combustible por trenes

La información de esta fuente de emisión fue obtenida de las dos empresas de trenes (Perú Rail e Inca Rail) que transportan a los pasajeros hacia Machu Picchu Pueblo y de retorno o salida de esta ciudad. Una de estas empresas también transporta cargas y los residuos sólidos generados en la ciudad. Estos trenes consumen el combustible Diésel B5.

La información proporcionada por ambas empresas se aproximó del combustible consumido por el transporte que sucede dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu (Alcance 1).

Figura 5. Imagen referencial de los kilómetros recorridos por los trenes dentro del Distrito de Machu Picchu

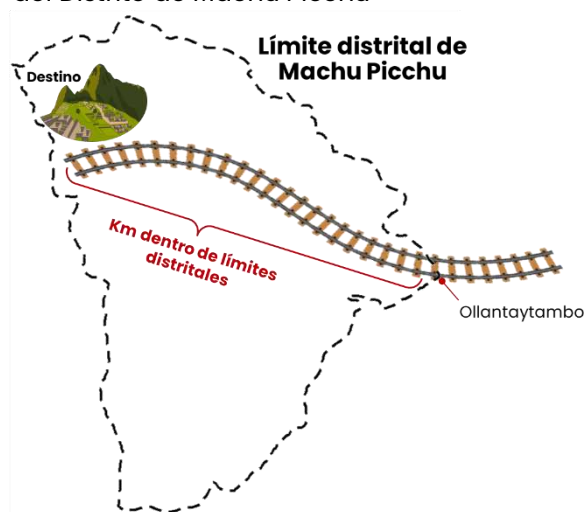


Tabla 6. Consumo de Diésel B5 por trenes en el Distrito de Machu Picchu en 2024

Tipo de vehículo	Consumo de Diésel B5 (galones)
Trenes dentro de los límites territoriales del distrito	367,800.25

e. Consumo de combustible por buses

La información de esta fuente de emisión se obtuvo a partir de registros directos proporcionados por la Municipalidad Distrital de Machu Picchu, correspondientes al consumo de combustible del camión baranda destinado al transporte de residuos dentro del distrito. En el caso de los buses que trasladan a los turistas hacia Machu Picchu, la información disponible fue limitada debido al reciente cambio de concesión; por consiguiente, los datos fueron estimados utilizando resultados de años anteriores, ajustados según la actividad turística del año de estudio (2024).

Tabla 7. Consumo de Diésel B5 por buses en el Distrito de Machu Picchu en 2024

Tipo de vehículo	Consumo de Diésel B5 (galones)
Buses	126,572.19
Camión baranda	4,320.00
Total	130,892.19

f. Consumo de electricidad

La información de esta fuente de emisión fue obtenida a través de Electro Sur Este, compartiendo datos del consumo eléctrico en el año 2024 de la zona urbana y rural del Distrito de Machu Picchu.

Tabla 8. Consumo de electricidad según el sector del Distrito de Machu Picchu en 2024

Sector	Consumo de electricidad (kWh)
Zona urbana de Machu Picchu	7,719,806.70
Zona rural de Machu Picchu	3,686,685.00
Total	11,406,491.70

g. Consumo de biodiésel consumido

La información de esta fuente de emisión fue proporcionada por InkaTerra, que tiene una planta para transformar aceites usados en biodiésel. Este biocombustible se utiliza como sustituto parcial del diésel convencional para operar una caldera en el Hotel El Malpi.

Tabla 9. Consumo de Biodiésel producido en el Distrito de Machu Picchu en 2024

Actividad	Consumo (galones)
Consumo de Biodiésel producido	277.00

h. Descomposición de residuos sólidos

La información de los residuos sólidos generados y posteriormente depositados en el relleno sanitario en el periodo 2024 provienen de la base de datos del Sistema de Información para la Gestión de los Residuos Sólidos (SIGERSOL).

Tabla 10. Residuos sólidos generados en el Distrito de Machu Picchu en 2024

Residuos aprovechables y no aprovechables	Toneladas
Residuos de alimentos	733.97
Residuos de maleza y poda	29.10
Papel (Mixto)	55.44
Cartón (Corrugado)	40.88
Vidrio (Mixto)	27.42
Plástico (Tereftalato de polietileno)	41.97
Plástico (Polipropileno)	25.61
Lata (Hojalata)	44.13
Otros Metales	5.89
Bolsas plásticas	91.65
Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias	100.05
Pilas	0.84
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.48
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, otros)	5.17
Restos de medicamentos	0.00
TOTAL	1,202.59

Adicionalmente, se recopiló información sobre los residuos sólidos generados en el distrito de Machu Picchu que no fueron depositados en el relleno sanitario, ya que recibieron otro tratamiento.

Tabla 11. Residuos sólidos tratados en el Distrito de Machu Picchu en 2024

Tratamiento / Tipo de residuo	Toneladas
Pirólisis / Restos de alimentos	73,603.93
Aprovechamiento de cartón y PolyAl* (Tetra Pak y otros materiales asociados)	2,999.88
Compactación de PET / Plástico PET	38,250.56
Total	111,854.49

Nota: PolyAL es el nombre que recibe la fracción de polímeros y aluminio presente en los envases tipo Tetra Pak tras su proceso de reciclaje.

5.5. Análisis de incertidumbre

Para el cálculo de emisiones de GEI, se realizó una evaluación cualitativa de la incertidumbre. Para ello, se han considerado los tres niveles de incertidumbre, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 12. Descripción de los niveles de incertidumbre

Criterios de incertidumbre	Descripción
Limitado	Los datos de nivel de actividad provienen de estimaciones, generalmente realizadas por juicio de experto o donde se tiene cierta incertidumbre sobre su valor real. En muchos casos, el valor del nivel de actividad no es fácilmente reproducible.
Aceptable	Los datos de nivel de actividad provienen de cálculos que es posible reproducir. En algunos casos se incluyen encuestas, con un intervalo de confianza mínimo de 90% y error del 10%.
Razonable	Los datos de nivel de actividad están respaldados por evidencia documentaria de un tercero: facturas, boletas de venta, etc. Los datos reportados suelen ser medidos con equipos calibrados, según la legislación nacional.

Fuente: Guía Técnica HC Perú (MINAM)

Los niveles de incertidumbre calificados y el tipo de recolección de datos correspondientes a cada fuente de emisión analizada en el cálculo de la huella de carbono del Destino Turístico de Machu Picchu (2024) se describen en la siguiente tabla:

Tabla 13. Niveles de incertidumbre de las fuentes de emisión de GEI

Fuente de emisión de GEI	Descripción de la recolección de datos	Nivel de incertidumbre
Cocción de alimentos con GLP	Los datos se obtuvieron a partir de registros de venta del distribuidor de GLP.	Razonable
Cocción de alimentos con Leña	Los datos se obtuvieron a partir de encuestas de los restaurantes (pizzerías y pollerías) realizada por la Municipalidad Distrital de Machu Picchu.	Aceptable
Pirólisis de residuos	Los datos se obtuvieron a partir de los registros de consumo de combustible para la pirólisis de residuos.	Razonable
Consumo de combustibles por buses (Camión baranda)	El camión baranda encargado del transporte de residuos en la ciudad, se contó con registros directos del consumo de combustible.	Razonable

Fuente de emisión de GEI	Descripción de la recolección de datos	Nivel de incertidumbre
Consumo de combustibles por buses (Transporte de turistas)	Los buses que trasladan a los turistas hacia Machu Picchu, el acceso a la información fue limitado, debido a que la empresa responsable de las operaciones en 2024 ya no contaba con la concesión al momento de elaborar el análisis de huella de carbono. En consecuencia, los datos fueron obtenidos mediante estimaciones basadas en resultados de años anteriores, ajustados según la actividad turística del año de estudio.	Limitado
Consumo de combustibles por trenes	Los datos registrados están respaldados por evidencia documentaria de las empresas de trenes Perú Rail e Inca Rail.	Razonable
Consumo de electricidad	Los datos se obtuvieron a partir de los registros de la organización distribuidora de energía eléctrica Electro Sur Este.	Razonable
Consumo de biodiésel producido	Los datos se obtuvieron a partir de los registros de InkaTerra.	Razonable
Descomposición de residuos sólidos	Los datos se obtuvieron a partir de la información registrada en la plataforma SIGERSOL.	Razonable

6. Resultados

En 2024, la Huella de Carbono del Distrito de Machu Picchu generó un total de:

7,731.38 tCO₂eq

6.1. Emisiones según alcances

Entre las emisiones generadas, el alcance 1 (Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad) generó un total de 5,127.76 tCO₂eq, lo que representa el 66.32% de las emisiones totales, la más alta entre todos los alcances.

El total de emisiones generadas en el alcance 2 (Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o refrigeración suministrados en red dentro de los límites de la ciudad) fue de 1,948.64 tCO₂eq, lo que representa el 25.20% de las emisiones de GEI; este alcance fue la que menos contribuyó a las emisiones de GEI en el año evaluado.

Por último, el alcance 3 (El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad) generó un total de 654.98 tCO₂eq, lo que representa el 8.47% de las emisiones totales de GEI.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las emisiones de GEI según los alcances 1, 2 y 3 en el periodo 2024:

Tabla 14. Total de emisiones de GEI según fuentes y alcances del Distrito de Machu Picchu en 2024

Fuente de emisión de GEI	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	Total de emisiones de GEI (tCO ₂ eq)
Alcance 1: Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad	5,064.53	0.27	0.26	5,127.76
Cocción de alimentos con GLP	295.48	0.00	0.00	295.75
Cocción de alimentos con Leña	13.74	0.01	0.00	0.75
Pirólisis de residuos	15.88	0.00	0.00	15.89
Consumo de combustibles por buses	1,243.91	0.07	0.07	1,264.35
Consumo de combustibles por trenes	3,495.33	0.19	0.19	3,551.03
Alcance 2: Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o refrigeración suministrados en red dentro de los límites de la ciudad	1,941.76	0.11	0.01	1,948.64
Consumo de electricidad	1,941.76	0.11	0.013	1,948.64
Alcance 3: El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad	-	24.64	0.00	654.98
Consumo de biodiésel producido	-	0.0001	0.00001	0.01
Descomposición de residuos sólidos (con acciones)	-	24.26	-	654.97
<i>Descomposición de residuos sólidos (sin acciones)</i>	-	26.30	-	710.06
<i>Emisiones evitadas por aprovechamiento de residuos sólidos</i>	-	2.04	-	55.88
Total	7,006.09	24.64	0.27	7,731.38

Las emisiones totales del Distrito de Machu Picchu en 2024, agrupando las fuentes de emisión por alcance, se muestran a continuación en cifras totales y porcentajes.

