

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en las Instituciones de Educación Superior¹

Jesica Bautista², Yineth Sierra³, Juan Felipe Bermeo⁴

Resumen

Introducción: los gobiernos, las empresas y las personas han incrementado su preocupación por el aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero, producido en su mayor parte por las actividades humanas. Para mitigar el impacto ambiental se han creado una serie de herramientas, objetivos, y acuerdos para su respectivo control. Una de las herramientas que se presenta para dar solución a esta problemática es la huella de carbono, ya que permite estimar las emisiones de CO₂ generadas a la atmósfera a causa de actividades a nivel personal u organizacional. **Objetivo:** el objetivo del presente estudio es medir la huella de carbono corporativa en una Institución de Educación Superior; promover acciones correctivas en la

optimización del uso de combustibles fósiles, el consumo de energía, el papel, entre otros que permitan mitigar su impacto; y generar unos lineamientos para que otras Instituciones de educación superior puedan realizar sus mediciones de Huella de carbono corporativa. Como eje fundamental de la formación, las Instituciones de Educación Superior deben ser entidades líderes en la realización de estrategias de sostenibilidad ambiental. **Materiales y métodos:** el presente estudio se desarrolla en una importante institución de educación superior colombiana, comprometida con el medio ambiente y su respectiva mitigación de gases de efecto invernadero, haciendo uso de la huella de carbono corporativa bajo los lineamientos de la norma ISO 14064-1/2006. **Resultados:** los resultados muestran que

¹ Artículo original derivado del proyecto de investigación La “Sostenibilidad Ambiental: Indicadores en la calidad de vida” - Semillero de Logística Verde- Financiado por la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, en el periodo comprendido entre enero de 2019 y enero de 2020.

² Ingeniera Industrial de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. ORCID: 0000-0002-1456-8014

³ Ingeniera Industrial de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. ORCID: 0000-0001-6906-6356

⁴ Doctor Internacional en Economía y Empresa de la Universidad de Navarra. Maestría en Logística Integral y profesional en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente. Profesor e Investigador en el grupo de investigación Promente K y líder del semillero en logística verde de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. ORCID: 0000-0002-5859-6017

Autor para Correspondencia: Juan Felipe Bermeo, correo: juanf.bermeol@konradlorenz.edu.co

Recibido: 04/09/2021 Aceptado: 13/06/2022

*Los autores declaran que no tienen conflicto de interés

las fuentes de emisión clasificadas en los alcances 1, 2 y 3 generaron el 5,4 %, el 60,6 % y el 34,1 %, respectivamente de las emisiones totales. **Conclusiones:** el alcance 2, producto del uso de la energía, es el que mayor impacto genera, seguido del alcance 3, denominado como otras emisiones indirectas, que en este caso se generan por los viajes que realizan los

empleados, en su mayoría el personal docente a congresos, estancias de investigación, entre otros. Finalmente, el alcance 1, tiene un impacto bajo en las emisiones totales.

Palabras clave: huella de carbono corporativa, ISO 14064, instituciones de educación superior, gases de efecto invernadero, emisiones de CO₂.

Greenhouse Gas Emissions in Higher Education Institutions

Abstract

Introduction: governments, businesses, and individuals have become increasingly concerned about the increase in greenhouse gas emissions, mostly produced by human activities. In order to mitigate the environmental impact, a series of tools, objectives and agreements have been created for their respective control. One of the tools presented to solve this problem is the carbon footprint, since it allows estimating the CO₂ emissions generated to the atmosphere due to personal or organizational activities. **Objective:** measure the corporate carbon footprint in a Higher Education Institution; to promote corrective actions in the optimization of the use of fossil fuels, energy consumption, paper, among others that allow mitigating its impact; and to generate guidelines so that other Higher Education Institutions can carry out their corporate carbon footprint measurements. As a fundamental axis of

training, Higher Education Institutions should be leading entities in the implementation of environmental sustainability strategies. **Materials and Methods:** the present study is developed in an important Colombian higher education institution, committed to the environment and its respective mitigation of greenhouse gasses, making use of the corporate carbon footprint under the guidelines of the ISO 14064-1/2006 standard. **Results:** the results show that emission sources classified in scopes 1, 2 and 3 generated 4.76 %, 65.12 % and 30.12 %, respectively of total emissions. **Conclusions:** scope 2, product of energy use, generates the greatest impact, followed by Scope 3, denominated as other indirect emissions, which in this case are generated by trips made by employees, mostly teaching staff to congresses, research stays, among others. Finally, scope 1 has a low impact on total emissions.

Keywords: Corporate carbon footprint, ISO 14064, higher education institutions, greenhouse gasses, CO₂ emissions.

