

Gestión ambiental efectiva en eventos: cálculo de la huella de carbono en Climathon Perú 2023

Effective Environmental Management At Events: Calculation Of The Carbon Footprint At Climathon Peru 2023

Sebastian Guillen Chavez^{1*}, Johanna Susan Figueroa Torres²
y Norma Cecilia Vera Olvea³

1 Facultad de Ingeniería Ambiental. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.
2 Escuela de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.
3 Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Privada de Tacna. Tacna, Perú.



Citar como: Guillén Chávez *et al.* (2025). «Gestión ambiental efectiva en eventos: cálculo de la huella de carbono en Climathon Perú 2023». *South Sustainability*, 6(1), e120.
DOI: 10.21142/SS-0601-2025-e120

Artículo recibido: 20/1/2025
Arbitrado por pares
Artículo aceptado: 1/3/2025



© Los autores, 2025. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

*E-mail de correspondencia:
sebasgch5@gmail.com

RESUMEN

En un contexto global donde la mitigación de los impactos del cambio climático es crucial, la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en eventos masivos se ha vuelto prioritaria. Este estudio analiza las emisiones de GEI de dos eventos Climathon en el Perú: Callao y Trujillo en 2023. Utilizando la metodología ISO 14064-1:2018, se midieron las emisiones de CO₂ equivalentes, con 0,85 Tn de CO₂ eq en Callao y 0,84 Tn en Trujillo. En el evento realizado en el Callao, que tuvo una duración de 12 horas, la HC per cápita fue de 0,103 toneladas de CO₂ equivalente (Tn CO₂ eq). En contraste, el evento llevado a cabo en Trujillo se extendió por 19 horas y presentó una HC per cápita de 0,114 Tn CO₂ eq. Las principales fuentes de emisiones incluyeron transporte de asistentes (46-64 %), *merchandising* (27-43 %), actividades virtuales (6-9 %) y consumo de energía en instalaciones (0,9-1,4 %). Se aplicó un enfoque cualitativo en el análisis de incertidumbre en la precisión de los datos en tres niveles: limitado, aceptable y razonable. Se logró una reducción del 34,6 % en la incertidumbre de datos limitados mediante la recopilación directa de información de participantes y proveedores. El estudio destaca que más del 90 % de la HC de los eventos proviene de fuentes indirectas, subrayando la necesidad de evaluar toda la cadena de suministro, especialmente en consumo de energía y transporte de participantes. Se sugieren estrategias de mitigación como la digitalización de eventos, la optimización logística y la reducción de materiales físicos para disminuir las emisiones de GEI de futuras iniciativas.

Palabras clave: eventos sostenibles, huella de carbono, gestión ambiental, sostenibilidad

ABSTRACT

In a global context in which the mitigation of climate change impacts is of crucial importance, the quantification of greenhouse gas (GHG) emissions during events that involve mass gatherings has become a priority. In this study, we analyzed the GHG emissions of two Climathon events in Peru: Callao and Trujillo in 2023. Using ISO 14064-1:2018 methodology, CO₂ equivalent emissions measurements found emissions of 0.85 Tn CO₂ eq in Callao and 0.84 Tn in Trujillo. In the event held in Callao, which lasted for 12 hours, the HC per capita was 0.103 tons of CO₂ equivalent (Tn CO₂ eq). In contrast, the event that took place in Trujillo lasted for 19 hours and produced a per capita HC of 0.114 Tn CO₂ eq. The main sources of emissions included the transporting of attendees (46-64%), "merchandising" (27-43%), virtual activities (6-9%) and energy consumption at event facilities (0.9-1.4%). A qualitative approach was applied in the analysis of uncertainty regarding the accuracy of the data, divided into three levels: limited, acceptable and reasonable. A 34.6% reduction in limited data uncertainty was achieved through direct collection of information from participants and suppliers. This study demonstrates that more than 90% of the HC emissions produced during such events comes from indirect sources, underscoring the need to evaluate the entire supply chain, particularly with regard to energy consumption and the transporting of participants. Mitigation strategies are suggested, such as the digitalization of events, the optimization of logistics, and reductions in the use of physical materials, in order to reduce the GHG emissions of future initiatives.

Keywords: Sustainable events, carbon footprint, environmental management, sustainability



Introducción

La industria de eventos desempeña un papel crucial en la economía global, ya que genera importantes beneficios sociales y económicos al congregarse a miles de personas en conferencias, festivales, competiciones deportivas y «hackathons». Sin embargo, su impacto ambiental es considerable, y la huella de carbono es uno de los principales indicadores de esta afectación. Esta métrica permite cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas tanto directa como indirectamente por las actividades asociadas a un evento (Bart *et al.*, 2024). Con un crecimiento proyectado en la frecuencia y presupuesto de reuniones, el 14th Annual Global Meetings and Events Forecast de American Express Global Business Travel destaca que el 66 % espera un aumento en el gasto destinado a eventos en 2025. A medida que los encuentros presenciales siguen dominando el panorama, la sostenibilidad se consolida como un factor clave para evaluar y mitigar el impacto ambiental de estos eventos para garantizar su viabilidad a largo plazo (American Express, 2025).

Asimismo, la organización de eventos puede reducir su impacto ambiental y generar beneficios para la comunidad mediante la implementación de prácticas sostenibles, como una gestión eficiente de la energía, la selección de proveedores responsables y la promoción de la economía circular (Parashar *et al.*, 2020). La creciente preocupación por el cambio climático ha impulsado la adopción de estrategias ambientales en diversos sectores, incluidos los eventos, cuya huella de carbono (HC) es significativa debido al transporte de asistentes, el consumo de energía y la generación de residuos. Gestionar esta huella de manera efectiva es fundamental para avanzar hacia la sostenibilidad y mitigar los efectos del cambio climático (Cooper y McCullough, 2021).