Gráfico 1. Emisiones de GEI según alcances 1, 2 y 3 del Distrito de Machu Picchu en 2024

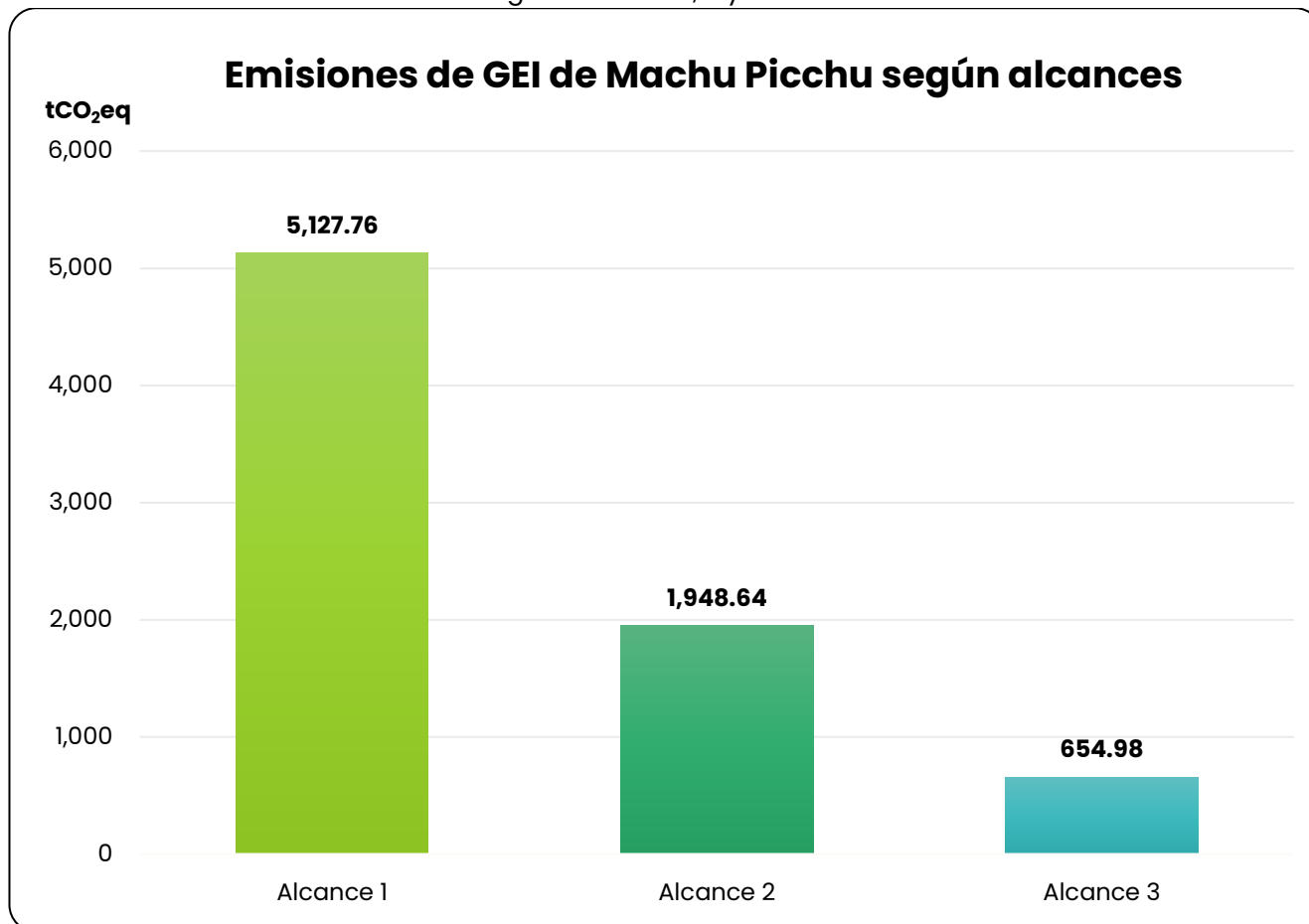
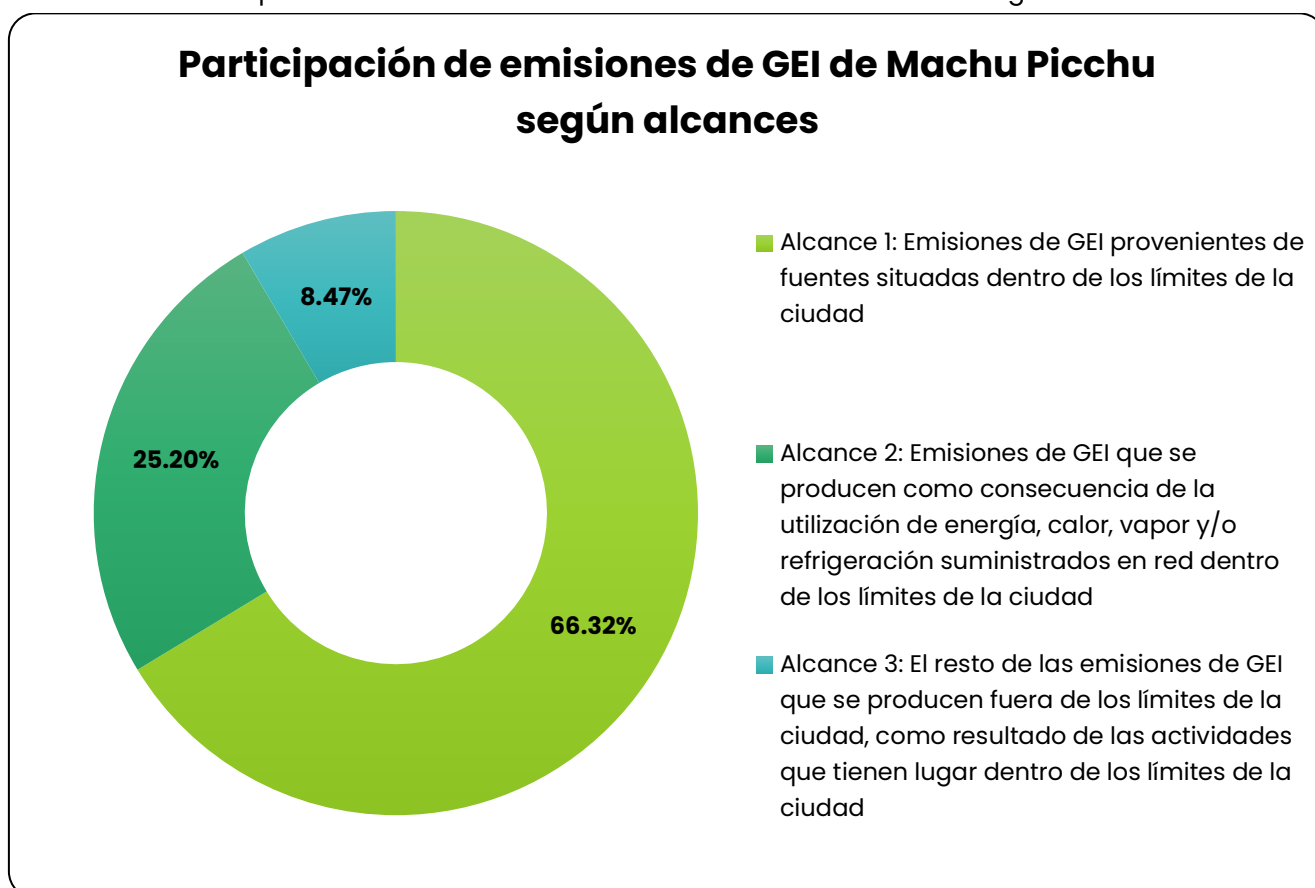


Gráfico 2. Participación de emisiones de GEI del Distrito de Machu Picchu según alcances en 2022



6.2. Emisiones según fuentes

Las emisiones de GEI por fuente de emisión se presentan en orden ascendente:

Consumo de combustibles por trenes



La fuente de emisión Consumo de combustibles por trenes generó un total de 3,551.03 tCO₂eq en 2024; esta fuente también fue responsable del 45.93% de las emisiones totales de GEI.

Consumo de electricidad



La fuente de emisión Consumo de electricidad generó un total de 1,948.64 tCO₂eq en 2024; esta fuente también fue responsable del 25.20% de las emisiones totales de GEI.

Consumo de combustibles por buses



Las emisiones procedentes del Consumo de combustibles por buses resultaron en 1,264.35 tCO₂eq en 2024, representando el 16.35% de las emisiones totales de GEI.

Descomposición de residuos sólidos (con acciones)



La fuente de emisión Descomposición de residuos sólidos (con acciones) resultó en 654.97 tCO₂eq en 2024, representando el 8.47% de las emisiones totales de GEI.

Cocción de alimentos con GLP



Las emisiones procedentes de la Cocción de alimentos con GLP dieron lugar a 295.75 tCO₂eq en 2024; esta fuente también fue responsable del 3.83% de las emisiones totales de GEI.

Pirólisis de residuos



La fuente de emisión Pirólisis de residuos para la producción de biochar generó un total de 15.89 tCO₂eq en 2024; esta fuente también fue responsable del 0.21% de las emisiones totales de GEI.

Cocción de alimentos con Leña



La fuente de emisión Cocción de alimentos con leña generó un total de 0.75 tCO₂eq en 2024; esta fuente también representó el 0.01% de las emisiones totales de GEI.

Consumo de biodiésel producido

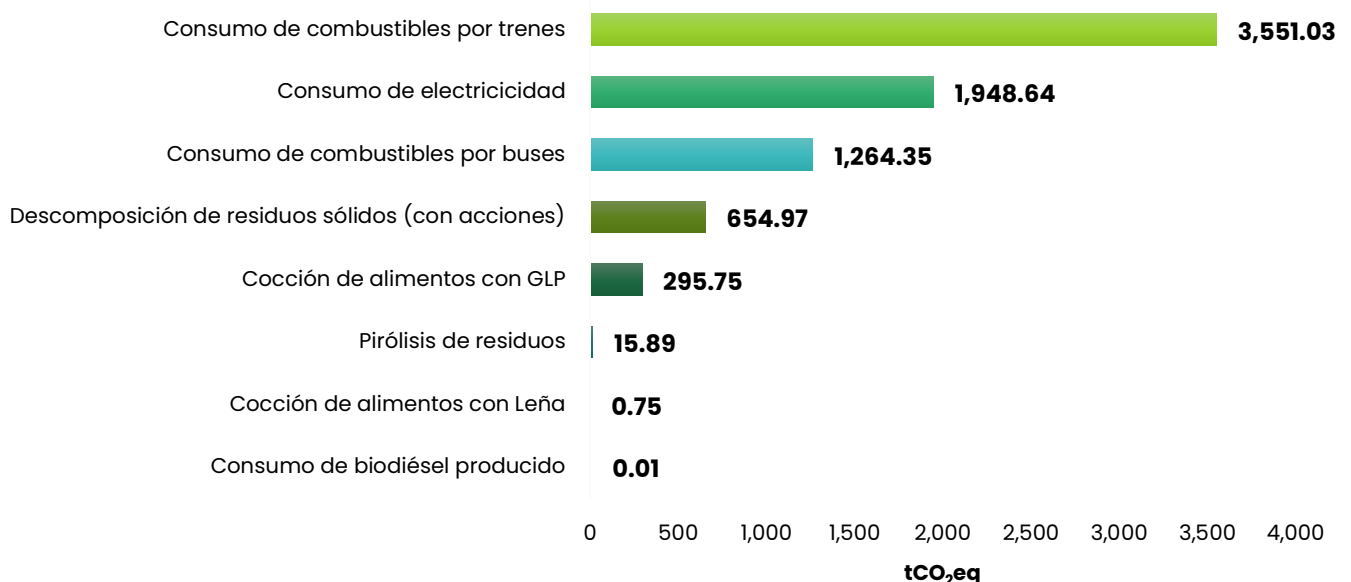


La fuente de Consumo de biodiésel producido generó un total de 0.01 tCO₂eq en 2024, representando el 0.0001% de las emisiones totales de GEI.

A continuación, se presentan gráficos que muestran las emisiones totales de GEI del Distrito de Machu Picchu, según las fuentes de emisión en orden descendente.

