



Tecnológico Nacional de México

Centro Nacional de Investigación
y Desarrollo Tecnológico

Tesis de Maestría

**Estudio de Tecnologías con enfoque sostenible
de los procesos operativos
en Instituciones Educativas de Nivel Superior en México.**

Presentada por:

Ing. Joselyn Leyva Luciano

Como requisito para la obtención del grado de

Maestra en Ciencias de la Ingeniería.

Director de tesis

Mtro. Emanuel Olmos Barba

Codirector de tesis

Dr. Noé Alejandro Castro Sánchez

Cuernavaca, Morelos, México, 4 de septiembre de 2026.



Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Subdirección Académica

Cuernavaca Mor, **31/agosto/2026**

Oficio No. SAC/277/2026

Asunto: Autorización de impresión de tesis

JOSELYN LEYVA LUCIANO
CANDIDATA AL GRADO DE MAESTRA EN
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
P R E S E N T E

Por este conducto, tengo el agrado de comunicarle que el Comité Tutorial asignado a su trabajo de tesis titulado **"ESTUDIO DE TECNOLOGIAS CON ENFOQUE SOSTENIBLE DE LOS PROCESOS OPERATIVOS EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL SUPERIOR EN MEXICO"**, ha informado a esta Subdirección Académica, que están de acuerdo con el trabajo presentado. Por lo anterior, se le autoriza a que proceda con la impresión definitiva de su trabajo de tesis.

Esperando que el logro del mismo sea acorde con sus aspiraciones profesionales, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

"Conocimiento y Tecnología al servicio de México"

CARLOS MANUEL ASTORGA ZARAGOZA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO



c.c.p. Coordinación de Ciencias de la Ingeniería
Departamento de Servicios Escolares

CMAZ/lmz



2026
año de
Margarita
Maza

cenidet
Centro Nacional de Investigación
y Desarrollo Tecnológico





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Coordinación de Ciencias de la Ingeniería

Cuernavaca, Mor., 04/08/2026

CENIDET-AC-004-M14-OFICIO

Asunto: **Aceptación de documento de tesis**

DR. CARLOS MANUEL ASTORGA ZARAGOZA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO
PRESENTE

Por este conducto, los integrantes de Comité Tutorial de la estudiante **JOSELYN LEYVA LUCIANO**, con número de control M24CE124, de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, le informamos que hemos revisado el trabajo de tesis de grado titulado "**ESTUDIO DE TECNOLOGIAS CON ENFOQUE SOSTENIBLE DE LOS PROCESOS OPERATIVOS EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL SUPERIOR EN MEXICO**" y hemos encontrado que se han atendido todas las observaciones que se le indicaron, por lo que hemos acordado aceptar el documento de tesis y le solicitamos la autorización de impresión definitiva.

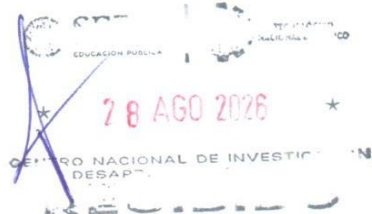
MTRO EMMANUEL OLMOS BARBA
Director de tesis

DR. NOE ALEJANDRO CASTRO SÁNCHEZ
Codirector de Tesis

DR. VITERVO LÓPEZ CABALLERO
Revisor 1

MTRA. ROSA OLIVIA MAQUINAY
DIAZ
Revisor 2

C.c.p. Depto. Servicios Escolares.
Expediente / Estudiante
RAVM/ebn



2026
año de
Margarita Maza

cenidet
Centro Nacional de Investigación
y Desarrollo Tecnológico



Interior internado S/N Col. Palmira
C.P. 62490, Cuernavaca, Morelos Tel. 01 (777) 3627770
e-mail: coord.ingenieria@cenidet.tecnm.mx | cenidet.tecnm.mx

Dedicatoria

A mi familia, pilar esencial de mi vida y motor para el logro de cada sueño cumplido.

“Padre, madre, hermanos y pareja”

Agradecimientos

Quiero dar las gracias a mis padres por su amor y paciencia, por ser los pilares más importantes de mi vida. Gracias por su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional en cada etapa de mi formación académica y personal. Por su apoyo incondicional, nada de esto habría sido posible. Quiero dedicarle este logro a mi pareja ya que ha caminado a mi lado durante esta etapa tan importante de mi vida. Agradezco profundamente tu paciencia, comprensión y sobre todo apoyo cuando yo colapsaba o en momentos de mayor estrés. Gracias por creer en mí y motivarme a seguir adelante y por celebrar cada uno de mis avances. Tu compañía fue una fuente de fortaleza y tranquilidad que hizo este camino mucho más llevadero.

Agradezco a mis directores de tesis, cuyo apoyo, orientación y paciencia fueron fundamentales para este proceso, gracias por brindarme su conocimiento de temas desconocidos para mí y por guiarme con dedicación y compromiso para que pudiera culminar la tesis.

Agradezco al Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), por brindarme sus instalaciones y el ambiente académico necesario para el desarrollo de esta tesis. También agradezco a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por su apoyo económico recibido.

Mi sincero agradecimiento al comité revisor, conformado por la Mtra. Rosa Olivia Maquinay Díaz y el Dr. Vitervo López Caballero, por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, así como por sus observaciones, recomendaciones y aportaciones, las cuales contribuyeron significativamente al fortalecimiento y mejora de esta tesis.

Agradezco también a la persona encargada de la programación y desarrollo de la plataforma web, por su disposición, conocimientos y compromiso para transformar los resultados de esta investigación en una herramienta interactiva de difusión. Su trabajo fue fundamental para materializar esta propuesta y facilitar la visualización y consulta de la información obtenida.

Resumen

Ante los constantes cambios en los ámbitos medioambientales, sociales y económicos que son notables en nuestro país y en el planeta en general, resulta necesaria la difusión adecuada de iniciativas que contribuyan al mejoramiento del entorno y a la mitigación de impactos negativos en concordancia con el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030. Sin embargo, la información recopilada sobre las iniciativas se encuentra dispersa, lo que dificulta conocer, comparar y difundir las estrategias tecnológicas implementadas por las instituciones de Educación Superior para fortalecer el tema sostenible.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo realizar un estudio de las tecnologías sostenibles en la operatividad, identificando las principales estrategias tecnológicas utilizadas. Para ello, se desarrolló una investigación documental basada en la revisión de la literatura proveniente de instituciones públicas, privadas y Tecnológico Nacional de México.

El principal aporte de esta investigación consistió en la identificación, análisis y clasificación de las diversas tecnologías sostenibles, así como la identificación de las instituciones con mayor número de iniciativas de innovación genera una clasificación, facilita su comparación, comprensión y posible adaptación por otras instituciones.

Como complemento de la investigación, se desarrolló una página web para concentrar y difundir la información obtenida, con el propósito de facilitar el acceso a las tecnologías identificadas y promover el intercambio de estas iniciativas entre instituciones.

Esta gestión de conocimiento generado durante el estudio contribuye a una mejor divulgación, mostrando las iniciativas analizadas y favoreciendo su consulta por parte de personas interesadas en la implementación de tecnologías sostenibles.

Palabras clave: Sostenibilidad, tecnologías sostenibles, Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Abstract

Given the constant changes in environmental, social, and economic spheres observable in our country and across the globe, the appropriate dissemination of initiatives that contribute to environmental improvement and the mitigation of negative impacts, in alignment with the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda, is both essential and imperative.

In this context, this study aimed to analyze sustainable operational technologies and identify the primary technological strategies currently in use. To achieve this, documentary research was conducted through a literature review covering public, private, and Tecnológico Nacional de México institutions.

As a complement to this research, a web platform was developed to centralize and disseminate the gathered data, aiming to simplify access to the identified technologies and foster the exchange of these initiatives among institutions. This knowledge management approach enhances public reach, making the analyzed initiatives accessible to anyone interested in adopting sustainable technologies.

Keywords: Sustainability, sustainable technologies, 2030 Agenda, Sustainable Development Goals (SDGs)

Tabla de contenido

Capítulo I. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Objetivo general	3
1.2.1. Objetivos específicos.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Alcances.....	5
1.5. Limitaciones	5
1.6. Estructura de Tesis	6
Capítulo II. Marco Conceptual	7
Capítulo III. Estado del Arte.....	12
3.1. Administración digital y reducción de papel	12
3.2. Energías renovables o limpias	13
3.3. Tecnologías de la información y la comunicación	17
3.4. Educación y sensibilización ambiental	18
3.5. Tecnologías emergentes	20
3.6. Discusión del estado del arte	27
Capítulo IV. Desarrollo de la metodología	28
4.1. Fase 1. Revisión de literatura.....	28
4.1.1. Establecimiento de parámetros de inclusión y exclusión.....	29
4.1.2. Selección de bases de datos académicas y científicas.	29
4.1.3. Criterios para recopilación de información.....	31
4.2. Fase 2. Clasificación de tecnologías con enfoque sostenible	32
4.3. Fase 3. Búsqueda de iniciativas en Instituciones de Educación Superior en México... 34	
4.3.1. Clasificación de tecnologías de las Instituciones de Educación Superior.....	35
4.4. Fase 4. Diseño y estructura de la plataforma web	36
Capítulo V. Resultados	38
5.1. Iniciativas y Sistemas de Gestión del TecNM	38
5.2. Análisis de participación de las Instituciones TecNM	42
5.3. Iniciativas de tecnologías sostenibles en las IES en México	44
5.4. Categorización y hallazgos en la implementación de tecnologías sostenibles en IES. 68	
5.5. Discusión de resultados.	74
5.6. Difusión del conocimiento mediante plataforma web	75
Capítulo VI. Conclusiones y trabajos a futuro	82
6.1. Conclusiones generales	82
6.2. Trabajos a futuro	84
Referencias	85
Anexos	90

Figuras

Figura 1. Fases y pasos de la metodología de solución	28
Figura 2. Clasificación de tecnologías sostenibles (elaboración propia).	33
Figura 3. Mapa de tecnologías implementadas en instituciones (elaboración propia).....	36
Figura 4. Certificaciones SGA (ISO 14001), SGEN (50001), SGC (9001), Norma Mexicana en Igualdad Laboral y No Discriminación	43
Figura 5. Mapa de tecnologías sostenibles y universidades (elaboración propia)	67
Figura 6. Mapa de tecnologías sostenibles y universidades (elaboración propia).....	67
Figura 7. Mapa de tecnologías sostenibles y universidades (elaboración propia)	67
Figura 8. Primera categoría -Tecnologías emergentes de IES	69
Figura 9. Segunda categoría -Tecnologías de la información y comunicación de IES.....	70
Figura 10. Tercera categoría - Educación y sensibilización ambiental de IES	71
Figura 11. Cuarta categoría - Energías renovables de IES	72
Figura 12. Quinta categoría – Administración digital y reducción de papel.....	73
Figura 13. Portada del medio digital con estructura preliminar.....	76
Figura 14. Aplicación de la función zoom en el mapa de IES	76
Figura 15. Visualización detallada del estado	77
Figura 16. Selección de estado, tipo de institución, categoría, certificaciones	78
Figura 17. Panel de información de las IES de México (privadas y públicas)	79
Figura 18. Panel de información de las IES de México	80
Figura 19 . Resultado final de mapa interactivo de las IES en México.....	81

Tablas

Tabla 1. Términos en español e inglés relacionados con sostenibilidad.....	31
Tabla 2. Instituciones de sistemas de gestión (2022).....	39
Tabla 3. Iniciativas de TecNM	39

Anexos

Anexo 1. Objetivo de la página web.....	90
Anexo 2. Apartado de definición de los tres pilares de la sostenibilidad.....	90
Anexo 3. Apartado de definición del desarrollo y tecnologías sostenibles.....	91
Anexo 4. Apartado Objetivos de Desarrollo Sostenible	91

Capítulo I. Introducción

En la actualidad, la sostenibilidad se ha convertido en uno de los principales desafíos debido a los impactos ambientales, sociales y económicos. Frente a este escenario la Agenda 2030 y sus objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecen un marco en el cual permite un desarrollo equilibrado, por lo que cada tecnología desempeña un papel fundamental al impulsar soluciones, reduce el consumo de recursos y ayudan a fortalecer la gestión sostenible.

En el ámbito educativo, diversas instituciones han implementado tecnologías sostenibles para mejorar sus procesos educativos y contribuir al cumplimiento de los ODS, donde estas iniciativas van orientadas a los sistemas inteligentes, plataformas de gestión, tecnologías de eficiencia energética entre otras soluciones orientadas a la mejora del desempeño institucional. Sin embargo, gran parte de la información se encuentra dispersa en reportes, informes, sitios institucionales, artículos y otros medios de consulta, lo que dificulta conocer la implementación de estas tecnologías dentro de las instituciones, que impacto genera y cómo pueden tomarse como referencia de casos de éxito.

Ante esta problemática, la presente investigación tuvo como objetivo realizar un estudio de las tecnologías sostenibles implementadas en las IES, mediante la identificación, análisis y clasificación de las diversas tecnologías reportadas en sitios web. Lo anterior permitió generar un mejor panorama sobre las principales tendencias de implementación, impacto en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, así como reconocer las áreas donde estas tecnologías tienen mayor presencia.

Como resultado, se desarrolló una clasificación de tecnologías sostenibles de acuerdo con su finalidad u objetivo, proporcionando una mejor gestión de conocimiento que facilita su comprensión, comparación, obteniendo una base de datos y como complemento de desarrolló una página web para concentrar la información obtenida.

1.1. Planteamiento del problema

Las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen un papel esencial para impulsar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente los objetivos 4 (Educación de Calidad), 5 (Equidad de Género), 6 (Agua Limpia y Saneamiento), 7 (Energía Asequible y no Contaminante), 10 (Reducción de las Desigualdades), 12 (Producción y Consumo Responsable), 13 (Acción por el Clima).

La transformación tecnológica en las Instituciones del ámbito educativo es considerable y de gran relevancia en la actualidad, debido a la necesidad de adaptarse a un entorno en constante cambio y afrontar los desafíos (Fullan, 2001). La falta de inmersión en este tópico implica una resistencia al cambio, que repercute directamente en la adopción de buenas prácticas y condiciona el progreso hacia una transformación que beneficie a la comunidad educativa (Romero et al., 2023). Por ello, resulta necesario investigar las acciones que diversas instituciones educativas han adoptado e implementado, así como los impactos derivados de su aplicación. Asimismo, es pertinente desarrollar un medio para la difusión de estas iniciativas, orientada a divulgar las buenas prácticas implementadas en sus procesos operativos y administrativos mediante el uso de tecnologías sostenibles. Esta herramienta contribuirá a visibilizar experiencias exitosas y facilitará el intercambio de conocimientos que promuevan la adopción de prácticas sostenibles en otras instituciones.

Es importante señalar que, en la presente investigación no se utilizarán indicadores cuantitativos para determinar la eficiencia de las tecnologías sostenibles implementadas en las IES en México. Se centra en un análisis documental con predominio cualitativo que permita identificar y clasificar cómo estas tecnologías se han implementado en sus procesos operativos, así como las experiencias y estrategias adoptadas, utilizando en algunos casos la búsqueda de información en medios de comunicación oficiales. El objetivo no es medir su rendimiento técnico o impacto numérico, sino comprender su implementación dentro del modelo institucional y su contribución a políticas con un enfoque sostenible.

1.2. Objetivo general

Estudiar, analizar y difundir prácticas sostenibles en los procedimientos operativos de Instituciones de Educación Superior en México.

1.2.1. Objetivos específicos

- Identificar tecnologías sostenibles implementadas en los procesos operativos en un entorno general a partir del análisis de información en fuentes documentales.
- Clasificar y analizar las tecnologías sostenibles implementadas en las IES en los ámbitos operativos.
- Diseñar un método de difusión de la información recopilada, a través de un medio interactivo, que permita visualizar e informar de manera clara la adopción de las tecnologías sostenibles.

1.3. Justificación

La importancia de las Instituciones de Educación Superior como pilares de innovación y transformación social, reconoce la necesidad de aplicar tecnologías con enfoque sostenible en sus procesos y procedimientos. Estas prácticas pueden contribuir a optimizar el uso de recursos, reduciendo sus gastos operativos e incrementando la eficiencia de sus mecanismos, coadyuvando a reducir el impacto ecológico a través de la reducción de la huella de carbono.

Esta investigación se fundamenta en diversos planteamientos asentados en el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, donde se sugiere, por ejemplo, la implementación de fuentes de energía sostenible, que contribuyen en la transición energética y así reducir las emisiones contaminantes, ya que no se puede hablar de desarrollo económico sin considerar al mismo tiempo la responsabilidad ambiental.

Este principio se aplica también a las universidades, que tienen la responsabilidad de convertirse en ejemplo de cómo se gestionan de forma eficiente los recursos naturales y tecnológicos. Al implementarse dichas tecnologías, no solo ayudan a optimizar su funcionamiento, sino que también favorecen en el proceso formativo de personas más conscientes del cuidado del medio ambiente, lo que promueve la sostenibilidad en prácticamente cualquier ámbito.

En este sentido, analizar cómo se usan las tecnologías sostenibles en las Instituciones de Educación Superior no sólo es relevante, sino necesario, ya que esta información puede fungir como guía para mejorar prácticas en instituciones educativas de todos los niveles, así como organismos en general, generando un impacto positivo que se mantendrá en el tiempo (Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030).

1.4. Alcances

- Clasificación y análisis de buenas prácticas sostenibles identificadas en Instituciones de Educación Superior privadas y públicas, con énfasis en el Tecnológico Nacional de México (TecNM).
- Diseñar y estructurar un mapa interactivo a partir de una plataforma web que permita filtrar los resultados por tipo de institución, categoría y ubicación geográfica, facilitando el acceso a dicha información.

1.5. Limitaciones

- El acceso abierto a la información podría limitar la obtención de datos detallados o precisos que resultan indispensables conocer.
- Por limitaciones de tiempo no se tendrán acercamientos y entrevistas directas con los involucrados.

1.6. Estructura de Tesis

La investigación se estructura en seis capítulos. El capítulo I aborda la introducción, el capítulo II aborda los conceptos básicos y fundamentales ligados a los alcances de esta, el marco referencial. En el capítulo III se presenta el estado del arte a partir de trabajos con cierto grado de similitud, con enfoque en la implementación de tecnologías orientadas a la sostenibilidad, tanto en el ámbito académico como en el corporativo. El capítulo IV describe el desarrollo de la metodología, así como el procedimiento de la obtención de información y selección de esta, a partir de las cuatro fases descritas previamente. En el capítulo V se presentan los resultados obtenidos de la investigación, así como la visualización del medio digital propuesto a partir de la información recabada.

Finalmente, el capítulo VI presenta las conclusiones de la investigación, considerando el cumplimiento de los objetivos planteados y los principales hallazgos obtenidos.

Capítulo II. Marco Conceptual

2.1. Sostenibilidad

Se entiende por sostenibilidad al progreso que contribuye a cubrir las demandas de las personas sin poner en riesgo las futuras generaciones para cubrir sus propias necesidades. El objetivo principal del desarrollo sostenible es cubrir las necesidades y aspiraciones humanas. El progreso implica cubrir las necesidades fundamentales de todos y brinda a todos la posibilidad de cumplir sus anhelos de una vida más digna. Esto conlleva a considerar tres elementos decisivos: lo ecológico, lo económico y lo social. Al fusionar estos tres elementos se obtienen las dimensiones de equidad, sostenibilidad y viabilidad (Bellon & Garzón, 2021). Esto autores mencionan que el término de sostenibilidad es la capacidad de integrar los conceptos ambiental, económico y social a la vida cotidiana, lo que ayuda a la mejora a la calidad de vida del individuo, así mismo, se resalta un enfoque en su crecimiento económico y de capital.

2.2. Aspecto social

Se basa en el mantenimiento de la red social y cultural, así como la capacidad para mantener intereses comunes por vías democráticas y no excluyentes. Esto a través del cambio de las actitudes y prácticas personales y colectivas donde la gente se preocupe por los demás; esquemas como la justicia social, la educación, la salud, la paz y la tranquilidad, permite mejorar la calidad de vida humana a través de las generaciones (Brundtland, 1987).

2.3. Aspecto Económico

Generar riqueza económica en un marco local, regional y global que estimule el desarrollo financieramente posible y rentable, manteniendo la base de los recursos naturales y su conservación. Para ello, se precisa unas condiciones de vida dignas y un adecuado acceso a la cultura (Brundtland, 1987).

2.4. Aspecto Ecológico

Se considera como la compatibilidad entre las actividades humanas y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas. Se mantienen los niveles de explotación de los recursos naturales sin llegar a su límite y sin comprometer su disponibilidad futura. Se pretende evitar el agotamiento de los recursos no renovables, difíciles o lentamente renovables; además de evitar la generación de residuos y emisiones contaminantes en el ambiente.

2.4. Agenda 2030

Consiste en un plan de acción global destinado a fomentar el progreso social y económico sostenible en todo el mundo y fortalecer la paz universal. Es aquí donde surgen los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) los cuales constituyen una convocatoria universal para poner fin a la pobreza, salvaguardar el planeta y mejorar las perspectivas de las personas en todo el mundo. En 2015, todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 Objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de 2015, en la cual se establece un plan para alcanzar los Objetivos en 15 años (*La Agenda Para El Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible*, n.d.)

2.5. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, fueron establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015 como un esfuerzo en conjunto a nivel mundial para disminuir la pobreza, proteger el medio ambiente y asegurar que, para el año 2030, todas las personas vivan en condiciones de paz y prosperidad. Así mismo, los países involucrados han asumido el compromiso de enfocar sus esfuerzos en beneficio de quienes enfrentan mayores condiciones de vulnerabilidad. Los objetivos de Desarrollo Sostenible son: 1) Fin de la Pobreza; 2) Hambre Cero; 3) Salud y Bienestar; 4) Educación de Calidad; 5) Igualdad de Género; 6) Agua Limpia y Saneamiento; 7) Energía Asequible y no contaminante; 8) Trabajo Decente y Crecimiento Económico; 9) Industria, Innovación e Infraestructura; 10) Reducción de las Desigualdades; 11) Ciudades y Comunidades Sostenibles; 12) Producción y consumo responsable; 13) Acción por el clima;

14) Vida Submarina; 15) Vida de Ecosistemas Terrestres 16) Paz, Justicia e instituciones sólidas; 17) Alianzas para lograr los objetivos. En conjunto, estos objetivos constituyen una hoja de ruta para promover un desarrollo sostenible que integre pilares económicos, sociales y ambientales, promoviendo la articulación entre nodos entre gobiernos, organizaciones, empresas y sociedad para contar con un equilibrio y sostenible (Naciones Unidas [ONU], 2015).

2.7. Plan Nacional de Desarrollo

Es el planteamiento de objetivos y acciones del Gobierno de México en un periodo de gobernanza. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista. El camino hacia la transformación democrática y pacífica de México ha implicado décadas de lucha popular y ciudadana por la democracia y los derechos del pueblo, enfrentando el autoritarismo y la corrupción del régimen (Gobierno de México, 2025).

