



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE MÉXICO**



FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

**“PROYECTO INTEGRAL DE
ECOLOGIZACIÓN PARA EL CAMPUS DE
LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL VALLE
DE TOLUCA”**

T E S I S

Que para obtener el título de:

LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta:

C. MA. GUADALUPE ARIZMENDISÁNCHEZ

Directores:

DR. EN E. GUSTAVO A. SEGURA LAZCANO

DR. EN U. JUAN ROBERTO CALDERÓN MAYA

TOLUCA, MÉXICO

SEPTIEMBRE 2025

Resumen

El presente trabajo de tesis, titulado "Proyecto integral de ecologización para el campus de la Universidad Estatal del Valle de Toluca UNEVT", aborda la necesidad de transformar los espacios universitarios en entornos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. El objetivo principal es proponer un conjunto de recomendaciones y diseños para ecologizar el campus de la UNEVT, buscando mejorar la biodiversidad y la calidad ambiental.

El proyecto se enfoca en diversas áreas clave. Se propone un diseño de jardines con especies nativas de la región, lo cual no solo reduce la necesidad de recursos como el agua, sino que también fomenta la flora local. Se incluye el diseño de un andador a cubierta con especies de plantas trepadoras para crear un espacio de sombra natural y mitigar el efecto de isla de calor.

Además, se desarrolla un sistema de gestión de residuos más eficiente, con la implementación de contenedores diferenciados para promover el reciclaje y la reducción de desechos. El proyecto también contempla la introducción de especies de fauna local para restaurar los ecosistemas del campus, así como la creación de un lago y un bosque con especies de árboles adecuadas para el lugar, lo que contribuirá a la captura de carbono y a la creación de nuevos hábitats. En conjunto, este proyecto integral busca proporcionar a la UNEVT una guía práctica para su transformación ecológica, sirviendo como modelo para otras instituciones educativas interesadas en la sostenibilidad.

Abstract

This thesis, titled "Comprehensive Greening Project for the Campus of the State University of the Valley of Toluca UNEVT," addresses the need to transform university campuses into more sustainable and environmentally friendly environments. The main objective is to propose a series of recommendations and designs to green the UNEVT campus, seeking to enhance biodiversity and environmental quality.

The project focuses on several key areas. It proposes the design of gardens with native species from the region, which not only reduces the need for resources like water but also promotes local flora. The plan includes the design of a covered walkway with climbing plants to create a natural shaded space and mitigate the urban heat island effect.

Furthermore, a more efficient waste management system is developed, with the implementation of differentiated containers to promote recycling and waste reduction. The project also considers the introduction of native fauna species to restore campus ecosystems, as well as the creation of a lake and a forest with suitable tree species, which will contribute to carbon capture and the creation of new habitats.

This comprehensive project aims to provide UNEVT with a practical guide for its ecological transformation, serving as a model for other educational institutions interested in sustainability.

Índice General

Dedicatoria y Agradecimientos.....	1
Resumen.....	2
Abstract.....	3
Índice General.....	4
Índice de Tablas.....	7
Índice de gráficos (figuras e ilustraciones).....	8
Introducción.....	10
CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA: LA ECOLOGIZACIÓN Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.....	13
1.1 El Desarrollo Sostenible.....	14
1.1.1. Algunas teorías del desarrollo sustentable aplicado.....	17
• Teoría del Triple Bottom Line (TBL) – Elkington (1997).....	17
• Teoría de los Límites Planetarios – Rockström et al. (2009).....	19
• Teoría de la Justicia Ambiental – Bullard (1990).....	22
• Economía Ecológica – Georgescu-Roegen (1971).....	23
1.1.2 Agenda 2030, aportes de los ODS.....	27
La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas en 2015, representa un plan de acción universal para la paz, la prosperidad y la protección del planeta.....	27
Aportes de los ODS a la ecologización de escuelas de Educación Superior.....	28
El ODS 4.7: Educación para el desarrollo sostenible y la ciudadanía mundial....	30
Definición y alcance:.....	30
ODS 11.6: Gestión integral de residuos (ONU-Hábitat, 2020).....	32
1.2 La Ecologización y su importancia.....	34
1.2.1 La ecologización y su pertinencia socio-ambiental.....	36
1.3 Marco normativo internacional para la sustentabilidad ambiental.....	37
1.3.1 Contexto mexicano:.....	43
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	44
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).....	44
Bases legales y de normatividad ambiental aplicables en México.....	45
1.4 Colaboración educativa y acción académica para la sustentabilidad ambiental. Las instituciones de educación superior.....	53
1.4.1 Los campus universitarios ejemplo de sustentabilidad ambiental.....	54
1.4.2 Ejes de ecologización Universitaria.....	54
1.4.3 Estrategias y acciones para la ecologización universitaria.....	56
1.5 Contexto y acciones de sostenibilidad ambiental universitaria.....	59
1.5.1 Casos internacionales de acuerdo al UI Green Metric 2024.....	61
1.5.2 Casos Nacionales (UI Green Metric 2024).....	66
1.5.3 Educación superior y sustentabilidad.....	74
Universidades como modelos de gestión sustentable.....	74
CAPÍTULO 2: UNIVERSIDAD ESTATAL DEL VALLE DE TOLUCA.....	77
2.1 Introducción:.....	77
2.2 Localización:.....	77
2.3 Contexto geográfico estatal.....	77
2.3.1 Entorno natural.....	78

2.3.2 Componente Biótico.....	80
2.3.3 Componente Abiótico.....	80
2.3.4 Servicios ambientales del Ecosistema.....	81
2.3.5 Principales problemas y amenazas Ambientales.....	81
2.4 Historia institucional de la UNEVT.....	81
2.5 Situación actual de la UNEVT.....	82
2.6 Diagnóstico integral del Campus UNEVT.....	88
Imagen satélite del campus universitario.....	88
Coordenadas geográficas del perímetro del campus de la UNEVT.....	88
2.6.1 Micro zonas de estudio del campus UNEVT.....	89
2.6.2 Caracterización de las microzonas del campus universitario.....	92
Micro zona 1:.....	92
Micro zona 2:.....	94
Micro zona 3:.....	95
Micro zona 4:.....	97
Micro zona 5:.....	98
2.6.3 Síntesis de los rezagos y problemas ambientales del campus:.....	100
2.6.4 Análisis de planes de estudio de las licenciaturas que imparte la UNEVT.....	101
CAPÍTULO 3: PROYECTO INTEGRAL DE ECOLOGIZACIÓN.....	103
3.1 Plan General de Ecologización del Campus UNEVT.....	103
3.1.1 Etapas del proceso de transformación y ecologización de un campus universitario,.....	103
3.2 Políticas de ecologización.....	105
Biopreservación (PI):.....	105
Bioproducción (PII):.....	106
Conservación (PIII):.....	107
Restauración (PIV):.....	107
Ambientación (PV):.....	108
Rediseño (PVI):.....	109
Tecno Reconversión (PVII):.....	110
Manejo integral del agua en el campus universitario.....	112
Manejo energético en el campus universitario	
Manejo de residuos sólidos en el campus.....	113
Inducción a la movilidad sustentable en el campus.....	114
Proyección de áreas de crecimiento edilicio y reservas verdes.....	114
Manejo de flora y fauna dentro del Campus Universitario.....	115
Escenario óptimo de Biodiversidad del campus universitario.....	131
Plantas ornamentales de interiores.....	132
Sistema de Eco Señalización e información Ambiental.....	133
3.3 Criterios e indicadores del Plan Interno de Ecologización.....	141
3.3.1 Estrategia Central: Gobernanza y política institucional.....	141
Pilar 1: Programas de estudio e investigación.....	142
Pilar 2: Gestión de campus y operaciones (infraestructura y logística).....	143
Pilar 3: Cultura ambiental universitaria.....	144
Conclusiones.....	148