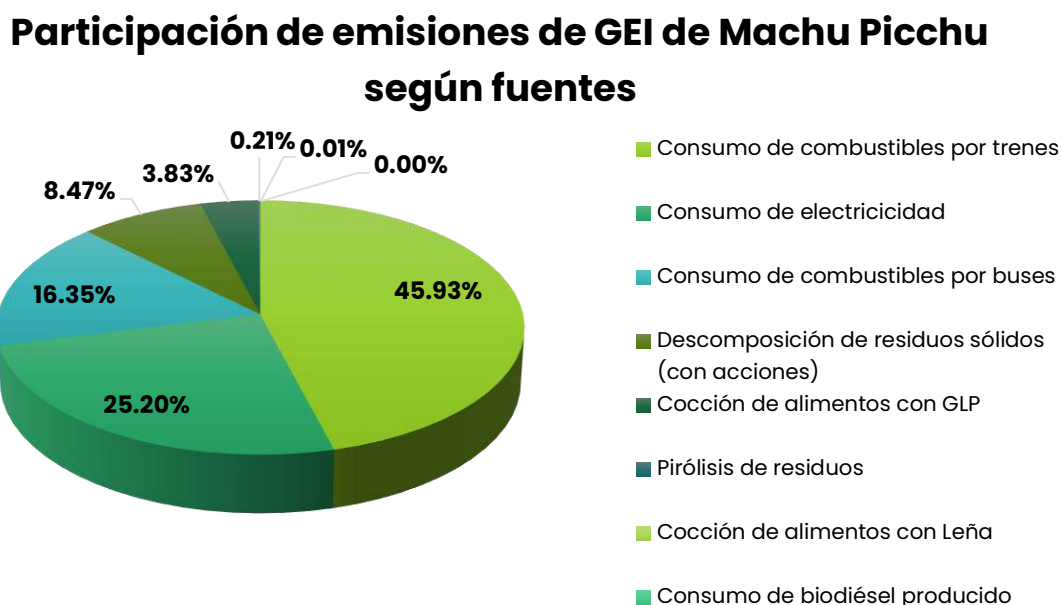
Gráfico 3. Emisiones de GEI del Distrito de Machu Picchu según fuentes de emisión en 2024

Emisiones de GEI de Machu Picchu según fuentes



Los resultados también se presentan según su participación en porcentaje, con el fin de identificar el impacto de cada fuente de emisión evaluada en el tamaño de la huella total.

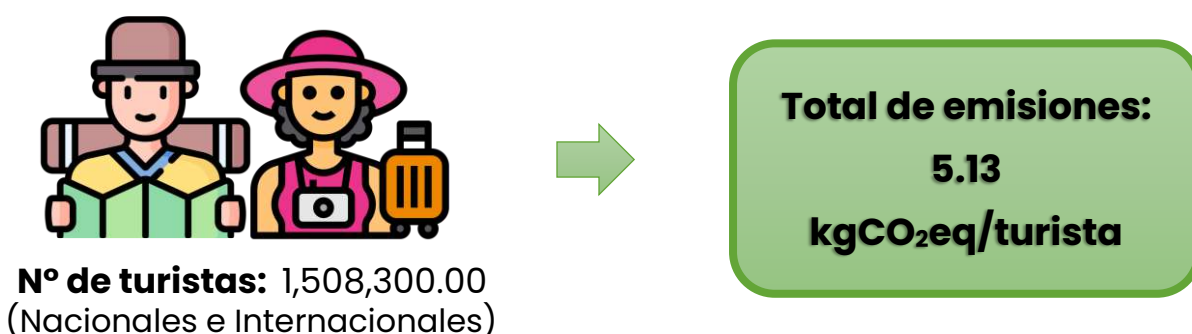
Gráfico 4. Participación de emisiones de GEI según fuentes del Distrito de Machu Picchu en 2024



6.3. Indicadores de emisión de GEI

El indicador de GEI es necesario para poder comparar la huella de carbono de los próximos años respecto a su año base (2019). Para ello, es importante considerar el desempeño turístico a lo largo de los años del área de estudio. Este indicador de GEI relaciona la huella de carbono total con el número de turistas que ha tenido el Destino Turístico de Machu Picchu en el periodo de estudio (2024). En ese año, Machu recibió 1,508.300.00 turistas nacionales e internacionales (MINCETUR).

Gráfico 5. Indicador de GEI basado en datos turísticos del Distrito de Machu Picchu en 2024



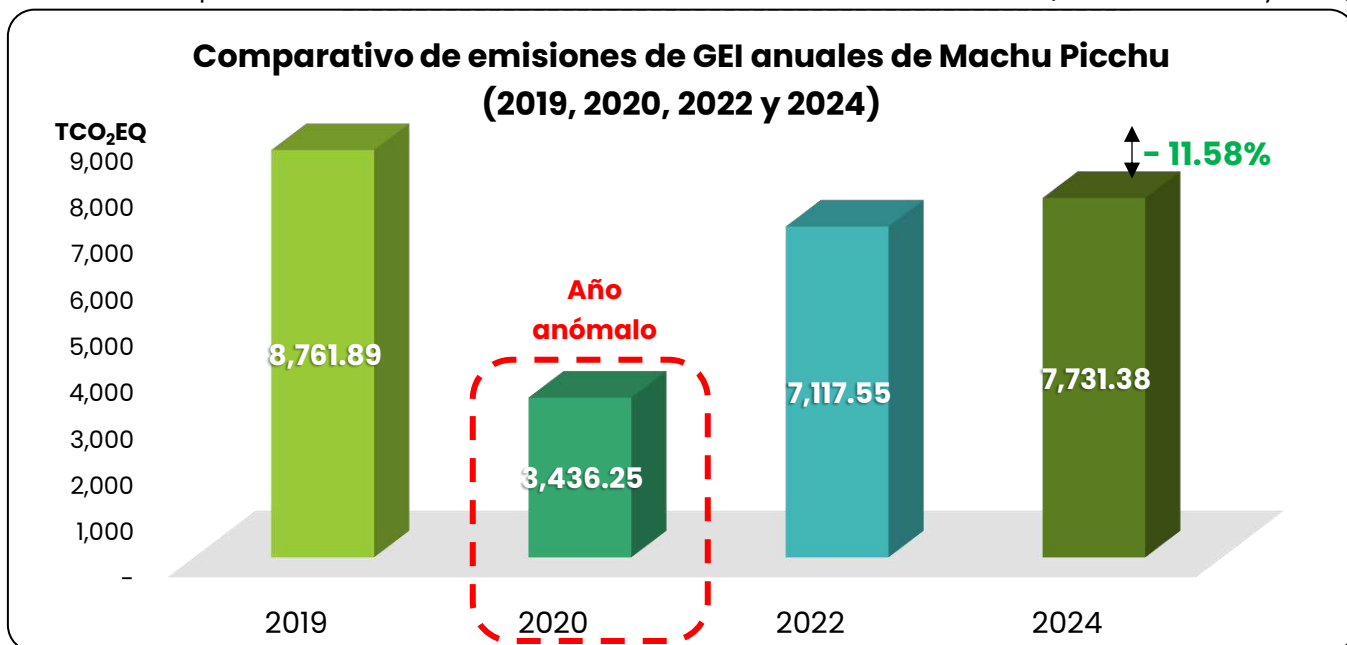
7. Análisis comparativo

7.1. Histórico y comparativo de la huella anual

Machu Picchu ha realizado cuatro mediciones de su huella de carbono, siendo el presente reporte la cuarta. Los periodos evaluados anteriormente corresponden a los años 2019, 2020 y 2022. Cabe destacar que en 2020 la actividad turística se vio gravemente afectada por la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19.

En 2024, Machu Picchu redujo sus emisiones totales de GEI en un 11,58 % en comparación con su línea base de 2019. Este logro fue posible gracias al trabajo conjunto de las autoridades locales y entidades del sector privado, que implementaron medidas como la quema de residuos orgánicos para producir biochar, la compactación de residuos PET, el uso de vehículos eléctricos para el transporte de residuos y la restauración ecológica mediante la plantación de árboles nativos de la zona.

Gráfico 6. Comparativo de emisiones de GEI anuales del Distrito de Machu Picchu (2019, 2020, 2022 y 2024)



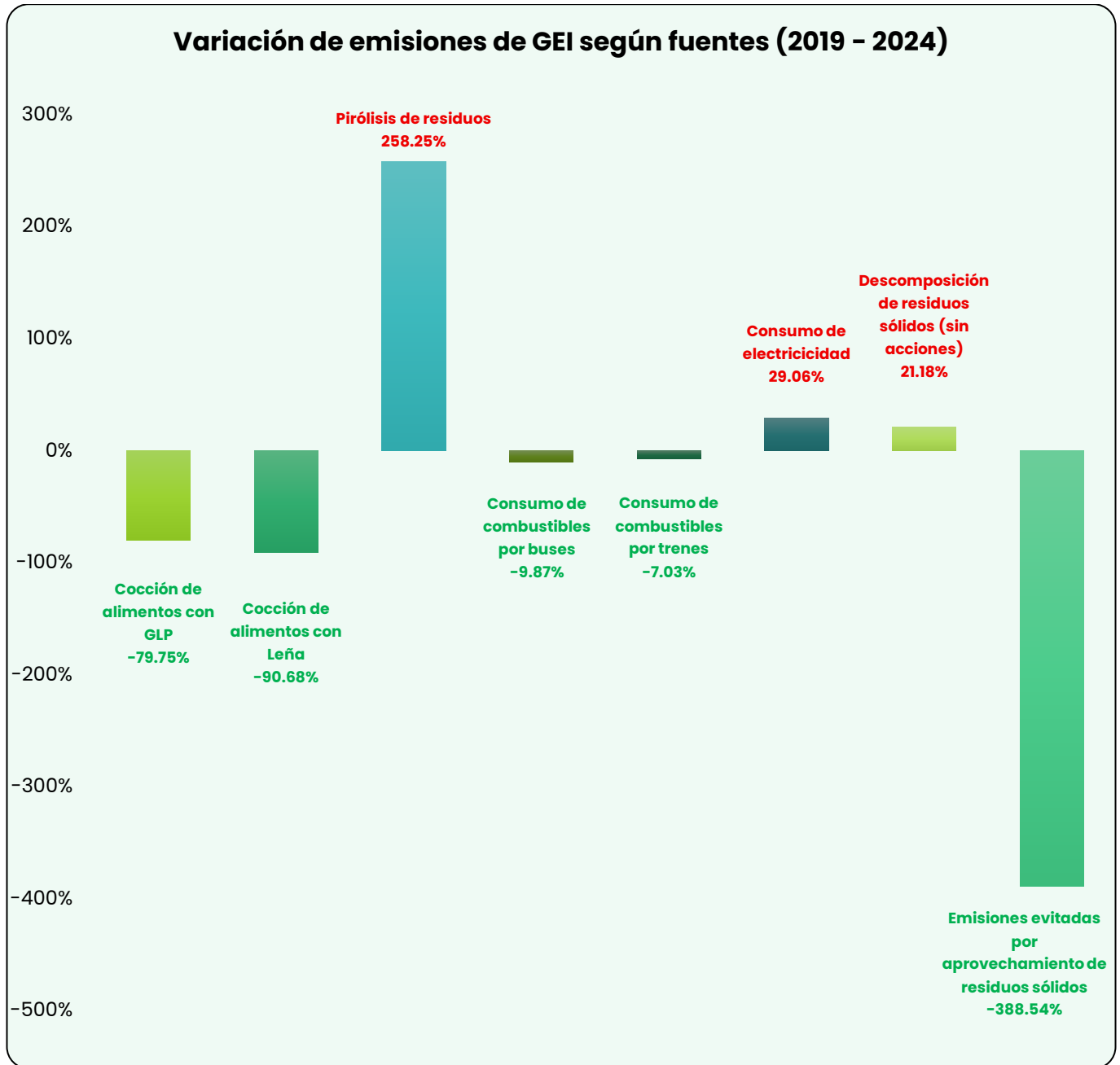
7.2. Variación de emisiones según fuentes

En el presente reporte se llevó a cabo un análisis comparativo entre los años 2024 y 2019, siendo este último el año base cuando las actividades turísticas operaban con normalidad. Se observa una notable reducción en las emisiones provenientes de diversas fuentes:

- La fuente de emisión asociada a la cocción de alimentos con GLP mostró una reducción significativa de **-79.75%**. En 2019 generó 1,460.39 tCO₂eq, mientras que en 2024 esta cifra se redujo a 295.75 tCO₂eq.
- La fuente de emisión asociada a la cocción de alimentos con Leña mostró una reducción significativa de **-90.68%**. En 2019 generó 8.03 tCO₂eq, mientras que en 2024 esta cifra se redujo a 0.75 tCO₂eq.
- El consumo de combustible por parte de los buses disminuyó en **-9.87%**. En 2019 alcanzó 1,402.86 tCO₂eq, reduciéndose a 1,264.35 tCO₂eq en 2024.
- Respecto al consumo de combustible por los trenes, se evidenció una reducción de **-7.03%**. En 2019 generó 3,819.55 tCO₂eq, mientras que en 2024 se redujo a 3,551.03 tCO₂eq.
- Las emisiones de GEI evitadas por el aprovechamiento de residuos sólidos registraron una variación de **-388.54%**, constituyéndose este año como el periodo con la mayor cantidad de emisiones evitadas gracias a las actividades de reaprovechamiento de los residuos sólidos generados en la ciudad.