Emissões de Gases Com Efeito de Estufa em Instituições de Ensino Superior

Resumo

Introdução: governos, empresas e indivíduos têm-se preocupado cada vez mais com o aumento das emissões de gases com efeito de estufa, na sua maioria causados por atividades humanas. A fim de mitigar o impacto ambiental, foi criada uma série de ferramentas, objectivos e acordos para o seu respectivo controlo. Uma das ferramentas apresentadas para fornecer uma solução para este problema é a pegada de carbono, pois permite estimar as emissões de CO₂ geradas na atmosfera devido a atividades a nível pessoal ou organizacional. **Objectivo:** o objectivo deste estudo é medir a pegada de carbono empresarial numa Instituição de Ensino Superior; promover acções correctivas para optimizar a utilização de combustíveis fósseis, consumo de energia, papel, entre outros, a fim de mitigar o seu impacto; e gerar diretrizes para que outras Instituições de Ensino Superior possam realizar as suas medições da pegada de carbono empresarial. Como eixo fundamental da formação, as

Instituições de Ensino Superior devem ser líderes na implementação de estratégias de sustentabilidade ambiental. **Materiais e métodos:** este estudo é realizado numa importante instituição de ensino superior colombiana, comprometida com o ambiente e a respectiva mitigação dos gases com efeito de estufa, fazendo uso da pegada de carbono empresarial sob as directrizes da norma ISO 14064-1/2006. **Resultados:** os resultados mostram que as fontes de emissão classificadas nos âmbitos 1, 2 e 3 geraram 4,76 %, 65,12% e 30,12 %, respectivamente, do total das emissões. **Conclusões:** o âmbito 2, produto da utilização de energia, gera o maior impacto, seguido pelo âmbito 3, designado como outras emissões indirectas, que neste caso são geradas pelas viagens efectuadas pelos empregados, na sua maioria pessoal docente a congressos, estadias de investigação, entre outros. Finalmente, o âmbito de aplicação 1 tem um baixo impacto no total de emissões.

Palavras-chave: pegada de carbono empresarial, ISO 14064, instituições de ensino superior, gases com efeito de estufa, emissões de CO₂.

Introducción

El cambio climático ocupa uno de los primeros lugares entre los problemas que afectan a la humanidad por sus efectos ambientales. Su principal determinante es el aumento de los gases de efecto invernadero (GEI) causados por las actividades humanas (YUE & GAO, 2018). Se han desarrollado una

serie de herramientas para cuantificar las emisiones de GEI como la huella de carbono (HC) de una persona, organización, evento, institución o producto (Bermeo *et al.*, 2018). La HC cuantifica la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera debido a la producción o consumo de bienes y servicios (Pandey *et al.*, 2011). Esta cuantificación se clasifica en tres alcances, en el primer alcance se

encuentran las emisiones directas que son aquellas controladas por la organización, y donde se hace uso de combustibles fósiles, refrigerantes; el alcance dos hace referencia a las emisiones indirectas por causa de la electricidad adquirida; y el alcance 3, hace referencia a otras emisiones indirectas donde se contemplan viajes de negocios, el uso del papel, entre otros.

Para las Instituciones de educación superior (IES) el desarrollo sostenible es actualmente una prioridad (Land & Herzog, 2017), por esta razón las IES desempeñan un papel importante a la hora de cuantificar sus emisiones de GEI haciendo uso de la HC. La razón es que en el año 2020 existían un total de 20.000 IES oficialmente acreditadas en todo el mundo (World Higher Education, 2020). Además, desde el año 2000, el número de estudiantes que asisten a las universidades ha aumentado exponencialmente, tanto que se estima que para el año 2025 habrá 262 millones de estudiantes en todo el mundo (Goddard, 2012). Como resultado del crecimiento de las universidades y el número de estudiantes, es esencial mitigar el impacto ambiental. Por este motivo, la asociación internacional de universidades ha priorizado el desarrollo económico, social, cultural y medioambiental en el marco de la agenda 2030 (International Association of Universities, 2020).

Es importante destacar que las IES vienen propiciando acciones para estimar y posteriormente mitigar su impacto ambiental. Aroonsrimorakot *et al.* (2013), estimaron la HC para el año 2010 de la Universidad Mahidol en Tailandia, el estudio se centró en las actividades de la Facultad

de Medio Ambiente; el estudio incluyó profesores, estudiantes y administradores; donde concluye que las fuentes que emiten más cantidad de dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}) son dadas por el uso de energía y los residuos sólidos que se generan. El Colegio Shikshana Prasarak Mandali Sir Parashurambhau realizó mediciones de HC de cada departamento académico en 2015 y 2016, obteniendo unas emisiones totales de 3630.57 toneladas de CO_{2eq} , y distribuidas por alcance de la siguiente manera, 28 % para el alcance 1, 48 % para el alcance 2 y 24 % para el alcance 3 (Kulkarni, 2019). Por otro lado, Luo *et al.* indicaron en 2015 que China contribuye con aproximadamente el 25 % de las emisiones globales. De acuerdo con Friedrich *et al.*, (2015), lo afirmado por Luo *et al.*, convierte a China en el principal emisor. Esta es una de las razones por las que el país comenzó a tomar medidas para reducir su impacto ambiental. Para esto Li *et al.*, (2015) diseñaron una encuesta en línea dividida en cuatro categorías como lo son la información general, la vida diaria, la vida académica y el uso del transporte, esto con el propósito de obtener la cantidad de CO_{2eq} emitida por cada estudiante. La solicitud se presentó para la comunidad estudiantil de la Universidad Tang Ji en los dos campus situados en el centro de Shanghái y en los suburbios. De acuerdo con esto, las fuentes más representativas de emisiones son las actividades diarias como el transporte y las actividades académicas. Otra estimación es la que se lleva a cabo en la Universidad Suan Sunandha Rajabhat en Tailandia en la que participaron 35 estudiantes del programa de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencia y Tecnología; para este caso se

determinó la cantidad de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ generadas por estudiante. La estimación se llevó a cabo usando la calculadora de HC tailandesa, donde encontraron que las fuentes de emisión más representativas están dadas en primer lugar por el uso de los dispositivos electrónicos, en segundo lugar, por el consumo de alimentos, y en tercer lugar el transporte.