2.8. Tecnología sostenible

Jonker et al. (2024), indican que las tecnologías sostenibles son creadas o aplicadas teniendo en cuenta factores ambientales, sociales y económicos. El objetivo de la tecnología sostenible es doble: producir nuevas tecnologías utilizando procesos y materiales sostenibles, utilizar tecnologías para abordar los problemas. Las tecnologías sostenibles pueden ir desde tecnologías físicas como paneles solares, hasta software de generación de informes y gestión del rendimiento.

2.9. Rol de las tecnologías en la Educación Superior

Chinkes et al. (2019) mencionan acerca de la valoración de los progresos de las tecnologías principales en el incremento exponencial de sus capacidades de procesamiento, conectividad y almacenamiento, así como en una reducción significativa de sus costos, que permitieron en numerosos casos su masificación. No obstante, estas habilidades de la infraestructura básica

facilitaron la aparición de conceptos y soluciones tecnológicas como Big Data, Inteligencia Artificial, impresión en 3D, Realidad Aumentada, teléfonos de última generación y aplicaciones, sensores de movimiento, IoT (Internet de las Cosas), Blockchain, entre otros. Estas tecnologías digitales se fortalecen mutuamente, así como con otras tecnologías físicas, como los progresos en la ingeniería de materiales, la nanotecnología, la robótica y la biotecnología. El papel de las tecnologías en la educación superior es importante para transformar y mejorar los procesos de enseñanza, aprendizaje, investigación y administración.

2.10. Herramientas utilizadas

Las herramientas seleccionadas se relacionan directamente con la exposición del estudio, debido a que se utilizaron para la estructura y funcionamiento del portal web, como un recurso para organizar, presentar y difundir la información obtenida durante la investigación.

En este sentido HTML (HyperText Markup Language), se utilizó para estructurar los contenidos de la página web. En el año 1997 entró la World Wide Web Consortium W3C organismo que impulsó la evolución de este lenguaje mediante la publicación de tres estándares: HTML 3.2., HTML 4.01 Y HTML 5 en el año 2014. El HTML está conformado por elementos o etiquetas que permiten organizar y dar significado al contenido del documento web. Estas etiquetas pueden incluir textos, imágenes, enlaces y otros recursos, además de que el atributo proporciona información adicional sobre su presentación (Fernández Casado, 2023).

Por otro lado, CSS (Cascading Style Sheets), permitió establecer el diseño y la presentación visual del contenido, debido a que este lenguaje cuenta con atributos que ayudan a definir la apariencia y el formato visual de los documentos desarrollados en HTML. Además, permite controlar aspectos estéticos como: colores, tipografía, tamaños, márgenes, alineaciones, fondos, así como la distribución de los elementos a mostrar dentro de una página web (*Estilos HTML CSS*, n.d.).

Así mismo, se utilizó JavaScript para incorporar funciones dinámicas e interactivas dentro de la plataforma, permitiendo una mejor comprensión del usuario con sus diferentes elementos.

Es el único lenguaje utilizado para la programación de procedimientos y funciones en la página web. Este lenguaje es el que permite realizar y recibir peticiones desde el servidor y, además, permite realizar verificación de datos, así como cambiar los elementos de la página web en tiempo real para un mejor dinamismo.

Finalmente, Leaflet se integró para desarrollar elementos geográficos interactivos, los cuales permiten representar espacialmente información con las implementaciones de tecnologías sostenibles. Este lenguaje está diseñado para contar con simplicidad, rendimiento y la facilidad de uso (Agafonkin, 2023).

Capítulo III. Estado del Arte

El perfil inicial de los artículos recabados se concentró en cuatro principales criterios donde de primera instancia tenemos las bases de datos, los descriptores de búsqueda según las categorías abstraídas de los objetivos, los artículos escritos en inglés y español, donde se consideraron publicaciones correspondientes al periodo 2020–2025. Sin embargo, dentro de la investigación fue necesario identificar palabras clave en español e inglés tales como: tecnologías sostenibles/ *Sustainable Technologies*, organizaciones/ *organizations*, Procesos administrativos y operacionales/ *Administrative and operational processes*, Transformación digital/ *Digital transformation*, Tecnologías verdes/ *Green technologies*, Tecnologías limpias/ *Clean technologies*, Sostenibilidad digital/ *Digital sustainability*.

En un primer acercamiento a la literatura que estudia la implementación de tecnologías con un enfoque sostenible en las instituciones educativas, es evidente la gran relevancia que han venido cobrando a medida que el cambio climático y la eficiencia de recursos se convierten en temas centrales de la agenda global. Las Instituciones de Educación Superior deben de ir más allá de solo innovar ya sea en tecnología solar sino también mostrar la utilización de energías limpias en sus propias instalaciones (McCowan, 2019).

Es sabido que el calentamiento global, el cambio climático, el daño a los recursos ecológicos, así como la contaminación ambiental son las principales amenazas a la salud humana, comprometiendo la vida de muchas personas de futuras generaciones (Cabarcas et al., 2012)

3.1. Administración digital y reducción de papel

La administración digital en las IES representa una estrategia en la cual moderniza y hace más sostenible los procesos institucionales, debido a que permite sustituir progresivamente procedimientos basados en documentos físicos por herramientas y plataformas digitales. En este sentido, Haoxing et al. (2021), en el artículo “Modelo de Sustentabilidad para Instituciones de Educación Superior: una estrategia de autodiagnóstico para la transición a la sustentabilidad. Estudio de caso” identifican que la tecnología digital tiene un papel fundamental en las IES siendo una herramienta estratégica para el desarrollo sostenible, sin embargo, en su estudio cualitativo indica que aún existen brechas entre declaraciones institucionales (misión, visión y

planes de desarrollo) y la implementación de una cultura digital y responsabilidad social que sea de utilidad para contribuir a la sostenibilidad. Indican que en el periodo de Covid-19, si bien obligó a las IES a darle más importancia a la digitalización, muchos de ellos gratuitos, esta implementación no equivale haber creado una verdadera cultura. Aunado a lo anterior, las instituciones particularmente en Latinoamérica no cuentan con suficientes herramientas digitales para contribuir a la sustentabilidad.

Por ello, su estudio propuso determinar si la cultura digital y la responsabilidad social universitaria (RSU) son predictoras de la sustentabilidad de acuerdo con las opiniones de los estudiantes y docentes de instituciones públicas de Puebla, buscando así evidenciar la relación entre ideas y ofrecer datos que orienten toma de decisiones entre el discurso y práctica sostenible.

Por consiguiente, concluyen que es importante que las IES diseñen estrategias sustentables y directamente se alineen con varias metas de la Agenda 2030:

- ODS 4 (Educación de Calidad)
 - 4.4. donde indica el aumento de competencias técnicas y digitales.
- ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura)
 - 9.5. donde fomenta la investigación y la innovación tecnológica.
- ODS 12 (Producción y Consumos Responsables): satisface las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las generaciones futuras.
- ODS 13 (Acción por el Clima): impacta directamente ya que reduce emisiones asociadas a la digitalización de procesos educativos, administrativos y operativos.

3.2. Energías renovables o limpias

Las energías renovables o limpias constituyen una alternativa tecnológica para que las instituciones y organizaciones reduzcan su dependencia de combustibles fósiles y disminuyan los impactos ambientales asociados al consumo de energía. En este sentido, Hickel et al. (2019) señalan que las tecnologías renovables permiten integrar diferentes dimensiones de la sostenibilidad, facilitando una administración de recursos, el impulso de la innovación, promover aplicaciones que abarquen múltiples sectores y favorecer una planificación sostenible a largo plazo.

Desde esta perspectiva, la implementación de tecnologías para la generación de aprovechamiento de energías renovables representa una estrategia para poder mejorar la

eficiencia energética. Un ejemplo de esta aplicación se encuentra en el Primer Informe Voluntario de las Empresas en México (2017), se documentó el Impacto en los Objetivos de Desarrollo Sostenible en diversas organizaciones, destacando en el sector de alimentos y bebidas la empresa Sigma Alimentos, que han desarrollado el proyecto denominado “Fuentes de Energía Alterna”. Este proyecto reporta acciones relacionadas a la implementación de la transición energética, entre las que se incluyeron paneles solares, energía eólica y vehículos eléctricos, estas acciones han generado la reducción en el consumo de combustibles fósiles y el incremento en el aprovechamiento de energías renovables, donde esta contribuye a la sostenibilidad energética de la empresa. El informe destaca la tecnología fotovoltaica, que experimentó mayor crecimiento durante el año 2016, representando 47%, seguida de la energía eólica y energía hidráulica. En América Latina, Brasil, México y Chile han sido los principales países que han liderado la región en términos de inversiones en energías renovables, donde sobresalen nuevas inversiones en energía eólica y solar (ProMéxico, 2017, p. 16).

Este proyecto se ejecuta en los estados de Nuevo León, Hidalgo, Chihuahua y Estado de México, el cual está alineado con diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) por la Agenda 2030 de la ONU, entre los que se encuentran:

- ODS 7 (Energía Asequible y no Contaminante)
 - 7.1 y 7.2: La empresa Sigma promueve el uso de energías limpias mediante la implementación de paneles solares, lo cual esto ayuda al aumento de la proporción de energía renovable en sus operaciones.
 - 7.3: La transformación eficiente y el uso de vehículos eléctricos, la empresa mejora el rendimiento energético de sus procesos, reduciendo el consumo de combustibles fósiles.
 - 7.a y 7.b: indica una inversión en infraestructura energética sostenible en tecnologías limpias, alineándose con la meta de difundir el uso de energías renovables en el sector industrial en sus procesos productivos y administrativos.
- ODS 12 (Producción y Consumo Responsable)
 - 12.1 y 12.3: difusión de la digitalización de documentos y procesos administrativos, se reduce el uso de papel y consumibles, impulsando prácticas sostenibles en la gestión interna.

- ODS 13 (Acción por el Clima)
 - 13.3: La transformación de procesos operativos tradicionales hacia modelos más sostenibles implica una conciencia organizacional para comprender los problemas que se pueden obtener en el cambio climático, contribuyendo a la reducción de emisiones directas de carbono (ONU, 2025)

En relación con lo anterior, Filho et al. (2021), en su estudio "Mapeo de iniciativas de sostenibilidad en instituciones de educación superior en Latinoamérica", muestran que acciones de sostenibilidad implementadas en las instituciones se concentran principalmente en la gestión institucional, destacando iniciativas relacionadas con la eficiencia energética, ahorro de energía, reducción de residuos. El propósito del mapeo es aportar de manera estratégica la comprensión de las prioridades y estrategias de sostenibilidad en las universidades de la región, lo que facilita el progreso en la promoción de proyectos sostenibles a largo plazo.

Los resultados indican que más del 80% de las Instituciones encuestadas cuentan con políticas de sostenibilidad y las más implementadas son la gestión de residuos y de agua, seguidas de iniciativas orientadas a la reducción del consumo de papel y optimización de la eficiencia energética, no obstante, el estudio concluye que se cuenta con iniciativas pero que estas son implementadas de forma aislada y no de una manera integrada en su enseñanza, investigación y la gestión institucional.

Estas iniciativas impactan directamente con los ODS:

- ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento)
 - 6.4: busca aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos, esto se logra mediante la reducción de consumo y la reutilización de aguas grises.
- ODS 7 (Energía Asequible y no Contaminante)
 - 7.2: instalación de paneles fotovoltaicos en los techos de dichos edificios
 - 7.3: transformación del sistema de iluminación, climatización y equipos que permitan a la reducción del consumo energético.

En continuidad con lo señalado anteriormente, Thellufsen et al. (2020) en su artículo "Implementación de redes inteligentes gamificadas mediante pico, nano y microrredes en un

campus sostenible” mencionan que para tener un mejor entorno urbano se requiere un desarrollo basado en recursos sostenibles, energías renovables y transporte ecológico, considerando el agua y el cambio climático como pilares fundamentales. En este contexto Pérez et al. (2022), indica la transición energética hacia fuentes renovables. Indicando que los combustibles fósiles han afectado negativamente el medio ambiente y es importante cumplir con objetivos internacionales como el Acuerdo de París.

Los autores proponen un método para integrar tecnología renovable en un edificio educativo del campus Ciudad de México del Tecnológico de Monterrey, utilizando una estructura jerárquica de Microrredes, Nanoredes y Picoredes donde muestra cómo se usan microrred, Nanored y Picored en una instalación del campus Ciudad de México del Tecnológico de Monterrey. Además, se analiza un sistema fotovoltaico solar para comprender el consumo energético y su interacción con la microrred del campus. Este sistema energético permite la reducción de dependencia del combustible fósil donde se propone alimentar Picoredes específicas especialmente en las aulas de las salas de cómputo.

Este estudio considera una alineación con los siguientes ODS:

- ODS 4 (Educación de Calidad)
 - Educación gamificada para la sostenibilidad energética.
- ODS 7 (Energía Asequible y no Contaminante)
 - Generación de energía solar fotovoltaica y eficiencia energética descentralizada.
- ODS 12 (Producción y Consumo Responsable)
 - Consumo responsable y reducción de desperdicios.
- ODS 13 (Acción por el Clima)
 - Reducción de emisiones de carbono.

Por otra parte, Thiruvankadam et al. (2024) indica en su estudio titulado “La implementación de la tecnología verde a través de la gestión energética para lograr la industria 4.0”, indican la aplicación de tecnología verde y la gestión energética en la cuarta revolución industrial donde puede contribuir a minimizar estos impactos (ambientales, sociales y económicos), derivados de los procesos industriales convencionales tales como las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que da como resultado el consumo de energía, agotamiento de los recursos

naturales y la generación de residuos.

Los autores destacan la importancia del Internet de las Cosas (IoT) y la Innovación en la Tecnología Verde (GTI) para el desarrollo sostenible y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.

Su propósito es identificar la necesidad de poder adoptar tecnologías sostenibles para enfrentar los desafíos ambientales, sociales y económicos actuales, especialmente después de la pandemia de COVID-19. Finalmente, concluyen que la ingeniería química verde y la biotecnología ambiental juegan un papel importante en el desarrollo de productos biodegradables y ecológicos, que además de este análisis existe una necesidad de seguir investigando para evaluar los efectos negativos y beneficios a largo plazo de estas innovaciones.

Con base a lo obtenido se concluyó que los siguientes ODS están relacionados a la contribución del logro de la Agenda 2030:

- ODS 7 (Energía Asequible y no Contaminante)
 - 7.3. Duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética. La gestión energética inteligente es esencial para monitorear el consumo en tiempo real y así tomar decisiones de cómo reducir el uso de combustibles fósiles.
- ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura): La implementación de IoT y tecnologías verdes promueve la transformación industrial hacia procesos limpios y eficientes (Industria 4.0).
- ODS 12 (Producción y Consumo Responsable): el desarrollo de productos ecológicos, así como una mejor gestión energética eficiente.
- ODS 13 (Acción por el Clima): al reducir el consumo de combustible fósil mediante un manejo de gestión energética inteligente ayuda a mitigar emisiones de efecto invernadero (GEI).

3.3. Tecnologías de la información y la comunicación

Las tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) constituyen herramientas que permiten facilitar el acceso, intercambio y gestión de información mediante recursos y

plataformas digitales.

En este sentido, De la Cruz et al. (2024), en el artículo “Revisión sobre el impacto del E-learning en el compromiso de empresas aseguradoras”, señalan que la implementación efectiva del E-learning en el sector asegurador es un factor clave para el desarrollo profesional de los colaboradores, mejorando el aprendizaje y la infraestructura tecnológica, donde señalan que la accesibilidad a los recursos formativos y la capacidad de las plataformas para adaptarse a las demandas de la industria son elementos centrales. El estudio también resalta que la interactividad y la personalización de contenidos en el E-Learning favorecen un compromiso más profundo entre los empleados, al tiempo que permite que la formación se ajuste con sus necesidades y roles específicos dentro del sector asegurador. Sin embargo, se identifican desafíos como la resistencia al cambio, la necesidad de garantizar la calidad de los contenidos y la infraestructura tecnológica, así como la creación de una cultura organizacional enfocada en el aprendizaje continuo. Además, el uso de estrategias de comunicación y la implementación de los incentivos pueden mejorar la participación de los empleados en las iniciativas de E-learning, promoviendo una cultura organizacional que valore el aprendizaje continuo. En este aspecto se vinculan los siguientes ODS:

- ODS 4 (Educación de Calidad): aumenta las competencias técnicas y digitales pertenecientes al personal mejorando su desarrollo profesional.
- ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura): el uso de plataformas digitales de aprendizaje fomenta la innovación tecnológica.

3.4. Educación y sensibilización ambiental

La educación y sensibilización ambiental constituyen elementos fundamentales para promover una cultura de sostenibilidad dentro de las IES, debido a que permiten que estudiantes, docentes, personal administrativo y participen en acciones orientadas a su prevención y solución. En este sentido, Orlando Sáenz et al. (2020) realizaron un caso de estudio titulado “Implementación de los ODS en las Instituciones de Educación Superior. Recomendaciones a partir de la experiencia de una Universidad Latinoamericana”. Mediante el Sistema Ambiental Universitario que consta de cinco áreas: Gobierno, Investigación, Formación, Extensión y Proyección Social y Gestión, documentaron las acciones de dicha universidad en torno a la sostenibilidad. El objetivo de este análisis es exponer la experiencia de esta Universidad a partir del Sistema Ambiental Universitario, para formular recomendaciones generales que

orienten a otras en su contribución a la Agenda 2030, proporcionando así una guía que permita la implementación de acciones de mejora. Estas recomendaciones se sintetizan en tres ejes estratégicos:

- Adaptar documentos oficiales desde la alta dirección que deben de ser explícitos desde su misión, visión y políticas institucionales, así como contar con unidades administrativas dedicadas al Sistemas de Gestión Ambiental.
- Integración de los ODS en las funciones universitarias (docencia, investigación y extensión).
- Usar herramientas de medición, comparación y retroalimentación regional tal como el Observatorio de la Sustentabilidad en la Educación de América Latina y el Caribe para así poder compararse con otras regiones y obtener retroalimentación.

Este análisis contribuye a diversos ODS tales como:

- ODS 4 (Educación de Calidad)
 - 4.7. donde al integrarla a sus actividades de docencia y procesos operativos obtiene una educación diferente para el desarrollo sostenible.
- ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) ya que ayuda a reducir el impacto ambiental dentro de la institución y generar así buenas prácticas que sean replicables en otras comunidades educativas.
- ODS 13 (Acción por el Clima): mejora la educación, así como sensibilización y contar con la capacidad de afrontar problemas climáticos.

La educación y sensibilización ambiental de las IES requiere no solo la transmisión de conocimientos relacionados con el cuidado del medio ambiente, en este sentido, el estudio “Cómo la combinación de la economía circular y la industria 4.0 puede contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible”, resulta relevante ya que no solo reconoce la transformación de las tecnologías 4.0, sino que indica la necesidad de clasificar estas tecnologías para comprender su función y propósito específico que tienen beneficios como el aumento de la eficiencia operativa con tecnologías sostenibles.

En este sentido, Dantas et al. (2021), se proponen identificar los principales ODS y metas

abordados a causa de la combinación de la economía circular con las tecnologías 4.0. que forman esquemas esenciales para impulsar el desarrollo sostenible. Para ello, los autores se apoyan en nueve pilares tecnológicos como la base esencial para el desarrollo de nuevas tecnologías de interconexión, mismos que se pueden implementar de manera simultánea donde sus resultados son soluciones tecnológicas que indican que estas tecnologías ayudan a la recopilación de datos y procesos de fabricación de manera inteligente, además se puede obtener la reducción de generación de residuos, minimizar los impactos ambientales, y así poder contar con producción o procesos limpios, donde las tecnologías más aplicadas son la Internet de las Cosas, Big Data, Blockchain e Inteligencia Artificial.

Es importante reconocer que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) van de la mano con aspectos económicos donde se identifican directamente a diversos objetivos tales como: 7 (Energía Asequible), 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), 9 (Industria Innovación e Infraestructura), 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), 12 (Producción y Consumo Responsable) y 13 (Acción por el Clima).

3.5. Tecnologías emergentes

Las Tecnologías emergentes representan herramientas para transformar los procesos educativos y administrativos de las IES, debido a que incorporan nuevas formas de interacción acceso a la información y generación de conocimiento, favoreciendo la innovación educativa y contribuir a las necesidades actuales de las instituciones.

En este sentido, Abad et al. (2020), indica en su artículo titulado “Sostenibilidad de las tecnologías Educativas: una aproximación a la investigación en realidad aumentada”, centrado en la Educación Superior, se propusieron como objetivo principal analizar tendencias de investigación relacionadas a la sostenibilidad donde particularmente se enfoca en la implementación de la realidad aumentada (AR) a escala mundial durante los últimos 15 años (2005–2019).

La identificación de cinco ejes temáticos principales en el estudio donde estos incluyen características, contribuciones de la realidad aumentada, los enfoques educativos y de aprendizaje asociados, así como un análisis de las tecnologías que permiten visualizar el mundo real con información gráfica adicional.

Las REI son cuatro pilares: comunicación avanzada, automatización, integración de energías

renovables y gestión de la demanda, que ofrecen beneficios como eficiencia energética, confiabilidad y empoderamiento del consumidor. REI en México busca mejorar la calidad y fiabilidad del suministro eléctrico, integrar energías renovables y reducir emisiones, marcando avances en la modernización del sistema eléctrico del país (Secretaría de Energía et al, 2020) El estudio también analizó que Estados Unidos y España son los países con mayor producción científica y colaboraciones internacionales, donde finalmente, se concluye que la sostenibilidad de las tecnologías sostenibles se ha consolidado como un campo de investigación en crecimiento alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible particularmente:

- ODS 4 (Educación de Calidad)
 - La tecnología realidad aumentada facilita el acceso a una educación inclusiva, promoviendo aprendizaje innovador tanto para los estudiantes como del personal administrativo y operativo.
- ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura)
 - La AR es una tecnología emergente que ayuda a impulsar la innovación de procesos y gestión institucional.
- ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles)
 - La implementación de Realidad Aumentada (AR) en las Instituciones ayuda a la formación de ciudadanos conscientes de sus acciones con relación a la sostenibilidad.
- ODS 13 (Acción por el Clima)
 - Reducción de huella de carbono.
 - Mejor gestión de desplazamientos del personal.

En este sentido, Nishant et al. (2020) en el artículo “De regreso a un futuro resiliente: tecnologías digitales para una cadena de suministro sostenible”, realizan el uso de tecnologías sostenibles, específicamente el Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial y Blockchain, como herramientas para favorecer la sostenibilidad en las cadenas de suministro. Los autores señalan que estas tecnologías permiten a las organizaciones mejorar su eficiencia económica, incorporar practicas más responsables con el medio ambiente.

