

Reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) en el Comedor Universitario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

GEI reduction in the Dining Room of the National Mayor University of San Marcos

Miguel Edgardo Vera Vásquez^{1,a}, José Raúl López Kohler^{1,b}, Walter Aparicio Arévalo Gómez^{1,c}

Recibido: 16/02/2023 - Aprobado: 06/04/2023 – Publicado: 02/06/2023

RESUMEN

El análisis de las emisiones de GEI en el Comedor Universitario, mediante la aplicación de la Gestión Ambiental está basado en un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y del tipo aplicado, estudio que se realizó con apoyo del personal del comedor. Aplicándose una encuesta y un cuestionario, una ficha de registro y la observación directa, recopilándose la información. Este estudio permitió determinar que el transporte del personal, los residuos, el consumo de: diésel, gas propano, energía eléctrica son factores que generan los GEI. Los resultados muestran las condiciones de las emisiones de los GEI en el Comedor, recomendando medidas para controlar el incumplimiento de los estándares de calidad ambiental. La estadística indica que el 84,6% del personal conoce las fuentes de las emisiones de GEI; el 84,6% conoce sobre tratamiento de los residuos; el 61,5% señaló el uso inadecuado del gas. En el desarrollo de esta investigación se han cumplido con los requerimientos técnicos y normativos, razón por la cual sus recomendaciones serán un aporte para la gestión universitaria y ambiental. Este estudio es un punto de partida para desarrollar en la UNMSM la conciencia ambiental, un rol que debe cumplir la Decana de América como institución ambientalmente responsable.

Palabras claves: Gestión ambiental, huella de carbono, responsabilidad ambiental, gases de efecto invernadero, gestión universitaria.

ABSTRACT

The analysis of GHG emissions in the University Dining Room, through the application of Environmental Management is based on a quantitative approach, with a non-experimental design and of the applied type, a study that was carried out with the support of the dining room staff. Applying a survey and a questionnaire, a registration form and direct observation, collecting the information. This study made it possible to determine that the transport of personnel, waste, the consumption of: diesel, propane gas, electric energy are factors that generate GHG. The results show the conditions of GHG emissions in the dining room, recommending measures to control non-compliance with environmental quality standards. The statistics indicate that 84.6% of the personnel know the sources of GHG emissions; 84.6% know about waste treatment; 61.5% indicated the inappropriate use of gas. In the development of this research, the technical and regulatory requirements have been met, which is why its recommendations will be a contribution to university and environmental management. This study is a starting point to develop environmental awareness at UNMSM, a role that the Dean of America must fulfill as an environmentally responsible institution.

Keywords: Environmental Management, Carbon Footprint, Environmental Responsibility, Greenhouse Gases, University management.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

a Ingeniero Químico. Especialista en aceites y grasas. Autor para correspondencia: mverav@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4168-304X>

b Magister en Ciencias Ambientales. Doctor en Educación Ambiental. Docente. E-mail: jlopezk@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4202-5292>

c Doctor en Ciencias Ambientales. Docente. E-mail: warevalog@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5738-7942>

I. INTRODUCCIÓN

Casi toda actividad humana que hoy se realiza afecta al medio ambiente y genera el cambio climático, principalmente por la emisión de gases de efecto invernadero, en especial el metano y el dióxido de carbono (CO₂). El efecto invernadero es algo natural, producto de la retención del calor por los GEI, de esta forma conserva la temperatura del planeta entre +15 ° C en promedio y permite la existencia de las especies, toda vez que casi todos los GEI se encuentran en la atmósfera, los que últimamente se han incrementado de manera anormal (Bremauntz, 2004). El dióxido de carbono (CO₂), sustancia generadora del efecto invernadero en todo el orbe, avanza de forma vertiginosa desde los años cincuenta a la fecha; nos preocupa principalmente por sus elevados niveles de concentración en el ambiente, especialmente en el aire, generando el cambio climático. (Raynal-Villaseñor, 2011).

Toda entidad de prestigio se acoge a las determinaciones y orientaciones para resolver esta problemática ambiental global; razón por la cual se han firmado convenios internacionales en el que los países se comprometen a reducir los GEI. Al respecto, Giles Casas y Cabrera Carranza precisan: “Ciudadanía ambiental es el ejercicio de derechos y deberes ambientales asumidos por los ciudadanos y ciudadanas al tomar conciencia de la responsabilidad que tienen por vivir en un ambiente y sociedad determinados, con los que se identifican y desarrollan sentimientos de pertenencia” (2013: pp 98).

La conciencia ambiental permite que los ciudadanos reflexionen de manera responsable sobre el daño que producen al medio ambiente, desarrollando actividades que generan los GEI, entre ellas están las del Comedor Universitario de la UNMSM. Este es el primer estudio que ha identificado las fuentes emisoras y ha cuantificado las emisiones del GEI que produce el comedor de la universidad.

En la UNMSM no existen estrategias para controlar las emisiones de GEI, a partir de este primer estudio se han propuesto medidas para el control y/o reducción de estas emisiones que hacen daño al medio ambiente.

Una de las principales preocupaciones en la actualidad son los efectos adversos del cambio climático. Gonzáles y Meira (2020), al respecto señalan: “El cambio climático es un fenómeno global de creciente interés científico, político, social y mediático, porque sus repercusiones afectan y alteran prácticamente la totalidad de las actividades humanas (IPCC, 2014; asimismo, Schewe et al., 2019), precisa que “Perturba el funcionamiento de la biosfera y la integridad de los ecosistemas en su conjunto, con impactos variados en el soporte vital de los ciclos biogeoquímicos” (2020: pp. 159). En los últimos tiempos existen acuerdos internacionales, que no solo proponen, sino implementan compromisos para minimizar el impacto; entre ellos está el Protocolo de Kioto, un tratado jurídicamente vinculante, mediante el cual las naciones, organismos y fundaciones asumen de manera convencida la contención de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). Canchari y Ortiz (2010) indican: “Las instituciones educativas son centros de enseñanza donde un factor

importante no solo es la formación de profesionales y/o científicos, sino la formación integral de los estudiantes en un ambiente grato y saludable para alcanzar sus metas de desarrollo integral. Además lo más importante es lograr la concientización de los miembros de la universidad de contar con un centro de estudio limpio y saludable y ser partícipes de este cambio” (2010: pp. 104).

La huella de carbono, es otro instrumento que permite la toma de conciencia sobre la importancia de proteger el medio ambiente, porque orienta el control de las emisiones de los gases de efecto invernadero, principalmente el CO₂ equivalente, generadas por la acción del hombre en el transcurso de su vida útil.