Eventos internacionales de gran envergadura están adoptando estrategias de sostenibilidad para minimizar su impacto ambiental. Un ejemplo destacado es el de los Juegos Olímpicos de París 2024, cuyo comité organizador se comprometió a reducir la huella de carbono a 1,5 millones de toneladas de CO₂ equivalente (Olympics, 2024), aproximadamente la mitad de las emisiones generadas en los Juegos de Londres 2012 y Río de Janeiro 2016. Para lograr este objetivo, se implementaron diversas medidas, como la construcción de solo dos nuevas sedes permanentes, el uso de materiales de construcción bajos en carbono, la conexión de instalaciones a fuentes de energía renovable y la promoción de opciones de transporte sostenible. Además, se priorizó la oferta de alimentos de origen local y vegetal, se redujo el uso de plásticos de un solo uso y se gestionaron eficientemente los residuos. Estas iniciativas reflejan un compromiso concreto con la reducción de emisiones en eventos masivos, lo que subraya la importancia de cuantificar y gestionar la huella de carbono para mitigar el impacto ambiental.

Asimismo, en febrero de 2024, se realizó un análisis de la HC del Super Bowl, y se reveló que la publicidad alrededor del evento es una fuente significativa de emisiones, que, en 2021, generó aproximadamente 2 millones de toneladas de CO₂, comparable con las emisiones anuales de 100 000 estadounidenses. Este impacto proviene además de 6300 millones de impresiones de anuncios televisivos y 26 millones de vistas en línea. A pesar de los esfuerzos de la National Football League (NFL) por promover la sostenibilidad con proyectos de reforestación y Certificados de Energía Renovable, las emisiones indirectas subrayan la necesidad de abordar esta faceta en la gestión ambiental de eventos similares (L, 2024).

El grupo Coldplay es un ejemplo real de avance en el tema de eventos sostenibles. En 2021, la banda anunció un plan para combatir el impacto de una gira en el medioambiente. Ahora, han revelado que lograron superar su objetivo de reducción del 50 % de emisiones en su gira Music of the Spheres, en comparación con su gira anterior. En junio de 2024 Coldplay compartió una nueva actualización de su gira mundial y declaró que había reducido sus emisiones de carbono en un 59 %. Otros logros incluyen un promedio de devolución del 86 % de las pulseras LED reutilizables de origen vegetal que iluminan los espectáculos, además de que un 72 % de los residuos generados fueron desviados de los vertederos para ser reutilizados y reciclados (Guerrero, 2024).

Aunque en otros países de Latinoamérica la gestión de la HC en eventos aún está en desarrollo, estudios realizados, por ejemplo, en Estados Unidos, como el análisis del caso del Torneo de Baloncesto Masculino de la National Collegiate Athletic Association (NCAA) de 2019, ofrecen datos relevantes que destacan que los viajes de los aficionados y los equipos representaron casi el 80 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI), con aproximadamente 210 000 toneladas de CO₂ equivalente. Este hallazgo sugiere que los desplazamientos son la principal fuente de emisiones, seguidos por el alojamiento (6,83 %), el consumo de alimentos (6,37 %), las operaciones de los estadios (5,90 %) y la generación de residuos (0,95 %) (Cooper y McCullough, 2021).

Climathon es un programa global de EIT Climate-KIC diseñado para abordar desafíos climáticos a nivel local. A través de eventos tipo «hackathon», Climathon reúne a ciudadanos, estudiantes, profesionales y emprendedores para desarrollar soluciones innovadoras que enfrenten problemas específicos relacionados con el cambio climático en sus comunidades. Desde su inicio en 2015, ha contado con 600 organizadores, alrededor de 1000 eventos y con más de 30 000 participantes en todo el mundo. Un evento Climathon es planificado y coordinado por organizadores y organizaciones independientes. Puede ser presencial, híbrido o virtual, suele durar entre 12 y 48 horas, y los participantes colaboran para hacer frente a los desafíos climáticos locales (Climate-KIC, 2024). Por su

envergadura y dado que los autores del presente artículo fuimos parte de la organización para los dos Climathon desarrollados en el Perú durante 2023, decidimos considerarlo como objeto de estudio.

Este estudio representa el primer análisis de HC en eventos en Latinoamérica. Su objetivo es aplicar un marco metodológico para medir la huella de carbono en eventos, utilizando como caso de estudio el Climathon desarrollado en dos departamentos del Perú. Los dos eventos de Climathon Perú 2023 ofrecen una oportunidad única para evidenciar el compromiso con la mejora de las prácticas sostenibles y servir como modelo para una gestión más efectiva de la huella de carbono. Este análisis busca integrar estrategias ambientales y fomentar el compromiso de los distintos *stakeholders*, con el propósito de avanzar hacia la organización de eventos más sostenibles en Latinoamérica, y así establecer un referente metodológico que pueda ser replicado en futuras iniciativas en la región.

Metodología

Para esta investigación, se eligió la norma ISO 14064-1:2018 (ISO 14064-1, 2018) por sus ventajas sobre el GHG Protocol, y por destacarse en la clasificación por categorías y revisiones detalladas (Guillén-Chávez, 2023). Esta norma es crucial para cuantificar emisiones de GEI en actividades presenciales y virtuales, al proporcionar directrices para identificar, calcular y gestionar la huella de carbono. Incluye el consumo de energía, transporte y materiales en eventos presenciales, así como emisiones de plataformas digitales en eventos virtuales. Asimismo, se midió la HC de carbono per cápita por participante. Además de reducir el impacto ambiental, refuerza el compromiso con prácticas sostenibles, lo que mejora la credibilidad ante participantes y *stakeholders*, y contribuye a los objetivos globales de reducción de emisiones y combate al cambio climático.

Alcance de la HC

Para evaluar la HC del evento Climathon, se determinó el alcance de medición tanto para los eventos virtuales como presenciales realizados en el Callao y Trujillo en 2023. Esta evaluación abarca todas las emisiones de GEI directas e indirectas relacionadas con la ejecución de los eventos, desde el inicio (la «cuna») hasta su conclusión (la «puerta»). El análisis incluye actividades y procesos como las capacitaciones previas (preevento), webinars, transporte de participantes y materiales, consumo de energía, producción de alimentos, y gestión de residuos durante todo el evento.

En la organización de eventos, la HC varía significativamente según el tipo y alcance del evento. Dependiendo de su tamaño y naturaleza, el proceso de medición puede diferir; sin embargo, se identifican tres etapas generales: preevento, evento y posevento. Este

estudio se centrará en analizar y calcular la HC asociada a las actividades de preevento (capacitaciones) y evento (todas las actividades realizadas durante su desarrollo), lo que proporciona una visión integral de su impacto ambiental.