Así mismo, se puede analizar que la digitalización industrial y la adopción de tecnologías

sostenibles en el ámbito de cadenas de suministros tiene un impacto significativo en el cumplimiento de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la Agenda 2030, tales como:

- ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura)
 - 9.2. Modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles.
- ODS 12 (Producción y Consumo Responsables)
 - 12.2. Lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales
Los sistemas de trazabilidad basados en la tecnología Blockchain permiten conocer el origen de las materias primas asegurando su origen de cada materia prima que se necesita para la producción asegurando que provengan de fuentes sostenibles.
 - 12.6. Alentar a las empresas a adoptar prácticas sostenibles y a integrar información de sostenibilidad
- ODS 13 (Acción por el Clima)
 - 13.2. Integrar medidas contra el cambio climático en políticas y estrategias. La tecnología Blockchain permiten verificar si los proveedores cumplen con estándares ambientales, de igual manera al implementar la Inteligencia Artificial (IA) diseña estrategias de mitigación frente a problemas climáticos extremos.

Estos planteamientos muestran que las tecnologías emergentes pueden generar beneficios que van más allá de la automatización, debido a que permiten disponer de información. Esta relación también es abordada por Ko et al. (2020) en su artículo el artículo “¿Por qué las economías recién industrializadas se muestran reticentes a adoptar la investigación e innovación responsables?: el caso de las tecnologías emergentes en Corea”, quienes analizan la adopción de tecnologías emergentes y su contribución a la eficiencia operativa indican que el estudio de proporciona un análisis sobre como la adopción de tecnologías emergentes que puede contribuir a la eficiencia operativa y a la sustentabilidad organizacional. Se analiza el proceso mediante el cual ciertas entidades logran implementar tecnologías con enfoque sostenible integrando, sistemas de gestión automatizada, plataformas digitales para administración o tecnologías verdes que permiten reducir costos, optimizar procesos y

aumentar la transparencia.

Este proceso de implementación ocurre mediante a una estrategia que comienza con la identificación de oportunidades, donde las organizaciones evalúan sus procesos internos con el fin de poder localizar ineficiencias claves, tales como la lentitud en la transferencia de datos, altos costos administrativos o la falta de transparencia, este diagnóstico permite definir metas alineadas a contar con un desempeño sostenible. De esta manera, se obtuvo la confirmación de que las tecnologías de registro digital descentralizado (Blockchain) y la tecnología para servicios financieros (Fintech) tienen un impacto positivo y significativo en el desempeño sostenible, ya que aporta un registro distribuido que garantiza transparencia y agiliza pagos de las aseguradoras. (Ko et al., 2020)

De igual manera Gorla et al. (2022) expresan que la implementación de Blockchain mejora la eficiencia al reducir la carga administrativa y permite la comunicación en tiempo real entre las partes interesadas.

Los resultados finales relacionados con la efectividad son:

- Blockchain tiene un impacto positivo significativo en el desempeño sustentable
- Fintech también tiene un impacto positivo y mayor aún.

El estudio de Ko et al. (2020), la combinación de Blockchain y Fintech explicó el 72 % de la variación observada en el desempeño sostenible. Con base a las tecnologías obtenidas los ODS que contribuyen son los siguientes:

- ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico)
 - 8.2. Lograr niveles más altos de productividad con ayuda de estas dos tecnologías ayudan a incrementar la eficiencia operativa, reducen costos y se abren nuevas oportunidades laborales donde puede ayudar al acceso a capital a pequeñas empresas mediante a los servicios digitales.
- ODS 13 (Acción por el Clima)
 - 13.3. Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional sobre mitigación del cambio climático. Estas tecnologías usadas permiten monitorear emisiones y promover con menor huella de carbono, estos resultados facilitan la toma de decisiones basadas en datos duros.

La aplicación de estas tecnologías también puede aplicarse al ámbito de la Educación

Superior. Hernández et al. (2020), en el artículo “Aplicaciones de la tecnología Blockchain en la Educación Superior: Estado del Arte”, donde realizan una investigación documental donde indica un análisis de la aplicabilidad de esta tecnología en el sector educativo y su impacto en el desarrollo de los procesos de enseñanza, aprendizaje y gestión, a pesar de sus beneficios que ofrece tales como la autenticidad, la inmutabilidad de los registros, la transparencia, la descentralización y la eliminación de intermediarios, su implementación enfrenta obstáculos tanto tecnológicos como organizacionales. Además, la escasez de proyectos de Blockchain en el sector público, en comparación con el privado, revela la necesidad de mayores esfuerzos para impulsar su adopción en este ámbito. Los hallazgos del estudio indican que las Instituciones están investigando y desarrollando proyectos piloto para estudiar cómo usar Blockchain en la Educación Superior, con aplicaciones centradas en la documentación del estudiante, certificaciones, documentos oficiales, acreditaciones, propiedad intelectual y pagos entre otros.

Por otra parte, Maldonado et al. (2020) sostienen que el uso de las tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión administrativa es esencial para el progreso del aprendizaje. Así, la gestión administrativa en el ámbito educativo, al integrar la tecnología en los procesos de enseñanza, aprendizaje y al incorporar el lenguaje tecnológico en la planificación de las asignaturas, ha alcanzado logros al desafiar los métodos de enseñanza convencionales.

Con base al estudio, los ODS que se ven involucrados son los siguientes:

- ODS 4 (Educación de Calidad)
 - 4.3. Asegurar el acceso igualitario de la educación y trabajo.
- ODS 7 (Energía Asequible y no Contaminante)
 - 7.2. Aumento de la implementación de energías renovables.
- ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico)
 - 8.2. Lograr niveles de productividad económica mediante la modernización tecnológica e innovación.
- ODS 13 (Acción por el Clima)
 - 13.3. Mejora de la educación, sensibilización institucional respecto al cuidado del medio ambiente.

La incorporación de tecnologías emergentes no se limita a Blockchain. Koppel et al. (2023) en el artículo “Uso del IoT en la Industria del Petróleo y el Gas”, analizan el uso de Internet de las

Cosas (IoT) en diferentes etapas de la cadena de suministro de la industria petrolera, identificando beneficios relacionados con el mantenimiento preventivo, la implementación de la tecnología digital integrada en su principal cadena de suministros en los procesos de exploración y producción (upstream), transporte y almacenamiento (midstream), refinación y distribución (downstream), se analizan los beneficios en el área de mantenimiento predictivo, la seguridad laboral y el cuidado ambiental, así como los desafíos relacionados con su implementación, como la seguridad de datos y la confiabilidad del sistema que se va a usar.

Los beneficios derivados de esta implementación tecnológica, destacando principalmente de este sistema elementos de áreas críticas: mantenimiento preventivo de operaciones que permite anticipar fallas en equipo, reduciendo tiempos de inactividad, disminución de riesgos de accidentes en las áreas y optimización de la seguridad laboral.

El uso de la IoT se relaciona con diversos Objetivos tales como:

- ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico): apoya a PyMEs (motor económico) para modernizar procesos, mejorar ventas y contribuye al crecimiento económico y productivo.
- ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura): promueve innovación tecnológica en PyMEs.
- ODS 12 (Producción y Consumo Responsables): Mejorar las ventas digitales ya que esto disminuye desperdicios.

De manera complementaria, Reyes et al. (2022), estudian el impacto del comercio electrónico y la realidad aumentada en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector comercial. Proponen una solución tecnológica basada en el modelo de negocio B2C (business-to-consumer) donde ayuda a facilitar la adopción de la realidad aumentada en estas empresas. Se apoya en la metodología ágil SCRUM para el desarrollo del software y presenta un enfoque estructurado desde el análisis hasta la construcción del producto. El objetivo del artículo es diseñar una solución tecnológica que permita implementar la realidad aumentada en PYMES del sector comercial, utilizando el modelo de negocio B2C. Se busca modernizar sus procesos de venta, mejorar la experiencia del cliente y facilitar su transición al comercio digital.

Su enfoque está dirigido a empresas del sector comercial, particularmente aquellas que

operan bajo un modelo tradicional de venta y buscan integrarse al entorno digital.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se ven directamente involucrados son:

- ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico)
 - 8.3. Facilita la adopción del comercio electrónico y realidad aumentada en las PyMEs.
- ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura)
 - 9.5. Fomenta la innovación tecnológica en el sector comercial.

Finalmente, el autor Hu (2025), analiza las aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la Educación Superior, con énfasis en la evaluación en distintos puestos institucionales: estudiantes, docentes, investigadores, administradores y personal de apoyo. Este estudio indica que la Inteligencia Artificial la implementación en las IES un factor clave para la reducción de costos operativos y el aumento de efectividad en sus procesos institucionales, es por ello por lo que documentar y sistematizar el uso de estas herramientas que utilizan las instituciones les permite establecer una base como evidencia que pueda informar las políticas y prácticas, así como identificar áreas de oportunidad de adaptarse a esta nueva realidad de las tecnologías.

El impacto de la Inteligencia Artificial en los procesos académicos y administrativos en la Educación Superior se analiza a través del uso de herramientas basadas en IA, como Chatbots, tutores virtuales, sistemas de gestión automatizados y plataforma de análisis de datos. Estudios de caso documentados por el autor, tales como el Chatbot Pounce de la Universidad Estatal de Georgia y el sistema gestión de relaciones con los clientes (CRM), demuestran como estas tecnologías han contribuido a optimizar los procedimientos administrativos, reducir la deserción estudiantil y mejorar de la comunicación con los administrativos de la institución.

La contribución de esta investigación a los Objetivos de Desarrollo Sostenible va dirigida directamente al ODS 4 (Educación de Calidad), al facilitar el acceso a una educación inclusiva y equitativa a través de plataformas y de tutorías personalizadas. Así mismo, se alinea con el ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), al promover la innovación tecnológica y la eficiencia en los procesos administrativos, lo que contribuye al promover la innovación

tecnológica.

3.6. Discusión del estado del arte

El estado del arte evidencia que las Instituciones Educativas desempeñan el papel estratégico en la mitigación del cambio climático y la sensibilización ante la sostenibilidad mediante a la formación de profesionales. En el contexto latinoamericano y mexicano, se observan avances significativos en la incorporación de iniciativas de sostenibilidad, no obstante, persisten brechas críticas que son áreas de oportunidad relacionadas con la docencia e investigación.

Sáenz (2020), documenta el caso de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales de Colombia donde integró un sistema ambiental universitario estructurado principalmente en cinco áreas, sin embargo, dicho autor considera que en América Latina y el Caribe aún existen pocas experiencias sobre IES que asuman un compromiso encaminado a la sostenibilidad. En consecuencia, fortalecer la incorporación de la sostenibilidad en las IES constituye un elemento fundamental para formar comunidades responsables, capaces de responder a los desafíos ambientales actuales.

En la literatura revisada no se identificaron estudios comparativos que analizaran de manera sistemática la adopción de tecnologías con enfoque sostenible en los procesos operativos de las IES mexicanas

Este proyecto de tesis presenta un análisis de manera general que permite identificar cuantas tecnologías sostenibles han obtenido mayor impacto tanto en el ámbito productivo y educativo sin importar su resultado, ya que el contar con un análisis de esta magnitud brinda mayor oportunidad en contar con una mejor gestión de conocimiento y que esta sea visible y accesible para las personas involucradas de cada institución que le sea de su interés.

Capítulo IV. Desarrollo de la metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque documental, con predominio cualitativo y apoyo de estadística descriptiva para organizar y representar la información recopilada. La metodología propuesta consta de cuatro fases orientadas a identificar, analizar, clasificar y difundir prácticas de tecnologías sostenibles y/o iniciativas de las Instituciones de Educación Superior en México.

En la figura 1 se observa la metodología que se utilizó para desarrollar la presente investigación. Ésta, permitió orientar el rumbo del estudio, logrando desarrollar un análisis objetivo, el cual derivó en la categorización de los hallazgos y a su vez, dio pie a la propuesta de difusión de tecnologías e iniciativas con enfoque sostenible implementadas en las IES.



Figura 1. Fases y pasos de la metodología de solución

4.1. Fase 1. Revisión de literatura

4.1.1 . Establecimiento de parámetros de inclusión y exclusión

Para iniciar cualquier búsqueda es necesario establecer criterios de inclusión y exclusión, esto definirá los límites de la búsqueda y proporcionará una mejor guía para tener una revisión de literatura adecuada.

a. Criterios de inclusión:

- Se prioriza la información reciente y actualizada, especialmente los últimos 5 años, para reflejar tendencias tecnológicas vigentes.
- Estudios de tipo cualitativo con acceso a contar con informe completo.
- Artículos que hagan referencia al uso de las tecnologías sostenibles en cualquier ámbito industrial o empresarial.
- Tesis de maestría o doctorado relevantes al tema.
- Libros académicos o capítulos de libros.
- Informes técnicos o institucionales emitidos por organismos nacionales o internacionales (ej. ONU, OCDE, UNESCO, CEPAL).
- Textos que contengan el uso de tecnología con prácticas sostenibles, eficiencia energética, digitalización, automatización, gestión verde, o innovación social etc. Publicaciones en español e inglés.

b. Criterios de exclusión

- Artículos que no hagan referencia al uso de las tecnologías sostenibles.
- Documentos que no cuenten con citas.
- Noticias y blogs.

4.1.2. Selección de bases de datos académicas y científicas

Para establecer una adecuada estrategia de búsqueda, así como una correcta estructura, resulta necesario identificar y conocer la diversidad de áreas que manejan las bibliotecas digitales. Aquí los instrumentos de búsqueda en este proyecto:

1. IEEE Xplore (Institute of Electrical and Electronics Engineers): Es una biblioteca especializada en las áreas científicas y técnicas, sin embargo, su punto fuerte es la Ingeniería Eléctrica, Informática, Inteligencia Artificial, Energía Renovable, entre otras. Esta herramienta nos permite consultar estudios sobre la implementación de

tecnologías sostenibles como Inteligencia Artificial, Blockchain y automatización en los procesos operativos y administrativos.

2. Google Académico (Google Scholar)

Esta herramienta va enfocada a la búsqueda de literatura académica tales como artículos científicos, tesis, libros y conferencias etc. Esto ayuda a obtener antecedentes teóricos y estudios comparativos en distintos países sobre como implementan las tecnologías sostenibles

3. Elsevier (ScienceDirect)

Es una editorial científica con mayor reconocimiento mundial. Esta ofrece acceso a revistas científicas y libros de las áreas sociales, tecnología, administración, educación, y sostenibilidad, lo que nos proporciona evidencia teórica sobre tecnologías sustentables en diversos sectores, especialmente en el educativo y administrativo.

4. SpringerLink (Springer Nature)

Es una biblioteca donde ofrece acceso de igual manera a diversos artículos científicos, libros especialmente en áreas como tecnología, educación, sostenibilidad y gestión organizacional. Nos permite identificar estudios comparativos internacionales sobre la incorporación de tecnologías sostenibles en instituciones educativas y administrativas y analizar realmente sus resultados finales.

5. Normativas y documentos institucionales (ej. ONU, Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030). Estos marcos de referencias oficiales ante el gobierno establecen ciertas metas y lineamientos en áreas como lo es la sostenibilidad, educación, innovación y desarrollo social, lo que esto permite poder hacer una vinculación con el impacto de las tecnologías sostenibles con políticas nacionales e internacionales, reforzando la importancia de tu estudio para la toma de decisiones institucionales y gubernamentales.

Es esencial hacer uso adecuado de estas bibliotecas digitales para poder desarrollar una investigación rigurosa y concisa, donde a través de ellas se puede construir un marco teórico completo e identificar las brechas que enfrentan al implementarse estas tecnologías.

4.1.3. Criterios para recopilación de información

Para el tema de investigación resultó necesario identificar palabras clave en español e inglés. En la actualidad, dentro del contexto organizacional, la implementación de tecnologías sostenibles ha sido relevante, especialmente en la optimización de procesos operativos. En este contexto, la sostenibilidad, se ha convertido en un propósito en busca de la implementación de estrategias tecnológicas alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este análisis busca explorar cómo las tecnologías sostenibles pueden integrarse de manera adecuada en la operatividad y administración de las instituciones educativas, impulsando así un modelo más eficiente y responsable con el medio ambiente y la sociedad, es por ello por lo que se realizó una selección de palabras clave que faciliten la obtención de información desde bases de datos como Scopus, Scielo, IEEE, Google Scholar etc., tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.

Términos en español e inglés relacionados con sostenibilidad

Español	Inglés
Tecnologías sostenibles	<i>Sustainable technologies</i>
Procesos operativos	<i>Operational processes</i>
Instituciones de Educación Superior (IES)	<i>Higher Education Institutions (Herls)</i>
Sostenibilidad universitaria	<i>University sustainability</i>
Eficiencia energética en Instituciones	<i>Energy Efficiency on Institutions</i>
Digitalización en procesos operativos	<i>Digitalization of administrative processes</i>
Internet de las Cosas (IoT) educativo	<i>Educational Internet of Things</i>
Inteligencia artificial	<i>Artificial intelligence</i>
Gestión de residuos	<i>Waste management</i>
Movilidad sostenible	<i>Sustainable mobility</i>
Agenda 2030 en Educación Superior	<i>2030 agenda in higher education</i>
ODS en Instituciones	<i>SDGs in institutions</i>
Transformación digital sostenible	<i>Sustainable digital transformation</i>

Nota. Esta tabla muestra las palabras clave para realizar búsqueda documental tanto en fuentes en español como en inglés

En el proceso de revisión se utilizó un gestor de referencias Mendeley donde es un gestor de referencias gratuito que sirve para almacenar, organizar, compartir y citar datos de la investigación. Mendeley tiene como objetivo la gestión de las fuentes, sino que también aumenta la calidad académica del análisis, de igual manera optimiza tiempos y garantiza que la bibliografía está de manera correcta. La evaluación de la calidad de los documentos parte desde la revisión de la literatura, ya que permite seleccionar fuentes confiables y actuales (Mendeley: ¿Qué Es y Cómo Funciona?, n.d.).

Para esto se identificaron factores por lo que se deben de considerar para su respectiva evaluación:

- Se llevó a cabo una revisión de documentos y reportes de los portales web, realizando la lectura completa para así descartar documentos o información relacionada a la investigación.
- La segunda revisión de los documentos fue por medio de un análisis de títulos, resúmenes y conclusiones de manera más rigurosa. De cada artículo se consideró el año, autores, contribuciones y la implementación de tecnologías en los procesos administrativos y operativos.

4.2. Fase 2. Clasificación de tecnologías con enfoque sostenible

La adopción de tecnologías sostenibles en diversos procesos/procedimientos se ha convertido en una herramienta esencial, especialmente en la gestión de recursos en las empresas, la industria, e instituciones en general.

En el ámbito administrativo, la digitalización y la reducción del uso de papel, herramientas como el Blockchain y la Realidad Aumentada, han incrementado la productividad y disminuido el consumo de recursos materiales.

En el ámbito educativo y en la creación de conciencia ambiental, el uso de plataformas de aprendizaje en línea se centra en fortalecer la educación digital, ayudando a cultivar una mayor conciencia sobre la sostenibilidad. Las tecnologías digitales, el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial mejoran la eficiencia de operaciones en sectores industriales clave. La

Figura 2 indica la clasificación de las tecnologías sostenibles en cinco categorías propuestas: Tecnologías Emergentes, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Educación y sensibilización Ambiental, Energías Renovables, y Administración digital y Reducción de papel. Este planteamiento responde al proceso metodológico que está dividido en tres ejes principales con criterios clave: revisión de literatura especializada a la sostenibilidad, identificación de consumos de recursos en las empresas e instituciones y la necesidad de contar con un panorama más amplio que permita un análisis entre instituciones con transparencia presupuestaria, geográficas y culturales diversas. Este análisis brindó bases para contar con diversas tecnologías que contribuyan a la sostenibilidad.

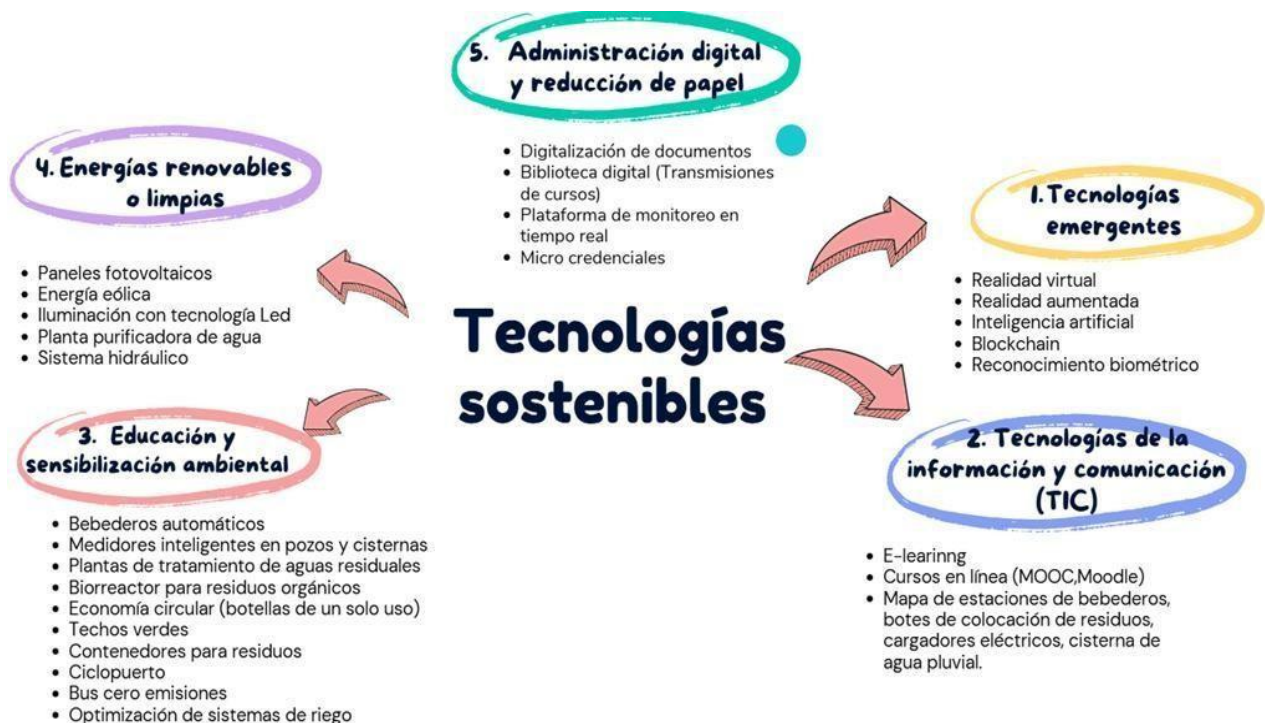


Figura 2. Clasificación de tecnologías sostenibles (elaboración propia).

En primer lugar, la literatura revisada proporcionó el sustento para la clasificación que se presenta, fundamentada por un lado en los hallazgos de Dantas et al. (2021), quienes determinan que la Economía Circular no es una tecnología como tal, sino es la base para la implementación de tecnologías sostenibles. Los autores argumentan que la implementación conjunta de prácticas de economía circular y tecnologías sostenibles específicas de la industria 4.0., benefician directamente a los ODS 7,8,9,11,12 y 13.

Por otro lado, el análisis de los trabajos de Devedi et al (2024), Thiruvankadam et al (2024), Yoon (2020) y Reyes et al. (2022) que, aunque cada uno aborda sectores distintos, todos coinciden en que las tecnologías sostenibles deben atender tres cosas al mismo tiempo:

eficiencia operativa, reducción del impacto ambiental y fomentar el cambio ambiental. Dichas coincidencias fueron claves para definir las categorías anteriormente presentadas.