En Europa, la Universidad de Córdoba en España estimó la HC por primera vez en 2013 gracias a Jordano *et al.* (2017). Estos autores definieron los límites organizacionales donde incluían los cuatro campus para calcular las toneladas de $\text{CO}_{2\text{eq}}$. Adicionalmente, la HC por persona/año se obtiene en base a los alcances 1 y 2, ya que el alcance 3 no tiene criterios estandarizados para su cálculo. Sus datos muestran que la mayor fuente de emisión es el consumo de energía eléctrica, seguido de la construcción de edificios, el transporte y el consumo de gas natural.

Por otro lado, el Higher Education Funding Council for England (HEFCE) propuso que las instituciones educativas deberían contribuir a mitigar el impacto ambiental. La estrategia HEFCE se centra en el análisis de alcance 3; por lo tanto, Ozawa-Meida *et al.* En 2013, realizaron un estudio sobre la HC en la Universidad de Montfort, donde encontraron que el 79 % de las emisiones son referentes al alcance 3, lo que muestra que estas emisiones son una parte importante de la HC y deben tenerse en cuenta. La inclusión de este análisis permitió a la Universidad proponer políticas para la gestión de la sostenibilidad.

Respecto al continente americano, desde 2009 la Universidad Sergio Arboleda de Bogotá, ha medido la HC para calcular las

emisiones generadas por las actividades relacionadas con su objeto social. Para 2017, se produjo un aumento del 73,46 % en las emisiones con respecto al año anterior con un total de 466,76 toneladas de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ emitidas, para este caso, la Universidad indica que ese aumento es debido a los viajes del personal y el consumo de energía eléctrica (Sergio Arboleda, 2018). La Universidad Tecnológica de Pereira, ubicada en Colombia, midió su HC corporativa para 2017, con un impacto de 8969 toneladas de $\text{CO}_{2\text{eq}}$. En este caso, el mayor porcentaje se reflejó en el Alcance 3 con 96,7 %, el Alcance 1 con 0,85 % y el Alcance 2 con 0,25 % (Varón-Hoyos *et al.*, 2021). En 2015 la Universidad Jorge Tadeo Lozano (Manso Piñeros *et al.*, 2017) midió su HC, con la metodología basada en la norma ISO 14064-1 (2006), que establece los límites organizativos para diez fuentes de emisión. El inventario de GEI alcanzó un nivel de 1688,36 toneladas de $\text{CO}_{2\text{eq}}$. La mayor fuente de emisión corresponde al alcance 3 por causa de los viajes aéreos realizados por profesores y personal administrativo, el consumo de agua en el funcionamiento de baños, las actividades de riego, limpieza, lavado de fachadas y áreas comunes, el consumo de papel en actividades académicas y administrativas, la generación de residuos peligrosos y reciclables, y la infraestructura construida. Por otro lado, Ortiz Rincón & Hostos Ojeda, (2016) realizaron su trabajo de posgrado en el cálculo de la HC para la facultad de artes ASAB de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, identificando una generación importante de GEI.

Es importante resaltar que se han encontrado investigaciones de la HC en diferentes contextos, como la medición de la HC en educación online (Perales Jarillo *et al.*, 2019), en la creación de métricas estandarizadas para la comparación de la HC en IES (Helmerts *et al.*, 2021); también se identificaron estudios centrados en el análisis de tendencias en la investigación de HC en IES (Li, Z *et al.*, 2021; Robinson *et al.*, 2018). Además, vale la pena señalar que existen plataformas globales que ayudan a las IES a informar sobre sostenibilidad (Gov. UK, 2020; Stars, 2020), estas plataformas están más institucionalizadas en los países europeos y norteamericanos que en los países en desarrollo. En primer lugar, el sistema de seguimiento, evaluación y calificación de la sostenibilidad en un marco transparente y de autogestión para que las universidades midan su desempeño en materia de sostenibilidad. En segundo lugar, la concientización de los informes sobre los consumos de energía y carbono para las corporaciones universitarias: una guía en la que el gobierno del Reino Unido alienta la presentación de informes de emisiones de HC. Otras plataformas se centraron en la acción climática en general, pero se han visto más como plataformas de marketing, como es el caso de Green Metric World university rankings 2020 (Green Metric, 2020.; THE, 2020).

Se viene haciendo una gran labor, pero los líderes mundiales deben seguir trabajando en el fortalecimiento de las políticas gubernamentales y la sinergia con los objetivos de desarrollo sostenible. Así mismo, las IES como ejes fundamentales de la educación deben dar ejemplo y seguir

luchando para frenar el cambio climático. Hacer uso de la HC a nivel organizativo puede ser ese primer paso que logre alinear su compromiso con el desarrollo sostenible. Es necesario concienciar dentro de las IES a todas las partes interesadas sobre la cantidad de GEI que generan las actividades diarias y su efecto en el cambio climático. Adicionalmente, es importante priorizar el compromiso ambiental, ya que todavía se está a tiempo de minimizar el impacto negativo que se genera a nivel mundial. El objetivo del presente estudio es determinar la cantidad de GEI generados por la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, proponer acciones preventivas de cara a mitigar el impacto ambiental, y dejar lineamientos que sirvan a otras IES para poder realizar su respectiva medición de HC teniendo en cuenta los límites organizativos, bajo las normas ISO 14064/2006.