Ubicación de los eventos

La figura 1 muestra las ubicaciones de los eventos Climathon. En el Callao, el evento contó con una duración de 12 horas y se realizó en Centrum PUCP de San Isidro, en Lima (Callao es una provincia constitucional ubicada en el área metropolitana del departamento de Lima). Para el caso de Trujillo, el evento se extendió a 19 horas en el Hotel Costa del Sol en La Libertad. La cantidad de participantes por evento fue de 82 para el evento en Callao y 73 para el evento en Trujillo. Estas ubicaciones son cruciales para nuestras operaciones y para definir el alcance en la medición de la HC, considerando todas las variables de incertidumbre asociadas.



Figura 1. Ubicación de los eventos en Climathon Callao (Lima, PUCP) y Trujillo (Libertad, Costa del Sol)

Cálculo de la HC

El cálculo de la HC se realizó conforme a los estándares de la norma ISO 14064-1:2018. La metodología aplicada consideró cinco categorías de emisiones en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) (tabla 1), que abarcaron tanto emisiones directas como indirectas, con el objetivo de proporcionar una visión integral del impacto ambiental del evento. Sin embargo, la categoría 5, correspondiente a las emisiones derivadas del uso de productos de la organización, no fue incluida en la evaluación. Esto se debe a que, al tratarse de un evento de carácter competitivo, no hubo una continuidad en el uso de productos específicos de la organización que permitiera cuantificar su impacto dentro del marco temporal del análisis.



Tabla 1. Categorías de medición de la HC para eventos

Categoría	Descripción
Categoría 1: emisiones y remociones directas de GEI	Emisiones y remociones de GEI que ocurren directamente en el lugar del evento. Incluye el consumo de energía en instalaciones (calentadores, generadores) y transporte de equipos propios (vehículos de la organización).
Categoría 2: emisiones indirectas de GEI por energía	Emisiones de GEI derivadas de la producción de energía consumida durante el evento, como electricidad, calefacción, equipos de sonido, etc. No incluye las emisiones de la generación de energía en la planta.
Categoría 3: emisiones indirectas de GEI para el transporte	Emisiones de GEI de fuentes externas a la organización, principalmente de vehículos utilizados por asistentes y proveedores para llegar y salir del evento.
Categoría 4: emisiones indirectas de GEI de productos utilizados por una organización	Emisiones de GEI asociadas con los bienes y materiales utilizados en el evento, como equipos audiovisuales, mobiliario, y productos de <i>catering</i> .
Categoría 6: otras emisiones	Cubre cualquier otra emisión específica del evento que no encaje en las categorías anteriores.

Asimismo, se recopiló una base de datos de factores de emisión (FE) para los distintos niveles de actividad (NA) y el potencial de calentamiento global (PCG) para cada GEI dentro del evento (tabla 2). Un factor de emisión (FE) es un coeficiente que permite convertir una actividad específica en su equivalente en emisiones de GEI, de modo que facilita la cuantificación del impacto ambiental. Los FE utilizados para el cálculo de la HC en los eventos fueron basados en estudios nacionales e internacionales.

Para la estimación de la HC en los eventos Climathon Perú 2023, se recopilaron datos a través de encuestas a asistentes y proveedores, registros de consumo energético de los equipos utilizados, y cálculos basados en factores de emisión estandarizados. Se consideró el transporte de los participantes mediante información autodeclarada sobre los medios de movilidad empleados y las distancias recorridas. El consumo de materiales y bienes se cuantificó a partir de inventarios del evento, mientras que el uso de electricidad se estimó con base en las especificaciones técnicas de los equipos y sus tiempos de operación (Sarswatula et al., 2022; Shaikh et al., 2022). Además, se incluyeron otras emisiones específicas mediante la identificación de actividades adicionales con impacto ambiental relevante, como la cantidad de horas invertidas en el evento de manera virtual.

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre en la HC evalúa la variabilidad y confiabilidad de los datos utilizados en su cálculo, considerando factores como errores en la medición, estimaciones en los factores de emisión y supuestos metodológicos. Esto permite determinar el

grado de precisión del resultado y mejorar la toma de decisiones en la gestión ambiental.

Para medir la incertidumbre de la HC en los eventos Climathon, se realizó una evaluación cualitativa objetiva basada en la variabilidad de los datos y la precisión de las mediciones, siguiendo normas internacionales. La validación y la verificación de la metodología mejoraron la precisión del cálculo y facilitaron la toma de decisiones informadas. De acuerdo con las directrices del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006), es fundamental evaluar la incertidumbre en los niveles de actividad (NA) y factores de emisión (FE). En este análisis, se aplicó una categorización cualitativa, adaptada a la información disponible, lo que permite identificar las fuentes de incertidumbre cuando una estimación cuantitativa no era viable. Este enfoque proporciona una visión clara del estado actual y ayuda a mejorar la fiabilidad de los datos de HC.

La tabla 3 clasifica la incertidumbre en la recolección de datos de nivel de actividad (NA) y factores de emisión (FE) en tres niveles: limitado, aceptable y razonable. «Limitado» incluye datos estimativos y no verificados; «aceptable» tiene datos reproducibles con un margen de error conocido; y «razonable» abarca datos bien documentados o verificados por terceros. Este esquema mejora la precisión en la medición y el reporte de emisiones de GEI, al alinearse con prácticas internacionales y el IPCC.

Tabla 3. Modelo de análisis de incertidumbre para NA y FE

Criterios de incertidumbre	Niveles de actividad (NA)	Factores de emisión (FE)
Limitado (L)	Los datos de NA provienen de estimaciones basadas en el juicio de expertos o en situaciones donde existe cierto grado de incertidumbre sobre su valor real, lo que dificulta su reproducibilidad.	Los FE se derivan de investigaciones nacionales, aunque carecen de validación científica en revistas indexadas.
Aceptable (A)	Algunos datos de NA provienen de cálculos reproducibles y, en ciertos casos, incluyen información recopilada a través de encuestas con un intervalo de confianza mínimo del 90 % y un margen de error del 10 %.	Los FE, aunque obtenidos de estudios nacionales, no siempre tienen un alcance territorial específico a nivel departamental, lo que limita su aplicabilidad en ciertas regiones.
Razonable (R)	Los datos de NA están respaldados por evidencia documental por un tercero: facturas, boletas de venta. Los datos reportados suelen ser medidos con equipos calibrados según la legislación nacional.	Los FE más confiables provienen de investigaciones nacionales indexadas o respaldadas por el Estado, como en el caso del programa Huella de Carbono Perú.