En segundo lugar, las instituciones, como organizaciones, gestionan grandes volúmenes de información documental, administran diversidad de sistemas e infraestructura, así como recursos hídricos, energéticos y materiales. Por ello es necesaria la separación de las tecnologías según su área operativa, permitiendo conocer cómo es que cada institución identifique sus avances tecnológicos al igual que sus áreas de oportunidad en cada ámbito, con el objetivo de facilitar la priorización de acciones.

En tercer lugar, se consideró dividir aquellas tecnologías que van enfocadas a la infraestructura física y tecnologías relacionadas a la gestión digital. La instalación de paneles fotovoltaicos o plantas de tratamiento de aguas residuales requiere de una inversión tanto de mano de obra como de mantenimiento, mientras que la implementación de plataformas orientadas al monitoreo o sistemas de administración digital depende principalmente de la conectividad, capacitación del personal y actualización constante del software.

Adicionalmente, se incluyó una categoría destinada a la educación y sensibilización ambiental donde se conoce que la tecnología por sí sola no genera transformaciones sostenibles sino va acompañada de procesos formativos que ayude a poder desarrollar competencias, actitudes y valores hacia la comunidad estudiantil. El autor Sáenz (2020) muestra que el éxito de las estrategias de sostenibilidad depende tanto de la tecnología como de la concientización.

Finalmente, la clasificación concluyó como una herramienta que permite el análisis entre IES mexicanas de diferentes regiones y tipos (Públicas y Privadas). Al establecer ciertas categorías permite que la recolección y el análisis de datos sean verificados con artículos o casos de éxitos, lo cual es fundamental para identificar funciones, buenas prácticas y detección de barreras en la implementación de tecnologías sostenibles.

4.3. Fase 3. Búsqueda de iniciativas en Instituciones de Educación Superior en México

La selección de las Instituciones de Educación Superior en México es un elemento fundamental para el desarrollo del análisis, dado que cada institución presenta niveles distintos de implementación tecnológica, políticas de sostenibilidad y modelos de gestión administrativa.

Los criterios para considerar para la selección de instituciones son las que se muestran a continuación:

1. Disponibilidad de información institucional oficial: se seleccionaron instituciones que cuentan con fuentes de información oficiales, donde se publican datos verificables ya que son fuentes primarias de información, esto permite obtener datos de carácter oficial, actualizado y confiable, lo que resulta fundamental para este análisis.
2. Implementación documentada de tecnologías con enfoque sostenible: son consideradas instituciones que reportan, de forma explícita el uso de tecnologías digitales para procesos administrativos, plataformas para gestión sostenible e infraestructura orientada a energías limpias.
3. Diversidad geográfica y cobertura nacional: se seleccionaron instituciones ubicadas en diferentes regiones del país con el fin de representar diversos casos de buenas prácticas y adopción tecnológica.
4. Relación con el alcance del estudio: la selección se orientó a instituciones donde la adopción de tecnologías sostenibles se vincula directamente con la operatividad institucional, procesos administrativos y gestión académica.
5. Accesibilidad para el análisis documental: se incluyeron instituciones cuya información digital es de acceso libre, organizada de manera clara, contiene detalles suficientes para evaluar su implementación tecnológica.

4.3.1. Clasificación de tecnologías de las Instituciones de Educación Superior.

En el contexto de la crisis climática y la transformación tecnológica, las Instituciones de Educación Sostenible en México (IES) adquieren un papel fundamental que trasciende su función educativa. Las instituciones no solo forman futuras generaciones, sino que también son agentes de cambio locales, y muchas de ellas cuentan con iniciativas que van desde la implementación de energías renovables y la construcción verde, hasta el desarrollo de estrategias digitales que promueven una educación más sostenible y accesible. Buscan ser cada vez más sostenibles e innovadoras en el uso de tecnologías, con el propósito de que estas iniciativas contribuyan a formar individuos con una visión comprometida con el medio

La figura 3 presenta un mapa de palabras clave a partir de la revisión de la literatura de las tecnologías sostenibles aplicadas a Instituciones de Educación Superior. Este mapa tiene como objetivo principal visualizar las principales ideas abordadas, así como la frecuencia con la que aparecen en los artículos analizados. De esta manera el mapa nos permite contar con un contexto amplio.

4.4. Fase 4. Diseño y estructura de la plataforma web

Para ello, también se diseñó un mapa interactivo como herramienta visual para la presentación

de datos específicos, ya que facilita la comprensión de la información, al permitir la selección y exploración de diversas ubicaciones geográficas y las categorías de análisis, donde se incluyen elementos o características a partir de la selección de ubicaciones en específico. Este mapa dinámico presenta la información recopilada mediante una visualización geográfica que ubica a las Instituciones de Educación Superior por Estado, para después, consultar de manera concreta las herramientas tecnológicas implementadas, los pilares de la sostenibilidad que impacta y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a los que contribuyen. Esta función favorece la interpretación de los resultados tanto de Universidades privadas, públicas e Instituciones pertenecientes al TecNM.

Capítulo V. Resultados

5.1. Iniciativas y Sistemas de Gestión del TecNM

Tecnológico Nacional de México (TecNM), con más de 75 años de existencia, es considerado como el sistema de educación superior público más grande de América Latina, engloba a 254 planteles, 132 Federales y 122 Descentralizados, distribuidos estratégicamente en las 32 entidades de la República Mexicana. En estos planteles se atiende a una matrícula de más de 600,000 mil estudiantes con programas de licenciatura y posgrado.

TecNM plantea diversos conjuntos de procesos, políticas, procedimientos y herramientas llamados Sistemas de Gestión, se instituyen para planificar, ejecutar, controlar y optimizar sus actividades, con el fin de alcanzar sus objetivos estratégicos de manera eficiente y efectiva. La adopción de dichos Sistemas de Gestión como herramienta de estandarización de la calidad en el servicio educativo, busca mejorar exponencialmente el desempeño de sus planteles, proporcionando bases sólidas para las iniciativas de desarrollo sostenible con la finalidad de generar una mejora continua.

Los Sistemas de Gestión implementados en la mayoría de los planteles de Tecnológico Nacional de México son los siguientes:

- ISO 14001 (Sistema de Gestión Ambiental - SGA): es un marco formal que se centra en la gestión ambiental, permite la reducción de los impactos negativos al medio ambiente, permite cumplir con regulaciones ambientales, minimizar residuos, ahorrar recursos y mejorar su reputación como entidades comprometidas con la protección del entorno (Suarez et al., 2023).
- ISO 50001 / SGEN (Sistema de Gestión de Energía -SGEN): se enfoca en la gestión de la energía, constituido por un conjunto de herramientas, procedimientos y métodos establecidos cuyo objetivo es asegurar una mejora continua en la generación y optimización de la energía; con la aplicación de esta norma se pueden identificar áreas de oportunidad para hacer un uso más eficiente de los recursos energéticos, lo que no solo reduce las emisiones de carbono, sino también contribuye a una economía más sostenible (Instituto Tecnológico Nacional de

México, 2021).

- ISO 9001/SGC (Sistema de gestión de la calidad -SGC): se enfoca en un conjunto de lineamientos que permiten planificar, ejecutar y evaluación y mejorar de manera sistemática los procesos institucionales, creando un mejor entorno de procesos administrativos (Ortega Sánchez et al., 2015)
- SGIG (Sistema de Igualdad de Género y no Discriminación): es un modelo de gestión institucional establece lineamientos para garantizar la igualdad de oportunidades entre los colaboradores (mujeres y hombres) que integra los Institutos, Unidades, Centros y Oficinas Centrales del Tecnológico Nacional de México. Este sistema tiene como propósito erradicar el maltrato, violencia y segregación de cualquier forma de distinción, exclusión o restricción que se encuentren basadas en el origen étnico o nacional (ITSE, 2018)

Carbajal (2024), realizó un análisis cuantitativo para determinar el número de instituciones del Tecnológico Nacional de México que han obtenido las certificaciones en las normas ISO antes mencionadas. Los resultados de dicho análisis se presentan en la Tabla 2 donde se identifican las certificaciones y el tipo de institución.

Tabla 2.

Instituciones de sistemas de gestión (2022).

Tipo de Institución	Sistema de Gestión de la Calidad	Sistema de Gestión Ambiental	Sistema de Gestión de Energía	Sistema de Gestión de Igualdad de Género y No Discriminación
Descentralizados	78	63	40	23
Federales	82	41	18	18

Nota. En la tabla se muestra la información reportada sobre los sistemas de gestión implementados en las IES durante el año 2022

A continuación, se presentan las iniciativas más significativas identificadas en varios de los planteles de TecNM en esta fase del estudio. Para cada una de ellas, se describe sus enfoque o características principales, el ODS al que impacta directamente, así como los pilares de la sostenibilidad.

Tabla 3.

Iniciativas de TecNM

Iniciativas de TecNM		
Iniciativas	Descripción	Impacto con los ODS
Espacio 100% libre de plástico de un solo uso.	Se impulsó en el año 2019, en el que se busca promover e impulsar acciones en las que ayuden a la construcción de una mejor cultura relacionada con el cuidado y preservación del entorno natural, es decir, la disminución de plásticos de un solo uso. En esta iniciativa se encuentran participando las 254 instituciones del TecNM (<i>Espacio 100% Libre de Plástico de Un Solo Uso – TecNM Instituto Tecnológico de Minatitlán</i>, n.d.)	• ODS 12: Producción y consumos responsables • ODS 13: Acción por el clima • ODS 14: Vida submarina • ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres Pilar de la sostenibilidad: • Ambiental (principal) Social (secundario, por el cambio de hábitos y concientización)
Con-Ciencia Verde	Iniciativa que consiste en escritos breves (Resumen de investigaciones, tesis, ensayos, etc.) de corte científico, tecnológico, informativo y de reflexión, donde dichos escritos, se constituyen como una fuente de información y motivación para que la comunidad del TecNM y el público en general, tome medidas concretas sobre el cambio climático y el ambiente. El alumnado en general, así como el personal docente y de investigación, puede participar en la elaboración de estos documentos.	• ODS 4: Educación de calidad • ODS 13: Acción por el clima Pilar de la sostenibilidad: • Social (principal) • Ambiental (secundario, por la difusión de contenidos ecológicos)
Minuto verde	Es una campaña donde se muestra una serie de materiales audiovisuales de un minuto, en la plataforma YouTube, donde la Comunidad del TecNM busca transmitir medidas concretas favorables para enfrentar el cambio climático y favorecer el medioambiente. Se han transmitido en la plataforma un total de 29 videos cortos ((416) Minuto Verde TecNM - YouTube, n.d.)	• ODS 4: Educación de calidad • ODS 13: Acción por el clima • ODS 12: Producción y consumos responsables Pilar de la sostenibilidad: • Social (principal) • Ambiental (secundario)

Iniciativas de TecNM		
Iniciativas	Descripción	Impacto con los ODS
Agenda estratégica de agua limpia y saneamiento	Dentro de esta agenda se tienen siete ejes estratégicos: 1. Captación de agua 2. Cuidado del agua 3. Métodos de tratamiento de agua potable 4. Métodos de tratamiento de aguas residuales 5. Recuperación y reúso del agua 6. Monitoreo de la calidad del agua 7. Tecnologías emergentes Se presentan iniciativas base para la colaboración y coordinación entre diversas dependencias federales, estatales y municipales, para la gestión sostenible del recurso hídrico y manejo adecuado de residuos, acciones encaminadas a impulsar la implementación de tecnologías que ayuden a la mejora de la calidad del agua (Ramón et al., 2023)	• ODS 6: Agua limpia y saneamiento • ODS 9: Industria, innovación e infraestructura • ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles • ODS 12: Producción y consumos responsables. • ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos Pilar de la sostenibilidad: • Ambiental (principal) • Social (por el acceso al agua) • Económico (por el uso eficiente del recurso)
Ahorra TecNM	Su objetivo es poder promover e impulsar acciones que propicien la construcción de una cultura de cuidado y preservación del desarrollo sostenible (Convocatoria_AhorraTecNM.Pdf,2024).	• ODS 7: Energía asequible y no contaminante • ODS 12: Producción y consumos responsables • ODS 13: Acción por el clima Pilar de la sostenibilidad: • Ambiental (principal) • Económico (por reducción de costos energéticos)

Nota. Se muestra la identificación de iniciativas realizadas mediante a una revisión documental, así como la contribución con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El análisis de las iniciativas identificadas permite constatar la transformación que el Tecnológico Nacional de México (TecNM) ha venido experimentando, pasando de un modelo centrado específicamente en aspectos educativos, hacia un enfoque institucional que integra la sostenibilidad en sus procesos.

La implementación de programas como “Espacio 100% libre de plástico”, “Ahorra TecNM” y la “Agenda estratégica de Agua Limpia” evidencia una clara alineación con la Agenda 2030 de la ONU, impactando directamente en 10 objetivos de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Esta transformación refleja el compromiso del TecNM con la implementación de modelos de gestión responsable, eficientes y comprometidos al cuidado del medio ambiente. Por lo tanto, el conjunto de iniciativas analizadas integra un programa escalable de tecnologías sostenibles que puede replicarse en el ámbito educativo en otras Instituciones de Educación Superior.

5.2. Análisis de participación de las Instituciones TecNM

El análisis de las iniciativas implementadas por el Tecnológico Nacional de México se ha transformado de un modelo de gestión educativo tradicional para integrar la sostenibilidad en sus procesos, lo cual evidencia una alineación operativa con la Agenda 2030 de la ONU, impactando directamente en 10 objetivos de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Un análisis más detallado de los reportes Institucionales de TecNM revela que este Sistema Educativo ha documentado formalmente su compromiso con la sostenibilidad a través de algunas investigaciones, proponiendo incluso, una hoja de ruta. El estudio de Carbajal (2025), sobre el diseño de una hoja de ruta sostenible para el TecNM identifica áreas de impacto ambiental, haciendo énfasis principalmente en las Instituciones de Guanajuato y Jalisco donde se proponen ejes estratégicos que constan de varios elementos tales como gestión de recursos naturales y movilidad sostenible. De igual manera, se documentan las iniciativas del Instituto Tecnológico Superior de Ébano sobre sus programas como el uso eficiente del agua, el manejo adecuado de los residuos y la campaña “Campus 100% libre de plásticos de un solo uso”. Este conjunto de iniciativas constituye un programa escalable de tecnologías sostenibles que pueden ser replicados en el ámbito educativo de otras Instituciones de Educación Superior (IES).

Mientras que programas como Ahorra TecNM y la “Agenda Estratégica de Agua Limpia”

ayudan a optimizar los espacios de las instituciones y el uso adecuado de los recursos naturales, el Sistema de Igualdad de Género y no Discriminación (SGIG) garantiza que este desarrollo o adaptación tecnológica ocurra en un entorno de justicia laboral, equidad de oportunidades y sobre todo con respeto a los derechos humanos. De esta manera, la sostenibilidad no se limita a solo atender aspectos medioambientales, sino que se integran varios pilares tales como los sociales y económicos, fortaleciendo la paz y alianza en una comunidad que se enfocaba originalmente en modelos educativos tradicionales.

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) cuenta con una presencia en las 32 entidades federativas, donde las iniciativas o acciones que se implementan no solo tienen un impacto operativo interno, sino también reflejan el compromiso y la importancia que el sistema tiene con la sostenibilidad.

Este análisis resulta esencial, ya que el TecNM se ha establecido en diversos programas previamente mencionados, estas acciones permiten alinear de manera directa a la infraestructura de sus 254 planteles con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aumentando su compromiso con el desarrollo sostenible en el ámbito institucional o educativo, por ello es esencial conocer el porcentaje en cuanto a las certificaciones que se cuentan tanto en las instituciones federales como descentralizadas.

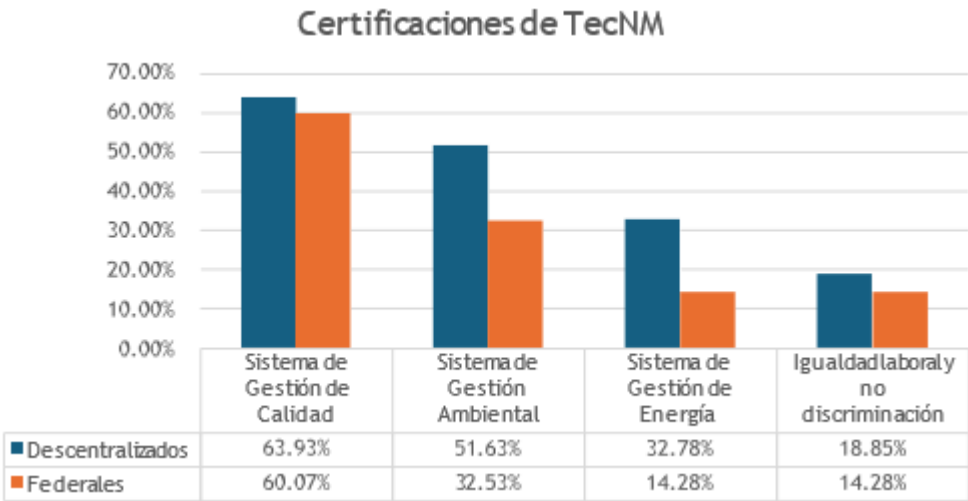


Figura 4. Certificaciones SGA (ISO 14001), SGEN (50001), SGC (9001), Norma Mexicana en Igualdad Laboral y No Discriminación

La figura 4 presenta la normalización porcentual de los institutos que cuentan con

certificaciones en cuatro sistemas de gestión, de igual manera se diferenciaron los institutos descentralizados y federales. En conjunto, los resultados muestran que los institutos descentralizados tienen mayor presencia en certificaciones de calidad y en igualdad laboral, por otro lado, los institutos federales se destacan principalmente los sistemas de gestión ambiental y calidad, los resultados demuestran porque permite que la institución se adapte al entorno y obtenga recursos externos para la mejora de su infraestructura. Es esencial conocer la estructura jurídica de los Institutos Tecnológicos influye directamente en sus recursos que se les brindan. Dentro del sistema del Tecnológico Nacional de México (TecNM), donde se manejan dos modelos principales:

- El modelo Federal es un organismo de la secretaria de Educación Pública (SEP), donde el 100% de su presupuesto proviene del gobierno federal.
- Por lo contrario, el modelo descentralizado es creado por los gobiernos estatales, donde los ingresos son recibidos tanto de la federación como del estado (Tercera sección poder ejecutivo secretaria de educación pública manual de organización general del tecnológico nacional de México, 2018).

5.3. Iniciativas de tecnologías sostenibles en las IES en México

Una vez identificadas las iniciativas y programas implementados por el Tecnológico Nacional de México en sus institutos y centros se procedió a ampliar el estudio analizando otras Instituciones de Educación Superior en México, tanto públicas como privadas, con el fin de conocer sus diversas propuestas enfocadas en la sostenibilidad.

Para ello se realizó una revisión de literatura y documentos oficiales provenientes de documentos provenientes de diversas fuentes secundarias, entre las que se incluyeron sitios web oficiales de las instituciones, informes y reportes institucionales de sostenibilidad, planes de desarrollo, programas ambientales, documentos estratégicos y artículos, relacionados con la sostenibilidad y la transformación tecnológica, así como en sus redes oficiales sociales. La consulta de estas fuentes permitió obtener información confiable y actualizada acerca de las acciones implementadas por cada institución.

Este análisis consideró un total de 51 Instituciones de Educación Superior, integradas por 17 universidades públicas y 34 universidades privadas, las cuales se seleccionaron a partir de la

disponibilidad de información que aportaban desde sus portales web y redes sociales oficiales, donde daban rendición de cuentas de sus programas e iniciativas implementadas. Adicionalmente, se integró la información de Tecnológico Nacional de México, y en este sentido se analizaron específicamente cuatro certificaciones relevantes con enfoque organizacional y sostenible, las cuales son: certificación de calidad, certificación ambiental, certificación energética y norma de igualdad laboral y no discriminación.

Posteriormente, la información recopilada fue analizada y organizada con base en las cinco categorías previamente propuestas según su propósito y ámbito de aplicación (Tecnologías Emergentes, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Educación y Sensibilización Ambiental, Energías Renovables, Administración Digital y Reducción de Papel). Esta clasificación permitió analizar la distribución de las tecnologías sostenibles implementadas por las instituciones, así como identificar tendencias predominantes y las áreas con mayor desarrollo.

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a cada categoría y su contribución a la transformación sostenible, destacando las principales tecnologías, estrategias e iniciativas identificadas.

Categoría 1. Tecnologías emergentes

Las tecnologías emergentes, donde su impacto no se limita a los procesos de enseñanza-aprendizaje o las visitas académicas, sino que se extiende a la gestión académica y administrativa, permitiendo no solo avances tecnológicos, sino también una innovación pedagógica.

Realidad Virtual y Realidad Aumentada

En México, diversas Instituciones de Educación Superior han incorporado tecnologías emergentes como la Realidad Virtual y Aumentada, para fortalecer los procesos de enseñanza, investigación, capacitación y su vinculación con los sectores industriales o productivos.

Entre ellas destacan las Instituciones como el Tecnológico de Monterrey, Tecmilenio, Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), Universidad Jesuita de Guadalajara (ITESO),

Universidad Iberoamericana y la Universidad CETYS, las cuales han desarrollado iniciativas orientadas a la innovación educativa. Así mismo, las Instituciones públicas tales como la Universidad de Guanajuato que cuenta con un proyecto nombrado “Ximu” que consta de una plataforma de simulación enfocada en brindar capacitaciones en el sector industrial, comercial, educación básica, entre otros sectores, donde su aplicación es mediante experiencias de simulación inmersivas en Realidad Mixta (XR), en temas de colocación de antenas de radiofrecuencia y de implementación de paneles fotovoltaicos.

Por otro lado, la Universidad Autónoma de Metropolitana (UAM) a través de su Campus Xochimilco, ha implementado el uso de la realidad virtual principalmente los recorridos virtuales 360 grados. Estos son utilizados para crear entornos que facilitan la formación práctica, la visualización de información completa y de fácil entendimiento, así como la simulación de espacios que antes requerían recursos costosos o implicaban riesgos para la comunidad universitaria.

En el ámbito administrativo, estos recorridos virtuales ayudan a optimizar procesos como las admisiones, ya que permiten a los aspirantes interesados conocer las instalaciones y laboratorios sin la necesidad de desplazarse físicamente a la institución.

En el ámbito operativo, estas tecnologías apoyan la capacitación del personal al facilitar el conocimiento de los espacios, así como su distribución. Para la implementación de estas tecnologías resultan ideales las alianzas con empresas tecnológicas, centros de investigación, con el objetivo de fomentar la creación de redes de colaboración para impulsar la innovación.

- ODS 17(Alianzas para los objetivos):
 - 17.6: mejora la colaboración internacional en ciencia, tecnología e innovación, así como el acceso a estas y aumentar el intercambio de conocimiento.