Estos resultados destacan los esfuerzos y mejoras significativas en la gestión ambiental energética y medidas de mitigación aplicadas durante el período analizado.

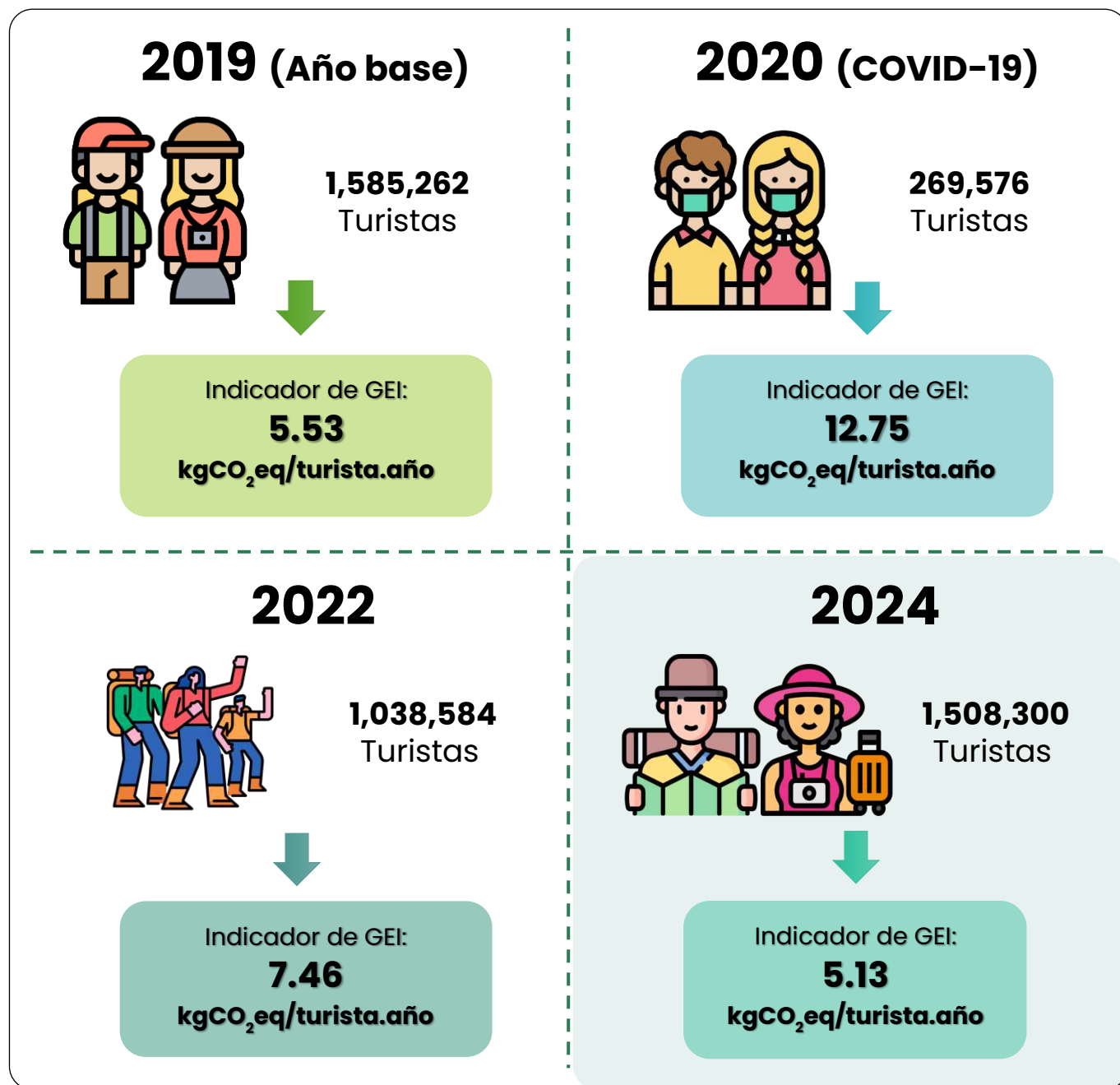
Gráfico 7. Variación de emisiones de GEI del Distrito de Machu Picchu según fuentes (2019 – 2024)



7.3. Comparativo del indicador de GEI

En 2024 se registró un indicador de GEI de 5.13 kgCO₂eq por turista, lo que representa una reducción de -7.26% en comparación con el año base 2019. En relación con la medición posterior realizada en 2024, la disminución fue aún mayor, alcanzando -31.14%. Cabe señalar que, si la afluencia turística de 2019 se hubiera mantenido constante en 2024, el indicador de GEI habría sido incluso menor.

Gráfico 8. Comparativo del indicador de GEI del Distrito de Machu Picchu según turistas (2019 – 2024)



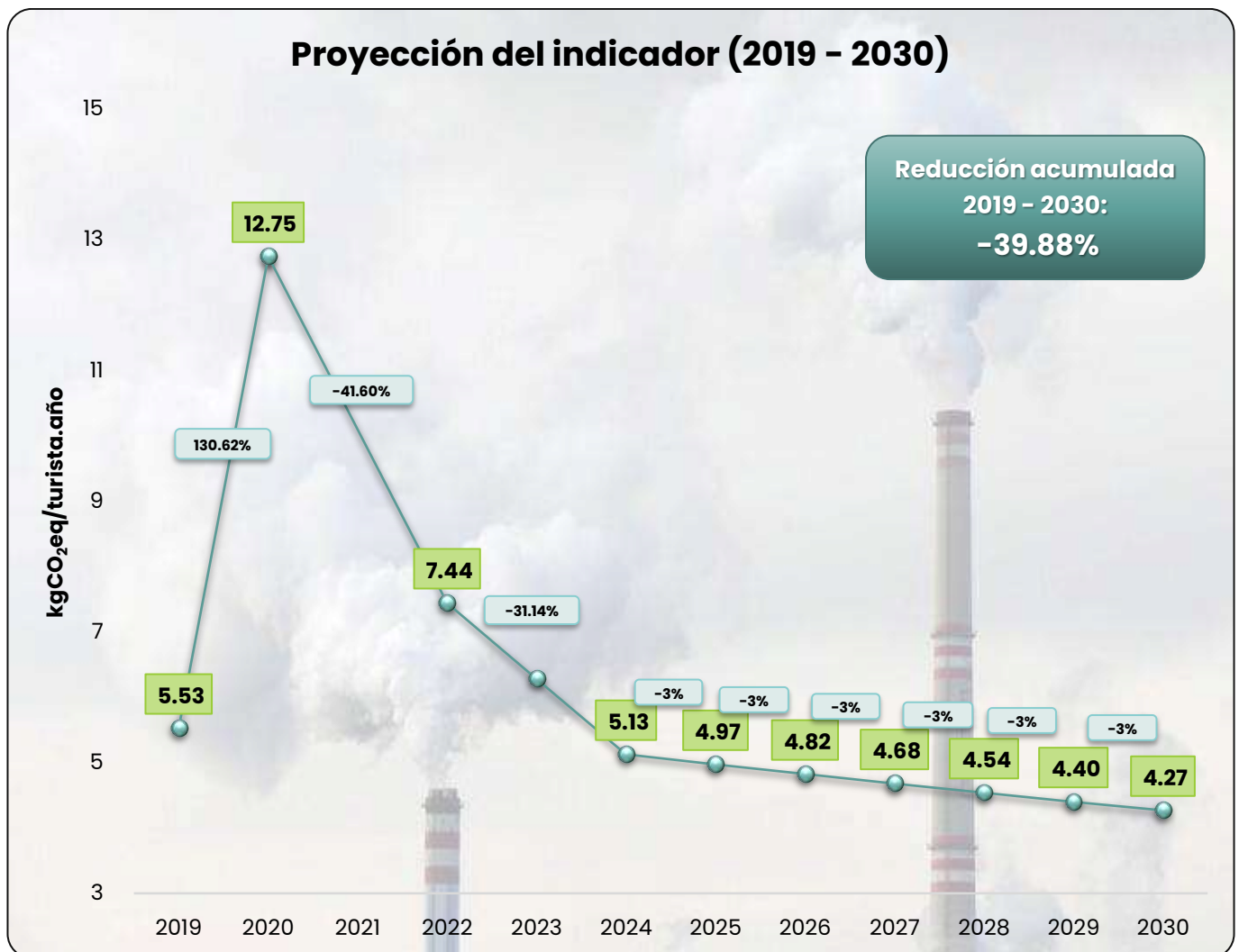
7.4. Proyección del indicador de GEI

Machu Picchu planea mantener su compromiso de medición anual de su huella de carbono, pero también desea establecer un objetivo de reducción, en línea con el Acuerdo de París. Ante ello, se elaboró una proyección del indicador que representa la cantidad de emisiones emitida por turista, considerando una reducción anual de 3% hasta el año 2030.

En el año 2020, el indicador de GEI aumentó debido a que las actividades y recursos se destinaron a un pequeño número de turistas que visitaron Machu Picchu en el primer trimestre del año, antes de que la actividad turística se viera gravemente afectada por la crisis sanitaria de COVID-19. En el año 2022, la actividad turística estuvo en proceso de recuperación, pero no alcanzó la cantidad de turistas de los periodos previos a la crisis sanitaria. Mientras, que en el año 2024 se evidencia una recuperación con respecto a la cantidad de turistas que se tenía previa a la crisis sanitaria de COVID-19.

Los resultados de la proyección del indicador de GEI se presentan en el siguiente gráfico:

Gráfico 9. Proyección del indicador de GEI del Distrito de Machu Picchu (2019 - 2030)



8. Análisis de captura de carbono

8.1. Proceso metodológico para la medición de la captura de carbono

La captura de carbono se estimó utilizando una plataforma que emplea imágenes satelitales MODIS/Terra Net Primary Production para medir la Producción Primaria Neta (NPP) de la vegetación viva presente en el área de estudio. La NPP se obtiene sumando los productos de la fotosíntesis neta, y este último se obtiene con la diferencia de la Productividad Primaria Bruta y la Respiración de Mantenimiento de la vegetación detectada.

Con esta información, se estimó la cantidad de carbono (C) capturado durante el periodo de estudio (2024). Finalmente, se aplicó el factor de conversión para transformar las toneladas de carbono (tC) a toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq), utilizando la equivalencia de 1 tC = 3.6663 tCO₂eq.

Figura 6. Flujograma del proceso metodológico para el cálculo de captura de carbono



8.2. Área de estudio

Las áreas consideradas para el análisis de captura de carbono corresponden a las zonas intervenidas por SERNANP mediante acciones de Restauración Ecológica. Estas abarcan un total de 4.27 hectáreas, en las cuales se han plantado 5,666 árboles de especies nativas.

Además, se incluyeron áreas directamente relacionadas con el turismo, la actividad principal de la ciudad; por consiguiente, se consideraron las 60 zonas histórico-culturales ubicadas dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu. La delimitación de estas zonas histórico-culturales también fue proporcionada por SERNANP a través de archivos geoespaciales en formato shapefile.

Se consideraron las zonas histórico-culturales debido a que en estos espacios se desarrollan prácticas alineadas con el turismo responsable y la gestión ambiental. Estas zonas implementan acciones de prevención y manejo de incendios forestales, sistemas de recolección de residuos que incorporan el uso de energías renovables, procesos de segregación de residuos sólidos y medidas orientadas a la conservación de áreas naturales y patrimoniales. La inclusión de estas zonas permite reflejar de manera más integral las actividades que contribuyen a la sostenibilidad ambiental del destino.