Finalmente, el artículo se organiza de la siguiente manera. En primer lugar se encuentran los materiales y métodos, en esta sección se explica la metodología utilizada para el cálculo de la HC en la Fundación Universitaria Konrad; seguida de esta sección se encuentran los resultados, posteriormente se encuentra la discusión, y por último, se las conclusiones.

Materiales y Métodos

Para realizar la medición de la HC corporativa fue necesario establecer algunos pasos a seguir. Inicialmente, establecer dónde se va a realizar la medición, luego se explica la captura de datos, y por último se explica el proceso del análisis de la información.

Estudio de caso

La Fundación Universitaria Konrad Lorenz es una importante IES en Colombia, que ha plasmado su compromiso con la sociedad, y de cara a alinearse con los ODS, ha querido comprometerse en la medición de su HC. En 2018, la Fundación Universitaria Konrad Lorenz (FUKL) contaba con siete edificios: el centro de atención de psicología clínica, el centro de bienestar universitario, el centro administrativo, centro médico, el centro de ayuda universitaria, el edificio principal y el centro comercial. La FUKL es consciente del impacto ambiental que genera, y busca contribuir al avance de la ciencia, la disciplina y los problemas de la sociedad como se destaca en su visión. Para el año 2019 la Universidad creó un programa ambiental denominado Quycá que supervisa la generación de conciencia

en el cuidado del medio ambiente y la clasificación de los residuos.

Captura de datos

El proceso de captura de datos se llevó a cabo satisfactoriamente con la colaboración del personal de la universidad. Se realizaron visitas a los diferentes departamentos involucrados para socializar la actividad y posteriormente poder recoger los datos necesarios para esta medición.

El estudio se llevó a cabo bajo la siguiente directriz, norma ISO 14064-1/2006, ya que se utiliza para medir la HC corporativa en las organizaciones. Adicionalmente, la norma ISO 14064 es una herramienta que tiene como objetivo dar credibilidad a los informes, y busca a través de su implementación reducir los GEI empleando diferentes criterios proporcionados. Es necesario establecer el año base para medir la HC corporativa, es decir, el periodo en cual se realizó la medición. En este caso, se eligió 2018 como año base. Se diseñó un diagrama de flujo (Figura 1), que indica los pasos a seguir para medir la HC, evitando así la falta de información o errores en el cálculo.

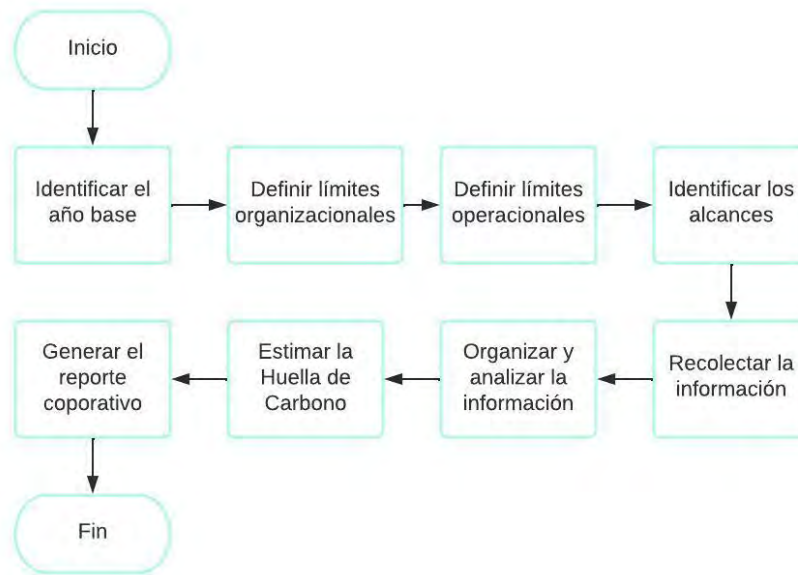


Figura 1. Diagrama para el cálculo de la huella de carbono

Fuente: elaborada por el autor

Después de definir el año base, fue importante determinar los límites organizacionales a través de los alcances, es decir, las emisiones directas e indirectas (Tabla 1).

Tabla 1. Definición de ámbitos de aplicación

Ámbitos	
<p>Alcance 1. Emisiones directas Emisiones directas de fuentes controladas por la Universidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Refrigerantes • Transporte interno • Combustibles fósiles
<p>Alcance 2. Emisiones indirectas Las emisiones indirectas son las que generan calor, vapor o electricidad a partir de fuentes externas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Electricidad adquirida por la Universidad a la empresa prestadora del servicio de suministro de energía
<p>Alcance 3. Emisiones indirectas Otras emisiones indirectas que no se tuvieron en cuenta en los ámbitos anteriores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de empleados • Uso del papel

Fuente: elaborada por el autor

Una vez realizada la etapa anterior, se procedió a definir los alcances con sus respectivas fuentes de emisión, se establecieron los límites organizacionales como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Límites organizativos.

Límites organizativos	
Construir	Descripción
Edificio principal	La sede de la Universidad, donde se encuentran las oficinas de los directivos, y decanos de todos los programas.
Centro administrativo	Conocido como el edificio Luna, alberga los laboratorios de ingeniería industrial y psicología, así como las oficinas administrativas.
Centro de bienestar	Edificio creado para ayudar a la formación integral y propiciar condiciones de bienestar a la comunidad académica.
Centro médico	Situado en frente del edificio principal, el consultorio médico ofrece servicios esenciales de primeros auxilios
EDI	Este edificio alberga salas de sistemas, salas de profesores y oficinas de los centros de investigación de la Universidad.
CPC 1 CPC 2	En estos edificios, se presta atención, como consultas de psicología a estudiantes, personal administrativo y personal externo.
Centro comercial	El centro comercial es parte de la universidad, que ofrece cafeterías, centros de fotocopiado, llamadas telefónicas, y algunas oficinas.