Referencias:.....151

Índice de Tablas

Tabla 1: Oferta educativa UNEVT.	80
Tabla 2: Coordenadas.	86
Tabla 3: Desglose de ocupación de terreno por m2.	87
Tabla 4: Consumo mensual de luz eléctrica.	89
Tabla 5: Análisis de planes de estudio.	99
Tabla 6: Propuesta de especies a introducir en el campus.	113
Tabla 7: Plantas de interiores.	130
Tabla 8: Propuestas de acciones y plazos a ejecutar.	139
Tabla 9: Pilar 1.	140
Tabla 10: Pilar 2.	141
Tabla 11: Pilar 3 Capacitación y sensibilización.	142
Tabla 12: Pilar 3 Incentivos, reconocimiento y gamificación.	143
Tabla 13: Pilar 3 Voluntariado y participación activa.	144
Tabla 13: Pilar 3 Alimentación Sostenible	145

Índice de gráficos (figuras e ilustraciones)

Figura 1: Los límites planetarios	19
Figura 2: Objetivos de Desarrollo Sostenible	25
Figura 3 Línea del tiempo: Eventos importantes en la evolución del derecho ambiental en todo el mundo	39
Imagen fotográfica 1: Wageningen University	59
Imagen fotográfica 2 Nottingham Trend University	59
Imagen fotográfica 3 University of Groningen	60
Imagen fotográfica 4 University College Cork	60
Imagen fotográfica 5 Univeridade de Sao Paulo	61
Imagen fotográfica 6 Umwelt Campus Birkenfeld	61
Imagen fotográfica 7 University of California	62
Imagen fotográfica 8 University of Nottingham	62
Imagen fotográfica 9 Universita di Bologna	63
Imagen fotográfica 10 University of Connecticut US	63
Imagen fotográfica 11 Universidad de Nuevo León	64
Imagen fotográfica 12 Benemérita Universidad autónoma de Puebla	65
Imagen fotográfica 13 Universidad Nacional Autónoma de México	66
Imagen fotográfica 14 ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara	67
Imagen fotográfica 15 Universidad Iberoamericana Ciudad de México	68
Imagen fotográfica 16 Universidad Panamericana	69
Imagen fotográfica 17 Universidad Autónoma Metropolitana	70
Imagen fotográfica 18 Tecnológico de Monterrey	71
Mapa 1 Localización del campus UNEVT	75
Imagen satelital 1: Universidad Estatal del Valle de Toluca	75
Mapa 2: Geología de Ocoyoacac	76
Mapa 3: Edafología de Ocoyoacac	77
Plano 1: Usos de suelo de la UNEVT	81
Imagen fotográfica 19: Edificio principal	81
Imagen fotográfica 20: Laboratorios	82
Imagen fotográfica 21: Secuencia interiores laboratorios	82
Imagen fotográfica 22: Cafetería	82

Imagen fotográfica 23: Edificio de vinculación	83
Imagen fotográfica 24: Edificio C	83
Imagen fotográfica 25: Edificio F	83
Imagen fotográfica 26: Secuencia canchas deportivas	84
Imagen fotográfica 27: Edificio E	84
Imagen fotográfica 28: Secuencia Biblioteca	84
Imagen fotográfica 29: Secuencia Clínica Universitaria	85
Imagen Satelital 2: UNEVT	86
Imagen satelital 3: Microzonas	87
Plano 2: Vegetación y jardinería del campus	88
Plano 3: Fauna del campus	89
Plano 4: contenedores de residuos	97
Pano 5: Problemática ambiental del campus	99
Plano 6: Políticas ambientales	110
Plano 7: Propuesta manejo hídrico	110
Plano 8: Propuesta manejo energético	111
Plano 9: Propuesta manejo de residuos	111
Plano 10: Propuesta movilidad sustentable	112
Plano 11: Propuesta crecimiento edilicio y reservas verdes	112
Plano 12: Propuesta introducción de flora	129
Plano 13: Propuesta introducción de fauna	129
Plano 14 Propuesta de señalética	131

Introducción

La crisis socioambiental global, derivada de problemáticas como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la creciente escasez de recursos, constituye el desafío más complejo y urgente de nuestra era. Frente a este panorama, las Instituciones de Educación Superior (IES) han sido exhortadas a transitar de ser observadoras a actores centrales en la búsqueda de soluciones. Su misión formadora, su capacidad de investigación y su propia operación como microciudades las sitúan en una posición única y con una responsabilidad ineludible: la de modelar y propiciar la transición hacia sociedades sustentables. Este imperativo ético y práctico encuentra su marco

de acción en agendas globales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU y en el llamado a una "ecologización" de la educación superior, que va más allá de la incorporación de contenidos ambientales en el currículo para abarcar la transformación integral de la gestión y la infraestructura institucionales.

En este contexto, los campus universitarios se convierten en laboratorios vivientes de sostenibilidad. Son espacios ideales para experimentar, implementar y demostrar prácticas innovadoras en eficiencia energética, gestión hídrica, manejo integral de residuos, movilidad sustentable y conservación de ecosistemas. La implementación de un proyecto de ecologización no solo reduce la huella ecológica institucional y genera ahorros económicos tangibles, sino que se convierte en una herramienta pedagógica. Un campus sustentable enseña con el ejemplo; cualquier acción concreta se convierte en un mensaje pedagógico que permea en la comunidad universitaria, fomentando una cultura de responsabilidad ambiental y capacitando a los estudiantes para replicar estos modelos en sus entornos profesionales y personales futuros.

La Universidad Estatal del Valle de Toluca (UNEVT), como institución pública comprometida con el desarrollo de la región, no es ajena a este llamado. Su campus, como centro neurálgico de sus actividades académicas y administrativas, representa tanto una oportunidad como una obligación de liderar el cambio hacia la sustentabilidad en el entorno. Sin embargo, la transición hacia un campus plenamente ecológico requiere de una planificación estratégica, sistemática y holística. No se trata de implementar acciones aisladas o simbólicas, sino de articular un plan integral que aborde las múltiples dimensiones de la operación universitaria bajo un paradigma de sostenibilidad, asegurando la coherencia, la eficacia y la permanencia de las iniciativas. Actualmente, si bien pueden existir esfuerzos iniciales o intenciones dispersas, la UNEVT carece hasta el momento de un diagnóstico exhaustivo y una hoja de ruta unificada que priorice, articule y guíe las intervenciones necesarias en sus sistemas de energía, agua, residuos, espacios verdes y movilidad. Esta falta de integralidad de mantenerse en los próximos años, puede conducir a la ineficiencia, la duplicación de esfuerzos o la imposibilidad de medir el impacto real de las acciones emprendidas. Por lo tanto, se identifica una clara necesidad de generar un marco de acción estructurado y científico que sirva como columna vertebral para la transformación ecológica de la institución, en tal sentido este trabajo de tesis responde a la pregunta: ¿Cómo lograr de manera integral la ecologización del campus universitario el mediano plazo?.

Para tal fin, esta tesis de licenciatura en Ciencias Ambientales propone el diseño de un Proyecto Integral de Ecologización para el Campus de la Universidad Estatal del Valle de Toluca (UNEVT). La investigación se sustenta en el paradigma de la sustentabilidad fuerte y en marcos de referencia internacionales como los propuestos por la UI GreenMetric World University Rankings y los principios de AASHE STARS, que evalúan el desempeño ambiental de las universidades. El objetivo central es desarrollar un plan estratégico, factible y escalable que, a través de un diagnóstico situacional del campus, logre identificar las áreas de oportunidad y defina un conjunto de acciones técnicas, de gestión y de participación comunitaria para transformar el campus de la UNEVT en un modelo de sostenibilidad operativa y educativa.