Inteligencia Artificial

La implementación de esta tecnología en el Tecnológico de Monterrey se integra en sistemas de análisis de datos institucionales, mismos que permiten procesar información sobre

indicadores de desempeño, detectar riesgos académicos, mejorar la experiencia estudiantil mediante servicios inteligentes, como asesorías virtuales y Chatbots institucionales para brindar información, así como las plataformas destinadas a los entornos virtuales de aprendizaje (Hidalgo et al., 2023). Esto no solo beneficia a estudiantes y profesores, sino también a administrativos, quienes pueden desempeñar sus funciones de manera más eficaz y eficiente, donde la IA les permite conocer la tasa de retención, índices de deserción y los recursos implementados al respecto.

En el caso de la Universidad de Guanajuato, la IA se ha implementado en procesos de análisis institucional y fortalecimiento de servicios académicos. La institución ha automatizado trámites administrativos, como la gestión de solicitudes, inscripciones y certificaciones (Hidalgo et al., 2023). Mientras el Tecnológico de Monterrey destaca por su capacidad de gestión, infraestructura y capacidad de inversión, la Universidad de Guanajuato ha logrado avances significativos con la IA en la disminución de tiempos y personalización de servicios.

La IA puede constituir un componente relevante para la transformación de las IES en México, por ello es posible considerar que impacta de manera directa en los siguientes ODS:

- ODS 4(Educación de calidad). La IA apoya plataformas de aprendizaje, sistemas de tutoría digital que facilita experiencias a nivel de calidad.
- ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura). Favorece la innovación institucional, la automatización y la creación de servicios educativos.

Blockchain

El Blockchain, de manera más simple y concreta, es una tecnología basada en bases de datos distribuidas que almacenan y protegen información de manera criptográfica garantizando su confidencialidad, integridad, autenticación. De esta manera, dichos datos no se pueden modificar lo que la convierte en un transformador para industrias como pagos, ciberseguridad y atención médica (Dutta et al., 2020). En la actualidad el Blockchain una herramienta que sirve como una base para el aprendizaje especialmente cuando está en proceso de digitalización, debido a la capacidad de almacenamiento de datos de esta tecnología, ya que controla, de cierta manera, la certeza de que la información está segura y con la posibilidad de compartirla sin necesidad de cálculos criptográficos (Chivu et al., 2022). La adopción de esta tecnología

fortalece la seguridad y la integridad de la información académica y administrativa.

En este contexto, instituciones como el Instituto Tecnológico de Mérida, el Instituto Tecnológico de Orizaba, los Institutos Tecnológicos de Teposcolula y del Valle de Etla (estos últimos ubicados en el estado de Oaxaca), así como la universidad de Guanajuato, han implementado esta tecnología con el objetivo de poder modernizar sus procesos de manera interna y así asegurar la confiabilidad de sus datos institucionales.

Estas instituciones indican que la tecnología Blockchain es utilizada principalmente en sus credenciales oficiales, tanto para los estudiantes como para el personal en general, y mediante el uso de una app se disminuye considerablemente el uso inadecuado de los datos personales. Dicho esto, las universidades cuentan con alianzas en transporte, donde al presentar dicha credencial, se tiene a descuentos y tarifas preferentes. Al integrar esta tecnología, también se minimiza el uso de plástico, obteniendo como beneficio la reducción de costos e impacto medioambiental.

Con base a la implementación de la tecnología Blockchain contribuye a los siguiente Objetivos de Desarrollo Sostenible:

- ODS 4(Educación de Calidad): fortalece la gestión educativa, seguridad e integridad de la información académica y administrativa.
- ODS 13(Acción por el clima): reducción de materiales impresos ayudan a contribuir a disminuir la huella de carbono.

Reconocimiento biométrico

En la actualidad la huella dactilar es el rasgo biométrico más utilizado en tecnologías de reconocimiento personal, debido al complejo sistema de índices de precisión y de fiabilidad lo que permite determinar o verificar automáticamente la identidad de un individuo mediante técnicas de reconocimiento de patrones (Anil et al. 2004).

Por ello, la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) ha implementado la tecnología de reconocimiento biométrico como parte de una estrategia de control de acceso a la institución, garantizando que los estudiantes, docentes y personal interno puedan ingresar y permanecer en las diversas áreas de la institución de manera segura. Sin embargo, a pesar de las ventajas que se tiene al implementar esta tecnología, la inversión económica es un factor que limita su adopción en otras instituciones debido a la infraestructura que demanda.

A pesar de ello, sin lugar a duda es una buena práctica que evidencia cómo la tecnología puede implementarse de manera exitosa y efectiva para obtener buenos resultados en la operación institucional, contribuyendo significativamente en la sostenibilidad.

Así mismo, sustituir credenciales físicas y registros manuales por procesos digitales, contribuyen con el ODS 9(Industria, Innovación e Infraestructura), el ODS 12(Producción y Consumo Responsables).

Categoría 2. Tecnologías de la Información y la Comunicación

Se conoce como TIC a tres medios básicos en conjunto: informática, microelectrónica y las telecomunicaciones. Estos recursos facilitan la comunicación a partir de recursos informáticos, audiovisuales y de tratamiento digital de la información (Belloch et al., 2002). Las TIC se caracterizan por permitir el almacenamiento, el proceso, la recuperación, y la comunicación de la información en múltiples formatos (imagen, texto y sonido), impulsando la asociación de la información mediante la interactividad, la instantaneidad y la digitalización.

E-learning

En cuanto al aprendizaje adaptativo, el E-learning se define como las técnicas y tecnologías establecidas en plataformas digitales para los procesos cognitivos y de aprendizaje “en línea”. Son sistemas que se adapta a la necesidad y modo de aprendizaje individuales ya sea por sus contenidos o por la presentación de los materiales (Beldagli et al., 2010). Estas plataformas muchas veces se apoyan en la inteligencia artificial para analizar los datos de estudiantes y docentes, incluyendo sus interacciones con la plataforma, resultados de las evaluaciones y los progresos obtenidos.

En universidades de alto prestigio como el Tecnológico de Monterrey, TecMilenio (Campus Cuernavaca), Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), Universidad Anáhuac Sur, así como en instituciones públicas como la Universidad de Guanajuato y el Instituto Tecnológico de Chihuahua, integran hoy en día herramientas para atender la diversidad de demanda educativa, priorizando tanto calidad académica como eficiencia operativa y administrativa.

Por su parte, el TecMilenio (Campus Cuernavaca), cuenta con un modelo educativo basado principalmente en competencias apoyado por plataformas virtuales que les sean amigables a

los estudiantes y docentes. Esto permite la entrega de contenidos, actividades y evaluaciones automatizadas, lo que ayuda a poder reducir tiempos administrativos y ampliar el acceso al aprendizaje en distintos horarios adaptándose al usuario. Este modelo también ayuda a disminuir la necesidad de tener materiales impresos o físicos, con el objetivo de reforzar prácticas responsables con el medio ambiente.

En cuanto a la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), su infraestructura tecnológica contempla principalmente sistemas integrales de gestión del aprendizaje, mismas que permiten el seguimiento académico en tiempo real, apoyándose en actividades digitales, y espacios virtuales que ayudan a fortalecer la experiencia, tales como asesorías sin la necesidad de traslados físicos a la institución y de igual manera disminuyendo recursos humanos y energéticos dentro de la misma.

La Universidad Anáhuac del Sur, implementa mecanismos de formación integrada, tutorial o complementaria, y coaching, ofreciendo programas de acompañamiento para alumnos, personal administrativo y docentes con el objetivo de obtener un crecimiento personal y profesional a través del conocimiento y el desarrollo de habilidades para alcanzar buenos resultados en la institución. Sus plataformas digitales permiten al personal tomar cursos en línea, diplomados y programas híbridos además de contar con gestión administrativa mediante trámites digitales y sistemas de comunicación asertiva que reducen procesos presenciales tanto para personal como para estudiantes.

Dentro del sector público, la Universidad de Guanajuato ha implementado plataformas a través de modalidades virtuales y semipresenciales. El uso de aulas digitales, bibliotecas en línea y sistemas para la gestión permiten a optimizar procesos administrativos, mejorar la eficiencia operativa obteniendo un mayor alcance con menor infraestructura presencial dentro de la institución.

Finalmente, el Instituto Tecnológico de Chihuahua integra herramientas digitales para la formación en ingeniería. Sus sistemas de e-learning facilitan el acceso a laboratorios virtuales, así como actualización de la planta académica con competencias digitales, lo que contribuye a mejorar la calidad formativa y reducir costos operativos a la infraestructura física tradicional.

Su implementación se relaciona principalmente con el ODS 4 (Educación de Calidad), al promover modelos educativos inclusivos; el ODS 9 (Industria, Innovación e infraestructura) y el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), debido a la reducción de uso de recursos físicos.

MOOC

Los cursos masivos abiertos en línea (MOOC) son una tecnología utilizada en el ámbito educativo, ya que tiene la capacidad gestionar un mayor alcance en cuanto a aprendizaje flexible y accesible, a partir de software “amigable” e intuitivo. Esta modalidad implica que las personas interesadas tienen la posibilidad de aprender sin limitaciones de espacio y tiempo, solo es necesario asumir un rol de estudiante virtual para hacer uso de los recursos y herramientas para el proceso de aprendizaje (Rizo et al., 2018).

En este contexto, MOODLE es una plataforma de gestión de aprendizaje, su característica principal es ser de uso “libre” (gratuita), adaptable y escalable, razón por la cual diversidad de instituciones lo implementen en sus procesos académicos y administrativos, garantizando practicidad en la gestión educativa, y la optimización de recursos institucionales.

Hoy en día, la gran mayoría de las instituciones educativas han adoptado a los MOOC como parte de su infraestructura educativa digital, especialmente ante la necesidad de adaptarse a modalidades flexibles. Las plataformas son espacios que permiten la distribución de material didáctico, gestión de evaluaciones, comunicación efectiva entre docentes y estudiantes, así como seguimiento efectivo y retroalimentación continua. Su uso principal se orienta a reducir la dependencia de materiales impresos y minimizar la carga operativa de procesos presenciales, por lo que se obtiene una plataforma abierta, que permite adaptarse a las características disciplinares de cada programa académico. Si bien se ha implementado esta tecnología masivamente, su grado de desarrollo digital dependen de factores como la infraestructura tecnológica disponible, conectividad, capacitación docente y recursos presupuestales de cada institución.

En este sentido, los MOOC representan alternativas para fortalecer la sostenibilidad, contribuyendo principalmente al ODS 4 (Educación de Calidad), al ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) y al ODS 12 (Producción y Consumo Responsables).

Mapa de estaciones de bebederos, botes de colocación de residuos, cargadores eléctricos, cisterna de agua pluvial.

El mapeo digital de instalaciones es una representación gráfica precisa de la ubicación de todas sus áreas, esta herramienta permite a la comunidad Institucional identificar de manera clara la disposición de sus recursos, y es por ello que Instituciones tales como la Universidad Panamericana Campus Aguascalientes, Universidad la Salle (Ciudad de México), Universidad CETYS Mexicali y la Universidad Autónoma de Guadalajara, han implementado diversas estrategias enfocadas al manejo eficiente del agua, energía y los residuos sólidos. El mapeo de infraestructura tales como los bebederos, permite al personal interno identificar de manera precisa los puntos de abastecimiento. Estas buenas prácticas indican cómo la tecnología y el mapeo digital pueden fortalecer la operatividad y la optimización de recursos al reducir tiempos de búsqueda y desplazamientos innecesarios.

Así mismo, fortalecen el compromiso con la sostenibilidad, e impactan particularmente con los ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y el ODS 12 (Producción y consumo responsable).

Categoría 3. Educación y sensibilización ambiental

Esta categoría contempla el conjunto de estrategias que nos permiten comunicar desde un aspecto pedagógico los valores y las prácticas sostenibles.

Mapa de estaciones de bebederos, botes de colocación de residuos, cargadores eléctricos, cisterna de agua pluvial.

El mapeo digital de instalaciones es una representación gráfica precisa de la ubicación de todas sus áreas, esta herramienta permite a la comunidad Institucional identificar de manera clara la disposición de sus recursos, y es por ello que Instituciones tales como la Universidad Panamericana Campus Aguascalientes, Universidad la Salle (Ciudad de México), Universidad CETYS Mexicali y la Universidad Autónoma de Guadalajara, han implementado diversas estrategias enfocadas al manejo eficiente del agua, energía y los residuos sólidos. El mapeo

de infraestructura tales como los bebederos, permite al personal interno identificar de manera precisa los puntos de abastecimiento. Estas buenas prácticas indican cómo la tecnología y el mapeo digital pueden fortalecer la operatividad y la optimización de recursos al reducir tiempos de búsqueda y desplazamientos innecesarios.

Así mismo, fortalecen el compromiso con la sostenibilidad, e impactan particularmente con los ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables).

Bebederos automáticos

Prácticamente son puntos de suministro de agua potable filtrada, los cuales se han convertido en una iniciativa esencial dentro de las estrategias de sostenibilidad de diversas Instituciones de Educación Superior (IES). Su implementación no solo satisface la necesidad de garantizar el acceso al agua, sino que contribuye a la reducción del impacto ambiental asociado al uso de botellas de plástico de un solo uso. Entre las universidades que han manifestado la implementación de esta tecnología como una acción en pro de la sostenibilidad, se encuentra la Universidad la Salle Campus Ciudad de México, Tecnológico de Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

En La Salle (CDMX), los bebederos automáticos forman parte de un programa integral de sostenibilidad que busca fomentar hábitos responsables entre la comunidad universitaria. Los equipos instalados permiten el llenado higiénico de botellas reutilizables, lo que contribuye a la reducción de residuos de plásticos y disminución de costos asociados a la compra de agua embotellada.

Por su parte, el Tecnológico de Monterrey ha avanzado de manera rápida en la modernización de su infraestructura ambiental, incorporando bebederos automáticos con tecnología avanzada que incluye sistemas de filtración de última generación. Esta institución ha integrado la red de bebederos en una plataforma de gestión de campus sostenible, lo que permite evaluar el consumo de agua, identificando áreas de mejora y promoviendo hábitos responsables entre las personas internas de la institución.

La iniciativa de bebederos automáticos se alinea con el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y

el ODS 12 (Producción de Consumo Responsables), al promover el acceso al agua y reducción de consumo de residuos plásticos en las Instituciones.

Medidores inteligentes en pozos y cisternas

Los medidores inteligentes son dispositivos que cuentan con sensores capaces de medir el tiempo real del nivel de agua almacenada, así como su calidad y disponibilidad. Estos sistemas se instalan en cisternas de almacenamiento, y se integran a una plataforma central que ayuda a monitorear el consumo y detectar anomalías.

El Tecnológico de Monterrey ha implementado esta tecnología como estrategia institucional de gestión sostenible del agua y mejorar la eficiencia operativa. En términos operativos el sistema ha permitido establecer patrones de alerta que mejoran la capacidad de la institución para anticiparse a posibles problemas como desabastecimiento o variaciones en la calidad del agua.

La implementación de esta tecnología contribuye al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible particularmente con el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), al promover el uso eficiente de los recursos y la reducción de pérdidas.

Plantas de tratamiento de aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas son infraestructuras que depuran las aguas que ya no son aptas para consumo humano, a partir de la implementación de procesos físicos, químicos y biológicos se eliminan contaminantes, lo cual posibilita un segundo uso del recurso en sistemas de riego, por ejemplo. (¿Qué Es Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales? Un Recorrido Profundo En El Proceso de Purificación Del Agua | Instituto Del Agua, n.d.).

Entre las instituciones que han declarado el uso de estas Plantas Tratadoras, se encuentran el Tecnológico de Monterrey, Universidad de Monterrey, Universidad Anáhuac Sur, Universidad Autónoma de Guadalajara y la Universidad Nacional Autónoma de México (Ciudad Universitaria).

El propósito principal de esta iniciativa es optimizar el uso de recurso hídrico, reducir el impacto ambiental de las operaciones institucionales y contribuir con el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esta tecnología permite recolectar, procesar y reutilizar el agua generada en sus diversas áreas del campus, como baños, laboratorios y cocinas. Posteriormente, el agua pasa por etapas de filtración, desinfección y control automatizado, procesos que convierten las aguas residuales en recursos aptos para usos secundarios, empleándola en el riego de áreas verdes y en usos sanitarios, disminuyendo costos y energía. Esta medida refuerza el compromiso institucional con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente con el 13 (Acción por el clima), 6 (Agua potable y saneamiento), Objetivo 7 (Energía asequible y no contaminante).

Biorreactor para residuos orgánicos

Mediante esta tecnología diseñada para descomponer materia orgánica mediante microorganismos, alimentándose de restos de alimentos, jardinería y otros desechos biodegradables generados en la Institución, dicha tecnología ha sido empleada por instituciones como el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) y la Universidad de Guadalajara, ambas ubicadas en el Estado de Jalisco, como parte de sus estrategias orientadas a la sostenibilidad en todos los sectores (incluyendo el transporte, la energía, la industria agropecuaria y el uso del suelo) así como para prepararse ante los impactos del cambio climático protegiendo los recursos hídricos, la salud pública, la biodiversidad, la infraestructura y los sistemas productivos como resultado presentado por la UG de estas medidas. De acuerdo con la fuente consultada, la Universidad de Guadalajara reportó una disminución de 14.2 % en sus emisiones de gases de efecto invernadero entre 2016 y 2023

Estas iniciativas se alinean Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente los ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), ODS 12 (Producción y consumo responsables), al promover la reducción, reutilización y valorización de residuos orgánicos, y el ODS 13 (Acción por el clima), al reducir las emisiones asociadas.

Economía Circular (Aplicación del programa de botellas de un solo uso)

La Economía Circular, aplicada al programa de botellas de un solo uso, es una estrategia que busca eliminar o sustituir las botellas de plástico desechables. Esta iniciativa se ha implementado como uno de los enfoques relevantes dentro de la gestión sostenible en instituciones, con el propósito de aumentar su eficiencia en cuanto a la optimización de los recursos y la reducción de los residuos.

Entre las instituciones que han implementado esta estrategia se encuentran el Tecnológico de Monterrey, Universidad Anáhuac Norte (Estado de México), Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG), Instituto Tecnológico de Chihuahua, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM Ciudad Universitaria), Instituto Tecnológico de Toluca y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en Morelia.

En el caso del Tecnológico de Monterrey, se implementó el programa TecFood2Go, un sistema circular de contenedores retornables que permite disminuir el uso de desechables en cafeterías. De acuerdo con el reporte institucional consultado, esta iniciativa permitió reducir en 58 % la adquisición de utensilios desechables. De igual manera, instituciones como la Universidad Anáhuac Norte (Estado de México), Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG), Instituto Tecnológico de Chihuahua, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM–Ciudad Universitaria), Instituto Tecnológico de Toluca y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) estas instituciones han implementado programas de sensibilización, concientización y disminución de utensilios desechables.

Estas prácticas contribuyen en los Objetivos de Desarrollo Sostenible 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) impactando principalmente en la meta 11.6 Atención de la gestión de los desechos o residuos en la comunidad, y en el 12 (Producción y consumo responsable), principalmente en la meta 12.5. Reducir la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

Techos verdes

Los techos verdes son cubiertas vegetales instaladas sobre las losas de los edificios, compuestas por capas que contienen sustratos, plantas y sistemas de drenaje. esta tecnología

se ha implementado por Universidades como la Universidad La Salle (Ciudad de México) y la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), como parte de sus políticas de infraestructura ecológica y gestión responsable del entorno. Además de los beneficios ambientales, estas instalaciones destacan el valor pedagógico de los techos verdes, ya que no solo generan beneficios operativos y ambientales, sino los espacios formativos que sensibilizan a la comunidad institucional. Uno de los principales beneficios obtenidos es el bajo consumo de energía ya que generan cubiertas vegetales, lo que ayuda a reducir la necesidad de sistemas de climatización en los edificios.

La implementación de esta tecnología contribuye en el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) donde los techos ayudan a capturar CO₂ para mejorar la calidad de aire, así también con el ODS 13 (Acción por el Clima), donde estas instalaciones sirven como espacios que fomentan la formación ambiental. Su contribución de estos ODS no solo va relacionada con lo ambiental si no también en la mejora operativa de los edificios y en la formación de comunidades con mayor conciencia.

Contenedores para residuos

Los contenedores diferenciadores por tipo de residuos son esenciales para diversas instituciones tales como la Ibero Guanajuato, Universidad Panamericana, Universidad Anáhuac Norte (Estado de México), ITAM (Ciudad de México), Universidad del Valle de Atemajac en Querétaro, IBERO Puebla, Universidad de Monterrey, así como Institutos Tecnológicos incluyendo Ciudad Juárez Campus I, Chihuahua, Toluca, Ensenada y Valle de Etla además de Universidades públicas como la UNAM (Ciudad Universitaria), Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la Universidad Autónoma de Chiapas. Todas ellas han implementado el sistema de contenedores para la separación de residuos como parte de una estrategia institucional para contribuir a la sostenibilidad fomentando una cultura responsable en las universidades. Estos contenedores en pasillos, áreas comunes y edificios académicos lo cual permite a toda la comunidad tener acceso a estos contenedores.

Dicha medida tiene un impacto directo con el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) ya que su meta 11.6 busca reducir el impacto ambiental negativo especialmente en relación

con la gestión de residuos. La instalación de contenedores facilita la distribución adecuada de desechos sólidos dentro de las instituciones, disminuyendo el riesgo de contaminación y mejorando la vida del entorno y comunidad universitaria. Por otro lado, el ODS 13 (Acción por el Clima) también se ve impactado al reducir las emisiones derivadas por la descomposición de residuos orgánicos, además de fomentar el reciclaje y la reutilización, lo que ayuda a disminuir la huella de carbono.

Ciclopuerto

Dentro de varias instituciones se encuentran estacionamientos techados destinados para bicicletas y medios de movilidad personal sostenible, estrategia que se ha implementado en la Universidad Latinoamericana (Cuernavaca), Universidad Panamericana (Aguascalientes), Ibero Puebla, Universidad Autónoma de Nuevo León, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Facultad de Contaduría), Universidad Veracruzana y la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Estos espacios de resguardo buscan coadyuvar en la reducción de la dependencia del uso de vehículos contaminantes y promoviendo ciertas alternativas para el traslado de estudiantes, docentes y personal administrativo dentro de sus Instituciones.

Si bien los ciclopuertos no constituyen estrictamente una tecnología sostenible orientada al área administrativa ni operativa, se relacionan en la dimensión organizacional, ya que forman parte de la infraestructura sostenible de la institución. En primer lugar, su instalación beneficia la cultura institucional, por ello la contribución directa al ODS 4 (Educación de calidad) especialmente en la implementación de infraestructura verde, como ciclopuertos, sirve como buena práctica de políticas sostenibles que complementan la formación académica. Por otro lado, esta acción aporta al ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) particularmente a la meta 11.2 que busca garantizar sistemas de transporte seguro, accesible y sostenible. Así mismo, el ODS 13 (Acción por el Clima) también se ve impactado, específicamente con la meta 13.2 la cual está orientada a integrar medidas para mitigar el cambio climático en las estrategias institucionales.