La declaración de los Objetivos del Milenio de la ONU es fundamental para garantizar que los recursos naturales del planeta no se vean afectados y sean útiles para las generaciones futuras. El objetivo 7 implica garantizar el desarrollo sostenible desde las acciones de los estados, como el control en el uso de los recursos naturales renovables y no renovables y de la diversidad biológica; propone estrategias para controlar la contaminación de la atmósfera y aumentar las acciones directamente sobre los servicios de agua potable e higiene (ONU-CEPAL, 2010).

Asimismo, es necesario gestionar de manera sustentable a partir de procesos, en correspondencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, suscrita por 193 países, entre ellos el Perú. El Objetivo 13 está dirigido a fomentar el consumo y la producción sustentable procurando el uso de los recursos y la eficacia energética; promoviendo construcciones sostenibles y permitiendo a los ciudadanos acceder a los servicios primordiales que consisten en esencia ecológica y dignos, de acuerdo a la OIT y una excelente calidad de vida. (ONU-CEPAL, 2016).

Es un dilema la forma cómo se debe preservar el medio ambiente, razón por la cual se realizan estudios sistemáticos sobre las huellas de carbono de diferentes naciones en varios años; de acuerdo al Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) del Ministerio del Ambiente peruano, en el país se ha incrementado de manera importante la emisión de GEI, de 170.2 toneladas equivalentes de CO₂ en el año 2011 a 218.7, en el 2018, muestra evidente de un incremento constante cada año.

El desarrollo industrial y tecnológico, se suma al crecimiento de la población y genera un riesgo latente de daño al medio ambiente; toda actividad antrópica formal o informal daña de manera leve, moderada o crítica, por lo que se requiere dirigir y controlar las acciones para contribuir a la preservación del ambiente, generando políticas de gestión orientadas a buenas prácticas ambientales. Por ejemplo, algunas instituciones universitarias clasifican los residuos y reducen su volumen. De igual forma, promueven la reutilización y el reciclaje de materiales, favorecen la protección y el uso razonable de los recursos naturales, entre otros (Sotomayor, 2016). Además, se corrobora con lo dicho anteriormente por Reátegui (2003): “El impacto ambiental de las actividades humanas no es un fenómeno homogéneo, por el contrario es distinto según el modo de vida y las condiciones del entorno” (pp. 68).

Uno de los aspectos críticos siempre será el servicio del Comedor Universitario, porque procesa importantes cantidades de alimentos, que generan grandes volúmenes de residuos, que emiten GEI, además del necesario consumo energético que implica preparar los alimentos. Casi todas las universidades nacionales en sus comedores atienden diariamente a una multitud de usuarios, (Figura 1).

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) el comedor atiende de lunes a domingo, de 7:00 a 18:00 horas, cerca de 4500 raciones diarias, entre las tres comidas usuales; que implica una gran actividad y un consumo de recursos y energía también altos. La universidad en general tiene una gran actividad, pero el comedor de la Ciudad Universitaria es fuente de actividades y situaciones que impactan el ambiente.

No se han realizado estudios que permitan conocer las medidas que se están tomando en este comedor en materia de preservación ambiental; sí existen investigaciones orientadas a la calidad del servicio que ofrece a sus usuarios (Cevallos, 2015).

El objetivo de esta investigación es evaluar la huella ecológica del Comedor Universitario de la UNMSM, para proponer medidas que mitiguen la emisión de gases de efecto invernadero, porque en la Decana de América no existe una gestión ambiental idónea que permita minimizar la huella de carbono que se origina en este comedor.

II. METODOLOGÍA.

Esta investigación es de tipo aplicativo porque estudió la gestión ambiental en el Comedor Universitario de la UNMSM en el 2018. Se describió todo el proceso y se estimaron las condiciones de manera cuantitativa. Fue de diseño correlacional no experimental, puesto que buscó relacionar la gestión de procesos con las emisiones de GEI.

La evaluación de la gestión de procesos en este estudio, consistió en analizar la optimización de los procesos ambientales relacionados con el manejo del agua,

energía y residuos sólidos en el Comedor Universitario, para poder proteger y conservar las mejores condiciones ambientales en el entorno.

El control de emisiones de gases de efecto invernadero, busca reducir las emisiones de GEI, para ello se cuantifican las emisiones, se le hace un seguimiento y se informa a la población afectada sobre el mismo (Norma ISO 14064-2,2006). Al respecto, es importante considerar lo que indica González (2019): “El análisis de la sostenibilidad de indicadores ambientales es una aplicación en similitud al análisis de un sistema de masas sometido a un movimiento armónico simple de varios grados de libertad. Su determinación favorece a tener un sistema de indicadores óptimo para la sostenibilidad” (pp. 144)

La población de estudio estuvo conformada por 33 personas que trabajaban en el Comedor Universitario (GBU, 2018). Se les consideró a las personas que influyen de forma directa en la generación de emisiones atmosféricas en el proceso de elaboración de las raciones. Los criterios abordados fueron los siguientes: personas contratadas por la Unidad de Personal de la Oficina General de Bienestar Universitario de la UNMSM; personal que participa en el proceso de lavado de instrumentos (Figura 2), en el proceso de generación de desechos orgánicos e inorgánicos, en el traslado de los residuos a los depósitos y en la limpieza en general.

Para la elaboración de este estudio se abordó un muestreo censal poblacional, es decir, se manejó el número total de trabajadores del comedor (población), debido a que dicho número fue finito, que pudo manejar mejor el investigador, aunado a esto, contribuyó a la mayor exactitud y rigor de los resultados. En síntesis, n=33

El instrumento empleado fue la encuesta como técnica, mediante un cuestionario a partir del cual se recabó información importante para el cálculo de la huella de carbono, el mismo que se validó por contenido, construcción y juicio de expertos, además de validar por prueba estadística.



Figura 1. Detalle del interior del Comedor Universitario de UNMSM



Figura 2. Zona de lavado de la cocina

La norma UNE 14064 (2006) establece que se debe definir el año base para el cálculo de la huella de carbono, el cual se define como período histórico señalado, para fines de confrontar emisiones o remociones de GEI u otra información afin a los GEI en un período de tiempo. Para esta investigación, el año base corresponderá al período regular del año 2018 por ser el más representativo, por cuanto es donde hay el mayor nivel de actividad en la unidad de análisis anteriormente señalada.

Para el estudio se empleó la técnica de la observación estructurada, encuesta escrita y el análisis de documentos. Esta observación permitió ver los procesos y los indicadores de emisión de gases de efecto invernadero para proceder a su cuantificación. La técnica de la encuesta escrita se utilizó para conocer a través de los trabajadores, la forma como se dan cada uno de los procesos y poder complementar la información a la que se accedió por medio de la observación. Se aplicó un cuestionario correspondiente a la técnica de observación, que fue elaborado por el investigador. Se plantearon preguntas cerradas para obtener información, este cuestionario también cumplió un proceso de validación de contenido.