Nota. Adaptado de IPCC (2006).

Tabla 2. Factores de emisión empleados por categoría para los eventos Climathon Callao y Climathon Trujillo

Categoría	Componente	GEI	PCG	FE	Unidad	Fuente
Categoría 1	Transporte de materiales	CO ₂	1	0,19311	Kg CO ₂ /Km•persona	DEFRA, 2023
		CH ₄	23	0,000011	Kg CH ₄ /Km•persona	
		N ₂ O	265	0,000002	Kg N ₂ O/Km•persona	
Categoría 2	Equipos eléctricos	CO ₂	1	0,17167	tCO ₂ /MWh	Minam, 2022
		CH ₄	23	0,0000097	tCH ₄ /MWh	
		N ₂ O	265	0,0000012	tN ₂ O/MWh	
Categoría 3	Transporte público: cúster	CO ₂	1	0,10017	KgCO ₂ /Km•persona	DEFRA, 2023
		CH ₄	23	0,000001	Kg CH ₄ /Km•persona	
		N ₂ O	265	0,000003	Kg N ₂ O/Km•persona	
	Transporte público: combi	CO ₂	1	0,10017	KgCO ₂ /Km•persona	
		CH ₄	23	0,000001	Kg CH ₄ /Km•persona	
		N ₂ O	265	0,000003	KgN ₂ O/Km•persona	
	Transporte público: bus	CO ₂	1	0,11907	KgCO ₂ /Km•persona	
		CH ₄	23	0,000013	Kg CH ₄ /Km•persona	
		N ₂ O	265	0,000004	KgN ₂ O/Km•persona	
	Transporte público: tren eléctrico	CO ₂	1	0,03937	KgCO ₂ /Km•persona	
		CH ₄	23	0,000003	Kg CH ₄ /Km•persona	
		N ₂ O	265	0,000001	KgN ₂ O/Km•persona	
	Transporte público: Metropolitano	CO ₂	1	0,02758	KgCO ₂ /Km•persona	
		CH ₄	23	0,000001	Kg CH ₄ /Km•persona	
		N ₂ O	265	0,000002	KgN ₂ O/Km•persona	
	Transporte público: taxi	CO ₂	1	0,15211	KgCO ₂ /Km•persona	
		CH ₄	23	0,000001	Kg CH ₄ /Km•persona	
		N ₂ O	265	0,000005	KgN ₂ O/Km•persona	
	Auto propio: gasohol	CO ₂	1	0,17167	KgCO ₂ /Km•persona	
		CH ₄	23	0,000001	Kg CH ₄ /Km•persona	
		N ₂ O	265	0,000007	KgN ₂ O/Km•persona	
Transporte aéreo	CO ₂	1	0,29832	KgCO ₂ /Km•persona		
Categoría 4	Plástico	CO ₂	1	3,102	kg CO ₂ eq/Tn	Reyes y Panche, 2019
	Residuos sólidos	CO ₂	1	12,84	kg CO ₂ /kg	
	Polos	CO ₂	1	10,87	kg CO ₂ eq/kg	
	Papel	CO ₂	1	0,9557	KgCO ₂ /kg papel	
DEFRA, 2023						
Categoría 6	Eventos virtuales	CO ₂	1	0,2	kg CO ₂ eq/h	Varón <i>et al.</i> , 2021

Resultados

Las tablas 4 y 5 presentan los cálculos de la HC de los eventos Climathon Callao y Climathon Trujillo. Las actividades relacionadas con los participantes ya han sido consideradas en las diferentes categorías de emisiones: consumo de combustibles (Categoría 1), kWh consumidos (Categoría 2), desplazamientos de participantes (Categoría 3), uso de materiales plásticos y generación de

residuos (Categoría 4) y horas invertidas (Categoría 6). Sin embargo, la Categoría 5, correspondiente a las emisiones generadas por bienes o servicios adquiridos por la organización, ha sido excluida del cálculo, ya que el evento se enfocó exclusivamente en actividades de capacitación y fomento del emprendimiento.



Tabla 4. HC para el evento Climathon Callao

Categoría	Componente	Gases asociados	Valores obtenidos	Unidad	Tn CO ₂ eq
1	Transporte de materiales	CO ₂	6	km	0,00182532
		CH ₄	6	km	0,000000276
		N ₂ O	6	km	0,0000159
2	Equipos eléctricos	CO ₂	46,404	KWh	0,00796617468
		CH ₄	46,404	KWh	0,00001045498
		N ₂ O	46,404	KWh	0,00001491190
3	Transporte público: cúster	CO ₂	173,9	km	0,034839126
		CH ₄	173,9	km	0,0000079994
		N ₂ O	173,9	km	0,000276501
3	Transporte público: combi	CO ₂	176	km	0,03525984
		CH ₄	176	km	0,000008096
		N ₂ O	176	km	0,00027984
3	Transporte público: bus	CO ₂	1146	km	0,27290844
		CH ₄	1146	km	0,000685308
		N ₂ O	1146	km	0,00242952
3	Transporte público: tren eléctrico	CO ₂	47,8	km	0,003763772
		CH ₄	47,8	km	0,0000065964
		N ₂ O	47,8	km	0,000025334
3	Transporte público: Metropolitano	CO ₂	312,7	km	0,017248532
		CH ₄	312,7	km	0,0000143842
		N ₂ O	312,7	km	0,000331462
3	Transporte público: taxi	CO ₂	52,7	km	0,016032394
		CH ₄	52,7	km	0,0000024242
		N ₂ O	52,7	km	0,000139655
3	Auto propio: gasohol	CO ₂	17,9	km	0,006145786
		CH ₄	17,9	km	0,0000008234
		N ₂ O	17,9	km	0,000066409
3	Transporte de alimentos	CO ₂	6,1	km	0,002355942
		CH ₄	6,1	km	0,0000030866
		N ₂ O	6,1	km	0,000006466
4	Plástico	CO ₂	0,00501	Tn de plástico	0,01554326701
4	Residuos sólidos	CO ₂	10	kg de residuos orgánicos	0,1284
4	Polos	CO ₂	17,12	kg de polos	0,1860944
4	Papel	CO ₂	38,16	kg de papel	0,036469512
6	Eventos virtuales	CO ₂	400	horas	0,08
Emisiones totales					0,849