Fuente: elaborada por el autor

Datos de fuentes oficiales

Es importante utilizar fuentes oficiales con datos actualizados que permitan llevar a cabo el proceso de una manera confiable. En este caso, es necesario utilizar factores de emisión que deben extraerse de fuentes oficiales. Para ello, se han utilizado datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA), creada por la Organización para la

Cooperación y el Desarrollo Económico, que busca coordinar las políticas energéticas de los Estados miembros de la OCDE para garantizar una energía limpia y fiable para sus ciudadanos (IEA, 2016). La Unidad de Planificación Minero Energética es una unidad administrativa particular del Gobierno colombiano, cuyo objetivo es operar de manera integral, indicativa, permanente y coordinada con las entidades

del sector minero energético, incluyendo las entidades tanto públicas como privadas (UPME, 2012). El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), un órgano científico e intergubernamental bajo los auspicios de las Naciones Unidas. El IPCC tiene como objetivo analizar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para la evidencia científica relacionada con el cambio climático y sus posibles impactos (IPCC, 2007). Por último, la Agencia de Protección Ambiental (EPA), la agencia gubernamental estadounidense creada para preservar la salud humana y el medio ambiente (US-EPA, 2008).

Resultados

Tras recolectar los datos necesarios para calcular la HC corporativa, se procedió a organizarlos según los alcances indicados por la norma ISO 14064. Para los tres alcances, donde el alcance 1 incluye las emisiones directas, el alcance 2 las emisiones indirectas, y finalmente el alcance 3 que incluye otras emisiones indirectas se procedió en primer lugar a identificar el consumo de cada una de las fuentes analizadas con su respectiva unidad de medición. Posteriormente, donde así se requiere, se asignó la densidad. Finalmente, se consideran los factores de emisión y el poder calorífico, teniendo en cuenta los informes del IPCC, UPME y EIA, para así poder obtener el resultado final, primero en kilogramos y después expresado en toneladas. La tabla 3 muestra los resultados obtenidos referente al alcance 1.

Tabla 3. Alcance 1- emisiones directas.

Alcance 1							
Emisiones directas	Consumo	Unidades de medida	Densidad	Factor de emisión MJ/Kg	Valor calorífico Kg/MJ	CO ₂ equivalente (kg)	CO ₂ equivalente (Tonelada)
Transporte interno – Gasolina	237	Litros	0,74	0,069323	45,32	745,341	0,75
Combustibles fósiles – Bogotá gas natural	2744	M3		0,055539	35,65	5433,025	5,4
Combustibles fósiles – Diesel – Centrales eléctricas							
Central	453,6	Galón	0,865	0,07392	42,67	1237,581	1,238
Centro de Bienestar	151,2	Galón	0,865	0,07392	42,67	412,527	0,413
CPC	151,2	Galón	0,865	0,07392	42,67	412,527	0,413

Alcance 1							
Emisiones directas	Consumo	Unidades de medida	Densidad	Factor de emisión MJ/Kg	Valor calorífico Kg/MJ	CO ₂ equivalente (kg)	CO ₂ equivalente (Tonelada)
Administrativo	226,8	Galón	0,865	0,07392	42,67	618,791	0,619
EDI	302,4	Galón	0,865	0,07392	42,67	825,054	0,825
Refrigerantes	Sin fugas del R-410						
Total	4266				Alcance total 1	9.684,85	9,68

Fuente: elaborada por el autor

Para el alcance 2, referente a la energía adquirida por la Universidad para el funcionamiento de sus operaciones, se identifica que tiene mayor relevancia en el edificio principal, EDI y CPC respectivamente, ya que en estos edificios es donde se llevan a cabo la mayoría de las clases para todos los programas de grado. Además, hay salas de informática y el laboratorio de Ingeniería Industrial, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Emisiones indirectas de alcance 2.

Alcance 2				
Electricidad	Consumo kWh	Factor de emisión (Kg CO ₂ /kWh)	CO ₂ equivalente (kg)	CO ₂ equivalente (Tonelada)
Edificio principal	450.484	0,164	73879,376	73,879376
Administrativo	35.980		5900,72	5,90072
CPC 1	58.027		9516,428	9,516428
CPC 2	111		18,204	0,018204
Centro de Bienestar	25.901		4247,764	4,247764
Centro de salud	2.246		368,344	0,368344
EDI	91.462		14999,768	14,999768
Centro comercial	1.388		227,632	0,227632
Total	665.599		Alcance total 2	109.158,24

Fuente: elaborada por el autor

Finalmente, se analizan los resultados referentes al alcance 3 (Tabla 5). Donde se tiene en cuenta el transporte de empleados, para la estimación de este, se utilizó la calculadora propuesta por la firma Ecoedes en 2005, pero que años tras año han ido actualizando sus datos, lo que la convierte en

una fuente confiable de cálculo; también se tuvo en cuenta el consumo de papel utilizado por la institución, aun así, no se consideró la cantidad de residuos sólidos porque la Universidad no tiene datos al respecto para el año base.