La elaboración de esta investigación se sustenta en una metodología de carácter mixto, que articuló de manera sistemática la revisión documental con el trabajo de campo, con el propósito de garantizar un diagnóstico integral y una propuesta sólidamente fundamentada. La consulta de fuentes especializadas a través de internet fue amplia para construir el marco de referencia teórico-contextual, permitiendo el acceso a normativas nacionales e internacionales, literatura académica actualizada sobre ecologización universitaria, reportes de organismos como la ONU y el Banco Mundial, así como los criterios e indicadores públicos de rankings de sostenibilidad como el UI GreenMetric. Esta etapa heurística facilitó la comprensión del estado del arte y proporcionó los referentes necesarios para el análisis situacional de la Universidad Estatal del Valle de Toluca (UNEVT).

De forma complementaria, el trabajo de campo constituyó el pilar empírico del estudio, orientado a caracterizar la realidad ambiental del campus. Este componente incluyó observación directa sistemática para el reconocimiento de las microzonas, la toma de datos cuantitativos sobre consumo energético e hídrico a partir de recibos oficiales, y el levantamiento de información cualitativa mediante recorridos de reconocimiento que permitieron identificar especies de flora y fauna, el estado de la infraestructura y las prácticas operativas vigentes. Para asegurar la integridad académica y el rigor en la atribución de las fuentes consultadas, toda la información externa fue citada empleando el formato de la American Psychological Association en su séptima edición (APA 7).

En conclusión, este trabajo de tesis no solo busca responder a una problemática ambiental local concreta, sino que aspira a posicionar a la UNEVT como una institución a la vanguardia de la educación superior sustentable en México. Al proveer un plan integral y basado en evidencia, esta tesis contribuirá a que la

universidad cumpla con su responsabilidad social y ambiental, formando profesionales conscientes y capacitando a su comunidad en los principios y prácticas de la sostenibilidad, convirtiendo así su campus en un testimonio tangible de su compromiso con un futuro viable para el medio ambiente.

CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA: LA ECOLOGIZACIÓN Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

En las últimas décadas, el deterioro ambiental y la crisis ecológica han impulsado a la sociedad a replantear sus modelos de desarrollo, exigiendo un compromiso más profundo con la sostenibilidad. En este contexto, las Instituciones de Educación Superior (IES) desempeñan un papel fundamental no solo como formadoras de profesionales, sino también como agentes de cambio capaces de promover prácticas sustentables en sus entornos académicos, administrativos y sociales. La ecologización de las IES se ha convertido en un imperativo, integrando principios de sostenibilidad en sus funciones sustantivas: docencia, investigación, extensión y gestión institucional (Lozano, R., et al 2023).

Este capítulo explora el concepto de *ecologización* en el ámbito universitario, entendido como el proceso de incorporación de criterios ambientales y de desarrollo sustentable en las políticas, programas y operaciones cotidianas de las IES. Asimismo, analiza cómo este enfoque contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), particularmente en lo que respecta a la educación de calidad (ODS 4), la acción por el clima (ODS 13) y la formación de alianzas estratégicas (ODS 17).

A través de un marco teórico-conceptual, se examinan las estrategias que las universidades han implementado para reducir su huella ecológica, fomentar la responsabilidad ambiental entre la comunidad académica y generar conocimiento que

impulse soluciones innovadoras ante los desafíos socioambientales. Además, se discuten los retos y oportunidades que enfrentan las IES en su transición hacia modelos más sustentables, destacando casos emblemáticos a nivel internacional y local.

Al finalizar este capítulo, se espera sentar las bases para comprender la relevancia de la ecologización en la educación superior, así como su impacto en la construcción de sociedades más justas, equitativas y respetuosas con el medio ambiente. La sustentabilidad universitaria no es solo una meta institucional, sino un compromiso ético con las generaciones presentes y futuras.

1.1 El Desarrollo Sostenible

El concepto de desarrollo sostenible alude a un modelo de progreso que integra de manera equilibrada el crecimiento económico, la equidad social y la conservación ambiental, con el objetivo fundamental de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias. Este concepto, consagrado en el Informe Brundtland (1987), representa un cambio paradigmático en la relación entre la humanidad y su entorno, superando la visión antropocéntrica tradicional por una perspectiva sistémica que reconoce los límites ecológicos del planeta.

En su esencia, el desarrollo sostenible implica una transformación profunda de los sistemas productivos, los patrones de consumo y las estructuras de gobernanza, orientada a mantener los procesos ecológicos esenciales, preservar la diversidad biológica y cultural, y garantizar el uso racional de los recursos naturales; no se trata simplemente de mitigar impactos ambientales, sino de redefinir los fundamentos mismos del desarrollo bajo principios de justicia intergeneracional, resiliencia ecológica y equidad social.

El concepto clásico consideraba tres dimensiones interdependientes a saber: ambiental (protección de ecosistemas y recursos), social (erradicación de la pobreza y reducción de desigualdades) y económica (crecimiento inclusivo y desmaterializado) (Elkington, 1997). Sin embargo, a esta visión también se han incorporado en la última las dimensiones política y cultural de la sustentabilidad. Junto con esta perspectiva se han incorporado elementos críticos como la gobernanza participativa, la innovación responsable y la ética de la suficiencia. Para su implementación se requieren instrumentos diversos que van desde políticas públicas integradas, hasta

mecanismos de mercado ajustados ecológicamente, pasando por cambios culturales profundos en la percepción del bienestar y el progreso.

El desarrollo sustentable enfrenta el desafío de conciliar aparentes contradicciones del sistema: crecimiento versus conservación, globalización vs. localismo, tecnología vs. simplicidad voluntaria. La verdadera medida del éxito de este paradigma no radica en indicadores económicos convencionales, sino en su capacidad para mantener el capital natural crítico mientras se mejora la calidad de vida humana dentro de los límites planetarios. Más que un destino final, representa un proceso continuo de adaptación y aprendizaje social frente a los complejos retos socioambientales del Antropoceno.

El Antropoceno es el término proveniente de las ciencias sociales que alude a la época geológica caracterizada por el impacto humano como fuerza dominante en los ecosistemas (Steffen *et al.*, 2018), el mismo impone urgentes reflexiones sobre la insostenibilidad del modelo civilizatorio actual. Fenómenos como la crisis climática, la acidificación de los océanos y el colapso de biodiversidad exigen respuestas sistémicas, donde la educación superior se configura como un actor clave. Las universidades, desde su triple función —docencia, investigación y vinculación—, están llamadas a liderar la transición hacia paradigmas sustentables mediante la formación de competencias críticas (Lozano *et al.*, 2023), la innovación en políticas ambientales y la promoción de alternativas socioecológicas que contrarresten la lógica extractivista del Antropoceno. Este desafío requiere no solo la integración curricular de la sustentabilidad, sino también la reorientación de las prácticas institucionales hacia la justicia ambiental y la resiliencia comunitaria.

El concepto de desarrollo sustentable emergió con fuerza en el ámbito internacional a partir de la década de 1980, aunque sus raíces filosóficas se remontan a los movimientos ambientalistas de la segunda mitad del siglo XX. Su consolidación como paradigma global se dio con la publicación del informe *Nuestro Futuro Común* por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU, presidida por la ex-primera ministra de Noruega; Gro Harlem Brundtland. Este documento definió el desarrollo sustentable como aquel que: "satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias" (WCED, 1987), estableciendo las bases para los posteriores acuerdos multilaterales sobre sostenibilidad en el mundo.