Las encuestas se aplicaron a una muestra conformada por 13 colaboradores del comedor de la UNMSM, se les consultó sobre su traslado hacia y desde la universidad, esto con el propósito de lograr información sobre los tipos de traslado usados, el tiempo de viaje y la frecuencia de viajes. Toda esta información fue relevante para el cómputo de la huella de carbono por el transporte.

Además, se hizo el análisis documental, que fueron los requeridos para extraer la información y datos necesarios para la medición de la huella de carbono y cuantificar el impacto que tiene el Comedor Universitario en la emisión de gases de efecto invernadero.

En cuanto a los procedimientos, en un primer momento hicimos la observación, para evitar que los trabajadores, al haber sido prevenidos, hagan modificaciones en sus conductas que no permitan ver la realidad tal y como sucede sin que intervenga el investigador.

Se realizó la identificación de fuentes de emisión de CO₂, es decir determinar dónde se originan, considerando

consumo eléctrico, equipos informáticos, aparatos eléctricos (licuadoras, refrigeradoras, amasadores, otros), sistemas de iluminación, gasto de combustibles fósiles en sus procesos (Figura 3) y desechos sólidos generados por el comedor.

Para la medición de los indicadores de emisión de gases de efecto invernadero, y el método de cómputo de la huella de carbono (según lo mencionado en el Protocolo GHG) se obtendrán las informaciones de las actividades o fuentes de emisión con sus respectivos factores de emisión. La gestión de los residuos sólidos es un tema de especial atención, al respecto Serna y Serna (2022) señalan: “En la vida contemporánea, se ha venido insistiendo mucho en los ámbitos atinentes a los residuos sólidos, lo peligrosos que se pueden volver si no se incurre en un adecuado manejo, pero al transversalizar esta discusión con el tema del cambio climático el problema se vuelve más complejo, debido a la situación que representa o representan las variaciones del clima planetario como consecuencia del exceso de residuos sólidos que a diario se generan” (2022: pp. 394).

Para el análisis de datos del estudio se cumplieron los siguientes pasos:

1. Exploración, que permitió la delimitación del tema y observar la realidad existente para diagnosticar la situación actual relacionada con el ambiente en el comedor de la UNMSM.
2. Análisis de la gestión ambiental para que minimicen la emisión de los gases de efecto invernadero en los procesos del Comedor Universitario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, según la Norma ISO 14064 y establecer cada uno de los objetivos.
3. Revisión de antecedentes y material documental/ teórico, así como normas de clase mundial que permiten identificar y seleccionar información, en este paso se compararon e integraron algunas teorías y definiciones para ampliar y profundizar las ideas que justificaron el estudio.
4. Estimación de la estrategia de análisis descriptivo, mediante el soporte de los resultados y conclusiones del estudio.

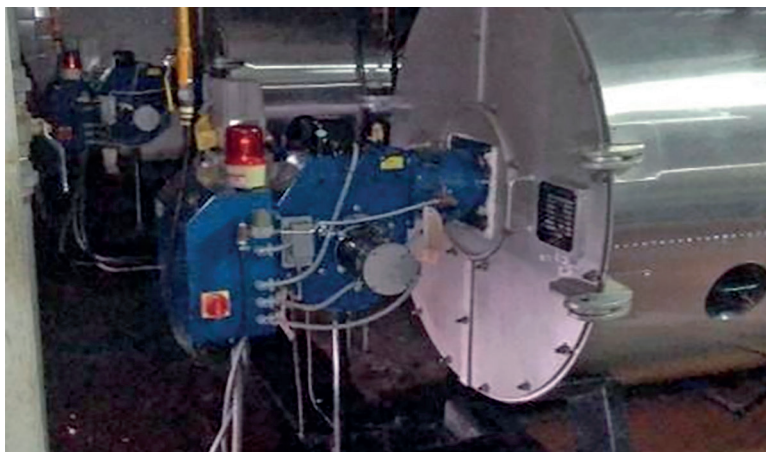


Figura 3. Caldero del comedor universitario

5. Aplicación de instrumentos de recolección de datos a la población objeto de estudio.
6. Procesamiento para el análisis, interpretación y presentación de resultados obtenidos por instrumentos, además de realización de frecuencias y medidas de tendencia central. Como herramienta para el análisis se empleó la aplicación Excel para Windows®.

III. RESULTADOS

Estos fueron los resultados que obtuvimos:

- Para trasladarse de su domicilio a la universidad, el 38,5% de las personas tardaban 90 minutos; el 30,8%, 60 minutos y un 7,7%, 30 minutos, no se controló el retorno al hogar, porque no siempre lo realizan directamente. El 46,2% de las personas asistían 6 días a la semana; el 38,5%, 5 veces a la semana y el 15,7%, entre 1 y 2 días a la semana, contribuyendo de alguna forma al consumo de combustibles fósiles, por la necesidad de su traslado y asistencia a su centro de trabajo.
- Con respecto al conocimiento de las políticas sobre tratamiento de aguas grises, el 61,5% reconoció que sí sabía y el 38,5%, que no.
- Con respecto al uso de las duchas, el 100% indicó que hacía el uso de ese servicio toda vez que asistía al centro de trabajo, es decir, el Comedor Universitario.
- Respecto al tratamiento del agua para uso sanitario, el 100% de los encuestados coincidió que va directo a la red normal de desagüe, que no tiene segundo uso, al igual que las aguas de urinarios y retretes.
- Sobre el uso del agua potable, para el 69,2% era de buena calidad y favorable; el 30,8% indicó que no era de calidad, menos favorable para el consumo humano directo; sobre su consumo, el 76,9% afirma que lo consume y un 23,1%, no lo consume de forma directa.
- Referente a las políticas de manejo de residuos sólidos, el 46,2% coincide que tiene lineamientos para la disposición de los residuos sólidos y para un 53,8% no existen dichas indicaciones.
- Para un 61,5% existe un área para destinar los residuos sólidos, pero un 38,5% señala que no existe.
- Sobre el tratamiento y disposición final de residuos sólidos, el 84,6% coincide que sí existe y un 15,4% no lo identifica o reconoce.
- Sobre el conocimiento de los GEI, el 84,6% coincide que sí los conoce y un 15,4% indica que no conoce.
- Sobre el conocimiento de fuentes de emisión directa de GEI en el comedor, el 92,30% señaló que las conoce y un 7,7% indicó que no conoce. Sobre el conocimiento de fuentes de emisión indirecta de GEI, el 84,6% indicó que sí conoce y un 15,4%, dijo que no conoce.
- Sobre el manejo del recurso agua, un 30,8% aceptó haber recibido capacitación y/o concientización sobre las buenas prácticas ambientales y un 69,2% indicó que no.
- Sobre políticas o lineamientos para el uso y manejo del agua, el 15,4% indicó que si existe y un 84,5% indicó que no existían.
- Sobre la existencia o acceso a duchas en el centro de trabajo, el 100% indicó que no existen.
- El 76,9% reconoce que consume agua potable y un 23,1% indica que no.
- Sobre la red de distribución de aguas potables, el 69,2% indicó que sí existía, pero un 30,8% no lo identificó.
- Sobre el uso de la luz artificial, un 76,9% indicó que hacía un uso racional y un 23,1% que no hacía un uso racional.
- Con respecto al gas doméstico: un 38,5% indicó que hacía uso racional y un 61,5% no hacía uso racional del recurso.
- Sobre las condiciones de las cocinas, el 84,6% coincide que están en buenas condiciones, pero para un 15,4% no estaban en buenas condiciones.
- Sobre las calderas, el 100% coincidía que están en buenas condiciones.
- Con respecto al sistema y tanques de gases, un 76,9% consideró que estaban en buenas condiciones y un 23,1% consideró que no estaban.
- Con respecto a la existencia de políticas ambientales destinadas a la gestión integral de residuos, un 30,8% coincidió que sí y un 69,2%, que no.
- Para un 38,5% la generación *per cápita* de residuos sólidos era favorable y para un 61,5% no era favorable.
- El 100% señaló que existe un área de tratamiento y disposición de residuos sólidos en el Comedor Universitario.
- El 100% indicó que no conocía el porcentaje de GEI que genera el comedor, ese mismo porcentaje no identificaba fugas y forma de hollín en utensilios.
- De todas estas respuestas se aprecia que los trabajadores no tienen un conocimiento responsable sobre la generación de los GEI.