Tabla 5. HC para el evento Climathon Trujillo

Categoría	Componente	Gases asociados	Valores obtenidos	Unidad	Tn CO ₂ eq
1	Transporte de materiales	CO ₂	3,4	km	0,001034348
		CH ₄	3,4	km	0,0000001564
		N ₂ O	3,4	km	0,00000901
2	Equipos eléctricos	CO ₂	718,485	KWh	0,012334232
		CH ₄	718,485	KWh	0,00001618772786
		N ₂ O	718,485	KWh	0,00002308848674
3	Transporte público: cúster/microbús	CO ₂	117,05	km	0,023449797
		CH ₄	117,05	km	0,0000053843
		N ₂ O	117,05	km	0,0001861095
3	Transporte público: combi	CO ₂	84,9	km	0,017008866
		CH ₄	84,9	km	0,0000039054
		N ₂ O	84,9	km	0,000134991
3	Transporte público: bus/bus interprovincial	CO ₂	226,5	km	0,05393871
		CH ₄	226,5	km	0,000135447
		N ₂ O	226,5	km	0,00048018
3	Transporte público: taxi	CO ₂	1050,1	km	0,319461422
		CH ₄	1050,1	km	0,0000483046
		N ₂ O	1050,1	km	0,002782765
3	Motocicleta: motocicleta/mototaxi	CO ₂	23,8	km	0,003926048
		CH ₄	23,8	km	0,0000678776
		N ₂ O	23,8	km	0,000012614
3	Auto propio: gasohol	CO ₂	21,2	km	0,007278808
		CH ₄	21,2	km	0,0000009752
		N ₂ O	21,2	km	0,000078652
3	Auto propio: GLP	CO ₂	12,4	km	0,00450368
		CH ₄	12,4	km	0,0000011408
		N ₂ O	12,4	km	0,000013144
3	Auto propio: GNV	CO ₂	17,7	km	0,005701878
		CH ₄	17,7	km	0,0000455952
		N ₂ O	17,7	km	0,000018762
3	Avión	CO ₂	101,6	kg CO ₂ eq/persona	0,1016
3	Transporte de alimentos	CO ₂	0,45	km	0,000136899
		CH ₄	0,45	km	0,0000000207
		N ₂ O	0,45	km	0,0000011925
4	Residuos sólidos	CO ₂	3,2	kg de residuos orgánicos	0,041088
4	Polos	CO ₂	17,12	kg de polos	0,1860944
4	Papel	CO ₂	1,5	kg de papel	0,00143355
6	Eventos virtuales	CO ₂	275	horas	0,055
Emisiones totales					0.838

La figura 2 presenta el análisis de la HC del evento Climathon Perú, basado en categorías de la norma ISO 14064:1-2018. Este análisis compara la contribución

porcentual de cada categoría entre ambos eventos, y abarca las fases previas, durante y posteriores. Se observó una mejora continua en la precisión y el detalle de los



datos; destaca la importancia de optimizar la recolección de datos y mejorar los modelos dinámicos para eventos. Además, se realizó un análisis de la HC por personas para comprender mejor el impacto de cada evento. Los resultados muestran que la HC por persona en el Climathon Callao es de 10,3559 kg CO₂eq, mientras que en el Climathon Trujillo es de 11,4802 kg CO₂eq. También se calculó la HC por hora, y se obtuvo valores de 70,765 kg CO₂eq para Callao y 44,108 kg CO₂eq para Trujillo.

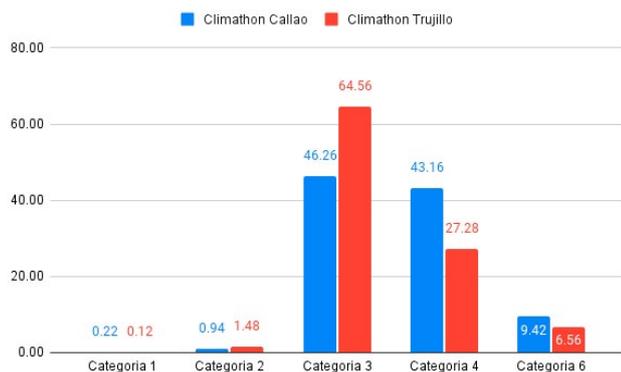


Figura 2. HC de los eventos Climathon Callao y Trujillo (%)

Las tablas 6 y 7 analizan la incertidumbre en los niveles de actividad (NA) y los factores de emisión (FE) para los eventos Climathon en Callao y Trujillo. Aunque se aplicaron metodologías similares, hubo diferencias en la medición del transporte y una mejora en la eficiencia del uso de materiales. Herramientas georreferenciadas como Google Maps y cuestionarios sobre asistencia y transporte redujeron la incertidumbre en un 33,68 %. La estrategia de recolección de información fue crucial para la replicabilidad y validez de los NA; destacó el uso eficiente de componentes logísticos y servicios digitales. La escasez de información nacional sobre la HC de ciertos materiales y transportes fue un desafío, pero el uso de FE de informes validados por Huella de Carbono Perú facilitó la medición. A pesar de las limitaciones en medir materiales complejos como *banners* y plásticos, se sugiere que la HC podría disminuir gracias a las oportunidades de reutilización.