8.3. Cálculo de resultados

A partir del análisis de datos, se calculó la cantidad de carbono capturado en el periodo 2024 según las áreas de restauración ecológica y las zonas histórico-culturales.

a. Captura de carbono en áreas de restauración ecológica

En total, hubo 10 áreas de restauración ecológica ubicadas dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Pichu, abarcando un total de 2.365 hectáreas. A continuación, en la siguiente tabla se presenta el detalle de captura de carbono por cada área:



Tabla 15. Captura de carbono en áreas de restauración ecológica del Distrito de Machu Picchu en 2024

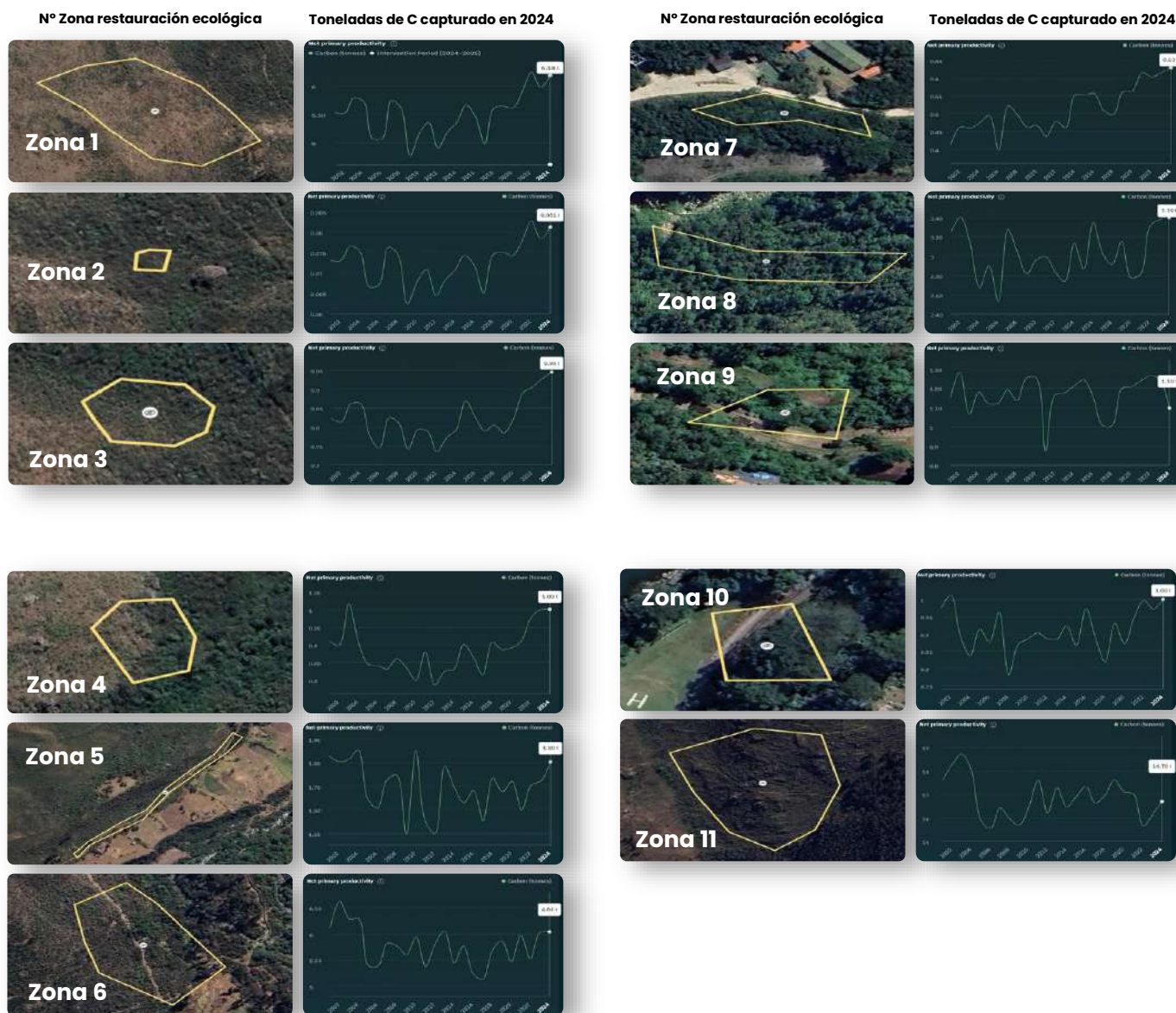
ID	Sector	Especie	N° de árboles plantados	Área de restauración ecológica (ha)	Captura de carbono (tCO ₂ eq)
1	Qente-1	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara)	986	0.76	22.66
2	Qente-2	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara)	20	0.01	0.30
3	Qente-3	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara)	160	0.1	3.48
4	Qente-4	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara)	150	0.12	3.67
5	Qente-5	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara)	370	0.26	6.60
6	Choquellusca	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Tara)	1,000	0.77	22.14
7	Intihuatana	<i>Boswellia sacra</i> (Incienso), <i>Inga feuillei</i> (Pacaymono)	170	0.062	2.31
8	Macupicchu Pueblo	<i>Boswellia sacra</i> (Incienso), <i>Juglans regia</i> (Nogal)	250	0.17	12.43
9	Wiñaywayna	<i>Boswellia sacra</i> (Incienso)	30	0.065	4.03
10	Machupicchu Pueblo	<i>Alchornea</i>	30	0.048	3.76
TOTAL			2,996	2.365	81.29

Adicionalmente se realizó una actividad de restauración ecológica en el sector Piscacucho, en el que se plantaron 2,500 árboles. Sin embargo, estos quedan excluidos del balance debido a que se encuentran fuera de los límites del Distrito de Machu Picchu.

Tabla 16. Captura de carbono en áreas de restauración ecológica ubicadas fuera del Distrito de Machu Picchu durante el año 2024

ID	Sector	Especie	N° de árboles plantados	Área de restauración ecológica (ha)	Captura de carbono (tCO ₂ eq)
11	Piscacucho	<i>Polylepis</i> (Qeuña)	2,500	1.9	61.23

Figura 7. Imágenes satelitales y gráfico de captura de carbono de las áreas de restauración ecológica en el Santuario Histórico de Machu Picchu



b. Captura de carbono en zonas histórico-culturales

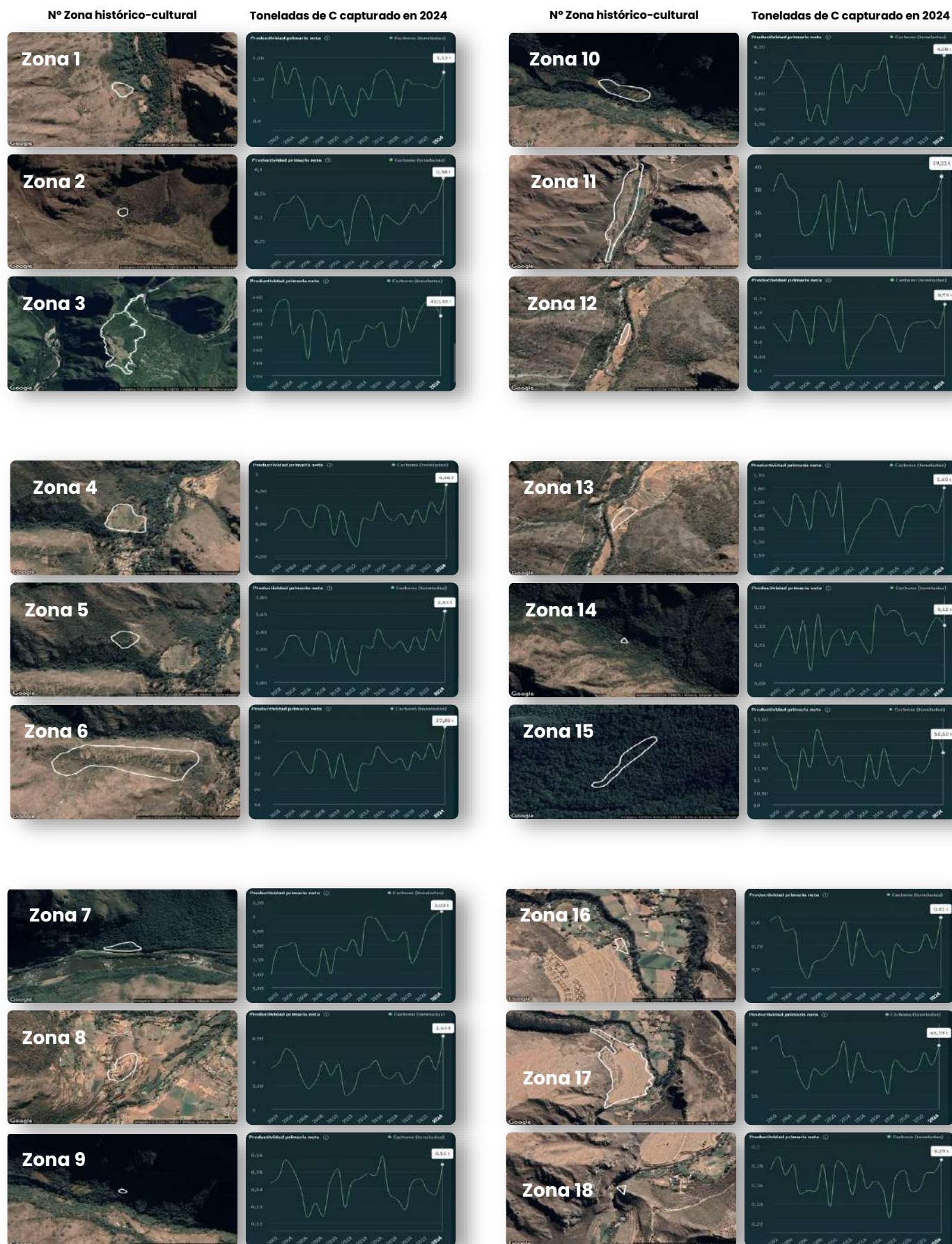
En total, hubo 60 zonas histórico culturales ubicadas dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu, abarcando un total de 136.633 hectáreas. A continuación, en la siguiente tabla se presenta el detalle de captura de carbono por cada área:

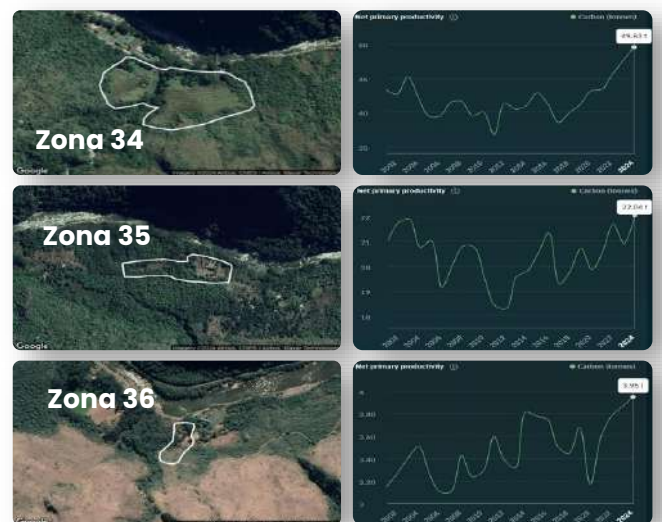
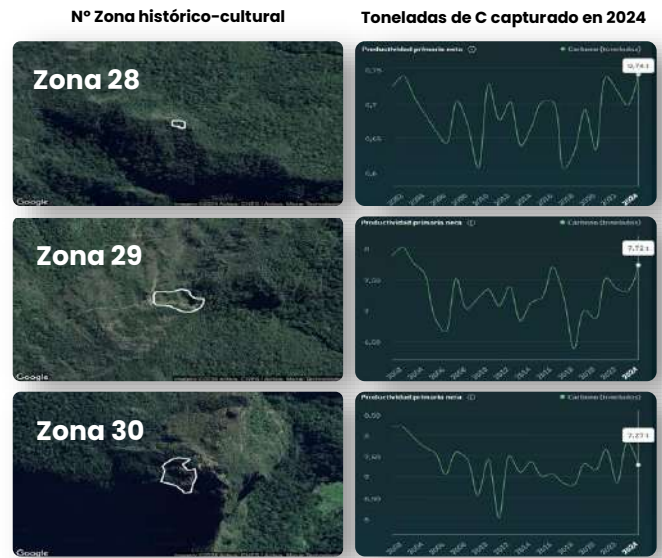
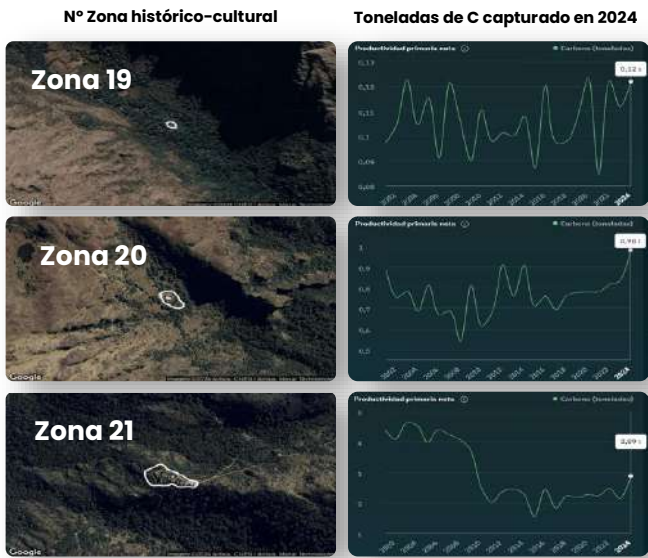


Tabla 17. Captura de carbono en zonas histórico-culturales del Distrito de Machu Picchu en 2024

Zona	ha	tC	tCO ₂ eq	Zona	ha	tC	tCO ₂ eq
1	0.21	1.13	4.14	32	1.82	37.16	136.24
2	0.062	0.38	1.39	33	4.02	41.44	151.93
3	27.04	410.38	1504.58	34	3.66	49.53	181.59
4	0.84	6.66	24.42	35	1.07	22.04	80.81
5	0.33	2.63	9.64	36	0.43	3.95	0.75
6	3.61	27.85	102.11	37	1.5	17.96	65.85
7	0.23	2.03	7.44	38	3.99	32.87	120.51
8	0.53	4.53	16.61	39	10.06	75.95	278.46
9	0.023	0.15	0.55	40	5.38	52.08	190.94
10	0.59	4.08	14.96	41	3.5	28.87	105.85
11	5.66	39.11	143.39	42	4.54	36.07	132.24
12	0.11	0.73	2.68	43	16.43	118.94	436.07
13	0.24	1.6	5.87	44	0.59	3.95	0.75
14	0.21	0.12	0.44	45	0.25	1.62	5.94
15	0.64	12.1	44.36	46	2.56	16.61	60.90
16	0.11	0.81	2.97	47	4.51	30.55	112.01
17	9.35	65.39	239.74	48	0.76	5.43	19.91
18	0.042	0.29	1.06	49	0.41	3.45	12.65
19	0.022	0.12	0.44	50	0.23	1.78	6.53
20	0.13	0.98	3.59	51	0.47	3.61	13.24
21	0.36	2.89	10.60	52	4.84	39.45	144.64
22	0.081	0.65	2.38	53	1.54	11.81	43.30
23	1.96	16.68	61.15	54	0.032	0.17	0.62
24	1.31	9.28	34.02	55	0.4	2.89	10.60
25	1.27	12.11	44.40	56	0.91	6.71	24.60
26	2.14	25.93	95.07	57	0.74	1.73	6.34
27	3.12	30.91	113.33	58	0.11	0.85	3.12
28	0.037	0.74	2.71	59	0.087	0.67	2.46
29	0.38	7.72	28.30	60	0.027	0.19	0.70
30	0.4	7.27	26.65	TOTAL	136.63	1,357.26	4,976.12
31	0.73	13.68	50.15				

Figura 8. Imágenes satelitales y gráfico de captura de carbono de las zonas histórico-culturales



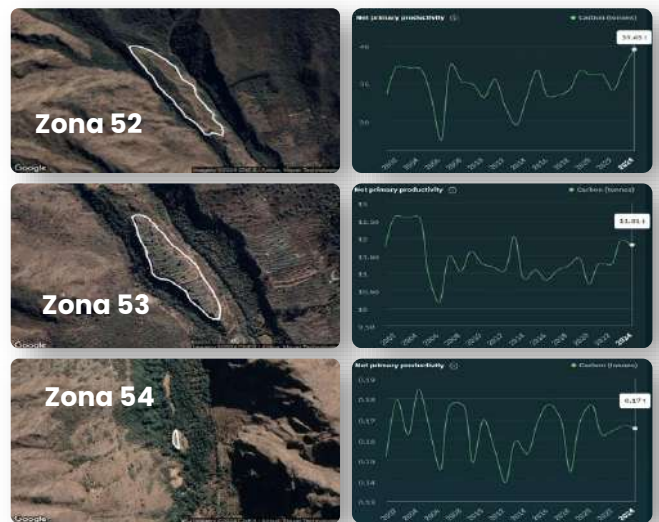
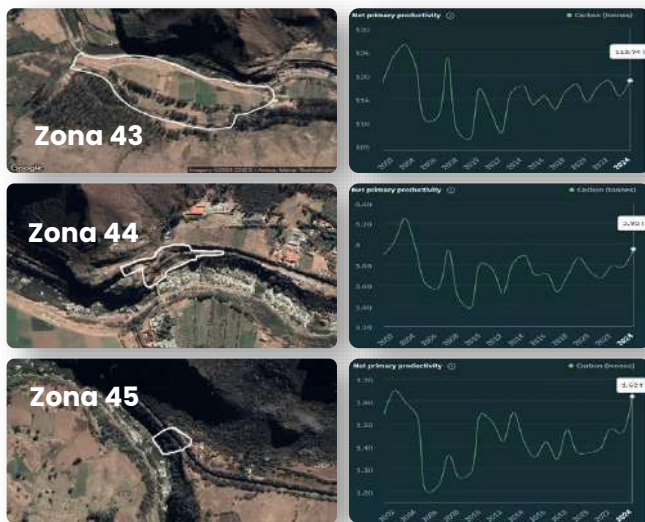
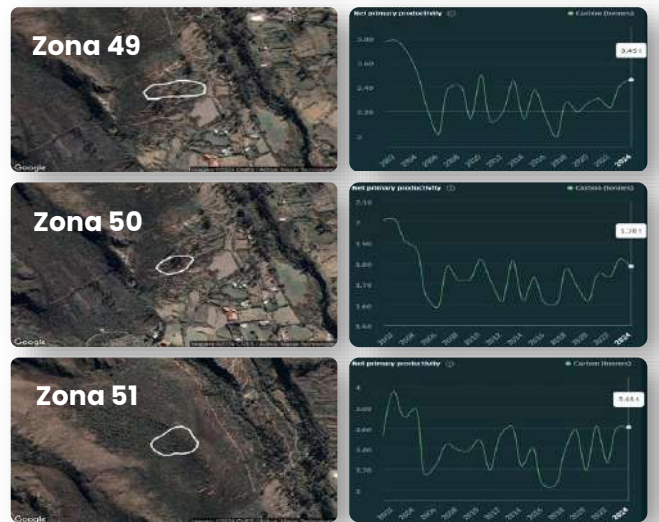
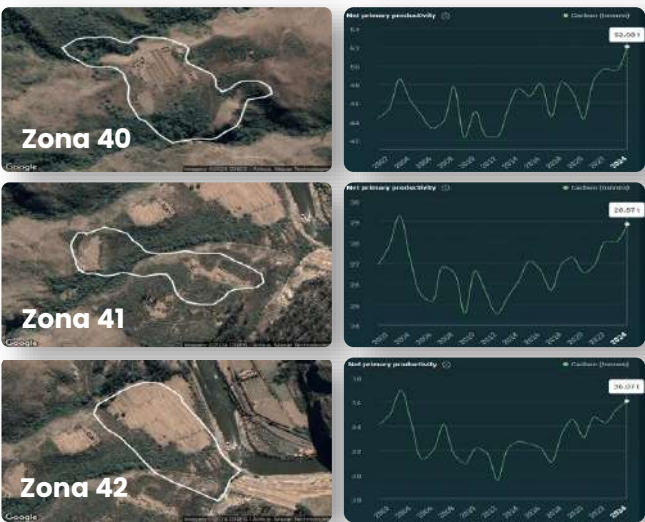
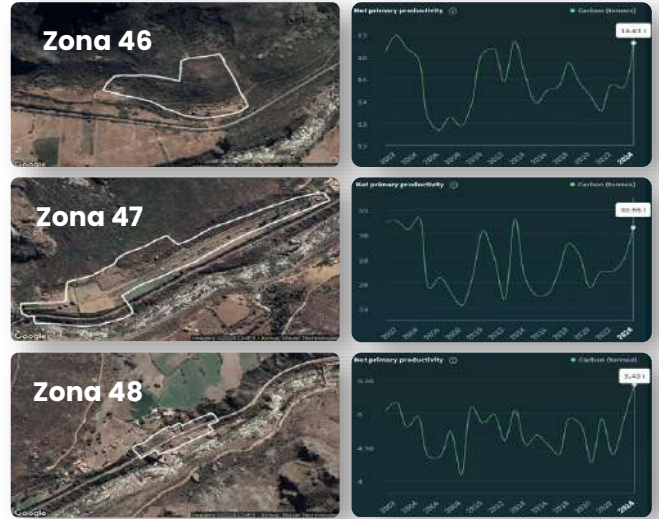