La siguiente Tabla permite mostrar la emisión asociada al uso de cada refrigerante:

Tabla 1. Emisión asociada al uso de cada refrigerante. *Controlado bajo el estándar del Protocolo de Montreal

Tipo de refrigerante	Cantidad adquirida (kg)	GEI emanado	gei	Emisión calculada kg CO ₂ eq
R404	13	HFC	3942,8	51 256,4
R22	20*	HCFC*	1810	36 200,0
			Total	87456.6

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, Huella Chile (2019)

Reemplazando la cantidad de refrigerante R404 adquirida por la UNMSM durante el año 2018 (Tabla 1) y el factor de emisión para ese contaminante Huella Chile (2019), empleando la siguiente ecuación se obtiene la cantidad de refrigerante:

$$E_{A1}(R404B) = 13Kg * 3942.8 \frac{KgCO_{2eq}}{Kg}$$

$$E_{A1}(R404B) = 51256.4 KgCO_{2eq}$$

Si reemplazamos el consumo anual de diesel en el comedor de la UNMSM durante el año 2018 (Tabla 2), que comprende desde el primero de marzo del 2018 hasta el 28 de febrero del 2019, el factor de emisión para ese contaminante, Huella Chile (2019), en la ecuación se obtiene lo siguiente:

$$E_{A1}(Diesel) = 35\ 412,50 \text{ litros} * 2,79 \frac{kg\ CO_2}{litros}$$

$$E_{A1}(Diesel) = 98,800,875 kgCO_2$$

Con respecto al consumo de combustibles, se tiene la Tabla 2.

Tabla 2. Ficha técnica del caldero generador de vapor diésel

Proveedor	EFAMEINSA – Producto Peruano – www.efameinsa.com				
Equipo	Caldero generador de vapor				
Marca	EFAMEIN	Modelo	EFAC60		
Tipo	H	Serie	EFAC – 1017		
Potencia	60 BHP	Producción de vapor	2070 lb/hr		
Presión de diseño	150 PSI	Presión de trabajo máximo	125 PSI		
Voltaje	220 V	Fases	3	Hz	60
Tipo de combustible	D2 / GNV / GLP	Superficie de calefacción	300 ft2		

Fuente: Propia del autor (Anexo fotos: Foto 12)

Tabla 3. Consumo de combustibles

Mes	Tipo de combustible	Consumo (galones)	Consumo (litros)	
Marzo 2018	Diésel	430	1 627,7	
Abril 2018		575	2 176,6	
Mayo 2018		880	3 331,2	
Junio 2018		885	3 350,1	
Julio 2018		1 860	7 040,8	
Agosto 2018		1 275	4 826,4	
Setiembre 2018		1 220	4 618,2	
Octubre 2018		530	2 006,3	
Noviembre 2018		850	3 217,6	
Diciembre 2018		450	1 703,4	
Enero 2019		200	757,1	
Febrero 2019		200	757,1	
Consumo anual			9 355	35 412,5

Nota: (°) 1 galón (US) = 3,7854 litros.

Fuente: Elaboración propia (Anexo fotos: Foto 13)

Tabla 4. Consumo de combustibles - Cocinas industriales propano

Mes	Tipo de Combustible	Consumo 3 (galones)	Consumo (litros)
Marzo 2018	Gas propano	585	2 214,5
Abril 2018		635	2 403,7
Mayo 2018		710	2 687,6
Junio 2018		810	3 066,2
Julio 2018		700	2 649,8
Agosto 2018		460	1 741,3
Setiembre 2018		370	1 400,6
Octubre 2018		400	1 514,2
Noviembre 2018		430	1 627,7
Diciembre 2018		740	2 801,2
Enero 2019		360	1 362,7
Febrero 2019		385	1 457,4
Consumo anual		6585	24 926,9

Fuente: Elaboración propia

Si reemplazamos el consumo anual de gas propano en el comedor de la UNMSM durante el año 2018 (Tabla 3) y el factor de emisión para este generador de gases de efecto invernadero, se obtiene mediante la ecuación de la norma de la EPA:

$$E_{A1}(\text{Propano}) = 6\,585 \text{ gal} * 5,6 \frac{\text{KgCO}_{2eq}}{\text{gal}}$$

$$E_{A1}(\text{Propano}) = 36\,876 \text{ KgCO}_{2eq}$$

En la Tabla 4, se lee que el consumo anual por focos fluorescentes asciende a 14 855 040 W*hr mientras que en los focos ahorradores el consumo fue de 691 200 W*hr para un total general de 15 546 240 W*hr.