Bus cero emisiones

El autobús eléctrico o de cero emisiones, caracterizado por no emitir gases contaminantes, ha sido implementado por diversas Instituciones de Educación Superior como parte de iniciativas

de movilidad seguras. Entre las Universidades que han implementado esta tecnología se encuentra la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) Campus Ciudad de México, Universidad Iberoamericana Campus Puebla y Ciudad de México, Universidad de Monterrey, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Facultad de Contaduría), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), UNAM Campus Ciudad Universitaria y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí que forman parte de sus estrategias de movilidad segura y sostenible. Estos autobuses híbridos presentan una acción dirigida a la reducción de la huella ambiental y el consumo de combustibles fósiles.

La incorporación de esta medida contribuye al refuerzo de las políticas internas relacionadas al entorno ambiental, propiciando una logística de movilidad más eficiente, ya que apoya a la operatividad de la institución lo que facilita la movilidad a los estudiantes, docentes y personal administrativo. Esta iniciativa está alineada con el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) y el ODS 13 (Acción por el Clima), al reducir emisiones contaminantes y fomentar alternativas de transporte sustentable.

Optimización de sistemas de riego

La implementación de sistemas automatizados, que aplican la cantidad esencial de agua según las necesidades de específicas de las áreas verdes mediante sensores de humedad de suelo, ha sido por instituciones como la Universidad Panamericana (Aguascalientes), la Universidad La Salle (Ciudad de México), la Universidad del Valle de Atemajac (Querétaro) y la UNAM (Ciudad Universitaria). Estos sistemas forman parte de sus estrategias institucionales para mejorar la gestión del agua dentro de la institución y promover prácticas responsables en el uso de este recurso. Esta tecnología puede contribuir directamente a procesos operativos, principalmente en la gestión de servicios generales que se realizan.

Los ODS atendidos son el 6 (Agua limpia y Saneamiento) particularmente con la meta 6.4, que busca reducir el consumo de agua de áreas verdes, disminuyen el desperdicio y permiten el uso responsable del agua, el ODS 13 (Acción por el Clima) que contribuye a combatir la escasez de agua en las comunidades, disminuyendo la contaminación de fuentes hídricas y reduciendo los impactos negativos derivados de la falta de conocimiento sobre el uso adecuado del agua.

Categoría 4. Energías renovables o limpias

Las fuentes de energía alternativas son esenciales en instalaciones que busquen el aprovechamiento recursos naturales inagotables o regenerables para la generación de electricidad o calor, buscando una disminución considerable en el impacto ambiental.

Paneles fotovoltaicos

Convierten la luz solar en electricidad mediante celdas fotovoltaicas, se instalan estratégicamente en techos de edificios o en terrenos no utilizados dentro de los Campus.

Diversas Instituciones de Educación Superior en México han avanzado en la transición hacia modelos energéticos más sostenibles mediante la instalación de paneles fotovoltaicos. Universidades como la Universidad Jesuita de Guadalajara (ITESO) Campus Jalisco, Universidad Anáhuac Norte Campus Estado de México, Universidad de Monterrey, CETYS Mexicali, Universidad Autónoma de Guadalajara, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Tecnológico de Chihuahua y UNAM (Ciudad Universitaria), han implementado infraestructura fotovoltaica buscando reducir el consumo energético originado de fuentes no renovables.

La implementación de estos sistemas permite a las instituciones aprovechar el recurso natural para aprovechar la energía solar y generar electricidad limpia. En términos operativos, los paneles solares se instalan en edificios de las aulas, bibliotecas y áreas administrativas. Su uso contribuye operativamente en los procesos administrativos permitiendo generar ahorros financieros a las instituciones, así como la adopción de sistemas de gestión energética más eficientes.

De manera general, la implementación de esta tecnología en las instituciones es una práctica con potencial para contribuir a un funcionamiento efectivo, generando beneficios en los pilares en ambiental, económico y social.

Estas medidas benefician al ODS 7 (Energía Asequible y no Contaminante) particularmente con la meta 7.2, busca aumentar la proporción de energía renovable de fuentes energéticas

de igual manera contribuye al logro de contar con mayor tasa mundial de mejorar de la eficiencia energética, esto transforma la infraestructura universitaria en espacios que sea

autosuficientes, disminuyendo costos operativos. De igual manera, el ODS 13 (Acción por el Clima) directamente con la meta 13.2 donde se incorpora medidas y estrategias institucionales buscando que sea cuantificable para la toma de decisiones.

Energía eólica

La energía eólica, generada a través de aerogeneradores que transforman la fuerza del viento en energía eléctrica, ha sido implementada por instituciones como la Universidad Jesuita de Guadalajara (ITESO) Campus Jalisco, el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) Campus Ciudad de México y la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) a partir de iniciativas como estrategia para reducir su dependencia de energías no renovables y así fortalecer el programa de energías limpias y renovables.

Esta tecnología puede contribuir a la eficiencia operativa de las instituciones con las metas del ODS 7 (Energía asequible y no contaminante) donde las instalaciones demuestran un compromiso institucional hacia una transición energética y la reducción de costos operativos, garantizando un suministro estable y sostenible. De igual manera, el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) especialmente en las metas 9.4 y 9.58 donde se busca modernizar la infraestructura para hacerla sostenible y promover investigaciones científicas orientadas a tecnologías. Así mismo el ODS 13 (Acción por el Clima), que contribuye a la meta 13.2 donde incorpora medidas de mitigación del cambio climático y estrategias institucionales.

Iluminación con tecnología LED

La iluminación con tecnología LED se ha implementado en la mayoría de las Instituciones Educativas como parte de sus estrategias de sostenibilidad. La implementación de esta tecnología se da principalmente a través de su infraestructura eléctrica, sustituyendo luminarias tradicionales por sistemas más eficientes. Su implementación obtuvo beneficios tales como la reducción de los costos de operación asociados a la electricidad, así como una mejora de las condiciones en espacios académicos y administrativos.

En cuanto a su contribución con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, impacta directamente con el 7 (Energía asequible y no contaminante) donde las metas 7.2 y 7.3, buscan el ahorro económico, clave en actividades administrativas para su funcionamiento adecuado del área.

Por otro lado, el ODS 13 (Acción por el Clima) específicamente con la meta 13.2 donde integra medidas de mitigación, así como la disminución del consumo energético.

Planta purificadora de agua

Algunas instituciones cuentan con instalaciones especializadas que eliminan contaminantes físicos y químicos del agua para hacerla potable, cuenta con sistemas de filtración para así suministrar agua limpia a los bebederos. Al respecto, el Instituto Tecnológico de Toluca ha implementado esta tecnología como parte de acciones enfocadas al fortalecimiento de la sostenibilidad dentro de la infraestructura de la institución. Esto permite suministrar agua purificada directamente en la institución, reduciendo el gasto y la necesidad de adquirir agua envasada, disminuyendo el uso de plásticos de un solo uso. Con ello la institución, no solo garantiza el acceso libre de agua potable para las instalaciones.

La contribución de la planta purificadora de agua a los Objetivos de Desarrollo Sostenible va vinculada con el 6 (Agua limpia y saneamiento) proporcionando acceso continuo de agua dentro del campus, reduciendo la dependencia de fuentes externas para reabastecimiento de agua. Y el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), reduciendo de manera notoria el uso de envases plásticos desechables fomentando hábitos responsables ante el personal y comunidad estudiantil.

Sistema hidráulico

El sistema hidráulico es una tecnología orientada a la detección eficaz de fugas y a la optimización del consumo de agua en las Instituciones Educativas. Diversas Instituciones han implementado esta infraestructura, entre las que se encuentran el Tecnológico de Monterrey, Universidad Jesuita de Guadalajara (ITESO) Campus Jalisco, Universidad Anáhuac Norte Campus Estado de México, Universidad La Salle Campus Ciudad de México, Universidad Tecnológica de México Campus (Unitec) Campus Ecatepec, Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) Campus Ciudad de México , Universidad Autónoma de Guadalajara, Universidad Autónoma de Nuevo León, UNAM (Ciudad Universitaria), Universidad Autónoma de San Luís Potosí, Instituto Tecnológico de Toluca y Ensenada Baja California. Estas instituciones han implementado soluciones en sus sistemas a partir de sus redes de

distribución de agua, que va desde la captación de agua pluvial, detección de fugas, así como estaciones de monitoreo hídrico, el apostar por instalaciones o infraestructura de este tipo, ayuda a optimizar el consumo de agua y la detección de fugas, disminuyendo costos operativos y generando prácticas sostenibles.

Esta medida impacta directamente en el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) ya que el sistema sostenible permite mejorar la gestión del agua y así influir en las metas 6.3 para mejorar la calidad y la accesibilidad del recurso hídrico. Así mismo, el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) impulsando instituciones seguras, que integran las metas 11.6, para así disminuir los impactos ambientales.

Categoría 5. Administración digital y reducción de papel

Digitalización y la minimización del uso de papel

La digitalización institucional se ha implementado como una clara estrategia para disminuir el uso de papel en los procesos académicos, administrativos y operativos. Entre las Instituciones de Educación Superior en México que han reportado abiertamente la transición del uso del papel a la digitalización, donde declaran el Tecnológico de Monterrey, Universidad Anáhuac Norte Campus Estado de México, Universidad de Monterrey (privada), Universidad Autónoma de Nuevo León y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en Morelia. Estas instituciones han implementado herramientas y plataformas digitales para la captura de datos en sus trámites y procesos operativos, así como para el almacenamiento de datos. De igual manera, han invertido en sistemas automatizados para la comunicación interna y el flujo eficiente de información, lo que ha permitido poder transformar sus modelos de gestión hacia un entorno más accesible y sostenible. Desde el área operativa, la digitalización no solo mejora la eficiencia en la gestión interna, sino que también agiliza la atención al estudiante, reduce los costos asociados a la impresión y minimiza los gastos de traslado y almacenamiento físico de documentos.

En cuanto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible a los que se aporta con estas medidas, se encuentra el ODS 4 (Educación de calidad) ya que al digitalizar los procesos se facilita el acceso a información educativa, alineándose con la meta 4.4. (competencias tecnológicas

para el desarrollo sostenible) que busca aumentar las competencias técnicas y tecnológicas para el desarrollo sostenible. Asimismo, con el ODS 13 (Acción por el clima) al disminuir la generación de residuos derivados del uso de papel y reducir la huella de carbono.

Biblioteca digital (Transmisiones de cursos)

La adopción de las bibliotecas digitales ha sido implementada por diversas instituciones como parte de sus estrategias de digitalización. El Instituto Tecnológico de Toluca, por nombrar uno de ellos, ha implementado esta tecnología con el propósito de tener acceso remoto a libros, repositorio institucional y la transmisión de cursos, esto ha permitido acceder a recursos desde cualquier lugar. De manera similar, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en Morelia, ha desarrollado un sistema digital que incluye bibliotecas virtuales con acceso a materiales académicos, plataformas de cursos en línea y servicios de transmisiones y contenido útiles antes la comunidad educativa. Estas herramientas permiten una mejor y más eficiente gestión del conocimiento, y esto disminuye la necesidad de material impreso y la inversión que de ello deriva.

La contribución de esta acción a los Objetivos de Desarrollo Sostenible la podemos localizar en el ODS 4 (Educación de calidad) ya que las instituciones promueven una educación inclusiva y de calidad al facilitar el acceso a recursos educativos digitales y transmisiones de cursos, lo que contribuye a la meta 4.3. (Acceso igualitario a la Educación Superior). Así mismo, se ve relacionada con el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), al fomentar la innovación en los sistemas educativos mediante el uso de tecnologías digitales. Al promover prácticas sostenibles en el uso de materiales y la optimización de recursos, esta acción también se vincula con los ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y 13 (Acción por el clima).

Plataforma de monitoreo en tiempo real

La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), en su Campus de Morelia ha implementado una plataforma destinada a supervisar indicadores institucionales relacionados al avance del proceso de registro de aspirantes para la convocatoria de ingreso y ajustar estrategias de promoción y difusión de los datos obtenidos. Esta herramienta permite a la institución gestionar de mejor manera los procesos operativos y administrativos.

Desde la perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la plataforma de monitoreo contribuye a los objetivos 7 (Energía asequible y no contaminante) que busca garantizar el acceso confiable y sostenible, con el objetivo de promover al mismo tiempo el incremento de la eficiencia energética, previniendo sobrecargas y aplicando medidas que reducen el uso innecesario de energía. También el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), ya que esta tecnología ayuda a contar con una plataforma que permite minimizar impactos ambientales al detectar comportamientos del uso de agua, energía u otros recursos. Y de igual manera el ODS 13 (Acción por el clima), donde el sistema de monitoreo permite identificar consumos alterados y comportamientos inestables que pueda incrementar la huella de carbono.

Microcredenciales

Las microcredenciales son herramientas tecnológicas basadas en plataformas que otorgan insignias o certificados digitales a los usuarios que acreditan el dominio de una competencia en específico. Se caracterizan por ser ágiles y acumulables, permitiendo a los estudiantes plantear módulos personalizados de formación continua que facilitan procesos académicos, administrativos y operativos.

El uso de esta tecnología en CETYS Universidad Campus Mexicali, Instituto Tecnológico de Mérida, Instituto Tecnológico de Teposcolula (Oaxaca) y el Instituto Tecnológico de Orizaba, ha permitido reducir de la necesidad de trámites presenciales, impresiones y uso de papel, ya que cuentan con la información digital de personal y estudiantes, y no se requiere de fotos digitales o físicas. Además de su utilidad como identificación institucional, las micro credenciales ofrecen programas que permiten a los estudiantes desarrollar competencia pertinentes y alineadas con las demandas actuales, promoviendo la formación y el aprendizaje.

Las microcredenciales surgen de convenios entre universidades, empresas y organismos externos. Estas alianzas ayudan a la cooperación educativa y con ello fomentan el desarrollo de programas basados en necesidades, lo que sirve como base para la vinculación entre academia e industria, lo cual contribuye al desarrollo sostenible mediante esfuerzos colaborativos, objetivo central del ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos), que promueve

las alianzas globales para el desarrollo sostenible e intercambio de conocimientos. Además, estas certificaciones digitales promueven la formación continua, lo que contribuye con la Meta 4.4 del ODS 4 (Educación de calidad), particularmente relacionada con el aumento de competencias técnicas y tecnológicas.

Las figuras 4, 5, 6 que se presentan a continuación, permiten identificar el grado de implementación de las tecnologías sostenibles en las Instituciones de Educación Superior analizadas. Estas representaciones gráficas facilitan la comprensión de la incorporación de dichas herramientas tecnológicas, dependiendo del ámbito de aplicación y su contribución al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), mismas que van encaminadas hacia modelos más eficientes, seguros y sostenibles.

Estas figuras contienen las tecnologías sostenibles, lo que permite esto mapear de manera clara qué instituciones cuentan con iniciativas de cada rubro.

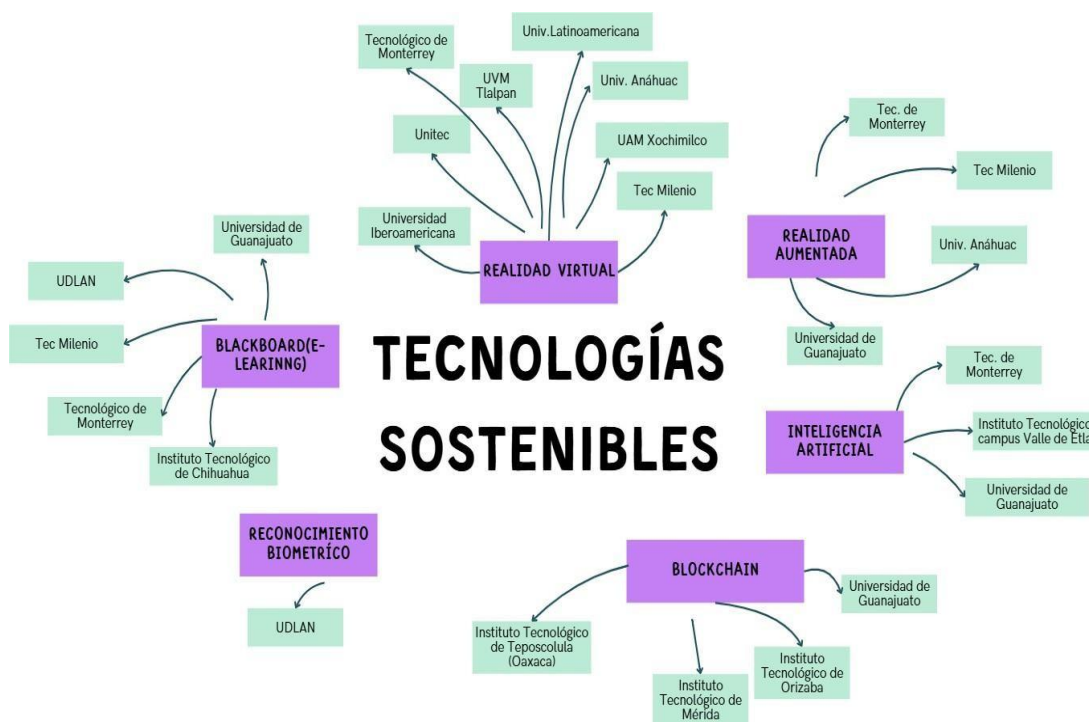


Figura 5. Mapa de tecnologías sostenibles y universidades (elaboración propia)

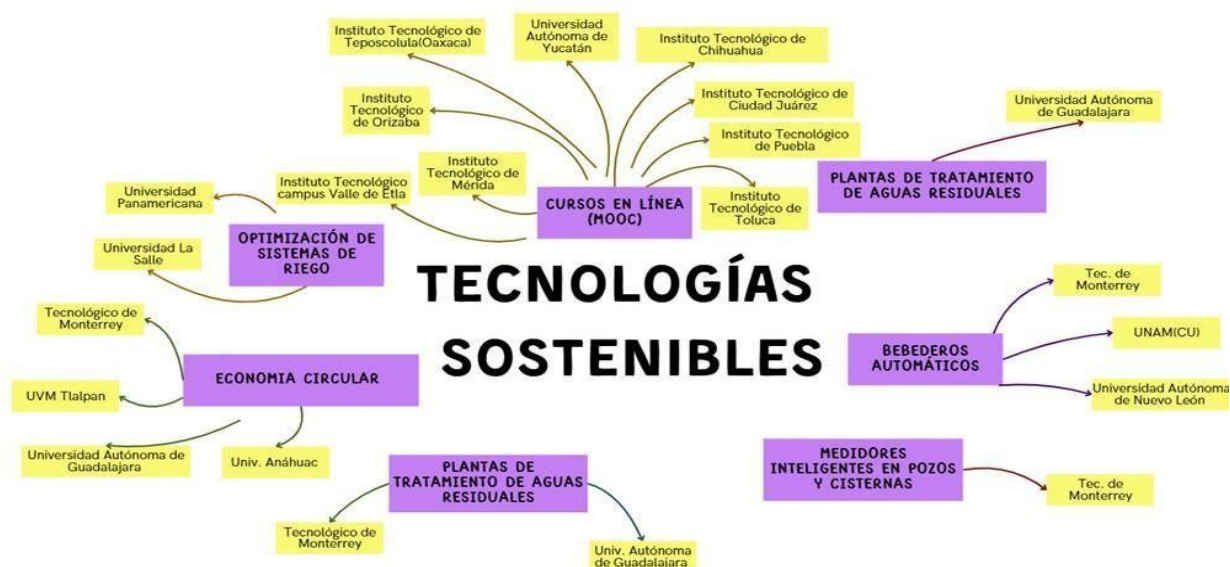


Figura 6. Mapa de tecnologías sostenibles y universidades (elaboración propia).

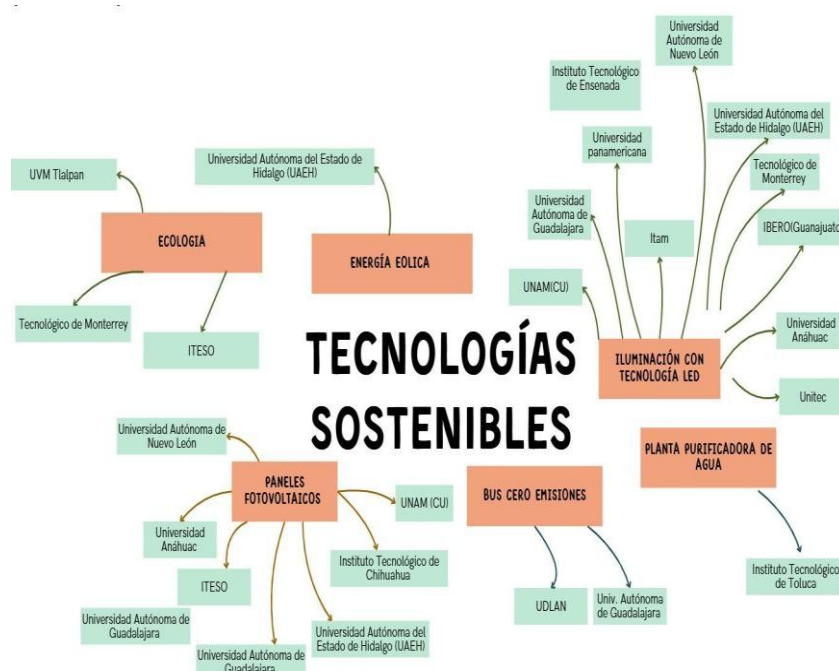


Figura 7. Mapa de tecnologías sostenibles y universidades (elaboración propia)

5.4. Categorización y hallazgos en la implementación de tecnologías sostenibles en IES

Para la identificación y análisis de las tecnologías sostenibles implementadas en las IES, se establecieron cinco categorías de acuerdo con su función, características y contribución al logro de los ODS. Es importante enfatizar que los hallazgos obedecen única y exclusivamente a la información difundida propiamente en los casos de estudio, se aclara que no necesariamente la ausencia de participación de las IES en ciertas tecnologías dentro de las siguientes graficas obedece a una falta de implementación si no no más bien, no hay como tal una declaración/difusión por parte de las mismas. Esto, claramente es considerado como un área de oportunidad de las Instituciones quienes deberían de fomentar la difusión de sus acciones relacionadas con su contribución a la sostenibilidad y por ende a los impactos que cada una de ellas tienen con los ODS.

1. Tecnologías emergentes

Esta primera categoría se enfoca en la optimización de procesos, es decir permite automatizar las actividades, y mejorar la gestión y análisis de información, apoyar la toma decisiones y la generación de soluciones sostenibles basada en datos ya que permite el monitoreo en tiempo real del consumo de recursos naturales y materiales, brindando un impulso de la transformación digital universitario, donde esta categoría consta de estas tecnologías emergentes:

- Realidad Virtual
- Realidad Aumentada
- Inteligencia Artificial
- Cadena de bloques (Blockchain)
- Reconocimiento Biométrico

A continuación, la figura 7 muestra la implementación de tecnologías orientadas a las tecnologías emergentes donde se presentan sus porcentajes de implementaciones tanto en privadas como públicas.