Tabla 6. Análisis de incertidumbre para los NA del evento Climathon

Nivel de incertidumbre	Emisiones calculadas (Climathon Callao)		Emisiones calculadas (Climathon Trujillo)	
	Tn CO ₂ eq	%	Tn CO ₂ eq	%
Limitado	0,403	47,42	0,115	13,741
Aceptable	0,367	43,16	0,668	79,696
Razonable	0,080	9,42	0,055	6,563
Total	0,849	100	0,838	100

Tabla 7. Análisis de incertidumbre para los FE en la HC del evento Climathon Callao y Trujillo

Categoría	Componente	Fuente	Incertidumbre
Categoría 1	Transporte de alimentos	Internacional	Razonable
	Transporte de materiales y equipos		Razonable
Categoría 2	Equipos eléctricos	Nacional por sector	Razonable
Categoría 3	Transporte de participante y mentores	Internacional	Razonable
Categoría 4	Plástico	Internacional	Aceptable
	Residuos sólidos	Internacional	Aceptable
	Polos	Nacional por investigación	Limitante
Categoría 6	Papel	Internacional	Aceptable
	Servicios higiénicos	Internacional	Aceptable
	Eventos virtuales	Internacional	Aceptable

En contraste, los eventos Climathon en el Perú (Callao y Trujillo, 2023) registraron una HC per cápita de 10 a 11 kg de CO₂eq por persona, una cifra significativamente menor. Esta diferencia se debe a factores como la ubicación de los eventos en entornos urbanos, el uso predominante de transporte público, la menor duración en comparación con torneos deportivos y la naturaleza del evento, que requiere menos desplazamientos de larga distancia. Esta comparación resalta la importancia de la planificación logística y la selección de ubicaciones estratégicas en la reducción del impacto ambiental de los eventos. Estrategias como la optimización del transporte, la promoción de medios de movilidad sostenible y la elección de sedes accesibles son claves para minimizar la HC en futuras iniciativas.

Discusión

¿Por qué es importante medir la HC en eventos?

Medir la HC en eventos es crucial para gestionar su impacto ambiental y promover la sostenibilidad, dado que proporciona información esencial para establecer políticas ambientales efectivas. La mayoría de la HC proviene de fuentes indirectas, lo que resalta la importancia de considerar toda la cadena de suministro en la evaluación de eventos. Incluir bases de datos de entrada y salida permite evaluar adecuadamente las cadenas de suministros. Además, herramientas de cálculo de HC a nivel local pueden fomentar comportamientos sostenibles entre los asistentes y es necesario establecer metodologías estandarizadas en sectores relacionados como la industria hotelera (Chang et al., 2014).

Asimismo, la reducción de la HC en eventos se puede lograr mediante diversas estrategias innovadoras, tales como la digitalización de eventos, que reduce emisiones al evitar el transporte y la producción de materiales físicos; de igual manera se generan emisiones, pero en menor medida. Por ejemplo, en Climathon Callao y Trujillo se evitó la generación de 0,11 Tn de CO₂eq por la preparación en eventos virtuales de 1 hora para los participantes. Por otro lado, en el evento Climathon Trujillo se redujo la entrega de *merchandising* al disminuir 0,05 Tn de CO₂eq en comparación con el evento en Callao. Estas estrategias, que integran tecnología, educación y políticas de sostenibilidad, son fundamentales para mitigar el impacto ambiental de los eventos (Ricke *et al.*, 2018; Savin *et al.*, 2020).

¿Cómo la HC puede mejorar los procesos en eventos?

Integrar la medición y gestión de la HC en la organización de eventos mejora procesos y fomenta prácticas sostenibles. Por ejemplo, un estudio sobre el Torneo de Baloncesto Masculino de la NCAA 2019 mostró que los viajes representaban casi el 80 % de la HC total, lo que subrayó la necesidad de gestionar y reducir las emisiones de transporte en eventos deportivos (Cooper y McCullough, 2021), similar a nuestro caso, en donde el 99 % de las emisiones son de carácter indirecto para ambos eventos. Además, la investigación sobre la cadena de suministro de alimentos resalta la importancia de identificar factores clave que disminuyan ineficiencias, lo que reduce significativamente la HC en eventos (Parashar *et al.*, 2020).

Para eventos corporativos y «hackathons», es crucial medir y reducir la HC. Incorporar desafíos de sostenibilidad en estos eventos incentiva soluciones que aborden la reducción de la HC. Ejemplos como Hack the Arctic muestran cómo la colaboración interdisciplinaria puede utilizar datos científicos ambientales para promover prácticas sostenibles (Buenrostro *et al.*, 2021). Estudios sobre «hackathons» corporativos y universitarios destacan la importancia de objetivos claros, como el desarrollo de la fuerza laboral y el aprendizaje colaborativo, que pueden adaptarse para enfocarse en la sostenibilidad, asegurando que los eventos fomenten la innovación y prácticas operativas sostenibles (Pe-Than *et al.*, 2019).

Retos y avances en eventos sostenibles

La medición de la HC en eventos presenta desafíos metodológicos, en particular la cuantificación del consumo energético asociado a la publicidad y su impacto indirecto en el comportamiento del consumidor. Malmodin y Lundén (2018) han demostrado que las emisiones indirectas pueden representar más del 75 % de la HC de un sector, lo que subraya la importancia de incluir estas emisiones en los cálculos. Además, la trazabilidad de las emisiones dentro de la cadena de suministro de

mercancías representa un reto debido a la diversidad de prácticas de sostenibilidad entre los proveedores.

En términos de variabilidad, la HC de un evento puede diferir significativamente en función de factores como el tipo de evento, su ubicación, las medidas de mitigación implementadas y su escala. Por ejemplo, los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de París 2024 generaron aproximadamente 1,59 millones de toneladas de CO₂ equivalente (CO₂e), una cantidad inferior en comparación con ediciones previas como Londres 2012 o Río 2016, cuyos valores promediaron 3,5 millones de toneladas de CO₂e (Olympics, 2024; Leicester, 2024). Esta reducción se debe a la implementación de estrategias como la optimización de infraestructura, eficiencia energética y reducción de residuos, lo que demuestra que es posible mitigar el impacto ambiental de eventos masivos mediante la adopción de medidas adecuadas.