Para ello se expresa el siguiente algoritmo:

$$\text{Consumo Anual (E)} = \text{Potencia del equipo (KW)} * \text{Tiempo de encendido (Hr)}$$

Tabla 5. Resumen de consumo de energía eléctrica de equipos de iluminación

Total, consumo fluorescente anual	14 855 040	W*hr
Total, consumo ahorrador anual	691 200	W*hr
Total, general	15 546 240	W*hr

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Resumen del consumo eléctrico en el comedor

Concepto	Consumo (KWh)
Iluminación	15 546,24
Equipos	884 107,52
Total	899 653,76

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 puede evidenciarse que se consumieron, por concepto de iluminación y funcionamiento de los equipos eléctricos 899 653.76 kWh durante el año 2018, que al multiplicar el factor de emisión para ese contaminante, en la ecuación se obtiene lo siguiente:

$$E_{A2}(CE) = 899\,653,76 \text{ KWh} * 0,547 \frac{\text{KgCO}_{2eq}}{\text{KWh}}$$

$$E_{A2}(CE) = 492\,110,6067 \text{ KgCO}_{2eq}$$

Luego por concepto de electricidad anualmente se generan:

$$E_{A2}(CE) = 491,11 \text{ TNCO}_{2eq}$$

Tabla 7. Porcentaje uso de agua aproximado en la UNMSM

Ambiente	Porcentaje
Cocina	43 %
Baño	21 %
Otros	18 %
	18 %

Fuente: Elaboración Propia

Si para las cocinas se requiere un aproximado de 43%, incluido sus servicios higiénicos, procedemos a calcular su consumo de agua:

$$435\,401 \frac{m^3}{año} * \frac{1000\,L}{1\,m^3} = 435\,401\,000 \frac{L}{año} \blacksquare$$

$$435\,401\,000 \frac{L}{año} * \frac{1\,año}{12\,meses} = 36\,283\,417 \frac{L}{mes}$$

$$36\,283\,417 \frac{L}{mes} * \frac{1\,mes}{30\,días} = 1\,209\,447 \frac{L}{día} \blacksquare$$

Si partimos de la premisa de que el consumo de agua del comedor de la Universidad Mayor de San Marco representa el 43% del consumo diario del campus en general, se tiene lo siguiente:

$$1\,209\,447 \frac{L}{día} * (0,43) = 503\,286 \frac{L}{día} * \frac{30\,día}{1\,mes} * \frac{12\,meses}{1\,año} = 187\,222\,395,6 \frac{L}{año}$$

Se evidencia de la ecuación anterior, que este porcentaje representa al año 187 222 395,6 L, lo que a

su vez figura 187 222,395 m³ de agua gestionada en las labores del comedor de la universidad objeto de estudio.

La emisión de CO₂eq se estima a partir de la ponderación del agua total consumida por su factor de emisión, el cual es establecido según Huella Chile (2019) y se muestra según la siguiente ecuación y tomando en consideración el factor de conversión por componente esclarecido por (Guerra & Rincón, 2017) para el cálculo de la huella ecológica, se tiene entonces un factor de 0.09 Kg*CO₂/m³, consecuentemente se presenta la ecuación del cálculo de la emisión de CO₂ equivalente del consumo de agua del comedor.

$$EA3(agua) = V_{agua} * fe_{agua}$$

Sustituyendo los valores se tiene:

$$E_{A3}(Agua) = 187\,222,395\,m^3 * 0,09 \frac{KgCO_{2eq}}{m^3}$$

$$E_{A3}(Agua) = 16\,849,83 \frac{KgCO_{2eq}}{año}$$

Con respecto a los residuos sólidos Ver Tabla 8.

Tabla 8. Caracterización de residuos sólidos – semanal

Tipo de residuo sólido	Total semanal Kg
Residuos orgánicos	4 939,13
Papel	1,61
Cartón	77,91
Vidrio	7,99
Plástico	67,77
Tetra brik (envases multicapa)	0,22
1.2.6. Metales	42,72
Latas (latas de leche, atún, entre otros)	41,9
Metales ferrosos	0,27
Textiles (telas)	8,6
Caucho, cuero, jebe	0
Residuos no aprovechables	57,62
Bolsas plásticas de un solo uso	3,54
Residuos sanitarios (PPHH/pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas)	20,34
Tecnopor	0,41
Residuos inertes (fierro, piedras, cerámicos, ladrillos, madera)	2,5
Rafia	0,41
Costal	2,34
Envolturas de aluminio	0,51
Otros residuos no categorizados	26,25
Aceite	1,32
Agua	0
Total de residuos generados	5 203,57
Total de residuos orgánicos	4 939,13
Total de residuos inorgánicos	264,44

Fuente: Elaboración propia del autor

Este estudio nos permite cumplir la recomendación de Domínguez, Paredes y Hernández (2021) sobre la importancia de su estudio: “En concordancia con el DL N.º 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (SINIA-MINAM, 2017), que prescribe dentro de sus acciones, la segregación domiciliaria, reutilizar, reducir y reciclar los residuos sólidos, se plantea considerar la actitud y la motivación de la persona ante las acciones mencionadas, ya que es importante para la intervención y el logro de los objetivos del programa de gestión de residuos sólidos” (pp. 64).

Y sobre la problemática de los residuos sólidos en la universidad, indica al respecto Pacheco et al (2012): “En el campus universitario de la UNMSM, existe un grave problema de acumulación de RS sin separar, explicado por diversas razones: la falta de infraestructura para la mínima separación de los RRSS, de una normatividad que vigile su cumplimiento, y de acciones concretas para darles utilidad y en general de un programa de gestión de RRSS” (pp. 37).

La disposición de los residuos se realiza 3 veces por semana; considerando 52 semanas por año, y que se realizan 2 viajes (ida y vuelta), procedemos a calcular el número de viajes:

$$nv = 3 \frac{\text{recorridos}}{\text{Semana}} * 52 \text{ Semanas} * 2 \frac{\text{viaje}}{\text{Recorrido}} = 312 \text{ viajes} * \text{año}$$

Si se reemplaza la masa a transportar en cada viaje, la distancia que se debe recorrer, el número de viajes y el

respectivo factor de emisión Huella Chile (2019), para este tipo de residuos en la ecuación se obtiene lo siguiente:

Para los residuos orgánicos:

$$EA3_{(t-organicos)} = 158.05 \frac{Tn}{Año} * 60 Km * 312 \text{ Viajes} * \text{año} * 0.2092 \frac{Kg CO_2eq}{Tn * Km}$$

$$EA3_{(t-organicos)} = 618959.2032 Kg CO_2eq \cong 618.96 Tn CO_2eq$$

Para los residuos inorgánicos

$$EA3_{(t-inorganicos)} = 8.46 \frac{Tn}{Año} * 80 Km * 312 \text{ Viajes} * \text{año} * 0.2092 \frac{Kg CO_2eq}{Tn * Km}$$

$$EA3_{(t-inorganicos)} = 44175.00672 Kg CO_2eq \cong 44.18 Tn CO_2eq$$

Luego el total es

$$EA3 = EA3_{(t-organicos)} + EA3_{(t-inorganicos)}$$

$$EA3 = 618.96 Tn CO_2eq + 44.18 Tn CO_2eq = 663.14 Tn CO_2eq$$

La cantidad total de residuos resulta de la suma de las cantidades totales de los RRSS tanto orgánicos como inorgánicos caracterizados, el cual resulta un valor de 89505.9 Tn CO2eq al año en la universidad.