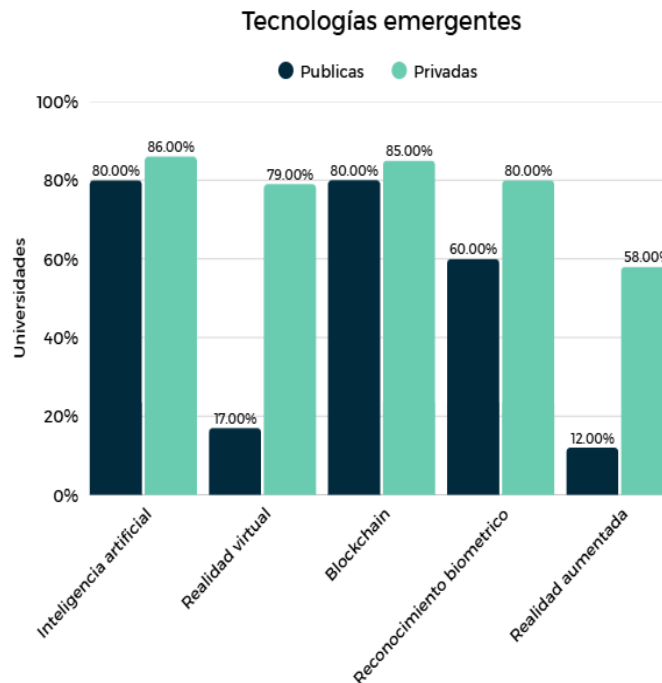


Figura 8. Primera categoría -Tecnologías emergentes de IES privadas y públicas de México (elaboración propia)

En la recolección de datos se identificó una brecha donde se analizó que esta categoría cuenta con porcentajes notables hacia el sector privado:

- Realidad Virtual: mientras que el 79% de las instituciones privadas la implementan, solo el 17 % de las públicas cuentan con ella. Esto suele ocurrir cuando se requiere de inversión de alto costo y de laboratorios especializados.
- Realidad Aumentada: la diferencia es de 46% entre las instituciones privadas y públicas donde a pesar de ser más accesible que la realidad virtual, sigue siendo no asequible para instituciones públicas.

2. Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

La segunda categoría se centra en la conectividad institucional, gestión académica y administrativa digital, lo cual facilita los procesos internos de la institución. La implementación de tecnologías orientadas a las TIC, contribuyen al flujo de información con mayor eficiencia,

donde lo integran estas tecnologías:

- Aprendizaje Electrónico(E-learnng)
- Cursos en línea (MOOC, Moodle)
- Mapa de estaciones de bebederos, botes de colocación de residuos, cargadores eléctricos, cisterna de agua pluvial.

A continuación, en la figura 9 que muestra la implementación de tecnologías orientadas con las Tecnologías de la Información y la Comunicación, donde se presentan sus porcentajes de implementaciones tanto en privadas como públicas.

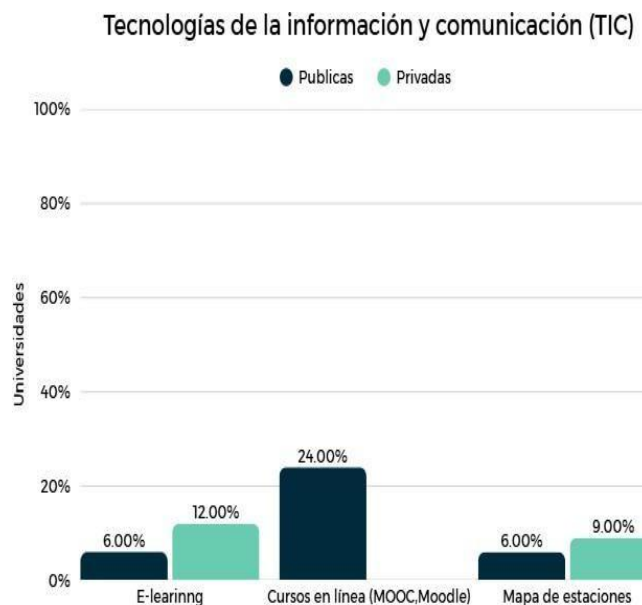


Figura 9. Segunda categoría -Tecnologías de la información y la comunicación de IES privadas y públicas de México (Elaboración propia)

Estos resultados indica un cambio en el paradigma tecnológico, donde el sector público toma mayor relevancia en modalidades de formación “online” libre y abierto con 24%, mientras que el sector privado mantiene una ligera desventaja en plataformas de este tipo. Esto se interpreta como un mayor apoyo a las tecnologías que ayudan al aumento de conocimiento y el uso de plataformas abiertas al público en general dentro de las instituciones públicas, mientras que las instituciones privadas apuestan más por plataformas de acceso controlado.

Respecto a los resultados presentados, es necesario indicar que los porcentajes obtenidos no corresponden al nivel de desarrollo, grado de madurez sino, únicamente la proporción de instituciones analizadas que cuentan con evidencia documentada de la implementación de

algunas de las tecnologías consideradas.

3. Educación y Sensibilización Ambiental

Esta tercera categoría se enfoca en la formación de una cultura sostenible dentro de la institución, así como la gestión eficiente y sostenible de los recursos naturales y materiales. Su objetivo es reducir el impacto ambiental y promover el uso responsable de la energía, el agua, mantenimiento de espacios y residuos, donde lo integran estas tecnologías:

- Bebederos Automáticos
- Medidores Inteligentes en Pozas y Cisternas
- Plantas de Tratamiento en Aguas Residuales
- Biorreactor para Residuos Orgánicos
- Economía Circular
- Techos Verdes
- Contenedores para Residuos
- Bus Cero Emisiones Optimización de Cisternas de Riego

A continuación, en la figura 10 que muestra la implementación de tecnologías orientadas a esta categoría, donde se presentan sus porcentajes de implementaciones tanto en privadas como públicas.

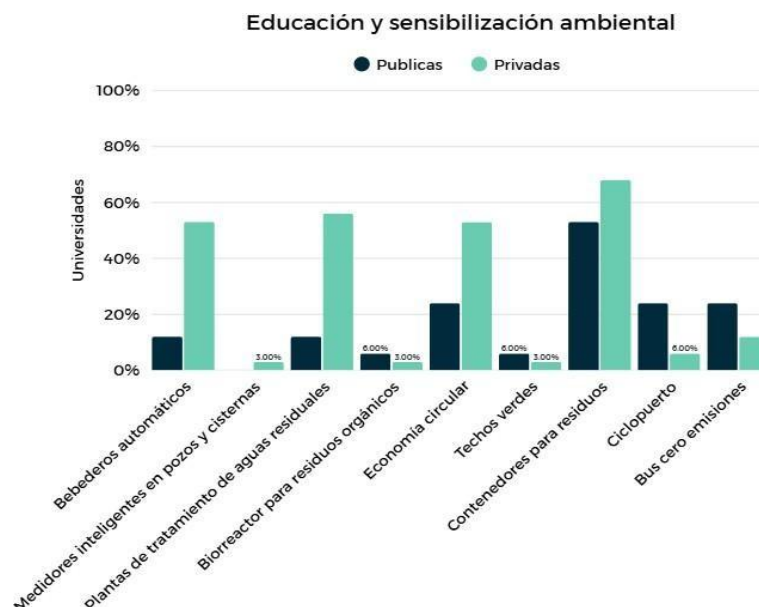


Figura 10. Tercera categoría - Educación y sensibilización ambiental de IES privadas y públicas de México (elaboración propia)

La gráfica permite analizar que la implementación de estas tecnologías en el sector privado refuerza la percepción de una institución más sostenible ya que va más allá del 50%. Por otro lado, la implementación tecnologías como bus cero emisiones y ciclo puerto indican que las instituciones públicas en México están siendo pilares de la movilidad urbana sostenible.

4. Energías Renovables o Limpias

El enfoque de la cuarta categoría está orientado a la transición de energía institucional, con iniciativas que buscan reducir el consumo de fuentes no sostenibles, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y la difusión del uso eficiente de los recursos naturales.

- Paneles Fotovoltaicos.
- Energía Eólica.
- Iluminación con Tecnología LED.
- Sistema Hidráulico

A continuación, en la figura 11 que muestra la implementación de tecnologías orientadas a energías renovables o limpias, donde se presentan sus porcentajes de implementaciones tanto en privadas como públicas.

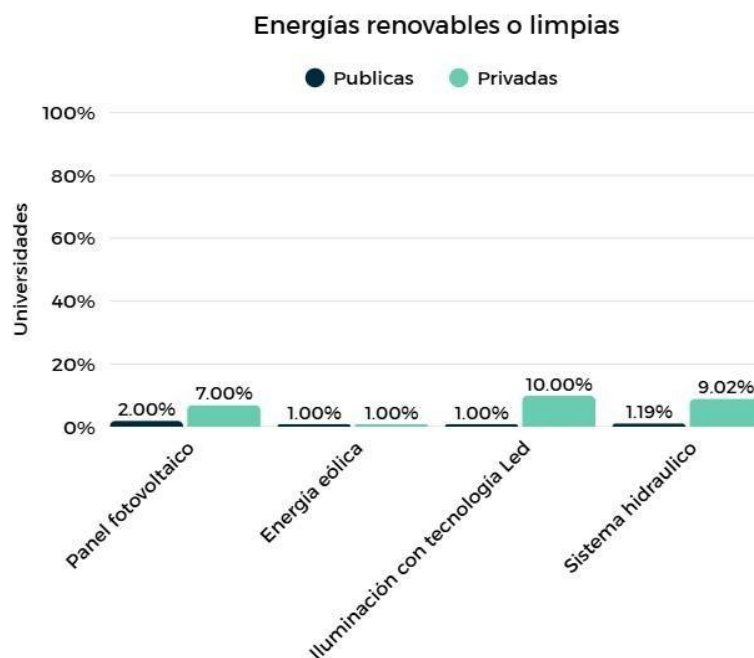


Figura 11. Cuarta categoría - Energías renovables de IES

A diferencia de áreas digitales donde la implementación fue aceptable, la transición hacia energías limpias muestra porcentajes bajos, no obstante, se identifica una brecha y área de oportunidad, donde el sector privado supera a las instituciones públicas. Si bien diversas instituciones tienen iniciativas sostenibles, no son suficientes. Es evidente que las instituciones públicas tienen una participación menor al 2% en la implementación de tecnologías de energía limpias tangibles.

5. Administración Digital y Reducción de Papel

- Digitalización de documentos.
- Biblioteca digital (Transmisiones de cursos)
- Micro credenciales.

En la última categoría se enfoca en la optimización de los procesos administrativos mediante la digitalización documental y la eficiencia de tramites en línea.

Esto permite reducir el uso de insumos físicos, la reducción de residuos y la transparencia institucional. A continuación, se muestra la figura 12 en esta indican la implementación de tecnologías orientadas a esta categoría, se presentan sus porcentajes de implementaciones tanto en privadas como públicas.

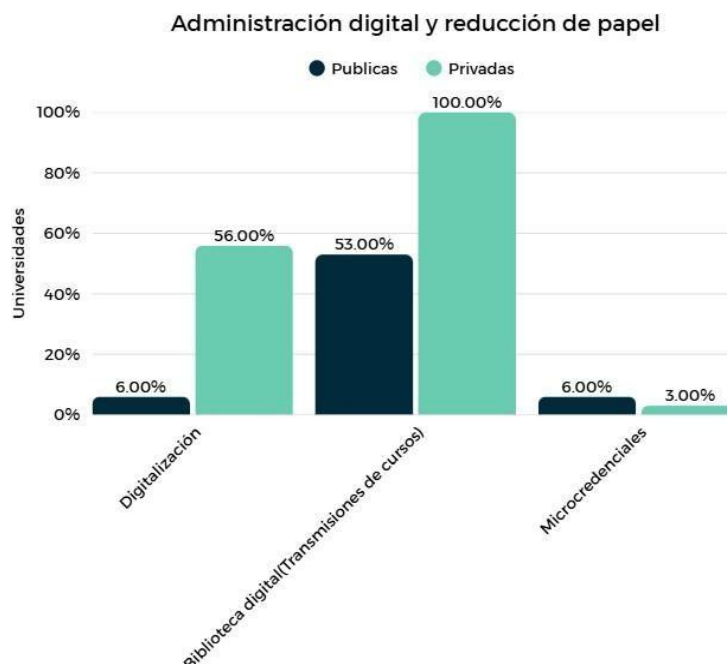


Figura 12. Quinta categoría – Administración digital y reducción de papel

Las instituciones privadas muestran clara superioridad en la implementación de Bibliotecas Digitales, ofrecen ampliar el conocimiento a la comunidad estudiantil de sus instituciones mediante a acceso a la información desde plataformas electrónicas. Por otro lado, las instituciones públicas, evidencian que aun dependen de recursos físicos.

En conclusión, cada categoría responde a un enfoque específico, pero todas tienen un objetivo en común y es poder fortalecer la sostenibilidad institucional desde iniciativas enfocadas en las tecnologías sostenibles que vienen implementando. Sin embargo, el hecho de que el análisis de las iniciativas está orientado a la sostenibilidad no se medirá de manera cuantitativa el nivel de sostenibilidad institucional, debido a que se centra exclusivamente en la identificación, clasificación y difusión de las tecnologías e iniciativas por las instituciones analizadas. Es necesario indicar que, para contar con una evaluación formal de la sostenibilidad, se requiere indicadores y metodologías en específico, que permitan la medición clara de su impacto ambiental, económico y social.

5.5. Discusión de resultados

Más allá de los porcentajes y la clasificación de herramientas tecnológicas, los hallazgos de esta investigación permitieron conocer que la sostenibilidad en una Institución no se logra solo con propaganda, sino que es palpable cuando un compromiso real y acciones estratégicas se ponen en marcha un equilibrio integral (ambiental, económico y social).

La revisión documental permitió identificar diferentes aplicaciones tecnológicas relacionadas con la agilización, monitoreo y mejora de sus procesos.

Sin embargo, uno de los principales aspectos identificados durante la investigación fue la limitación de la disponibilidad de información institucional pública, situación que contrajo directamente el número que pudieron ser consideradas en el estudio.

En este sentido las instituciones que se analizaron son aquellas que pudieron ser consideradas en el estudio que permitió identificar y analizar sus respectivas tecnologías aplicadas; por lo tanto, no debe concluirse no debe concluirse que las instituciones que no se incluyeron carezcan de tecnologías o iniciativas sostenibles.

La limitada información disponible muestra que aún existe un área de oportunidad para fortalecer la gestión del conocimiento, es por ello que se deben de contemplar estrategias en documentar acciones como resultados, con la finalidad de hacerlos accesibles al dominio público.

Finalmente, el desarrollo de la plataforma digital interactiva permitió transformar la información recopilada en un material de consulta y difusión. Esto adquiere relevancia en el momento que se analizó que la información sobre tecnologías sostenibles se encuentra dispersa y no siempre será pública.

5.6. Difusión del conocimiento mediante plataforma web

El desarrollo de este análisis no solo se queda en la recolección de datos, sino en su difusión. Para ello, se diseñó una plataforma digital que funciona principalmente como un nodo, permitiendo que el concepto de la sostenibilidad se conozca a partir del impacto que tienen las acciones implementadas por las IES en sus tres pilares (ambiental, social y económico) y que éste se visualice de manera dinámica.

A continuación, se muestra en la figura 13 la portada del medio digital, donde se observa la propuesta visual de la plataforma, así como los apartados destinados a facilitar la navegación y consulta de la información. Se desarrolló un medio digital nombrado Universidades por la Sostenibilidad, donde esta propuesta tiene como finalidad concentrar y presentar de manera visual la información relacionada con iniciativas y tecnologías, donde esta sea de libre acceso. Es importante garantizar que el conocimiento generado se convierta en una herramienta útil para mejorar los procesos institucionales y promover la transformación sostenible en México a partir de las buenas prácticas.



Figura 13. Portada del medio digital con estructura preliminar.

Dentro del portal, se incorpora un mapa dinámico a partir de un archivo GeoJSON, donde permite ubicar a las instituciones, el cual funciona mediante a un repositorio de información que se almacena y que ayuda a contar con las coordenadas geoespaciales de las Instituciones de Educación Superior consultadas (figura 13).

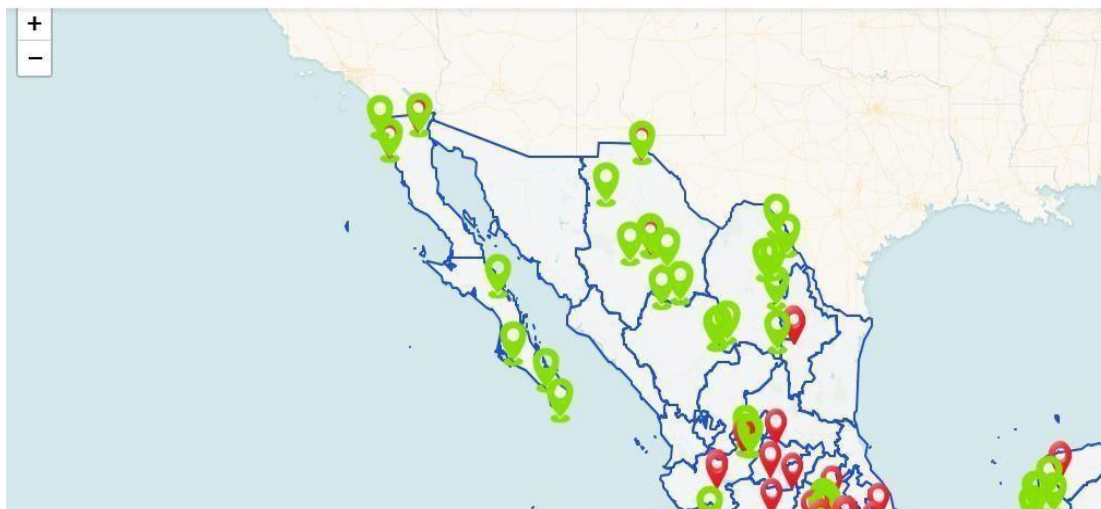


Figura 14. Aplicación de la función zoom en el mapa de IES

Cada Estado cuenta con límites geográficos que definen su territorio, permitiendo conocer con mayor precisión las fronteras de cada Estado (figura 14).

Sus coordenadas nos ayudarán a que se genere una ventana que contiene información esencial tal como nombre del Estado, Instituciones de Educación Superior, y breve descripción de sus tecnologías o certificaciones con las que cuentan.

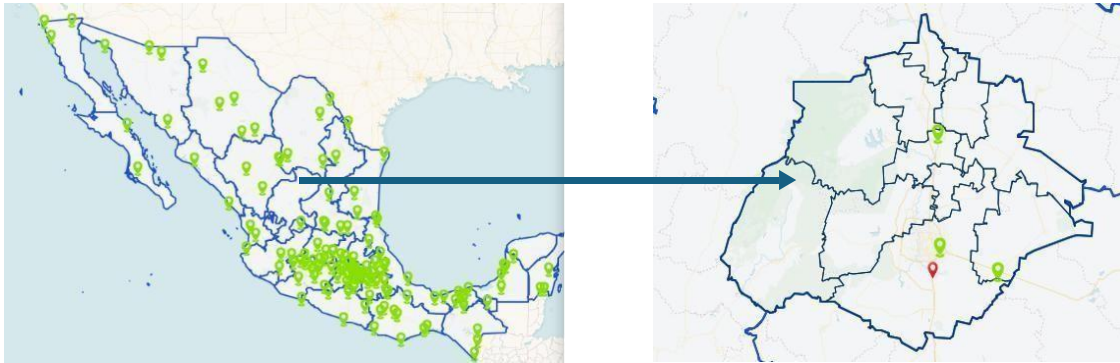


Figura 15. Visualización detallada del estado

La implementación de la función de selección de estados, categorías de las tecnologías, tipo de institución (privada, pública o TecNM) en el mapa interactivo de la República Mexicana, se ha diseñado para aumentar la experiencia de los usuarios.

Estas características nos permiten acceder a la información de manera rápida y efectiva de cualquier estado que sea de interés. Una vez que se elige el estado, tipo de institución y categoría como se muestra en la figura 15 donde se activa el filtro y en la parte central se presenta información relevante. Al seleccionar los datos se ajustan en automático para mostrar al usuario solo la información que cumple con el criterio seleccionado brindándole al usuario una experiencia personalizada al explorar la información.

Filtros

Estado:
 Todos

Municipio:
 Todos

Tecnología:
☐ Administración digital y reducción de papel
☐ Educación y sensibilización ambiental

Certificaciones:
☐ Sistema de Gestión Ambiental
☐ Sistema de Gestión de Calidad
☐ Sistema de Gestión de Energía

Tipo: ☐ Todas ☐ Pública ☐ Privada ☐ TecNM

Tecnología:
 Todas
 Administración digital y reducción de papel
 Educación y sensibilización ambiental
 Energías renovables o limpias
 Tecnologías emergentes
 Tecnologías de la información y comunicación (TIC)

Figura 16. Selección de estado, tipo de institución, categoría, certificaciones

Como componente central de la página web, se diseñó un panel de información interactivo con el objeto de poder sintetizar la información y mostrarla de manera completa e interactiva, y que permita a los usuarios tener una mejor experiencia al navegar, permitiendo una mejor interpretación de las buenas prácticas (figura 16). Dentro de este panel se encuentra el nombre oficial de la universidad y su ubicación, las categorías y tecnologías con las que cuenta la institución, el impacto que tiene al implementar estas tecnologías, beneficios clave, ODS que impacta directamente y enlaces de los sitios que se analizaron.

Para la ponderación en el apartado de impacto en la sostenibilidad se basó en el modelo de jerarquía de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, propuesto por Rockström y Sukhdev (2016) del Stockholm Resilience Centre (La Tarta de Boda de Los ODS - Centro de Resiliencia de Estocolmo, n.d).

Este modelo no es tradicional ya que considera los pilares como entidades independientes y equivalentes, este modelo es conocido como pastel de bodas de los ODS ya que consta de tres niveles, donde establece que la economía y la sociedad son subconjuntos integrados dentro de la biosfera como se muestra en la figura 17.

Por tanto, el modelo indica la prioridad al pilar ambiental, lo que se reconoce su papel e importancia como soporte vital nombrado techo ecológico (Knudson, 2022).



Figura 17. Panel de información de las IES de México (privadas y públicas)

En cuanto al diseño de la interfaz para el Tecnológico Nacional de México se ha estructurado para visualizar de manera clara y jerárquica las iniciativas tal y como se muestra en la figura 16. Los elementos se describen a continuación:

- Dentro de este panel contiene el nombre oficial de la universidad y su ubicación. Sistemas de gestión: en la parte superior se encuentran los sistemas de gestión que cuentan los Tecnológicos.
- Impacto: parte superior derecha se encuentra el módulo de impacto, lo cual cuenta con ambiental (alto- directo), donde representa el nivel máximo de impacto, esta visualización también considera la premisa de Rockström y Sukhdev (2016), social (medio alto) que refleja el impacto directo en el capital humano y la equidad de la sociedad y por último el impacto económico(indirecto).
- En la sección inferior, la página conecta las certificaciones o prácticas institucionales con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- En la sección derecha se enumeran los beneficios directos
- En la sección inferior derecha se cuentan con los enlaces de referencia del sitio donde se obtuvo los datos.