Tabla 5. Alcance 3 otras emisiones indirectas.

Alcance 3						
Emisiones	Consumo	Unidades	Factor de emisión	Unidades	Emisión de CO ₂ (kg)	Emisión de CO ₂ (Tonelada)
Transporte de empleados	197978	km	Por defecto de calculadora	Por defecto de calculadora	60523	60,523
Papel	506	kg	1,84	Kg CO ₂ /kg	931	0,931
Residuos sólidos	-				-	-
Total	198.484			Alcance total 3	61.454	61,4

Fuente: elaborada por el autor

Finalmente, las emisiones totales generadas por la FUKL ascienden a un total de **180,24** toneladas de CO_{2eq}. Como se puede observar en la figura 2, el alcance 2 es el que genera mayor impacto, con un 60,6 % en el

total de las emisiones, seguido del alcance 3, con un 34,1 % generando un impacto medio, y finalmente, el alcance 1, generando el 5,76 %, lo que representa un impacto bajo en el total de emisiones.

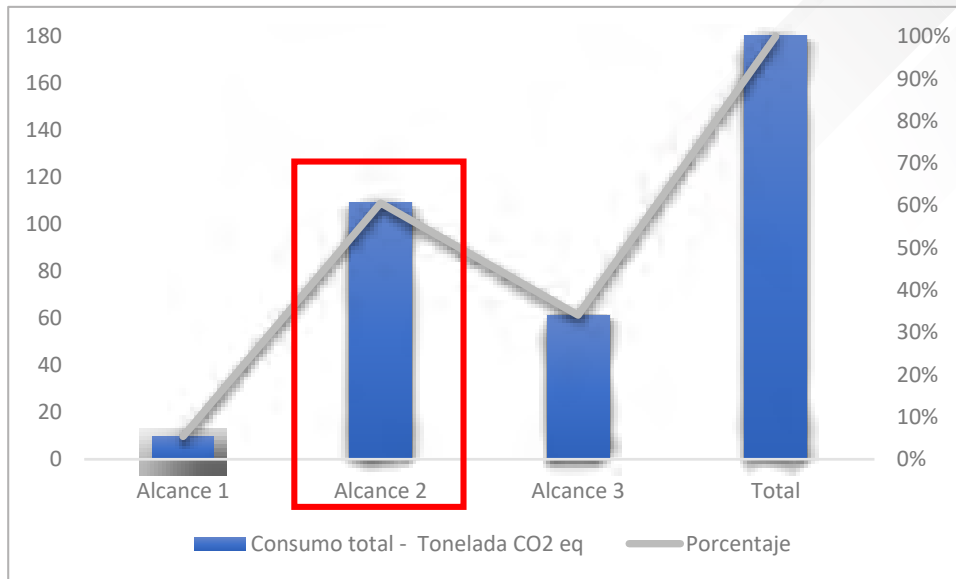


Figura 2. Emisiones totales

Fuente: elaborada por el autor

Discusión

Los países necesitan reducir su impacto ambiental, y las IES desempeñan un papel fundamental dentro de este objetivo. En el caso del FUKL, se realizó la medición de la HC corporativa, incluyendo los tres alcances, y los cuales se informaron en su totalidad, aunque de acuerdo con las normas, la notificación del alcance 3 sea opcional. En este orden de ideas, el alcance 2 es el que lidera la generación de emisiones, seguido del alcance 3, y terminando con el alcance 1.

Se realizó un análisis comparativo de los resultados obtenidos con otros estudios realizados para la cuantificación de la huella de carbono en diferentes universidades a nivel mundial.

La investigación sobre la HC en los continentes de Asia, Europa y América, indica

que al medir los GEI en las universidades, se deben definir límites organizacionales, es decir, delimitar cuáles son las áreas de facultades, actividades o cuántas personas se incluyen en el estudio, para clasificar las emisiones directas e indirectas.

Por ejemplo, en las Universidades Sergio Arboleda, y Jorge Tadeo Lozano de Bogotá, se realizó la medición para todas las instalaciones, con un total de 466,76 y 1688,6 Ton de CO_{2eq}, mientras que en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas la facultad de artes ASAB por sí sola genera 24.669 Ton CO_{2eq}. Simultáneamente en la Universidad Suan Sunandha Rajabhat de Tailandia, se definen los límites organizacionales al programa de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencia y Tecnología con 35 estudiantes, generando unas emisiones de 0,39–8,25 Ton de CO_{2eq} por año.

Las universidades analizadas muestran heterogeneidad en el análisis y medición de su HC corporativa. En la mayoría de los artículos analizados en esta investigación, el alcance 1 es el que genera el impacto más insignificante de las emisiones totales de CO₂. Sin embargo, en el campus de la Universidad Mahidol en Salaya, la Universidad Sergio Arboleda, la Universidad de Córdoba, la Universidad Suan Sunandha Rajabhat y la FUKL tienen un factor común, la fuente más representativa de emisiones de GEI está en el alcance 2, lo

que implica que donde más emisiones de CO₂ generan es en la electricidad que adquieren a las empresas de energía para su consumo.

Finalmente, como se muestra en la figura 3 se realiza una comparativa con las universidades analizadas, mostrando las emisiones de CO_{2eq} generadas al medioambiente, donde se puede observar que el grupo de IES analizadas han emitido un total 36131 toneladas de CO_{2eq} y la FUKL ha contribuido en un 0,50 % del total emitido para este caso de estudio.