Con respecto a la huella del carbono en el uso del transporte podemos observar las cifras que nos muestra la Tabla 9.

Tabla 9. Emisiones asociadas a los medios de transporte

Tipo de movilización	GEI emanado	Kilometraje estimado	Factor de emisión kg CO2eq /km	Emisión calculada kgCO2eq
Bicicleta	-	1 452	-	-
Caminata	-	792	-	-
Ómnibus	CO2	8 989,2	0,0392	352,38 (91,89459)
	CH4			
	N2O			
Metropolitano	CO2	10 929,6	0,0392	428,44 (112,3155)
	CH4			
	N2O			
Moto lineal	CH4	0	0,0922	0,00
	N2O			
Total				780,82 kgCO ₂ eq
Total				0.781 TnCO ₂ eq

Fuente: Elaboración propia

Cuyos resultados se muestran en la Tabla 10 y sus respectivos factores de emisión, según muestra la ecuación, en lo que respecta a consumo de combustibles.

$$E_{A3}(\text{transporte}_i) = D_{ti} * fe_i$$

Conforme a los resultados señalados en la Tabla 10, los trabajadores del comedor de la UNMSM

generan 204,21 KgCO2eq asociados a los medios de transporte.

En la Tabla 10 se puede apreciar que el mayor porcentaje de emisiones corresponde a las emisiones asociadas a la gestión de residuos con un porcentaje del 48,74% de emisiones en relación al total de las mismas.

Siguiendo este orden de ideas, para los factores de emisión por vehículo empleado (Kg), se toman los considerados por (Elizondo & Hernández, 2018), quien establece los parámetros regulares de emisiones de bióxido de carbono y su equivalencia en rendimiento de combustible aplicable a vehículos ligeros, de carga y transporte de personas, así, quedan establecidos los factores de la Tabla 11.

Cuyos resultados se muestran en la Tabla 11 y sus respectivos factores de emisión según muestra la ecuación:

$$E_{A3}(transporte_i) = D_{ti} * fe_i$$

Conforme a los resultados señalados en la Tabla 11, los trabajadores del comedor de la UNMSM generan 0,20421 TnCO_{2eq} asociados a los medios de transporte.

Tabla 10. Resumen de las emisiones de CO2 según el tipo de alcance

Alcance	Aspecto	Emisión Calculada Kg CO _{2eq}	%
I	Consumo de refrigerantes	87 456,00	6,12%
	Consumo de combustibles	98 800,88	6,91%
II	Consumo de electricidad	36 876,00	2,58%
	Emisiones asociadas al consumo de agua	492 110,61	34,43%
III	Emisiones asociadas a la gestión de residuos	16 849,83	1,18%
	Emisiones asociadas al uso de medios de transporte de los trabajadores del comedor	663 134,20	46,40%
		33 135,49	2,32%
	Total	1 429 143,82	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resumen de los tipos de emisión de GEI y el factor de emisión utilizado

Tipo de emisión	GEI emanado	Factor de emisión
Memoria de cálculo Alcance 1		
R404	HFC	3 942,8 Kg CO _{2eq} / l
R22	HCFC*	1,81 Kg CO _{2eq} / l
Diésel	-	2,79 Kg CO _{2eq} / l
Gas propano	-	5,6 Kg CO _{2eq} / gal
Memoria de cálculo Alcance 2		
Energía eléctrica	-	0,547 Kg CO _{2eq} / KW*h
Memoria de cálculo Alcance 3		
Consumo de agua	-	0,09 Kg CO _{2eq} / m3
Transporte de residuos	-	0,2092 kg CO _{2eq} / t*km
Deposición final de residuos	-	199 kg CO _{2eq} / t
Uso de medios de transporte	-	-
Bicicleta	-	-
Caminata	-	-
Ómnibus	CO2	
	CH4	0,0392 kg CO _{2eq} / km
	N2O	
Metropolitano	CO2	
	CH4	0,0392 kg CO _{2eq} / km
	N2O	
Moto lineal	CO2	
	CH4	0,0922 kg CO _{2eq} / km
	N2O	

Fuente: Huella Chile (2019)

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo al estudio se tiene el siguiente análisis:

- A. Pardo, (2017), mencionaba que trataba de apreciar la huella de carbono o ecológica en la comunidad del servicio educativo e identificar sus elementos concluyentes. Detectó la huella al evaluar el consumo de papel, energía, agua y creación de desperdicios y suciedades; lo que se asoció a su equivalente en CO₂, sus estudios revelaron que la huella de un estudiante universitario era de 0,89 toneladas de CO₂ por ciclo. Arámbulo (2022) cita a Martí Suárez (2020), haciendo referencia a la responsabilidad en la huella ecológica: "... cada institución intenta hacer lo mejor por la sostenibilidad, reduciendo la huella ecológica de consumidores, de hecho, se ha podido apreciar que todas las universidades tienen responsables políticos en materia ambiental y se tiene un control de los aspectos ambientales: agua, energía y residuos, pero que no se realizan acciones de mejora en esos aspectos, pero deben poner mayor interés en esa mejora". (2022: pp. 115).

Comentario:

Se puede apreciar en la Tabla 10 que las emisiones asociadas a la gestión de residuos, significan el 48,72% y el consumo de energía significa el 34,43% de la huella de carbono, se corrobora el hecho de que el manejo o gestión de residuos y el consumo de energía siempre es un hecho significativo con la huella de carbono.

- B. Bulege (2016), en Huancayo la biocapacidad no permite una compensación al excedente ecológico de 2,27 hectáreas globales (hag); además existe una relación lineal inversa entre la huella ecológica de Junín y la biocapacidad del Perú, de igual manera hay una relación no lineal entre temperatura mínima de Huancayo y la extensión glaciaria del Huaytapallana. La reducción de la huella ecológica afectaría la disminución de los GEI.

Comentario:

La información que se presenta en las tablas precedentes demuestra que la huella ecológica de la UNMSM, están en condiciones muy altas y preocupantes, el GEI que generan afecta el entorno, tal es el caso de las compresoras de cámaras de refrigeración (Anexo fotos: Foto 15).

- C. Jaimes (2019), al margen de indicar la creciente emisión de GEI y la política de la Universidad Peruana Unión (UPU), expresa la necesidad de reforestar, además infiere que es imperativo conocer la huella ecológica del tamaño de una universidad de Lima, ya que las actividades para disminuir el efecto como parte de una comunidad universitaria igualmente serán positivas. Se consiguieron incluir ejemplos de acciones precisas para la disminución de la huella ecológica por parte de la organización.