Figura 18. Panel de información de las IES de México

A partir de los datos analizados, representa la difusión de conocimiento con diversos elementos que anteriormente se mencionaron, esto permite visualizar la distribución geográfica de buenas prácticas de las IES.

La plataforma permite contar con diversos datos como los siguientes:

- Distribución geográfica y sectorial: los marcadores en el mapa distinguen la presencia de las IES públicas, privadas que se distinguen por contar con un marcador rojo y el sistema TecNM cuenta con un marcador color verde, como se muestra en la figura 13.
- Clasificación de Tecnologías Sostenibles: el panel de filtros permite al usuario segmentar o categorizar sus tecnologías de las IES según su implementación.
- Integración del sistema de gestión(certificaciones): La herramienta permite conocer sus certificaciones que los TecNM cuentan en los planteles los sistemas de gestión ambiental, calidad, energía e Igualdad laboral y no Discriminación.

La implementación de esta plataforma web con mapa interactivo mostrará marcadores de ubicaciones de las instituciones, esto ayudará a que no solo cumpla con la transparencia de datos, sino que también sirve como un instrumento de benchmarking institucional.



Figura 19 . Resultado final de mapa interactivo de las IES en México

Cabe mencionar que, como parte de los resultados obtenidos, se presenta los principales elementos que se desarrollaron para integración de página web “Innovación Universitaria Sostenible” tomando como base a la información obtenida. El objetivo de la página se diseñó para presentar de manera clara y accesible.

En este sentido, en el anexo 1 presenta el objetivo de la página web, en el cual se establece su finalidad como un recurso de consulta de información relacionada con las IES. Así mismo, se plantea la importancia de promover el conocimiento sobre las iniciativas o buenas prácticas sostenibles.

El anexo 2 muestra el apartado de definiciones de los tres pilares del desarrollo sostenible: económico, social y ambiental, donde se explica en que consiste cada dimensión y su importancia de alcanzar un desarrollo equilibrado.

Por su parte, el anexo 3 corresponde al apartado en el que se desarrolla la definición del desarrollo y tecnologías sostenibles. Finalmente, en el anexo 4 presenta el apartado relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos en la Agenda 2030.

Capítulo VI. Conclusiones y trabajos a futuro

En este capítulo presenta las conclusiones derivadas del estudio y análisis de las tecnologías con enfoque sostenible en el ámbito operativo de las IES en México. Así mismo, se exponen las acciones de trabajo futuro identificadas a partir de los resultados obtenidos y los principales logros académicos generados durante la investigación realizada.

6.1. Conclusiones generales.

El desarrollo de la investigación permitió analizar el uso de las tecnologías con enfoque sostenible en los procesos operativos de las Instituciones de Educación Superior (IES), identificando su importancia como herramientas que contribuyen a mejorar la eficiencia de las actividades institucionales y al mismo tiempo incorporan practicas orientadas hacia la sostenibilidad.

En relación con el primer objetivo específico, relacionado con la identificación de las tecnologías implementadas en los procesos operativos, a partir de una revisión y análisis de información obtenida de redes sociales, portales institucionales oficiales y fuentes documentales, donde esta revisión permitió reconocer que tecnologías pueden contribuir a agilizar actividades. Los resultados identificación un conjunto de tecnologías que pueden utilizarse para favorecer la sostenibilidad. La información obtenida se concentró en una base de datos, en la cual se registraron y compararon las tecnologías identificadas de acuerdo con las características, aplicaciones y aportaciones a iniciativas sostenibles. Posteriormente, se realizó un análisis de la información comparada, lo que permitió reconocer e identificar las principales tecnologías. Como parte de este proceso, se identificó la ausencia de documentos o publicaciones que evidencien la implementación de una tecnología en una institución, lo que no significa necesariamente que dicha tecnología no sea utilizada. Sin embargo, esta ausencia puede estar relacionada con la disponibilidad, accesibilidad o difusión de la información por parte de las propias Instituciones. Esto quiere decir, que una IES puede contar con determinadas tecnologías o iniciativas sostenibles sin que exista información documental pública suficiente para comprobar su implementación. Por ello, los resultados obtenidos solo reflejan las tecnologías que pudieron ser implementadas y documentadas.

Respecto al segundo objetivo específico, se analizó la información previamente recopilada y

comparada para clasificar las tecnologías de acuerdo con sus principales aplicaciones dentro de las IES. A partir de la referencia proporcionada por el artículo “ampliando los indicadores de sostenibilidad corporativa hacia la sostenibilidad de los proyectos”, se retomaron los criterios de sostenibilidad propuestos en dicho estudio como base para establecer las categorías de análisis. estas categorías permitieron organizar y posteriormente clasificar las tecnologías identificadas de acuerdo con el ámbito que en el que generan una contribución facilitando así el análisis de su impacto en las IES.

Respecto al tercer objetivo específico, se desarrolló un medio interactivo a partir de la información obtenida, comparada, analizada y clasificada durante la investigación. Este material permite presentar de manera organizada y visual las tecnologías identificadas, beneficios y principales ODS y los enlaces para su corroboración de información.

De esta manera, la información documental se transformó en un medio de consulta digital que facilita la visualización y comprensión de la adopción de las tecnologías sostenibles en los ámbitos operativos de algunas IES. En este sentido, la investigación no solo aporta una identificación, análisis y clasificación de tecnologías sostenibles, sino que también se evidencia la importancia de fortalecer la generación y difusión de información institucional para favorecer el conocimiento de tecnologías orientadas a la sostenibilidad.

En términos de aportes, esta investigación genera un procedimiento estructurado para identificar, comparar, analizar y clasificar tecnologías sostenibles aplicadas a los procesos operativos de las IES.

En cuanto a la contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el presente estudio se alinea específicamente con el ODS 4: Educación de calidad, debido a que las IES son espacios fundamentales para promover la innovación y conocimiento; sin embargo también existe una contribución clara en el ODS 5: Equidad de Género; ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento; ODS 7: Energía Asequible y no Contaminante, ODS 10: Reducción de las Desigualdades, ODS 12: Producción y Consumo Responsables, ODS 13: Acción por el Clima.

6.2. Trabajos a futuro

A partir de los logros obtenidos en la presente investigación, se identifican diversas oportunidades para el desarrollo de futuros estudios orientados a profundizar en las iniciativas de las IES tanto públicas como privadas.

En primer lugar, se sugiere ampliar las instituciones tanto públicas como privadas con el propósito de fortalecer la base de datos con el objetivo de contar con un mapeo nacional de tecnologías sostenibles con mayores iniciativas creando una mejor gestión de conocimiento.

De igual manera, se propone mantener y actualizar periódicamente la base de datos desarrollada durante la investigación incorporando nuevas instituciones, tecnologías e iniciativas. Esta actualización permitiría que la información no se limite a un periodo determinado y con ello analizar la evolución de las tecnologías en las IES.

Aunado a lo anterior se propone estrategias de colaboración de las IES, con el propósito de facilitar el intercambio de experiencias, conocimientos y buenas prácticas.

Por último, se propone incorporar índices e indicadores de evaluación que permitan medir no solamente la existencia o implementación de una tecnología, sino también los resultados obtenidos.

Referencias

- Agafonkin, V. (2023). Leaflet (Versión 1.9.4) [Software de computación]. <https://leafletjs.com/>
- Belloch, C., Mide, D., & Valencia, U. De. (2002). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el aprendizaje. 1–9.
- Brundtland, G. H. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común. Documentos de Las Naciones, Recolección de Un 416.
- <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Informe+de+la+comision+mundial+sobre+el+medio+ambiente+y+el+desarrollo.+nuestro+futuro+comun#5>
- Blog - Leaflet - una biblioteca JavaScript para mapas interactivos. (n.d.). Retrieved August 8, 2026, from <https://leafletjs.com/blog.html>
- Cabarcas, A., Puella, P., & Canabal, R. (2012). Cloud computing: Tecnología verde como estrategia para la responsabilidad social empresarial. *Saber, Ciencia y Libertad*, 7(2), 135–142. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5109399&info=resumen&idioma=SPA>
- Campus Ensenada - CETYS Universidad. (n.d.). Retrieved August 13, 2026, from <https://www.cetys.mx/campus-ensenada/>
- Chivu, R. G., Popa, I. C., Orzan, M. C., Marinescu, C., Florescu, M. S., & Orzan, A. O. (2022). The Role of Blockchain Technologies in the Sustainable Development of Students' Learning Process. *Sustainability* (Switzerland), 14(3). <https://doi.org/10.3390/su14031406>
- Codina, L. (2004). Posicionamiento web: conceptos y ciclo de vida. *Www.Hipertext.Net*. <http://softwaredocumental.org/repositorio/Texto-completo/2004 - Codina - Posicionamiento web conceptos y ciclo de vida.pdf>
- Dantas, T. E. T., Destro, I. R., Hammes, G., & Soares, S. R. (2021). Producción y consumo sostenibles Cómo la combinación de la economía circular y la industria 4. 0 puede contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. 26, 213–227. [Economía circular en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible, una oportunidad para la sinergia social](https://doi.org/10.3390/su14031406)
- Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollosostenible/>
- De La Cruz Torres, Y. Y., Guillen, J. K. S. M., & Figueroa, R. E. V. (2024). Revisión bibliográfica sobre E-learning en el engagement de empresas aseguradoras. *Revista Científica En Ciencias Sociales*, 6(01), 01–15. <https://doi.org/10.53732/rccsociales/e601126>
- Dutta, P., Choi, T. M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142(May), 102067. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067>
- Dwivedi. (2024). The use of artificial intelligence in supply chain management and logistics. In *Leveraging AI and Emotional Intelligence in Contemporary Business Organizations*, IGI Global, pp. 306–313.
- Espacio 100% Libre de Plástico de un solo uso – TecNM | Instituto Tecnológico de Minatitlán. (n.d.). Retrieved August 24, 2026, from <https://minatitlan.tecnm.mx/index.php/espacio-100-libre-de-plastico-de-un-solo-uso/>

- Fernández Casado, P. E. (2023). Construcción y diseño de páginas web con HTML, CSS y JavaScript. 0, 1–307. <https://elibro.net/es/ereader/uteq/235052>
- Fullan, M. (2001). Innovando la gestión del cambio en entornos educativos: Propuesta del modelo DTC. Universidad Iberoamericana. <https://ri.ibero.mx/bitstream/handle/ibero/6739/017649s.pdf?sequence=1>
- Haoxing, Z., & System, C. (2021). SUSTENTABILIDAD EN INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR A PARTIR DE UNA CULTURA DIGITAL Y RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA, CASO MÉXICO
- Hidalgo, C., Bucheli, V., & Ordóñez, H. (2023). Inteligencia artificial y aprendizaje colaborativo asistido por computadora en la programación: un estudio de mapeo sistemático. Revista UDISTRITAL, 27(75), 175–206. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/19637/18636>
- ITESO. (s.f.). Sustentabilidad. <https://sustentabilidad.iteso.mx/>
- Koppel, D., et al. (2024). The Role of IoT in Optimizing Operations in the Oil and Gas Sector: A Review. Transactions of the Indian National Academy of Engineering. <https://doi.org/10.1007/s41403-024-00464-9>
- Ko, E., Yoon, J., & Kim, Y. (2020). Why do newly industrialized economies deter to adopt responsible research and innovation?: the case of emerging technologies in Korea. *Journal of Responsible Innovation*, 7(3), 620–645. <https://doi.org/10.1080/23299460.2020.1824667>
- Krohn, H. S. (2019). Programación de buscadores en JavaScript para diccionarios digitales. Cuadernos de Lingüística Hispánica, 34. <https://doi.org/10.19053/0121053x.n34.2019.9410>
- Leaflet. (2025). Leaflet: A JavaScript library for interactive maps. <https://leafletjs.com/reference.html>
- Lobo, L. C. (2019). Artificial intelligence and medicine. Revista Brasileira de Educação Médica, 41(2), 1–19. <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v41n2esp>
- McKinsey Global Institute (2017). La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza colaborativa. Estudios de casos, Documentos de Proyectos (LC/TS.2018/95), CEPAL.
- Miluska, Jara. (2020, 10 diciembre). Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Moreno Briceño, F. (2023). Revisión bibliográfica sobre E-learning en el engagement de empresas aseguradoras. <https://10.53732/rccsociales/e601126>
- Monterroso, D. (2021). “Nuestro futuro común”: Informe Brundtland. *Análisis de La Realidad Nacional*, 10(202), 16–24. <https://revistasguatemala.usac.edu.gt/IPNUSAC/article/view/2891>
- Ocaña, L. A. L., Villacres, G. E. F., Naranjo, F. A. V., & Naranjo, F. P. B. (2021). Frameworks basados en TypeScript para el desarrollo de aplicaciones web interactivas. Dilemas Contemporáneos Educación Política y Valores. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i3.2644>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (1987). Informe Brundtland: Nuestro futuro

común. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/

CMMAD- Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>

¿Qué es una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales? Un Recorrido Profundo en el Proceso de Purificación del Agua | Instituto del Agua. (n.d.). Retrieved June 22, 2026, from [https://institutodelagua.es/aguas-residuales/que-es-una-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales/](https://institutodelagua.es/aguas-residuales/que-es-una-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales)

Gobierno de México. (2025). Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. Presidencia de la República. <https://www.gob.mx/presidencia/documentos/plan-nacional-de-desarrollo2025-2030-95391771>

ProMéxico. (2017). La industria solar fotovoltaica y fototérmica en México. Secretaría de Economía. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/428621/La-industria-solar-fv-y-ft-en-M-xico-compressed.pdf>

Popa, R., Popa, I., Orzan, M., Marinescu, C., Florescu, M., & Orzan, A. (2022). The Role of Blockchain Technologies in the Sustainable Development of Students' Learning Process. Sustainability, 14(1406). <https://doi.org/10.3390/su14031406>

Programación páginas web JavaScript y PHP. (s.f.). Google Books. <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=cy4EAAAQBAJ>

Rizo R. (2018). Vista de Aprendizaje con MOODLE. <https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Multiensayo/es/article/view/1874/2786>

Reyes Silva, J. F., & Soberanes Martin, A. (2022). Diseño para incorporar realidad aumentada en el proceso de venta. Revista Del Centro de Investigación de La Universidad La Salle, 15(57), 133–158. <https://doi.org/10.26457/recein.v15i57.2977>

Romero Carbonell, M., Romeu Fontanillas, T., Guitert Catasús, M., & Baztán Gutiérrez, P. (2023). La transformación digital en la educación superior: el caso de la UOC. RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia.

Rouhiainen, R. (2018). Inteligencia Artificial. Alienta. https://planetadelibrosar0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39307_I_nteligencia_artificial.pdf

Sáenz, O. (2020). Implementación de los ODS en las Instituciones de Educación Superior. Recomendaciones a partir de la experiencia de una universidad latinoamericana. (June), 1–16. https://www.researchgate.net/publication/342500766_Implementacion_de_los_ODS_en_las_Instituciones_de_Educacion_Superior_Recomendaciones_a_partir_de_la_experiencia_de_una_universidad_latinoamericana
1

Tecnológico de Monterrey. (2023). Reporte Ruta Azul –Versión completa. <https://tec.mx/sites/default/files/repositorio/sentido-humano/sostenibilidad/rutaazul/reportes/ReporteRutaAzul-VersionCompleta.pdf>

Tecnológico de Monterrey. (2024). Reporte Anual de Logros y Avances Ruta Azul 2023-2024 (Resumen ejecutivo). <https://tec.mx/sites/default/files/repositorio/sentido-humano/desarrollo-sostenible/Reporte-iniciativas-desarrollo-sostenible-2022-2023.pdf>

- Tecnológico de Monterrey. (2024). Reporte Anual de Logros y Avances Ruta Azul 2023-2024. <https://tec.mx/sites/default/files/repositorio/sentido-humano/sostenibilidad/ruta-azul/reportes/ReporteRutaAzul-VersionCompleta.pdf>
- Tecnológico de Monterrey. (2022). Reporte de Iniciativas de Desarrollo Sostenible 2022-2023. <https://tec.mx/sites/default/files/repositorio/sentido-humano/sostenibilidad/ruta-azul/reportes/ReporteRutaAzul2023-2024.pdf>
- Tecnológico Nacional de México. (2024). Informe de rendición de cuentas Campus Ensenada. <https://www.ensenada.tecnm.mx/informe-de-rendicion-de-cuentas-irc/>
- Tecnológico Nacional de México. (2024). Rendición de cuentas Instituto Tecnológico de Puebla. <https://www.puebla.tecnm.mx/rendicion-de-cuentas/>
- Tecmilenio. (s.f.). Tour virtual Campus Cuernavaca. <https://tecmlenio.mx/es/campus/tour-virtual/cuernavaca>
- Thiruvenkadam, T., Batra, R., & Kumar, R. (2023). The Implementation of Green Technology Through Energy Management for Industry 4.0 <https://doi.org/10.1109/peeic59336.2023.10450915>
- United Nations. (2023). Sustainable Development Goals: Leveraging Digital Technologies for Sustainability. UN Report.
- Universidad Anáhuac México. (2024). Nuestros campus. <https://www.anahuac.mx/mexico/NuestrosCampus>
- Universidad Anáhuac México. (s.f.). Programas personalizados de formación. <https://www.anahuac.mx/mexico/VidaUniversitaria/programas-personalizados-de-formacion>
- Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). (2023). Reporte de sustentabilidad 2023. <https://sds.uanl.mx/reportes/Reporte de Sustentabilidad 2023.pdf>
- Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). (2021). Portal institucional. <https://portalinsitucional.sba.blob.core.windows.net/cms/rsu/documentos/Programa%20Institucional%20Gesti%C3%B3n%20del%20Medio%20Ambiente.pdf>
- Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). (2023). Programa institucional de gestión del medioambiente. https://portalinsitucional.sba.blob.core.windows.net/cms/rsu/documentos/uady_mx_factfile_2021_full.pdf
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). (2024). Informe de sustentabilidad 2024. <https://www.uaeh.edu.mx/calidad/pira/green-metric/2024/informe-sustentabilidad-2024.pdf>
- Universidad de Guanajuato. (2024). Informe anual 2024-2025. https://www.ugto.mx/images/informe2024_2025/Informe Anual 2024-2025.pdf
- Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). (2023). Sitio web institucional. <https://desarrollosustentable.buap.mx/content/departamento-de-transporte-y-movilidad-0>
- Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). (2023). Servicios online. <https://desarrollosustentable.buap.mx/content/departamento-de-transporte-y-movilidad-0>

Universidad Iberoamericana Ciudad de México. (2024). El campus. <https://ibero.mx/el-campus>

Universidad Iberoamericana León. (2023). Recorrido virtual. <https://ibero.mx/el-campus>

Universidad La Salle. (s.f.). Responsabilidad social universitaria. <https://hoy.lasalle.mx/conoce-los-5-ejes-de-accion-que-toma-la-salle-para-cuidar-el-agua/>

Universidad La Salle. (s.f.). Transformación social <https://lasalle.mx/experiencia-la-salle/transformacion-social.html>

Universidad La Salle. (2024). Cinco ejes de acción para cuidar el agua. <https://hoy.lasalle.mx/conoce-los-5-ejes-de-accion-que-toma-la-salle-para-cuidar-el-agua/>

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). (2024). Segundo informe de actividades 2024. https://www.umich.mx/2do_informe_2025/?_gl=1*1wigrer*_ga*MTU2MDQ1NDZkYy4xNzU3NDg0MjU4*_ga_WEGQH5H6GW*czE3NTgyMjM2NjgkbzlkZzAkDE3NTgyMjM2NjgkajYwJGwwJGgw#p=27

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2024). Portal de Agenda Ambiental. <https://www.puma.unam.mx/green.php>

Universidad Panamericana (UP). (2024). Sostenibilidad. <https://www.up.edu.mx/sostenibilidad/>

Universidad Panamericana (UP). (2024). Sostenibilidad: transporte y atmósfera. <https://www.up.edu.mx/sostenibilidad-transporte-y-atmosfera/>

Universidad Panamericana (UP). (2024). Sostenibilidad: manejo sustentable. <https://www.up.edu.mx/sostenibilidad-manejo-sustentable/>

Anexos

Anexo 1. Objetivo de la página web

Innovación Universitaria Sostenible

Esta página tiene como propósito reunir y difundir iniciativas de tecnologías sostenibles desarrolladas en las instituciones de educación superior en México. Busca promover la colaboración interuniversitaria, fortalecer la educación ambiental y contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

"Unir esfuerzos académicos para construir un futuro más verde, innovador y sostenible."

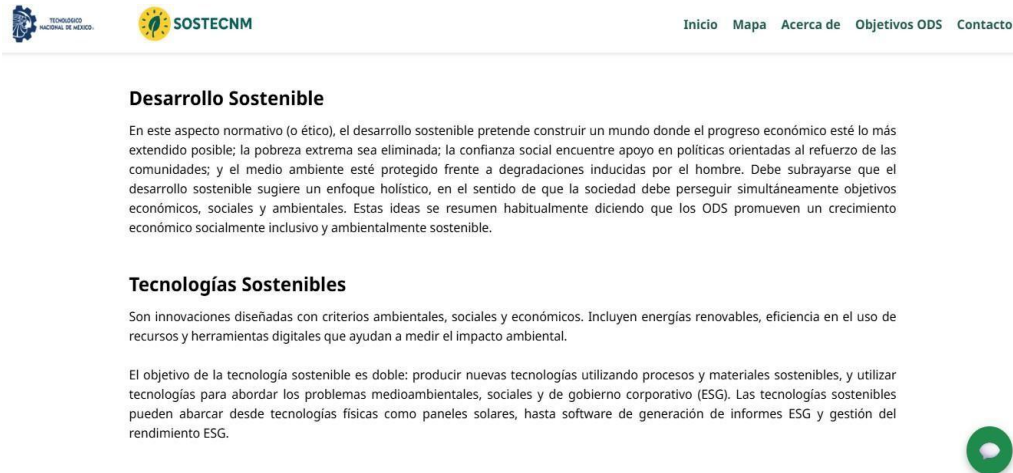
Nota. Captura de pantalla de la plataforma web Innovación Universitaria Sostenible, en la que se presenta el propósito y objetivo de la página como medio para difundir iniciativas de tecnologías sostenibles en instituciones de educación superior.

Anexo 2. Apartado de definición de los tres pilares de la sostenibilidad.



Nota: Captura de pantalla de la plataforma web Innovación Universitaria Sostenible, correspondiente al apartado en el que se presentan y describen las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible.

Anexo 3. Apartado de definición del desarrollo y tecnologías sostenibles.



Nota: Captura de pantalla de la plataforma web Innovación Universitaria Sostenible, correspondiente al apartado donde se presentan las definiciones de desarrollo y tecnologías sostenibles, con el propósito de contextualizar su importancia en las Instituciones de Educación Superior.

Anexo 4. Apartado Objetivos de Desarrollo Sostenible



Nota: Captura de pantalla de la plataforma web Innovación Universitaria Sostenible, correspondiente al apartado dedicado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en el que se presentan los 17 objetivos establecidos en la Agenda 2030 como referentes para promover el desarrollo sostenible.