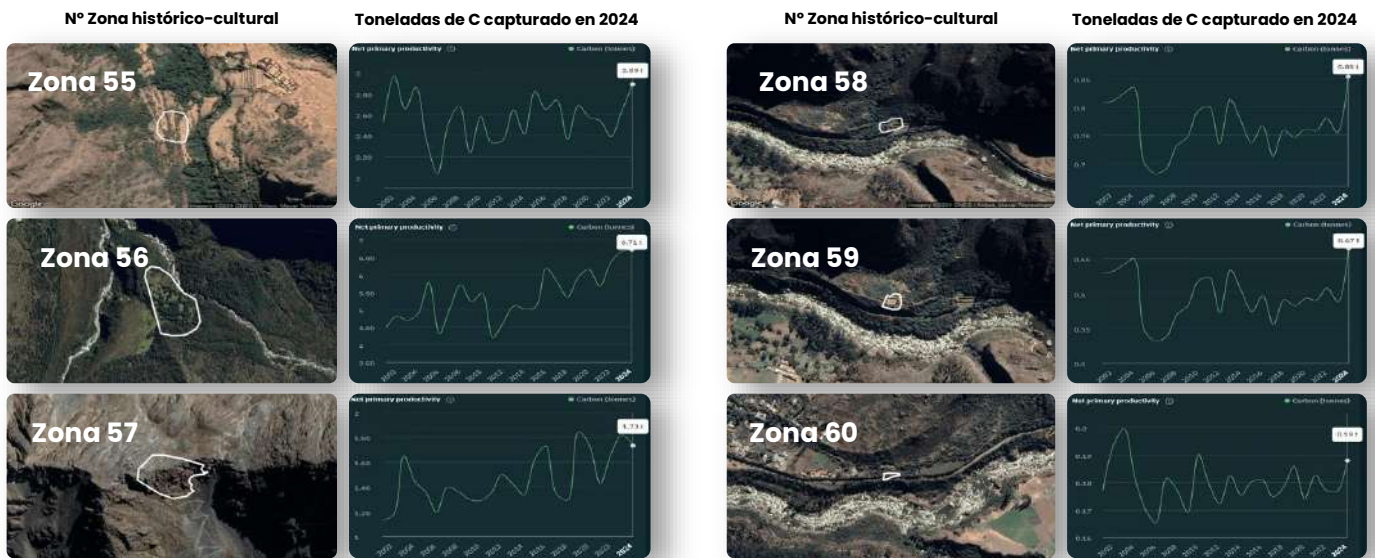
N° Zona histórico-cultural

Toneladas de C capturado en 2024

N° Zona histórico-cultural

Toneladas de C capturado en 2024



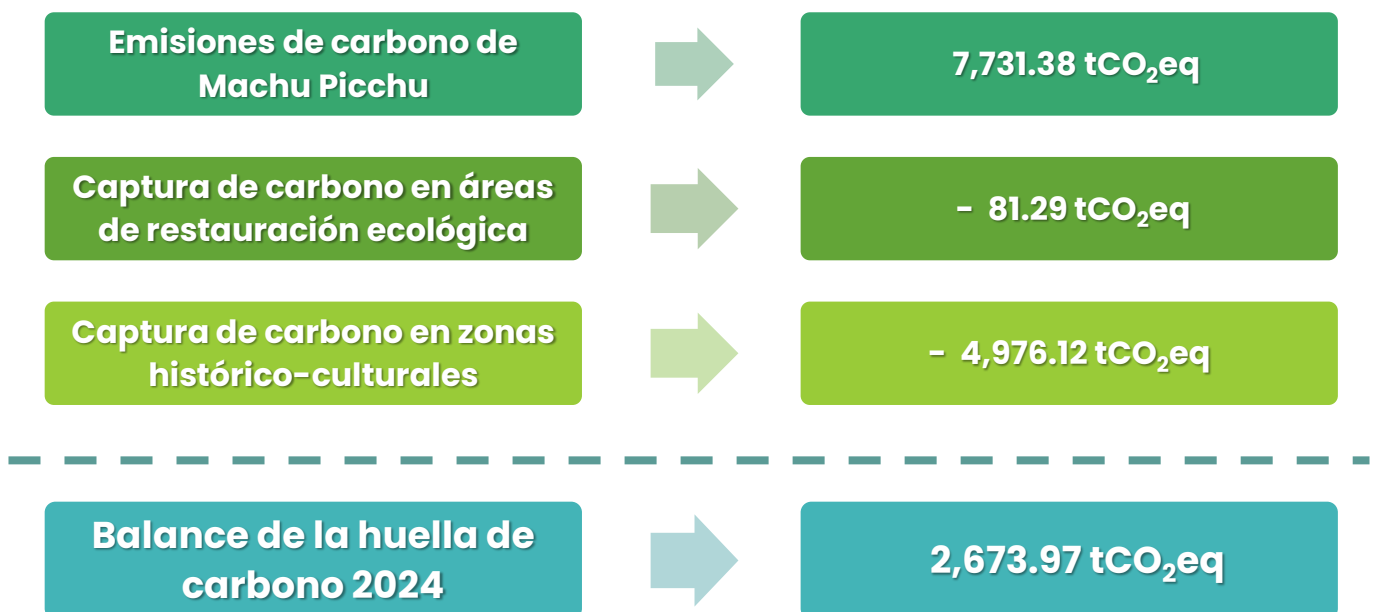


Como resultado, la captura de carbono total en el Distrito de Machu Picchu fue igual a **5,057.41 tCO₂eq**.

c. Balance de emisiones

El análisis del balance de emisiones incluye la huella de carbono obtenida y la captura de carbono del periodo 2024 en las áreas de restauración ecológica y zonas de las históricas culturales dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu. El resultado final del balance revela una huella de carbono total de 2,673.97 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq).

Figura 9. Balance de emisiones del Distrito de Machu Picchu periodo 2024



9. Medidas de mitigación

9.1. Medidas de mitigación propuestas

Explorar fuentes de energía limpias para trenes y buses

El consumo de combustible por trenes y buses en el 2024 constituye la principal fuente de emisiones de GEI en Machu Picchu, con un 45.93% del total. Durante este periodo, el transporte operó exclusivamente con diésel B5, por lo que se recomienda implementar medidas complementarias que contribuyan a reducir las emisiones, tales como la optimización de rutas y frecuencias de viaje, el mantenimiento preventivo de motores para mejorar la eficiencia energética, la capacitación de conductores en conducción ecológica (eco-driving) y la renovación progresiva de unidades por modelos más eficientes o híbridos. A mediano plazo, se puede evaluar la incorporación de biodiésel de segunda generación o tecnologías eléctricas para avanzar hacia la descarbonización del transporte turístico.



Sustitución de lejía por agentes de limpieza biodegradables

Implementar el reemplazo progresivo de la lejía utilizada en la limpieza de calles por detergentes ecológicos o soluciones biodegradables, con el fin de reducir emisiones de GEI y sustancias químicas nocivas, así como minimizar riesgos para la salud del personal y la población.



Transición a una energía limpia



El consumo de electricidad se mantiene como la segunda fuente más importante de emisiones de GEI en Machu Picchu. Por ello, la transición hacia fuentes de energía limpia es una prioridad en la estrategia de descarbonización del destino. Se recomienda evaluar la autogeneración mediante sistemas solares fotovoltaicos y la compra de energía renovable a proveedores especializados. Aunque estas medidas requieren planificación técnica y regulatoria, su aplicación gradual, junto con acciones de eficiencia energética, permite reducir emisiones y generar ahorros económicos, impulsando un modelo energético más sostenible y bajo en carbono.

Reforzar la ecoeficiencia con los turistas



El fortalecimiento de la ecoeficiencia entre los visitantes es clave para avanzar en la descarbonización del destino. Se recomienda promover el uso de medios de transporte sostenibles, como bicicletas, buses eléctricos o híbridos, y otras opciones de baja emisión de GEI, especialmente en los traslados internos. Asimismo, se sugiere fomentar la preferencia por alojamientos que adopten prácticas sostenibles, como el uso de energía renovable, la gestión eficiente del agua, el reciclaje y la reducción de residuos. Estas acciones no solo contribuyen a reducir la huella ambiental del turismo, sino que también refuerzan el posicionamiento de Machu Picchu como un destino modelo de turismo circular.

Oportunidades



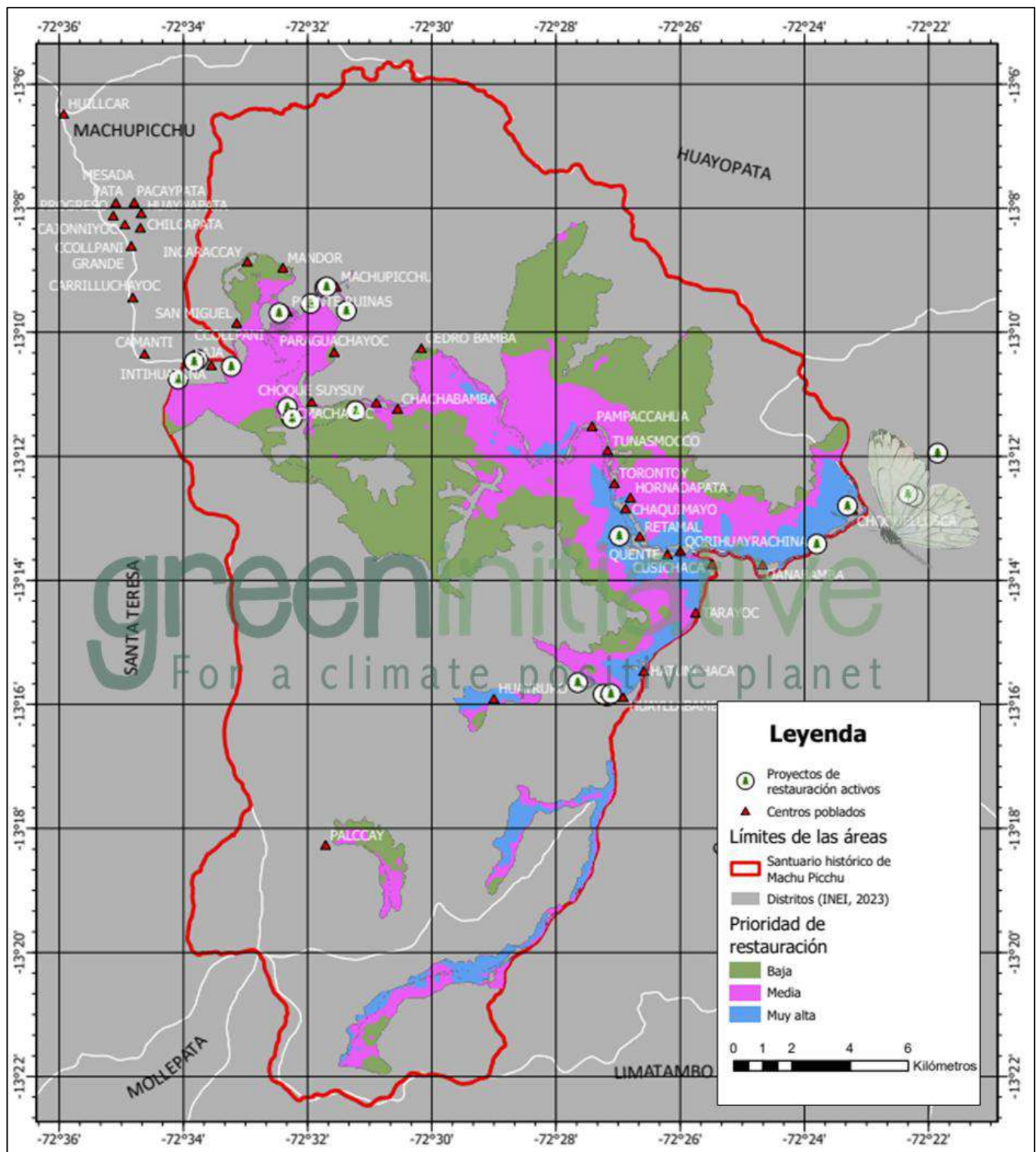
En 2024, se plantaron 2,996 árboles dentro del Santuario Histórico de Machu Picchu, distribuidos en distintos puntos del distrito. La ciudad involucrada en la restauración de áreas puede aprovechar la oportunidad de sumarse al proyecto Forest Friends, aumentando la plantación de árboles en estas zonas y avanzando hacia el objetivo de alcanzar 1 millón de árboles plantados, fortaleciendo la recuperación del paisaje y la captura de carbono en el destino.

Prioridad de restauración en zonas de recuperación



El mapa de restauración ecológica elaborado por Green Initiative para el Distrito de Machu Picchu clasifica las zonas del santuario según su prioridad (bajo, medio y muy alto), utilizando los últimos datos de uso de suelo y temperatura superficial de la Agencia Espacial Europea. Se definieron como zonas de recuperación las áreas aptas para restauración, incluyendo centros poblados para referencia geoespacial. La prioridad de intervención se determinó según la temperatura superficial promedio y la cobertura arbórea existente, considerando de alta prioridad aquellas áreas con altas temperaturas (24–30 °C) y escasa vegetación, ya que el calor prolongado estresa la vegetación y dificulta la dispersión de semillas, limitando la regeneración natural.

Figura 10. Mapa de prioridad de restauración de zonas de recuperación del Santuario Histórico de Machu Picchu



Fuente: Green Initiative

9.2. Medidas de mitigación existentes

Pirólisis de residuos orgánicos



En el Distrito de Machu Picchu se ha puesto en funcionamiento una Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos que utiliza un proceso de pirólisis, el cual consiste en la descomposición química a altas temperaturas sin presencia de oxígeno. Esta planta procesa ocho toneladas de residuos orgánicos al día y las convierte en biochar, un fertilizante natural empleado en las acciones de restauración ecológica en Machu Picchu.