Los eventos pueden dividirse en tres etapas principales: preevento, evento y posevento. En este estudio, se ha evaluado principalmente la segunda etapa, con atención en las emisiones generadas durante el desarrollo del evento. Comparando diferentes estudios, se observa que eventos con grandes volúmenes de asistentes y alta movilidad, como los torneos deportivos universitarios, presentan HC per cápita significativamente elevadas. Un ejemplo de ello es el March Madness, que registra aproximadamente 500 kg de CO₂eq por participante, con cerca del 80 % de sus emisiones asociadas al transporte de jugadores, equipos y asistentes (Cooper y McCullough, 2021).

Avances en certificaciones y regulaciones

En Latinoamérica, la gestión de la HC en eventos ha ganado relevancia en los últimos años, al impulsar el desarrollo de metodologías de medición y certificaciones. Se han establecido iniciativas para estandarizar y mejorar la sostenibilidad en eventos mediante guías y normativas, como la ISO 20121, que proporciona un marco para la gestión sostenible de eventos. Sin embargo, su implementación en Latinoamérica sigue siendo limitada. En Brasil, se ha promovido su aplicación en congresos y convenciones de negocios, en línea con la creciente demanda de eventos sostenibles. Según Ranzan (2016), esta norma permite gestionar los impactos ambientales, sociales y económicos de los eventos mediante criterios verificables.

A nivel global, un estudio sobre los Juegos de la Mancomunidad de Gold Coast 2018 reveló que la implementación de la ISO 20121 fue clave en la reducción de su HC, aunque su difusión en eventos más pequeños sigue siendo baja (Bakos, 2020). En Europa, la norma ha sido adoptada principalmente por grandes corporaciones, pero su uso en eventos sigue siendo limitado; un estudio reciente en España encontró que menos del 50 % de los eventos organizados por empresas con alta



responsabilidad social aplican sus criterios (Sánchez-Hervás y Martínez, 2022).

Asimismo, diversas iniciativas privadas y gubernamentales promueven la evaluación y reducción de la HC en eventos. Algunas consultoras en la región han desarrollado metodologías propias para el cálculo y mitigación de emisiones, incluyendo la implementación de estrategias de reducción y compensación. Asimismo, se han desarrollado programas de certificación para eventos sostenibles, como el Sustainable Event Professional Certificate (SEPC), lanzado en 2022 por el Events Industry Council (EIC). Este programa busca dotar a los profesionales del sector con herramientas para diseñar e implementar eventos con menor impacto ambiental, y promover así mejores prácticas en la industria (Events Industry Council, 2024).

A medida que la preocupación por el cambio climático sigue en aumento, se espera que estas certificaciones y estándares jueguen un papel clave en la consolidación de una cultura de sostenibilidad en la planificación y ejecución de eventos. Sin embargo, el desafío radica en la adopción generalizada de estas herramientas, considerando la necesidad de mayor inversión y conocimiento técnico para su correcta aplicación en la región.

La medición de la HC en eventos enfrenta desafíos metodológicos, especialmente en cuantificar el consumo energético de la publicidad y su impacto indirecto en el comportamiento del consumidor. Malmodin y Lundén (2018) han demostrado que las emisiones indirectas pueden representar más del 75 % de la HC de un sector, subrayando la importancia de incluir estas emisiones. La cadena de suministro de mercancías también presenta retos en la trazabilidad de las emisiones debido a la diversidad de prácticas de sostenibilidad entre proveedores.

Importancia de publicar y divulgar datos de emisiones

Publicar y divulgar los resultados sobre la sostenibilidad y la HC en eventos es esencial para promover prácticas responsables y mitigar el impacto ambiental. En el contexto actual, las instituciones deben calcular y mitigar sus emisiones de GEI, y detallar el alcance y el impacto en eventos como maratones, «hackathons» y congresos. La transparencia en estas comunicaciones, que deben ser específicas y publicadas de manera pronta y accesible a corto plazo, proporciona evidencia de la eficacia de las estrategias implementadas, fomenta la transparencia y estimula la acción colectiva hacia objetivos de sostenibilidad compartidos. Incentivar a que más organizaciones se comprometan con estas prácticas es importante, ya que su liderazgo no solo reduce el impacto ambiental, sino que también establece un estándar para otros.

Conclusión

El presente estudio, el primero en cuantificar la huella de carbono (HC) en eventos en Latinoamérica, determinó que el Climathon Perú 2023 generó 0,85 Tn de CO₂eq en Callao y 0,84 Tn en Trujillo, con una HC per cápita de 0,103 Tn CO₂eq y 0,114 Tn CO₂eq, respectivamente. Las principales fuentes de emisiones fueron el transporte de asistentes (46-64 %), el *merchandising* (27-43 %), las actividades virtuales (6-9 %) y el consumo de energía en instalaciones (0,9-1,4 %); resalta la importancia de evaluar toda la cadena de suministro. Se logró reducir la incertidumbre en un 34,6 % mediante encuestas directas, aunque persisten desafíos como la cuantificación de emisiones indirectas y la falta de factores de emisión específicos para la región. Los resultados subrayan la necesidad de digitalizar eventos, optimizar la logística y reducir el uso de materiales físicos, además de fortalecer el análisis cualitativo de incertidumbre y explorar herramientas de monitoreo en tiempo real. A futuro, se recomienda expandir este análisis a otros eventos en Latinoamérica para consolidar un marco comparativo y fortalecer políticas ambientales en la organización de eventos sostenibles.

Contribución de autoría

SGCh: conceptualización, metodología, *software*, validación, análisis formal, investigación, curación de datos, redacción del borrador original, visualización, supervisión y administración de proyectos.

JSFT: conceptualización, metodología, investigación, recursos y redacción del borrador original.

NCVO: conceptualización, metodología, investigación y redacción del borrador original.

Fuente de financiamiento

Autofinanciado.

Potenciales conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Agradecimiento

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a Re.design Lab y Aquafondo, así como a todos los aliados estratégicos, por su valioso apoyo en la organización y dirección del Climathon Perú, especialmente en sus ediciones de Callao y Trujillo 2023. Su compromiso y liderazgo han sido fundamentales para impulsar soluciones innovadoras frente a los desafíos ambientales, promoviendo la sostenibilidad y la acción climática en nuestras comunidades.