Entre los principales impulsores del desarrollo sustentable destacan organismos internacionales como: las Naciones Unidas, que a través de sus agencias

especializadas (PNUMA, UNESCO) y conferencias globales (Cumbre de la Tierra 1992, Acuerdo de París 2015) han promovido su adopción en todas las naciones. Igualmente relevante ha sido el papel de académicos, organizaciones de la sociedad civil y, más recientemente, del sector empresarial mediante iniciativas de responsabilidad social corporativa (Sachs, 2015). Estos actores han contribuido en conjunto a posicionar la sustentabilidad como un principio rector del desarrollo en el siglo XXI, aunque persisten debates y gobiernos que se oponen a su implementación efectiva por sus intereses establecidos en modelos económicos extractivistas.

Actualmente el siglo XXI enfrenta la paradoja de contar con mayor información y conciencia ambiental que nunca, mientras persisten modelos de producción y consumo insostenibles. El principal reto radica en desacoplar el crecimiento económico de la degradación ecológica, particularmente en un contexto de crisis climática acelerada (IPCC, 2022). La inercia de los sistemas energéticos basados en combustibles fósiles, sumada a la presión de industrias extractivas, evidencia las resistencias estructurales para transitar hacia economías bajas en emisiones de carbono. Además, las desigualdades globales complican este panorama, pues los países en desarrollo exigen su derecho a crecer, mientras las naciones industrializadas no reducen su huella ecológica proporcionalmente.

Un segundo desafío consiste en superar el enfoque tecnocrático de la sustentabilidad, que frecuentemente ignora las dimensiones sociales y culturales. Las soluciones basadas únicamente en innovación tecnológica (como geoingeniería o mercados de carbono) suelen eludir cuestiones de justicia ambiental y distribución equitativa de recursos (Martínez-Alier, 2020). Esto se manifiesta en conflictos socioambientales crecientes, donde comunidades locales prefieren proyectos "verdes" (minería para energías renovables, represas hidroeléctricas) que reproducen lógicas coloniales de explotación. La verdadera sustentabilidad exige reconocer estos conflictos y construir alternativas desde los saberes territoriales.

En general persiste el reto de avanzar hacia una gobernanza multinivel efectiva. A pesar de marcos normativos como los Objetivos del Desarrollo Sostenible (2015-2030), la falta de vinculación jurídica y mecanismos de rendición de cuentas en muchas naciones debilita su implementación. El multilateralismo ambiental enfrenta crisis de legitimidad, mientras actores corporativos responden a las políticas públicas mediante el "greenwashing" (Bäckstrand et al., 2022). Urge por tanto fortalecer a las instituciones para que se articulen escalas globales y locales, garantizando la

participación ciudadana y los enfoques de justicia climática que priorizan a los grupos históricamente vulnerables.

1.1.1. Algunas teorías del desarrollo sustentable aplicado

El desarrollo sustentable es un paradigma que busca equilibrar el crecimiento económico y desde una perspectiva ambiental, se centra en la interdependencia entre los sistemas naturales y las actividades humanas. Este enfoque prioriza la integridad ecológica como base para la sostenibilidad social y económica para satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las futuras (WCED, 1987).

A lo largo de las últimas décadas, diversas teorías han surgido para explicar y aplicar este concepto. A continuación, se profundiza en las teorías ambientales que sustentan este paradigma, analizando sus postulados, críticas y casos de aplicación concreta.

● Teoría del Triple Bottom Line (TBL) – Elkington (1997)

Propuesta por John Elkington, evolucionó la concepción del desarrollo sustentable esta teoría sostiene que la sustentabilidad se basa en tres pilares interdependientes:

-Económico: Rentabilidad y crecimiento financiero sostenible.

-Social: Equidad, bienestar comunitario y justicia.

-Ambiental: Conservación de los ecosistemas y reducción de impactos ecológicos.

Este marco teórico ha sido ampliamente adoptado por empresas, gobiernos y organizaciones para evaluar el desempeño sostenible más allá de las métricas financieras tradicionales, algunos críticos señalan que en la práctica suele priorizarse lo económico (Norman & MacDonald, 2004). A continuación, se desglosa cada componente, sus críticas y su aplicación práctica. **Origen y fundamentos conceptuales**

El término "Triple Bottom Line" fue acuñado por Elkington en su libro *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business* (1997), donde argumenta que las empresas deben medir su éxito no solo por las ganancias (bottom line financiera), sino también por su impacto en las personas y el planeta.

La teoría se basa en:

- **El informe Brundtland (WCED, 1987):** Que define desarrollo sostenible como "aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las de futuras generaciones".

La crítica al capitalismo desregulado: Elkington señala que el enfoque tradicional de maximizar utilidades ignora externalidades negativas (contaminación, desigualdad). Para el autor *"Las empresas deben ser rentables, pero también responsables con la sociedad y regenerativas con el medio ambiente"* (Elkington, 1997, p. 42).

Principales componentes de Los Tres Pilares del TBL A.

Dimensión Económica

Objetivo: Garantizar viabilidad financiera a largo plazo.

Indicadores:

- Rentabilidad sostenible (no basada en explotación).
- Inversión en innovación verde (ej. energías renovables).
- Creación de empleos estables y bien remunerados.

B. Dimensión Social

Objetivo: Promover equidad y bienestar comunitario.

Indicadores:

- Respeto a los derechos laborales (ej. salarios justos).
- Relaciones éticas con proveedores (comercio justo).
- Participación en desarrollo local (ej. educación, salud).

C. Dimensión Ambiental

Objetivo: Minimizar daños ecológicos y regenerar recursos.

Indicadores:

- Reducción de huella de carbono.
- Economía circular (reutilización de residuos).
- Conservación de la biodiversidad.

Aplicaciones Prácticas del TBL Sector Privado

- Reportes de sostenibilidad: Normas como GRI (Global Reporting Initiative) usan el TBL para estandarizar métricas.
- Certificaciones: B Corp evalúa empresas bajo criterios TBL.
- Ciudades como Copenhague aplican el TBL en planificación urbana (ej. transporte limpio + inclusión social).

Algunas críticas y limitaciones al TBL

- a.) Incurrir en el "Greenwashing": Algunas empresas usan el TBL como marketing sin cambios reales (Norman & MacDonald, 2004).
- b.) Falta de equilibrio: Priorizan lo económico sobre lo social/ambiental (Milne & Gray, 2013).
- c.) Dificultad de medición: No hay consenso en cómo ponderar indicadores (por ejemplo: ¿vale más un empleo creado que un árbol preservado?). En lo general se advierte que "El TBL es un avance, pero sin regulación fuerte, sigue siendo voluntario y superficial" (Bansal & DesJardine, 2014, p. 71).

Evolución Reciente: El "TBL 2.0"

En 2018, Elkington propuso la actualización de la teoría ("TBL 2.0") para corregir algunas fallas. Para tal efecto se propuso:

- *Enfoque regenerativo*: No solo reducir daños, sino restaurar ecosistemas.
- *Mayor accountability*: para dar seguimiento a su vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU).
- *Integración tecnológica*: Uso de big data para medir impactos en tiempo real.

A pesar de sus limitaciones el TBL sigue siendo una herramienta clave para operacionalizar la sustentabilidad en el mundo, aunque requiere necesariamente de un marco regulatorio para evitar el greenwashing e incorporar indicadores cuantificables como el Índice de prosperidad Inclusiva. Igualmente desarrollar un enfoque sistémico capaz de integrar cadenas de valor completas (ej. desde proveedores hasta consumidores).