Producción de biodiésel



Se instaló una planta para la transformación de aceite usado en biodiésel y glicerina. Esta planta aprovecha los aceites vegetales residuales generados en distintos establecimientos comerciales para producir ambos subproductos. El biodiésel se emplea como fuente de energía, mientras que la glicerina se utiliza en la elaboración de productos de limpieza, evitando la contaminación de cuerpos de agua como los ríos y contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Compactación de residuos PET



Se reduce el volumen de los residuos mediante procesos de compactación, logrando procesar aproximadamente catorce toneladas diarias de plástico Polietileno Tereftalato (PET). Este material es posteriormente enviado para su reciclaje

Plantado de árboles para restauración ecológica



Desde el año 2019 se realizan plantaciones de árboles de especies nativas de la zona. En 2024, se plantaron 2,996 árboles nativos en más de 2.3 hectáreas del Distrito de Machu Picchu. Esta plantación de árboles contribuyó a la captura de carbono, reduciendo la huella de carbono y mejorando los ecosistemas mediante la restauración ecológica.

Uso de vehículos eléctricos



Se emplearon vehículos eléctricos para recolectar los residuos generados en el distrito de Machu Picchu, lo que permitió disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar el uso de combustibles fósiles por energía eléctrica, proveniente principalmente de fuentes hidroeléctricas renovables.

Economía circular de Tetra Pak



En 2023, se instalaron cinco puntos de acopio de residuos para reciclaje dentro del Distrito de Machu Picchu. Cada punto de acopio cuenta con cinco contenedores fabricados con materiales reciclados. Esta iniciativa promueve la conciencia y la ecoeficiencia entre turistas y ciudadanos, fomentando la economía circular al reciclar los residuos generados en la ciudad y facilitando la segregación de residuos.

Pulverización de vidrios



Machu Picchu ha incorporado dos modernas máquinas pulverizadora de vidrios, que convierten las botellas de vidrio en arenilla para la construcción y ornato. Con el objetivo de potenciar el reciclaje y mejorar la gestión de residuos sólidos, esta máquina permite un reciclaje más eficiente de aproximadamente 1.2 toneladas de vidrio recolectadas diariamente en la ciudad.

9.3. Compensación de emisiones de carbono

De acuerdo con el Ciclo de Certificación, la huella de carbono de Machu Picchu ha sido compensada con créditos de carbono generados por el proyecto de conservación **REDD+ Castañeros**, desarrollado por la empresa peruana Bosques Amazónicos (BAM). Este proyecto protege más de 600,000 hectáreas de bosques megadiversos únicos en el mundo junto a más de 800 familias castañeras socias en Madre de Dios, Perú.

Durante más de 14 años, BAM y las familias concesionarias han trabajado en conjunto para proteger los bosques y su biodiversidad de las crecientes amenazas de deforestación que afectan la región. Promueven el desarrollo económico sostenible en armonía con el medio ambiente y brindan mejores oportunidades de vida para la comunidad local, además de implementar diversas estrategias de monitoreo y control de bosques y de protección de la biodiversidad amazónica.

El proyecto REDD+ Castañeros genera los siguientes impactos:

a. Impacto climático positivo:

- Implementación de un sistema integral de monitoreo, control y vigilancia de bosques.
- Asistencia técnica y legal permanente para el manejo óptimo de concesiones.

- Capacitación permanente a la comunidad en manejo forestal sostenible.

b. Impacto comunitario:

- Desarrollo de alternativas productivas sostenibles para incrementar los ingresos de la comunidad.
- Mejoras en la calidad de vida: oportunidades y acceso a educación de calidad (por ejemplo: el Programa de Becas Castañeras).
- Entrega de beneficios económicos directos a los socios castañeros.
- Nuevas familias socias incorporadas al proyecto, demostrando el compromiso e interés de la comunidad con el impacto REDD+.

c. Impacto en el monitoreo de la biodiversidad:

- Tecnología e innovación: expediciones científicas como parte del Programa de Ciencia BAM.
- Monitoreo de la biodiversidad con la participación de la comunidad castañera.

Más información sobre el proyecto en:

<https://www.bosques-amazonicos.com/uploads/reporte-anual-redd-castan-eros-20240123.pdf>

La compensación de emisiones se realizó en noviembre de 2024 y corresponde a las emisiones totales de 2024. Estas emisiones, obtenidas del balance de emisiones, incluyen los alcances 1, 2 y 3, y suman un total de **2,690 tCO₂eq** en créditos de carbono.

Esta medida adicional subraya el compromiso de Machu Picchu con la mitigación de los problemas climáticos y el apoyo a proyectos que promueven la reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.



10. Recomendaciones

Basándose en la experiencia con la huella de carbono, Green Initiative considera pertinente enumerar algunas recomendaciones detalladas:

- Es fundamental monitorear continuamente la huella de carbono e integrarla a los procesos estratégicos del destino. Las mediciones anuales permiten gestionar de manera proactiva las emisiones de Machu Picchu mediante indicadores de desempeño. Para ello, se recomienda estandarizar la recolección de información, cubrir las ocho fuentes de emisión identificadas, establecer plazos claros de entrega y realizar análisis comparativos que faciliten la toma de decisiones y el seguimiento del desempeño ambiental del destino.
- Se recomienda estandarizar y mejorar la gestión de la información para las mediciones de huella de carbono del Destino Turístico Machu Picchu. Las entidades involucradas deben implementar un sistema de registro y almacenamiento de datos más riguroso. Esta medida asegurará la calidad y trazabilidad de la información en futuros cálculos, permitiendo agilizar significativamente el proceso de recolección y eliminando la necesidad de trabajo retroactivo.
- Se sugiere dar continuidad y robustecer las estrategias de mitigación ya implementadas en Machu Picchu. El fortalecimiento de programas como la pirólisis para biochar, la compactación de plásticos, el transporte eléctrico y el reciclaje de materiales específicos (como el que realiza Tetrapak), contribuye directamente a la reducción de emisiones. Estas iniciativas son fundamentales para consolidar a Machu Picchu como un destino turístico sostenible y responsable a nivel global.

- Para maximizar los resultados de las medidas de mitigación, se sugiere implementar programas que fomenten la cultura de ecoeficiencia en el Distrito de Machu Picchu. La promoción de prácticas sostenibles entre visitantes y residentes es clave, ya que su compromiso y colaboración son decisivos para el éxito de los esfuerzos de descarbonización, consolidando un impacto colectivo positivo en el destino. Lo que resalta la importancia de los talleres de educación ambiental que se brindan actualmente.
- Es fundamental que el destino Machu Picchu mantenga su compromiso de descarbonización e integración de la acción climática como un pilar de su competitividad. Al hacerlo, se podrán desbloquear oportunidades de financiamiento climático especializado, lo que resultará en una mejora tangible tanto en la calidad de vida de la población local como en la experiencia de sus visitantes, impulsando la reactivación económica y el desarrollo sostenible.

11. Conclusiones

- En el año 2024, el destino turístico de Machu Picchu presentó un total de **7,731.38 tCO₂eq** de emisiones de GEI.
- La captura de carbono en 2024 fue igual a **-81.29 tCO₂eq** en áreas de restauración ecológica y **-4,976.12 tCO₂eq** en zonas histórico-culturales, ubicadas dentro de los límites territoriales del Distrito de Machu Picchu.
- El balance de emisiones fue igual a **2,673.97 tCO₂eq**, compensado por créditos de carbono equivalentes a **2,690 tCO₂eq**.
- La fuente de emisión de GEI más significativa fue el Consumo de combustible por trenes con un total de **3,495.33 tCO₂eq**, la cual representó el **45.93%** del total de emisiones de GEI.
- El alcance 1 presentó la mayor cantidad de emisiones de GEI con un total de **5,127.76 tCO₂eq**, lo que representó el **66.32%** del total de emisiones.
- El indicador de emisiones de GEI para el año 2024 asociado a la actividad turística fue de **5.13 kgCO₂eq/turista**. No obstante, cuando se realiza la comparación considerando la misma cantidad de turistas registrada en el año base 2019, el indicador reduce a **4.89 kgCO₂eq/turista**.
- Las acciones realizadas para la gestión de residuos lograron una notable reducción de **-55.08 tCO₂eq**, lo que es **4.9 veces más** de lo que se redujo en 2019 (-11.27 tCO₂eq).

- En 2024, Machu Picchu logró reducir sus emisiones totales de GEI en un **-11.76%** en comparación con el año base 2019.
- Es importante que en Machu Picchu se continúe con la gestión de la Huella de Carbono; además, que pueda aplicar las medidas de mitigación y recomendaciones presentadas. De este modo, asegurar que las emisiones de GEI en los próximos años disminuyan rumbo a la descarbonización del destino turístico.

12. Anexos

12.1. Factores de emisión y parámetros utilizados

Anexo 1. Valor calórico neto de los combustibles

Combustible	VCN	Unidades
Diésel 2	1.35E-04	TJ/gal
Biodiésel	9.97E-05	TJ/gal
Gas Licuado de Petróleo (GLP)	4.73E-05	TJ/kg

Fuente: Directrices IPCC – Volumen 2: Energía – Capítulo 1: Introducción.

Anexo 2. Factor de emisión de fuentes fijas

Combustible	FE CO ₂	FE CH ₄	FE N ₂ O	Unidades
Diésel 2	74,100	3.0	0.6	kg/TJ
Biodiésel	70,800*	3.0	0.6	kg/TJ
Gas Licuado de Petróleo (GLP)	63,100	1.0	0.1	kg/TJ
Leña	112,000*	30.0	4.0	kg/TJ

*Valor informativo – Emisiones biogénicas

Fuente: Directrices IPCC – Volumen 2: Energía – Capítulo 2: Combustión estacionaria.

Anexo 3. Factor de emisión de fuentes móviles

Combustible	FE CO ₂	FE CH ₄	FE N ₂ O	Unidades
Diésel 2	74,100.0	3.9	3.9	kg/TJ
Biodiésel	70,800*	3.9	3.9	kg/TJ

*Valor informativo – Emisiones biogénicas

Fuente: Directrices IPCC – Volumen 2: Energía – Capítulo 3: Combustión móvil.

Anexo 4. Composición del combustible Diésel B5

Combustible	Porcentaje (%)
Diésel 2	95%
Biodiésel	5%

Fuente: Petroperú.

Anexo 5. Factor de emisión del consumo de electricidad

Factor de emisión	Perú - 2024
tCO ₂ /MWh	0.170232636063711
tCH ₄ /MWh	9.51982611749336E-06
tN ₂ O/MWh	1.17053081103772E-06
tCO ₂ eq/MWh	0.170835881793426

Fuente: MINAM (2024).

Anexo 6. Fracción de biomasa no renovable

País	fNRB
Perú	31.20%

Fuente: The carbon footprint of traditional woodfuels (Bailis et al).

Anexo 7. Variable para las emisiones de residuos

Variable	Valor
Papel/Cartón (DOC)	40.0%
Textiles (DOC)	24.0%
Restos de alimentos (DOC)	15.0%
Madera (DOC)	43.0%
Desechos de jardines y parques (DOC)	20.0%
Fracción de DOC que se descompone (DOCf)	0.500
Factor de corrección de metano (MCF) - DF gestionado	100.0%
Factor de corrección de metano (MCF) - DF No gestionado	50.0%
Fracción de metano en gas vertedero (F)	0.5
Coeficiente del peso molecular	16/12

Fuente: Directrices IPCC - Volumen 5: Desechos.

12.2. Potencial de calentamiento global

Anexo 8. Valores del Potencial de Calentamiento Global de los GEI

Gas de efecto invernadero	Valor
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄) - Biomasa	27
Metano (CH ₄) - Fósil	29.8
Óxido nitroso (N ₂ O)	273

Fuente: Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR6).

Reporte de Huella de Carbono del **Destino Turístico Machu Picchu**



**Turismo
Circular**
PERÚ



CANATUR
CÁMARA NACIONAL DE TURISMO DEL PERÚ



UNIÓN EUROPEA



EMBAJADA
DE ESPAÑA
EN PERÚ



Glasgow Declaration
Climate Action in Tourism

greeninitiative
For a Climate & Nature Positive Planet