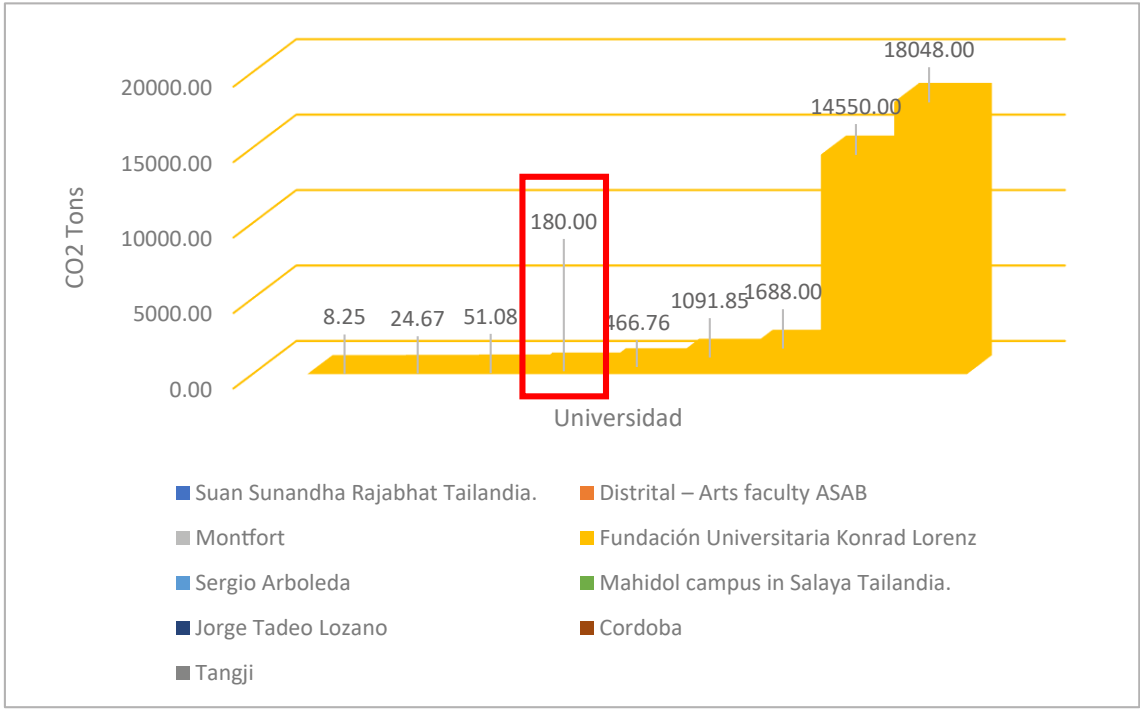


Figura 3. Comparación de la huella de carbono entre otras universidades

Fuente: elaborada por el autor

Conclusiones

La Fundación Universitaria Konrad Lorenz, buscando contribuir al medio

ambiente, trabajó de la mano con el grupo de investigación de logística verde para calcular la HC corporativa, primero analizando cada una de las instalaciones, y posteriormente,

identificando el alcance. En los resultados se observa que el alcance 2 es el que más emisiones de GEI genera, ya que representa el 60,6 % del total de emisiones generadas. Por esta razón, se recomienda instalar paneles solares fotovoltaicos con células amorfas y sensores de movimiento para las luces, lo que ayudaría a reducir el consumo de electricidad. Por otro lado, el alcance 3 representa el 34,1 % de las emisiones totales, estas emisiones en su mayoría son producto de los viajes de los empleados, para lo cual se recomienda que cuando se trate de viajes cortos, estos sean reemplazados por medios tecnológicos como videoconferencias y videollamadas, que a raíz de la Covid-19 se ha podido demostrar que es posible realizar este tipo de actividades con normalidad. Adicionalmente, en el caso de que se tome la decisión de realizar los viajes, es recomendable que cada viaje que se realice sea compensado directamente con los programas que tienen las aerolíneas para compensar esas emisiones, o en su defecto, en programas oficialmente respaldados por entidades conocidas. Asimismo, para el uso del papel, la digitalización de los documentos es un paso fundamental para reducir su consumo, y en la transición a la digitalización de documentos, se recomienda el uso de papel reciclado.

Es importante mencionar que la selección, estructuración y seguimiento de la metodología, junto a la correcta delimitación organizacional y operacional han permitido obtener los resultados esperados. También hay que resaltar que la selección, organización y análisis de los datos recolectados juega un papel fundamental, junto con esto, los datos de fuentes oficiales para factores de

emisiones, y valores de poder calorífico, entre otros, brinda confiabilidad en los resultados. Otro aspecto relevante fue la exhaustiva búsqueda en las diferentes bases de datos, y la delimitación de las palabras claves, lo que permitió encontrar información suficiente que diera el respaldo científico al presente estudio.

Finalmente, la metodología usada se ha mostrado de manera clara, se ha explicado en detalle cómo utilizarla, lo que puede permitir a otras IES replicarla para medir su HC corporativa.

Agradecimientos

Agradecemos a la Fundación Universitaria Konrad Lorenz su disposición y tiempo para compartir los datos necesarios para llevar a cabo este estudio.