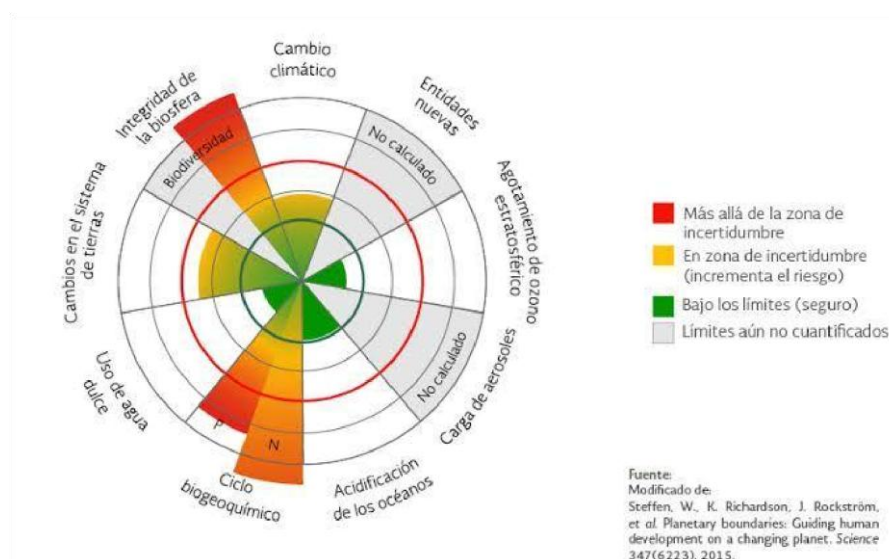
• Teoría de los Límites Planetarios – Rockström et al. (2009)

Esta Teoría fue desarrollada en 2009 por un equipo interdisciplinario liderado por Johan Rockström del Stockholm Resilience Centre. Su obra representa uno de los marcos científicos más influyentes para entender los riesgos sistémicos que amenazan la estabilidad de la Tierra (Steffen et al., 2015). A diferencia de enfoques que priorizan sólo el crecimiento económico o el bienestar humano a corto plazo, esta teoría identifica nueve procesos ambientales críticos que regulan la resiliencia del planeta y propone umbrales cuantificables que, de ser sobrepasados, podrían desencadenar cambios abruptos e irreversibles en los sistemas ecológicos globales.

El estudio original, publicado en *Nature*, surgió como respuesta a la creciente evidencia de que algunas actividades humanas, como la deforestación, la quema de combustibles fósiles y la contaminación industrial están llevando al planeta a un estado de desequilibrio sin precedentes en el Holoceno (últimos 11,700 años de estabilidad climática que han permitido el desarrollo de la civilización humana). La teoría argumenta que, para garantizar un desarrollo verdaderamente sostenible, la humanidad debe operar y mantener sus expectativas dentro de estos límites planetarios, los cuales funcionan como "espacios operativos seguros". Los nueve límites planetarios identificados por el equipo de **Rockström** son:

- *Cambio climático* (concentración de CO₂ en la atmósfera ≤ 350 ppm y cambio de energía radiativa $\leq +1$ W/m²).
- *Pérdida de biodiversidad* (tasa de extinción anual ≤ 10 especies por millón).
- *Alteración de ciclos biogeoquímicos* (flujos de nitrógeno y fósforo reducidos a niveles preindustriales).
- *Acidificación de los océanos* (pH oceánico ≥ 8.1).
- *Uso del agua dulce* (<4000 km³ anuales de consumo humano).
- *Cambio en uso del suelo* ($\leq 15\%$ de tierra convertida a agricultura).
- *Agotamiento del ozono estratosférico* ($\geq 5\%$ de reducción respecto a niveles pre-1980).
- *Carga de aerosoles atmosféricos* (sin umbral cuantificado aún).
- *Introducción de entidades novedosas* (contaminantes químicos, plásticos, transgénicos).

Figura 1: Los límites planetarios



Del total, cinco límites ya han sido transgredidos según actualizaciones de Steffen *et al.* (2015) a saber: cambio climático, pérdida de biodiversidad, alteración de nitrógeno/fósforo, deforestación y contaminación química. Esto implica que el planeta ha entrado en una zona de alto riesgo, donde fenómenos como el colapso de corales, la liberación abrupta de metano del permafrost o la desertificación masiva podrían acelerarse gravemente.

La teoría ha servido como instrumento en políticas globales, como el Acuerdo de París (2015), que adopta el límite de +1.5°C como meta climática. Sin embargo, su validación enfrenta algunas críticas: varios científicos argumentan que los umbrales son simplificaciones (por ejemplo, no consideran sinergias entre límites, como la deforestación exacerba el cambio climático), mientras que actores políticos y económicos alegan que restringir actividades, bajo estos parámetros, frenaría el desarrollo. Pese a esto, su enfoque sistémico ha inspirado otras herramientas como los Bonos de Carbono y algunas metas corporativas como la de "cero emisiones netas".

En síntesis, la Teoría de los Límites Planetarios redefine la sustentabilidad no como un ideal abstracto, sino como un imperativo científico: la humanidad debe ajustar su economía y cultura a los parámetros biofísicos de la Tierra, para no arriesgar su propia supervivencia. Su legado más profundo quizá sea recordarnos que, en palabras de Rockström, "no hay economía en un planeta muerto".

● **Teoría de la Justicia Ambiental – Bullard (1990)**

Originada en movimientos sociales, esta iniciativa critica la distribución desigual de los impactos ambientales (ej. contaminación en comunidades marginadas). Propone que la sustentabilidad debe integrar equidad intergeneracional e intrageneracional, combatiendo el racismo ambiental y garantizando la participación ciudadana (Schlosberg, 2013).

Articulada inicialmente por Robert D. Bullard en su obra seminal *Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality* (1990), surge como un marco crítico para entender cómo los impactos ambientales negativos se distribuyen de manera desigual en la sociedad, afectando desproporcionadamente a las comunidades marginadas sea por motivos de raza, clase social u origen étnico. Esta teoría trasciende el ámbito académico para convertirse en un movimiento social y político que desafía las estructuras de poder que perpetúan, lo que Bullard denominó "racismo ambiental". Al respecto la sistemática ubicación de industrias contaminantes,

vertederos de residuos tóxicos y otras amenazas ecológicas en zonas habitadas predominantemente por minorías raciales y poblaciones de bajos ingresos continúa siendo una práctica hegemónica.

El trabajo de Bullard se origina a partir de estudios de caso concretos realizados en el sur de Estados Unidos, donde el investigador documenta cómo las comunidades afroamericanas, como el distrito de West End en Houston, Texas, fueron seleccionadas repetidamente como sitios para vertederos de desechos peligrosos, a pesar de contar con alternativas técnicas y geográficas más adecuadas. Sus investigaciones revelaron ciertos patrones de discriminación institucionalizada, donde agencias gubernamentales y corporaciones privadas operan bajo la premisa implícita de que estas comunidades carecen del capital político y económico para oponer resistencia efectiva a los proyectos.

Este enfoque empírico ha sentado las bases de que posteriormente se conocería como principios de justicia ambiental, que incluyen:

- a.) El derecho a participar significativamente en decisiones ambientales,
- b.) La presunción en contra de riesgos desproporcionados, y
- c.) La reparación de daños ecológicos históricos.

La teoría ha evolucionado al incorporar dimensiones globales, evidenciando cómo el colonialismo ambiental reproduce estas dinámicas a escala internacional. Ejemplos paradigmáticos incluyen el traslado de industrias sucias desde países desarrollados hacia el Sur Global, o la extracción depredadora de recursos naturales en territorios indígenas sin consulta previa. Autores como Schlosberg (2013) han ampliado el marco teórico para incluir no sólo la distribución de riesgos, sino también el reconocimiento político de grupos vulnerables y su capacidad de agencia para transformar condiciones injustas. Ello ha fortalecido conceptos como la justicia climática, que vincula explícitamente las emisiones históricas de gases de efecto invernadero provocadas por países industrializados y su responsabilidad moral y financiera hacia las naciones en vías de desarrollo.