Comentario:

Es justificado entonces el estudio realizado y que ese diagnóstico es el indicador para determinar las medidas de la institución en relación a las emisiones y la existencia de espacios verdes no es compensatorio y se requiere iniciar acciones para esa compensación mediante un estudio más completo para determinar si la biomasa vegetal de la universidad es suficiente para compensar el 1 429 148,82 kg CO₂eq que se emite.

- D. Manzano (2017). Los principales resultados señalan que los trabajadores de las instituciones no certificadas son quienes reportan mayor nivel de autoeficacia y apoyo organizacional. Estas personas también están identificadas con las acciones ambientales e intervienen en su realización cuando las políticas son impulsadas de la base a la gerencia sin que medie un reglamento que lo obligue.

Comentario:

En los resultados generales se aprecia que las personas en un 61,5% tienen conocimientos de las políticas de tratamiento de varios aspectos; en promedio casi el 50% de las personas tienen ese tipo de predisposición en otros casos, por lo que se corrobora lo que se dice, las personas adoptan o desarrollan esas habilidades o aptitudes cuando se les sensibiliza al respecto.

- E. Guerra (2018), se concluyó que la UCV requeriría 2 012,85 de hectáreas (ha) de vegetación para absorber las emisiones de carbono y obtener una huella de 0,030 ha/alumno/año. Dentro de las propuestas que hacen los autores para minimizar la huella de carbono se encuentran una serie de equipos que sirven para el monitoreo a fin de minimizar el gasto innecesario de energía eléctrica, además de los residuos del comedor, se sugirió continuar con las medidas que tenían y llevarlos al depósito de basura de la zona.

Comentario:

En los resultados generales se aprecia comentarios favorables sobre los hechos y que se tiene conocimiento sobre los GEI. La Tabla 10, sobre el resumen del consumo de la energía eléctrica, señala que se ha generado en un año 492 110,61 Kg CO₂eq, seguido de la gestión de residuos con 663 134,20 Kg CO₂eq, es decir son situaciones que requieren manejo urgente.

- F. Aguiar (2017), señala que se debe identificar los niveles de huella de carbono en la conducta de las personas, se aprecia (como es obvio) que todos están preocupados por las acciones relacionadas con las emisiones del GEI; también sugiere el uso de la escala de Likert para plantear las preguntas y analizar los hechos de manera estadística.

Comentario:

Con respecto a los indicadores de medición, se puede afirmar que en el estudio realizado en el comedor de la UNMSM, también se expresa esa información de manera contundente y categórica. Se muestra la problemática relacionada con los índices que se tiene, tanto en los resultados generales y en la estadística de las tablas precedentes que lo corroboran.

- G. Hermosilla (2014), en busca de la ecoeficiencia, obtuvo mediante la norma ISO 14064 un total de emisiones de 9 088.395 tCO₂ eq., durante el año base 2013. También identificó las fuentes de emisión que más incidieron en la huella de carbono de la UPCT: las vinculadas a la movilidad (7 158,14 toneladas de CO₂ equivalente) unido al gasto de energía eléctrica (1 540,29 toneladas de CO₂ equivalente). Para contrarrestar la impresión de la UPCT se analizaron bien las disposiciones correctivas, impidiendo la emisión de CO₂ al aire a través de labores de ahorro y eficacia energética, como compensatorias, por medio de un proyecto de atracción de CO₂ a través de limoneros. Se trató de resoluciones posibles que atenuarán las consecuencias negativas que la acción de la UPCT posee sobre el entorno natural.

Comentario:

Con respecto a esta información se tiene resultados relacionados con la tesis que se enfocan dentro del estudio, como lo están el total de emisiones de acuerdo a la Tabla 10, en 1 429 143,82 tCO_{2eq}, las vinculadas a la movilidad 780.82 kg de CO_{2eq}, el gasto de energía eléctrica solo de iluminación y equipos es de 492110.6067 kgCO_{2eq}, otros valores en la tabla indican por el consumo de refrigerantes es de 87456.00 kgCO_{2eq}, por el consumo de combustibles de 135676.875 kgCO_{2eq}, por el consumo de agua 16849.83 kg CO_{2eq}, por el manejo o generación de residuos sólidos se tiene: por transporte 663137.2 kgCO_{2eq} y por disposición de los mismos se tiene un consumo de 33135.49 kgCO_{2eq}, entonces se puede decir que existe un manejo significativo de kgCO_{2eq}, que tiene que ver con las actividades que se realizan, más no se explican cuáles son las medidas correctivas, a partir de ello se podrá decir cuáles serán las medidas de ecoeficiencia.

De acuerdo a todo lo expuesto y los hechos apreciados se comprueba por lo mostrado en las tablas 10 y 11, que el comedor de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos genera gases de efecto invernadero, de 1429143.82 kgCO_{2eq}, además precisa que es importante en el entorno de la universidad.

Sin embargo, tanto por parte del personal como de la universidad, sobre las emisiones identificadas se sabe que existe poco control, porque todos los valores que se emiten no son medidos y evaluados periódicamente, y no

garantizan su buen funcionamiento y tampoco evitan que se produzcan situaciones no deseadas.

Al final, se corrobora el hecho, que una gestión ambiental completa permitirá que se reduzcan significativamente las emisiones y se controlará mejor aquellos que se liberen.

V. CONCLUSIONES

- Para la realización de los cálculos, entre las primordiales dificultades ubicadas fue la inexistencia de registros de los datos requeridos para hacer la cuantificación de la huella de carbono del comedor de la UNMSM, por lo que urge un protocolo para ordenar y recopilar la información necesaria para los cálculos.
- La UNMSM no tiene protocolos para atender la generación de residuos y técnicas de reciclaje de los desechos que se generan en el comedor. Tampoco hay políticas destinadas a racionalizar el uso de la energía eléctrica.
- Dentro de los procesos practicados en el comedor de la UNMSM la preparación de los almuerzos es la que mayor consumo de agua tiene, dado que allí es donde se preparan grandes cantidades de comida para los estudiantes.
- El comedor de la UNMSM genera anualmente 1 429.14 Tn CO_{2eq} correspondiéndole el alcance III, las mayores emisiones, que agrupan el consumo de agua, gestión de residuos y al uso de medios de transporte de los trabajadores.
- Los medios de transporte utilizados por los trabajadores del comedor y la disposición de los residuos generados en el comedor, son los que contribuyen con más del 97.64% de las emisiones de alcance III. El consumo de agua es el que menos genera GEI en el comedor. No obstante, según los cálculos estimados se consumen para el año 2018, 187.222.395 litros de agua (187.222, 395 m³).
- En segundo lugar, el mayor número de emisiones se dieron en el alcance II, que corresponde al consumo de electricidad de las luminarias y los equipos eléctricos que se emplean en los diferentes procesos llevados a cabo en el comedor.
- El menor impacto en la generación de los GEI en el comedor es el alcance I, que corresponde al consumo de combustible y se incluye dentro de esta categoría, la fuga de refrigerantes, el consumo tanto de diésel como de gas propano. En ese orden de ideas, el consumo de diésel es el que mayor contribuye a generarlos; seguido por el consumo de gas propano. La fuga de refrigerante fue el menor parámetro arrojado en el estudio del alcance I.