Referencias

- Aroonsrimorakot, S., Yuwaree, C., Arunlertaree, C., Hutajareorn, R., & Buadit, T. (2013). Carbon Footprint of Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya Campus, Thailand. *APCBEE Procedia*, 5, 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2013.05.031>
- Barcena, A. (1992). Agenda 21: Biotechnology at the United Nations Conference on Environment and Development. *Bio/Technology*, 25(1–4), 107–111. <https://doi.org/10.1038/nbt0492-402>
- Bermeo, J. F., Rodríguez, V. M., & Alvarez, M. J. (2018). Carbon footprint in corporate logistics operations in the

- food sector. *Environmental Quality Management*, 27(3), 135–146. <https://doi.org/10.1002/tqem.21535>
- Ecoedes. (2005). CeroCO2. Calculadoras de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). <https://www.ceroco2.org/inicio-2020>
- Friedrich, J., Ge, M., & Damassa, T. (2015). Infografía: ¿Cómo son las emisiones de su país? El | Instituto de recursos mundiales. World Resources Institute.
- Green Metric. (2020). *Green Metric World university rankings 2020*. 2020.
- Goddard, B. (2012). Future perspectives: horizon 2025. Making a difference. *Australian International Education*, 398–414.
- Gov.UK. (2020). *Streamlined energy and carbon reporting for college corporations—GOV.UK*. <https://www.gov.uk/government/publications/college-corporation-financial-management-good-practice-guides/streamlined-energy-and-carbon-reporting-for-college-corporations>
- Helmets, E., Chang, C. C., & Dauwels, J. (2021). Carbon footprinting of universities worldwide: Part I—objective comparison by standardized metrics. *Environmental Sciences Europe*, 33(1). <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00454-6>
- IEA. (2016). CO2 Emissions from fuel combustion highlights (2016 edition).
- International Association of Universities. (2020). *Higher Education and Research for Sustainable Development (HESD)—IAU*. <https://www.iau-aiu.net/HESD?lang=en> (Accessed: 5 April 2021)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). IPCC fourth assessment report. Chapter 2: Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf>
- Jordano, A. de T., Gomera, A., Aguilar, J. E., Guijarro, C., Antúnez, M., & Vaquero, M. (2017). *La huella de carbono en la UCO, 2016*.
- Kulkarni, S. D. (2019). A bottom up approach to evaluate the carbon footprints of a higher educational institute in India for sustainable existence. *Journal of Cleaner Production*, 231, 633–641. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.194>
- Land, H. van't, & Herzog, F. (2017). Higher education paving the way to sustainable development: A global perspective. <https://iau-aiu.net/IMG/pdf/higher-education-paving-the-way-to-sd-iau-2017.pdf>
- Li, X., Tan, H., & Rackes, A. (2015). Carbon footprint analysis of student behavior for a sustainable university campus in China. *Journal of Cleaner Production*, 106, 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.084>
- Li, Z., Chen, Z., Yang, N., Wei, K., Ling, Z., Liu, Q., Chen, G., & Ye, B. H. (2021). Trends

- in research on the carbon footprint of higher education: A bibliometric analysis (2010–2019). *Journal of Cleaner Production*, 289. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125642>
- Luo, T., Young, R., & Reig, P. (2015). Aqueduct projected water stress country rankings. Technical Note.
- Manso Piñeros, D., Parrado Moreno, C. A., & Aristizábal, A. J. (2017). Inventario de gases efecto invernadero en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Utadeo).
- Ortiz Rincón, A. F., & Hostos Ojeda, A. F. (2016). Cálculo de la huella de carbono para la facultad de artes ASAB de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Ozawa-Meida, L., Brockway, P., Letten, K., Davies, J., & Fleming, P. (2013). Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study. *Journal of Cleaner Production*, 56, 185–198. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.09.028>
- Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. (2011). Carbon footprint: current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 178(1–4), 135–160.
- Perales Jarillo, M., Pedraza, L., Moreno Ger, P., & Bocos, E. (2019). Challenges of Online Higher Education in the Face of the Sustainability Objectives of the United Nations: Carbon Footprint, Accessibility and Social Inclusion. *Mdpi.Com*. <https://doi.org/10.3390/su11205580>
- Robinson, O. J., Tewkesbury, A., Kemp, S., & Williams, I. D. (2018). Towards a universal carbon footprint standard: A case study of carbon management at universities. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4435–4455. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.147>
- Sergio Arboleda, U. (2018). Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de BCS (2005–2010).
- Stars. (2020). *STARS, Sustainability Tracking Assessment & Rating System*. <https://stars.aashe.org/> (Accessed: 5 April 2021)
- THE. (2020). *world university rankings. Top universities for climate action*. <https://www.timeshighereducation.com/student/best-universities/top-universities-climate-action> (Accessed: 5 April 2021)
- The Mining and Energy Planning Unit (UPME). (2012). Energeticmining information system. Retrieved from <http://www.siam.gov.co>.
- US EPA. (2008). US Environmental Protection Agency. Climate leaders. Optional emission form commuting, business travel and product transport. EPA, USA
- Varón-Hoyos, M., Osorio-Tejada, J., & Morales-Pinzón, T. (2021). Carbon footprint of a university campus from Colombia. *Taylor & Francis*,

12(1), 93–107. <https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1876531>

World Higher Education. (2020). *World Higher Education Database*. <https://www.whed.net/home.php> (Accessed: 5 April 2021)

YUE, X. L., & GAO, Q. X. (2018). Contributions of natural systems and human activity to greenhouse gas emissions. *Advances in Climate Change Research*, 9(4), 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2018.12.003>