Algunas críticas a la teoría señalan que, en su enfoque inicial, subestimó interseccionalidades como género o discapacidad, y que su aplicación, en contextos no occidentales, requiere adaptaciones culturales. No obstante ello, su influencia es innegable dado que inspiró legislaciones como: el Executive Order 12898 de Clinton (1994) en EE.UU, que obliga a las agencias federales a considerar impactos diferenciales por raza en evaluaciones ambientales, y ha fundamentado luchas ambientales contemporáneas, como el movimiento Black Lives Matter en su

dimensión ecológica. El legado de Bullard persiste en la premisa radical de que la calidad ambiental no es un lujo, sino un derecho humano básico, y que cualquier visión de sustentabilidad que ignore esta verdad está condenada a reproducir las mismas injusticias que pretende resolver.

- **Economía Ecológica – Georgescu-Roegen (1971)**

Contrapuesta a la economía neoclásica, esta teoría argumenta que el sistema económico es un subsistema de la biosfera y debe respetar sus límites. Su argumentación introduce conceptos cardinales como la entropía (pérdida irreversible de energía) y aboga por modelos de decrecimiento controlado (Daly, 1996).

La Economía Ecológica, cimentada teóricamente por el matemático y economista Nicholas Georgescu-Roegen en su obra fundamental *The Entropy Law and the Economic Process* (1971), representa una ruptura radical con los paradigmas económicos dominantes, al establecer que todo sistema productivo humano está irremediablemente sujeto a las leyes de la termodinámica y los límites biofísicos del planeta. A diferencia la visión neoclásica, que trata la naturaleza como un subsistema infinitamente elástico dentro del mercado, Georgescu-Roegen demuestra cómo el proceso económico es esencialmente un flujo unidireccional que transforma recursos naturales de baja entropía (materia prima organizada y energía útil) en residuos de alta entropía (contaminación, calor disperso), siguiendo así la segunda Ley de la termodinámica. Esta visión desmonta el mito del crecimiento perpetuo al revelar que cada acto de producción-consumo implica una pérdida irreversible de calidad energética y material en el ecosistema global. El núcleo de la teoría articula tres principios irrefutables:

- *Irreversibilidad termodinámica:* en tanto la economía convencional asume ciclos cerrados de producción (equilibrios walrasianos), la realidad física muestra que "todo proceso económico reduce irreversiblemente las posibilidades futuras de vida en la Tierra" (Georgescu-Roegen, 1971, p. 21). Un ejemplo paradigmático es la quema de combustibles fósiles: el petróleo convertido en CO₂ nunca podrá volver a su estado original con la misma calidad energética.
- *Incompatibilidad con el modelo mecánico:* La economía ortodoxa replica los modelos newtonianos (reversibles y predecibles), ignorando que los sistemas vivos operan bajo dinámicas de irreversibilidad y emergencia. Al respecto Georgescu-Roegen critica ferozmente la función de producción Cobb-Douglas

por su incapacidad para incorporar la degradación entrópica y afirma: "pretender que capital y trabajo pueden sustituir indefinidamente a los recursos naturales es tan absurdo como creer que un artista puede pintar indefinidamente con la misma cantidad de pigmentos" (Georgescu-Roegen, 1975, p. 361).

- *Imperativo bioético*: Introduce el concepto de decrecimiento convivencial (no como recesión, sino como reorganización social), argumentando que la civilización industrial debe transitar hacia un estado estacionario que priorice el bienestar sobre la acumulación. Su famosa analogía del "banquete entrópico" ilustra cómo la humanidad está devorando el capital natural de las generaciones futuras. El autor sostiene que: "la herencia limitada de minerales y energía fósil debería distribuirse equitativamente entre todas las generaciones humanas posibles, no agotarse en unas pocas" (Georgescu-Roegen, 1979, p. 104).

Esta teoría ha influenciado corrientes críticas como el ecosocialismo y el post-crecimiento pero también enfrenta múltiples objeciones. Críticos como Solow (1974) argumentan que el progreso tecnológico puede "desacoplar" crecimiento y degradación ambiental, aunque evidencias recientes sobre los límites planetarios validan las advertencias de Georgescu-Roegen (Rockström *et al.*, 2009). Su legado más perdurable quizá sea haber demostrado que la economía es, en esencia, una ciencia biofísica que no puede escapar a las restricciones ecológicas. Como sintetiza Daly (1996), discípulo de su pensamiento Georgescu-Roegen enseñó que el planeta no es una empresa en liquidación cuyos activos deben repartirse.

- Desarrollo a Escala Humana – Max-Neef (1991)

El economista chileno Manfred Max-Neef propone un modelo centrado en satisfacer necesidades humanas fundamentales (afecto, identidad, subsistencia) mediante sistemas locales resilientes, tecnologías apropiadas y democracia participativa.

Surge como una crítica radical al modelo de desarrollo convencional centrado en el crecimiento económico infinito y las métricas abstractas como el producto interno bruto (PIB). A diferencia de los enfoques economicistas, Max-Neef plantea un paradigma alternativo donde el desarrollo se mide por la capacidad de satisfacer necesidades humanas esenciales y fortalecer la autonomía de las comunidades locales. Su teoría se construye sobre tres pilares conceptuales que revolucionaron el pensamiento sobre sustentabilidad y bienestar.

- a. El primer pilar es su taxonomía de necesidades humanas, donde identifica nueve necesidades universales —subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad— que son constantes en todas las culturas, pero cuyos satisfactores varían histórica y geográficamente. Esta distinción es crucial. El economista afirma: "Las necesidades son finitas, pocas y clasificables; los satisfactores son infinitos y culturalmente determinados" (Max-Neef et al., 1991, p. 23). Por ejemplo, mientras la necesidad de subsistencia puede satisfacerse con alimentos industriales en una sociedad urbana, en comunidades indígenas puede cubrirse mediante sistemas agroforestales tradicionales. La pobreza, en este marco, no se define por falta de ingresos sino por privación de satisfactores adecuados, lo que explica por qué comunidades materialmente pobres pueden experimentar mayor plenitud que sociedades ricas pero alienadas.
- b. El segundo pilar es su crítica a la globalización homogenizante, que destruye diversidad cultural y ecológica. Max-Neef argumenta que los megaproyectos de desarrollo suelen imponerse verticalmente, generando dependencia y destruyendo saberes locales. Propone en cambio sistemas autónomos a escala comunitaria, donde la tecnología sea apropiada (no impuesta) y los procesos decisorios se rijan por democracia participativa. Un caso emblemático es el de Curitiba (Brasil), donde su modelo inspiró soluciones de transporte público y agricultura urbana co-diseñadas con ciudadanos, demostrando que "lo pequeño no es hermoso por ser pequeño, sino porque permite la participación real" (Max-Neef, 2010, p. 45).
- c. El tercer pilar es su propuesta metodológica para operacionalizar el desarrollo a escala humana. Diseña herramientas como la matriz de necesidades y satisfactores, que permite evaluar políticas públicas no por su impacto en el PIB, sino por cómo potencian sinérgicamente múltiples necesidades. Por ejemplo, un huerto comunitario no solo provee alimentos (subsistencia), sino que fortalece vínculos sociales (afecto), transmite conocimientos (entendimiento) y empodera a los participantes (participación). Esta aproximación holística contrasta con los indicadores económicos reduccionistas. Para el autor: "el desarrollo

se trata de personas, no de objetos; de necesidades, no de mercancías" (Max-Neef, 1991, p. 18).

Críticos como Amartya Sen (1999) argumentan que su enfoque subestima la importancia de instituciones estatales, mientras que otros aplauden su énfasis en la autopoiesis comunitaria (la capacidad de los sistemas sociales de autoorganizarse). Su influencia es palpable en movimientos como el "buen vivir" andino y en agendas de desarrollo rural basadas en soberanía alimentaria. En tiempos de crisis climática y polarización social, su llamado a "reducir lo gigantesco y valorar lo pequeño" (Max-Neef, 2010) resuena con urgencia renovada.