VI. AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida y su misericordia, a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos que nos ha brindado la oportunidad de realizar el estudio.

VII. REFERENCIAS

- Aguiar L, José Gregorio, & López P, Simón Antonio. (2017). *Indicadores de gestión ambiental y organizacional para establecimientos de alojamiento turístico en Nueva Esparta, Venezuela*. Revista interamericana de ambiente y turismo, 13(2), 218-233. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-235X2017000200218>
- Arámbulo Manrique, M. E. (2022). *Aplicación de la sostenibilidad ambiental en la Escuela Profesional de Ingeniería de Mecánica de Fluidos - UNMSM*. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM, Vol 25(50), pp 111 – 122. Obtenido de: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/24307/19164>
- Bulege, W. (2016). *Biocapacidad y huella ecológica en el contexto del cambio climático de la ciudad de Huancaayo al 2016*. [Tesis doctoral]. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4132>
- Canchari Silverio, G., & Ortiz Sanchez, O. (2010). *Sistema de gestión de residuos peligrosos (pilas y baterías) en la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM Vol. 13(26), 103–109. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/508/432>
- Cepal, (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155>
- Cevallos Ampuero, J. M. (2016). *Medición de la calidad del servicio de un comedor universitario utilizando SERVQUAL y desarrollo de un modelo de ecuaciones estructurales*. Revista Industrial Data. Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM. Vol. 18(1), 31–39. <https://doi.org/10.15381/idata.v18i1.12064>
- Domínguez Del Águila, D. ., Paredes Tarazona, M. T. ., & Hernández Valz, H. M. . (2021). *Actitud hacia la gestión de residuos sólidos domiciliarios en estudiantes de una universidad privada*. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM, Vol 24 (47), pp 63–73. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i47.20647>
- Giles Casas, A. M., & Cabrera Carranza, C. (2013). *Gestión ambiental educativa pedagógica para el manejo del recurso agua en las instituciones educativas públicas del distrito de El Agustino*, Lima - Perú. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM, Vol 16 (32). Obtenido de: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/11375>
- Gonzáles Gaudiano, E. J. y Meira Cartea, P. A. (2020). *Educación para el cambio climático ¿Educar sobre el clima o para el cambio?.* Revista Perfiles Educativos. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación. Vol. 42 (168). 158 – 174. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168.59464>
- Giles Casas, A. M., & Cabrera Carranza, C. (2013). *Gestión ambiental educativa pedagógica para el manejo del recurso agua en las instituciones educativas públicas del distrito de El Agustino*, Lima-Perú. Revista del Instituto De investigación Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM, 16(32). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v16i32.11375>
- Guerra, J. & Rincón, I. (2018). *Cálculo de la huella ecológica en el campus de la Universidad Central de Venezuela*. Revista Luna Azul; 46, 03-19. <https://doi.org/10.17151/luaz.2018.46.2>
- Hermosilla Alcaraz, A. (2014). *Huella de carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En busca de la ecoeficiencia*. [Tesis de Maestría]. Escuela de Posgrado. Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/5043>
- Huella Chile (2019). *Programa de Gestión del Carbono*. Ministerio del Medio Ambiente de Chile. <https://huellachile.mma.gob.cl/>
- Jaimes, L. L. (2019). *Estimación de la huella ecológica de la Universidad Peruana Unión*. Escuela de Posgrado. [Tesis de Licenciatura]. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14862>
- Manzano Jimenez, C.L. *Evaluación del impacto de sistemas de gestión ambiental en instituciones de educación superior certificadas con ISO 14001*. [Tesis doctoral]. Escuela de Posgrado. Universitat de Barcelona. <https://www.tdx.cat/handle/10803/461711>
- Pacheco Abad, R., Espinoza Eche, J., Arévalo Gómez, W., & Iglesias León, S. (2011). *Caracterización del problema de la gestión de residuos sólidos en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM, Vol 14(27). <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/691/544>
- Pardo, Y., Andrade, M. & Cetina, S. (2017). *Estimación de la huella ecológica en estudiantes del programa de Administración de Empresas de la Universidad de la Amazonia*. Sotavento M.B.A, 29. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3207662
- Raynal-Villaseñor, J. (2011). *Cambio climático global: una realidad inequívoca*. Ingeniería Investigación y Tecnología, 12(4), 421-427. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40421268006>
- Reátegui Lozano, R. (2003). *Fundamentos del desarrollo sostenible*. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM, Vol 6 (12), 67–80. Obtenido de: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/745/595>
- Serna Mendoza, C. A., & Serna Giraldo, D. S. (2022). *Residuos sólidos y cambio climático*. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM, Vol 25(50), pp

393–399 Obtenido de: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/24552/19194>

Sotomayor, A. (2016). *Gestión de residuos sólidos en la Universidad de Lima: una experiencia exitosa en el cuidado del ambiente*. *Agenda viva*, (1), 54-63. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/3668>

Contribución de autoría

Conceptualización: Miguel Edgardo Vera Vásquez; Curación de datos: Miguel Edgardo Vera Vásquez, José Raúl López Kohler; Análisis formal: Miguel Edgardo Vera Vásquez, Walter Aparicio Arévalo Gómez, José Raúl López Kohler; Adquisición de fondos: Miguel Edgardo Vera Vásquez; Investigación: Miguel Edgardo Vera Vásquez; Metodología: Miguel Edgardo Vera Vásquez, José Raúl López Kohler; Administración del proyecto: Miguel Edgardo Vera Vásquez; Recursos: Miguel Edgardo Vera Vásquez; Software: Miguel Edgardo Vera Vásquez; Supervisión: Miguel Edgardo Vera Vásquez, José Raúl López Kohler; Validación: Miguel Edgardo Vera Vásquez, José Raúl López Kohler; Visualización: Miguel Edgardo Vera Vásquez, Walter Aparicio Arévalo Gómez, José Raúl López Kohler; Redacción - borrador original: Miguel Edgardo Vera Vásquez; Redacción, revisión y edición: Miguel Edgardo Vera Vásquez, José Raúl López Kohler.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.