Referencias bibliográficas

- American Express. (2025).** «2025 Global Meetings and Events Forecast». Disponible en: <https://www.amexglobalbusinesstravel.com/meetings-events/me-forecast/>
- Bakos, A. R. (2019).** *The institutionalisation of sustainability in event management: a case study of the diffusion of ISO 20121 at the Gold Coast 2018 Commonwealth*. [Disertación doctoral, Bond University]. Disponible en: https://research.bond.edu.au/files/36066365/Andrew_Bakos_Thesis.pdf
- Bart, I. E., Ahmad, N., Jarimi, H., Purvis-Robert, K. L., Hamid, N. H., Mohd, M. Z. y Burke, J. (2024).** «Harmonizing business practices of events and convention industry through sustainability assessment framework development». *Cleaner and Responsible Consumption*, 15, 100226. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2024.100226>
- Chang, D.-S., Yeh, L.-T. y Chen, Y.-F. (2014).** «The effects of economic development, international trade, industrial structure and energy demands on sustainable development». *Sustainable Development*, 22(6), pp. 377-390. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/sd.1555>
- Climate-KIC. (2024).** «Climathon. Tackle climate change from the ground up». Disponible en: <https://climathon.climate-kic.org/>
- Cooper, J. A. y McCullough, B. P. (2021).** «Bracketing sustainability: Carbon footprinting March Madness to rethink sustainable tourism approaches and measurements». *Journal of Cleaner Production*, 318, 128475. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128475>
- Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA). (2023).** «GHG Conversion Factors for Company Reporting. Business travel-land».
- Events Industry Council. (2024).** «Sustainable Event Professional Certificate Programme». Disponible en: <https://eventscouncil.org/Sustainability/SEPC>
- Guerrero, P. (2024).** Coldplay establece un nuevo estándar de sostenibilidad para las giras. *Rolling Stone en Español*. Disponible en: <https://es.rollingstone.com/coldplay-establece-un-nuevo-estandar-de-sostenibilidad-para-las-giras/>
- Guillén-Chávez, S. (2023).** «Universidades líderes en sostenibilidad: un análisis de las iniciativas de huella de carbono en Latinoamérica». *South Sustainability*, 4(2), e081. Disponible en: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/1442/1158/7411>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC). (2006).** «La cuantificación de incertidumbre en la práctica». En: *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (Capítulo 6). Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/6_Uncertainty_ES.pdf
- ISO 14064-1. (2018).** *Cases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación a nivel de organización para la cuantificación y la presentación de informes sobre emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero*. ISO.
- L, J. (2024).** «Beyond Touchdowns and Trophies: Unveiling the Carbon Footprint of Superbowl LVIII», Carbon Credits. Disponible en: <https://carboncredits.com/beyond-touchdowns-and-trophies-unveiling-the-carbon-footprint-of-superbowl-lviii/> (Accedido: 31 de Marzo 2025).
- Leicester, J. (2024).** «The Paris Olympics organizers say the event was far less polluting than recent Games». AP News. Disponible en: <https://apnews.com/article/paris-olympics-france-environment-carbon-emissions-offsets-74d20c39cb436b76878354decddad575>
- Malmodin, J. y Lundén, D. (2018).** «The energy and carbon footprint of the global ICT and E&M sectors 2010-2015». *Sustainability*, 10(9), 3027. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su10093027>
- Ministerio del Ambiente (Minam). (2022).** «Huella de carbono corporativa Red Energía del Perú (REP). Informe de inventario de GEI».
- Olympics. (2024).** Olympics.com. Disponible en: <http://olympics.com/es/paris-2024/nuestros-compromisos/ambiente/juegos-neutrales-en-carbono>
- Parashar, S., Sood, G. y Agrawal, N. (2020).** «Modelling the enablers of food supply chain for reduction in carbon footprint». *Journal of Cleaner Production*, 275, 122932. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122932>
- Pe-Than, E., Nolte, A., Filipova, A., Bird, C., Scallen, S. y Herbsleb, J. (2019).** «Designing corporate hackathons with a purpose: The future of software development». *IEEE Software*, 36, pp. 15-22. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/MS.2018.290110547>
- Ranzan, E. M. (2016).** «A gestão da sustentabilidade em eventos: as orientações da NBR ISO 20121». *E.T.C. Educação, Tecnologia e Cultura do IFBA*, 13. Disponible en: <https://publicacoes.ifba.edu.br/index.php/etc/article/view/3>
- Reyes, D. S. y Panche, L. T. (2019).** *Determinación de la huella de carbono de la Universidad de La Salle sede Candelaria*. [Tesis en Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de La Salle]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/1ebc9250-cf61-4bbd-b94c-6e76cb96e413/content>
- Ricke, K., Drouet, L., Caldeira, K. y Tavoni, M. (2018).** «Country-level social cost of carbon». *Nature Climate Change*, 8, pp. 895-900. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0282-y>
- Salas, G. y Condorhuanan, C. (2014).** «Huella de carbono en la industria textil». *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 12(2), pp. 25-28. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bivirtual/publicaciones/ing_quimica/v12_n2/pdf/a04v12.pdf
- Sánchez-Hervás, D. y Martínez, S. H. (2022).** «Actos y eventos sostenibles en las organizaciones más responsables de España: El seguimiento de los criterios de la ISO 20121 en los eventos de las empresas líderes en el ranking MERCO». *Human Review*, 14(4).
- Sarswatula, S. A., Pugh, T. y Prabhu, V. (2022).** «Modeling energy consumption using machine learning». *Frontiers in Manufacturing Technology*, 2. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmtec.2022.855208>
- Savin, I., Drews, S., Maestre-Andrés, S. y Bergh, J. (2020).** «Public views on carbon taxation and its fairness: a computational-linguistics analysis». *Climatic Change*, 162, pp. 2107-2138. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02842-y>
- Shaikh, A. K., Nazir, A., Khan, I. y Shah, A. S. (2022).** «Short term energy consumption forecasting using neural basis expansion analysis for interpretable time series». *Scientific Reports*, 12, 22562. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26499-y>
- Varón, M., Osorio, J. y Morales, T. (2021).** «Carbon footprint of a university campus from Colombia». *Carbon Management*, 12(1), pp. 93-107. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17583004.2021.1876531>