Las teorías ambientales del desarrollo sustentable proveen marcos para entender y actuar frente a la crisis ecológica global. Desde los límites biofísicos hasta las luchas por la justicia ambiental, revelan que la sustentabilidad no es solo un desafío técnico, sino también ético y político. Como advierte Bruno Latour, "el desafío ya no es salvar la naturaleza, sino habitar el planeta de manera responsable en la nueva era geológica que hemos creado" (Latour, 2018).

1.1.2 Agenda 2030, aportes de los ODS

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas en 2015, representa un plan de acción universal para la paz, la prosperidad y la protección del planeta.

En su núcleo se encuentran 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), acompañados de 169 metas, que abordan los desafíos globales más apremiantes, desde la erradicación de la pobreza y el hambre hasta la promoción de la igualdad de género, la acción climática y la conservación de la biodiversidad. Esta agenda es un llamado a la acción colaborativa, reconociendo que los desafíos del desarrollo sostenible son interdependientes y requieren un enfoque integrado (Naciones Unidas, 2015).

Figura 2| Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: Asamblea General de las Naciones Unidas, (2015)

La singularidad de la Agenda 2030 radica en su universalidad. A diferencia de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) que se centraban principalmente en los países en desarrollo, los ODS son aplicables a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo. Esto subraya la idea de que la sostenibilidad es una responsabilidad compartida y que cada nación tiene un papel crucial que desempeñar en la consecución de un futuro más justo y equitativo. Además, la Agenda 2030 incorpora una visión holística del desarrollo, reconociendo que el progreso económico, la inclusión social y la protección ambiental son pilares interconectados e igualmente importantes para un desarrollo verdaderamente sostenible (Sachs, 2015).

Aportes de los ODS a la ecologización de escuelas de Educación Superior

Las instituciones de educación superior (IES) desempeñan un papel fundamental en la consecución de la Agenda 2030. No solo son centros de conocimiento e innovación, sino que también tienen la responsabilidad de formar a las futuras generaciones de líderes, profesionales y ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad. La ecologización de las IES, un proceso que implica la integración de principios y prácticas de sostenibilidad en todas las facetas de la institución (desde la gobernanza y las operaciones hasta el currículo y la investigación), se ve directamente impulsada y enriquecida por los ODS de diversas maneras:

- **Marco estratégico y de planificación:** Los ODS ofrecen un marco claro y reconocido internacionalmente para que las IES desarrollen sus estrategias de sostenibilidad. Al alinear sus planes con los ODS, las universidades pueden identificar prioridades, establecer metas medibles y comunicar su compromiso de manera efectiva. Por ejemplo, una universidad puede enfocarse en el ODS 4 (Educación de Calidad) para integrar la sostenibilidad en todos sus

programas académicos, el ODS 7 (Energía Asequible y No Contaminante) para reducir su huella de carbono a través de energías renovables, o el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) para mejorar la gestión de residuos y el transporte en el campus (Leal Filho *et al.*, 2018).

- **Integración curricular y pedagógica:** Los ODS proporcionan un contenido rico y relevante para integrar la sostenibilidad en la enseñanza y el aprendizaje en todas las disciplinas. Esto va más allá de los programas ambientales específicos, permitiendo que los estudiantes de diversas carreras comprendan cómo su futuro profesional puede contribuir a los ODS. Por ejemplo, ingenieros pueden aprender sobre diseño sostenible (ODS 9), economistas sobre modelos de economía circular (ODS 12), y profesionales de la salud sobre los impactos del cambio climático en la salud pública (ODS 3 y ODS 13). La pedagogía también se ve influenciada, promoviendo el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos que aborden desafíos de sostenibilidad del mundo real (Sterling, 2013).
- **Investigación e innovación:** Los ODS impulsan la agenda de investigación en las IES, fomentando la investigación transdisciplinar y colaborativa para encontrar soluciones a los desafíos globales. Las universidades pueden canalizar sus esfuerzos de investigación hacia áreas específicas de los ODS, como el desarrollo de nuevas tecnologías para la energía limpia (ODS 7), la mejora de la seguridad alimentaria (ODS 2), o la adaptación al cambio climático (ODS 13). Esto no solo genera conocimiento, sino que también contribuye directamente a la implementación de la Agenda 2030 (United Nations Academic Impact, 2019).
- **Operaciones de campus sostenibles:** Los ODS ofrecen directrices para la gestión sostenible de los campus universitarios, transformándolos en modelos de sostenibilidad. Esto incluye la gestión eficiente del agua (ODS 6), la reducción del consumo de energía y la transición a fuentes renovables (ODS 7), la gestión integral de residuos (ODS 12), la adquisición de productos y servicios sostenibles (ODS 12), y la promoción de la biodiversidad en los espacios verdes del campus (ODS 15). Estas acciones no solo reducen el impacto ambiental de la institución, sino que también sirven como laboratorios vivos para la sostenibilidad, educando a la comunidad universitaria a través de la práctica (Cortese, 2003).

- **Vinculación con la comunidad y el Tercer Sector:** Los ODS fomentan el compromiso de las IES con la comunidad local y global. Las universidades pueden colaborar con gobiernos locales, empresas, organizaciones no gubernamentales y otras instituciones para implementar proyectos relacionados con los ODS. Esto puede incluir iniciativas de servicio comunitario, desarrollo de capacidades, consultoría o la co-creación de soluciones innovadoras para desafíos locales y regionales (ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos). Esta interacción no solo beneficia a la comunidad, sino que también enriquece la experiencia educativa de los estudiantes (Thomas & Massey, 2015).
- **Medición y reporte de impacto:** La naturaleza cuantificable de las metas e indicadores de los ODS facilita que las IES midan y reporten su progreso en sostenibilidad. Esto les permite evaluar su impacto, identificar áreas de mejora y comunicar sus logros a las partes interesadas internas y externas. Al adoptar métricas basadas en los ODS, las universidades pueden demostrar su contribución tangible a un futuro sostenible, aumentando su transparencia y rendición de cuentas (Global Reporting Initiative, 2016).

La Agenda 2030 y sus ODS no son solo un conjunto de objetivos para los gobiernos, sino una hoja de ruta esencial para todas las organizaciones, incluyendo las instituciones de educación superior. Al integrar los ODS en sus estrategias, operaciones, currículo, investigación y compromiso comunitario, las IES pueden desempeñar un papel transformador en la construcción de un mundo más sostenible. La ecologización de las universidades, impulsada por los ODS, no es solo una cuestión de responsabilidad ambiental, sino una inversión crucial en el futuro de la sociedad y del planeta.

El ODS 4.7: Educación para el desarrollo sostenible y la ciudadanía mundial

Definición y alcance:

La Meta 4.7 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (Educación de Calidad) establece que, para 2030, se debe "asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible".

La UNESCO, como la agencia líder de las Naciones Unidas en educación, ha sido la principal impulsora y conceptualizadora de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). Para la UNESCO (2019), la EDS no es solo un componente curricular, sino un enfoque transformador de la educación que busca empoderar a los estudiantes para que se conviertan en agentes de cambio. Esto implica un aprendizaje que abarca no solo los aspectos cognitivos (conocimiento e información), sino también los socioemocionales (habilidades sociales, empatía, inteligencia emocional) y los conductuales (acciones y comportamientos positivos en favor de la sostenibilidad).

Principales componentes de la EDS:

- **Educación transformativa:** La EDS no se limita a transmitir información sobre sostenibilidad, sino que busca cambiar la forma en que las personas piensan, actúan y se relacionan con el mundo. Su propósito es capacitar a los individuos para que tomen decisiones informadas y responsables, y para que participen activamente en la construcción de sociedades sostenibles.
- **Aprendizaje a lo largo de toda la vida:** La EDS reconoce que el aprendizaje sobre el desarrollo sostenible no se limita a un período específico de la vida, sino que es un proceso continuo que se extiende desde la primera infancia hasta la edad adulta y la educación superior.
- **Enfoque holístico:** Integra las dimensiones ambiental, social y económica de la sostenibilidad. Esto significa que los temas relacionados con el cambio climático, la biodiversidad, la pobreza, la desigualdad, los derechos humanos y la paz se abordan de manera interconectada.
- **Desarrollo de competencias:** La UNESCO (2019) enfatiza el desarrollo de las siguientes competencias necesarias para la sostenibilidad, como:
 - Pensamiento sistémico: Comprender la interconexión de los problemas.
 - Pensamiento crítico: Analizar y evaluar información compleja.
 - Anticipación: Imaginar futuros posibles y deseables.
 - Resolución de problemas: Desarrollar soluciones creativas e innovadoras.
 - Toma de decisiones colaborativa: Trabajar con otros para lograr objetivos comunes.
 - Conciencia de sí mismo: Reflexionar sobre los propios valores y su impacto.
 - Alfabetización en sostenibilidad: Conocer los principios y desafíos de la sostenibilidad.

- **Transformación de los entornos de aprendizaje:** La EDS aboga por transformar los propios entornos educativos (escuelas, universidades) en modelos de sostenibilidad, de modo que el aprendizaje se dé no solo a través del currículo, sino también a través de la experiencia práctica en un campus "verde" y sostenible.
- **Énfasis en la ciudadanía mundial:** La meta 4.7 vincula explícitamente la EDS con la ciudadanía mundial, lo que implica fomentar la comprensión y el respeto por la diversidad cultural, la promoción de la paz, la no violencia y el compromiso con la justicia global.
- **Relevancia:** La EDS es un motor fundamental para lograr todos los demás ODS, ya que equipa a las personas con el conocimiento, las habilidades, los valores y las actitudes necesarios para enfrentar los desafíos de la sostenibilidad. Sin una educación que fomente la comprensión crítica y la acción transformadora, la implementación de la Agenda 2030 sería inviable.

ODS 11.6: Gestión integral de residuos (ONU-Hábitat, 2020)

Definición y alcance:

La Meta 11.6 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) busca, para 2030, "reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo". Aunque la meta es amplia, la gestión de residuos sólidos municipales (GRSM) es un componente central de su implementación.

En particular la ONU-Hábitat, la agencia de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos, es la principal entidad encargada de la implementación y monitoreo del ODS 11. Para ONU-Hábitat (2020), la gestión integral de residuos es un elemento crítico para lograr ciudades sostenibles, ya que una gestión deficiente tiene impactos negativos directos en la salud pública, el medio ambiente (contaminación del suelo, agua y aire), el cambio climático (emisiones de gases de efecto invernadero por vertederos) y la economía.

Componentes de la gestión integral de residuos:

La gestión integral de residuos es un enfoque holístico que va más allá de la simple recolección y disposición de los desechos. Incluye:

- **Reducción en la fuente (prevención):** La prioridad principal es minimizar la cantidad de residuos generados desde el origen. Esto implica cambios en los patrones de producción y consumo, promoviendo productos más duraderos, reutilizables y con menos embalaje.
- **Reutilización:** Fomentar la prolongación de la vida útil de los productos antes de que se conviertan en residuos, a través de la reparación, el intercambio o la donación.
- **Reciclaje y compostaje:** Separación de los residuos en la fuente para su posterior procesamiento y transformación en nuevos productos (reciclaje) o en abono orgánico (compostaje de materia orgánica). Esto reduce la necesidad de materias primas vírgenes y la cantidad de residuos que terminan en vertederos.
- **Recuperación de energía (valorización energética):** En aquellos casos donde la reducción, reutilización y reciclaje no son viables, se considera la recuperación de energía de los residuos, por ejemplo, mediante la incineración con recuperación de energía o la digestión anaeróbica para producir biogás.
- **Disposición final adecuada:** Los residuos que no pueden ser reducidos, reutilizados, reciclados o valorizados energéticamente deben ser dispuestos de manera segura en rellenos sanitarios controlados, minimizando su impacto ambiental y sanitario. Esto contrasta con los vertederos a cielo abierto, que son una fuente importante de contaminación.
- **Infraestructura y tecnología:** Requiere el desarrollo de infraestructuras adecuadas para la recolección selectiva, plantas de tratamiento, reciclaje y disposición final, así como la implementación de tecnologías innovadoras para optimizar los procesos.
- **Participación ciudadana y concienciación:** La gestión de residuos es una responsabilidad compartida. La educación ambiental y la sensibilización de la ciudadanía son cruciales para fomentar la separación en la fuente, la reducción del consumo y la participación en programas de reciclaje.
- **Marcos legales y políticos:** La existencia de leyes, regulaciones y políticas claras que promuevan la gestión sostenible de residuos, incluyendo la responsabilidad extendida del productor, incentivos para el reciclaje y sanciones por incumplimiento.
- **Economía circular:** El ODS 11.6 se alinea con los principios de la economía circular, que busca mantener los recursos en uso durante el mayor tiempo

posible, extraer el máximo valor de ellos mientras están en uso, y recuperar y regenerar productos y materiales al final de cada ciclo de servicio.

- **Relevancia:** Una gestión integral de residuos efectiva es vital para la salud pública, la protección del medio ambiente y la mitigación del cambio climático en las ciudades. Contribuye directamente a la calidad de vida urbana, la eficiencia de los recursos y la resiliencia de las ciudades frente a los desafíos ambientales. Además, tiene vínculos estrechos con otros ODS, como el ODS 3 (Salud y Bienestar), ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento), ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y ODS 13 (Acción por el Clima).

1.2 La Ecologización y su importancia

La ecologización es un proceso integral de transformación institucional que busca incorporar principios de sostenibilidad en todos los ámbitos de la educación, desde la gestión operativa hasta los contenidos formativos. Según la UNESCO-UNEVOC, se define como:

“Transformación orientada a asumir conocimientos y prácticas con intención de favorecer el medio ambiente, fomentar procesos decisivos y estilos de vida más responsables, capaces de generar protección ambiental y sostenibilidad en el uso de los recursos naturales para las generaciones actuales y futuras”

La ecologización no es una opción, es una necesidad que se debe asumir con urgencia y responsabilidad colectiva. En un mundo donde los ecosistemas se deterioran a un ritmo sin precedentes, donde la biodiversidad se erosiona día a día y donde el cambio climático ya no es una amenaza lejana sino una realidad que vivimos en carne propia, transformar nuestra relación con el entorno ya no puede postergarse. Hablamos de un proceso profundo que trasciende la mera incorporación de tecnologías verdes o la creación de áreas protegidas aisladas; se trata de redefinir los cimientos mismos de nuestro desarrollo, de replantear cómo producimos, cómo consumimos y, en esencia, cómo concebimos nuestro lugar en este planeta.

El concepto de ecologización (greening en la literatura anglófona) refiere al proceso de integración transversal de principios ecológicos en los sistemas socioeconómicos, políticos y culturales, trascendiendo el mero enfoque correctivo para adoptar una perspectiva preventiva y sistémica (Tilbury & Wortman, 2008). Este paradigma adquiere relevancia crítica para la sustentabilidad al proponer la reestructuración de las dinámicas productivas, educativas y de gobernanza desde una

lógica de interdependencia con los ecosistemas. La ecologización no se limita a la implementación de tecnologías limpias, sino que implica una transformación profunda de los valores civilizatorios, donde la justicia ambiental y la resiliencia ecológica se convierten en ejes articuladores del desarrollo. Su importancia radica en que aborda las causas estructurales de la crisis ambiental, a diferencia de enfoques superficiales que sólo mitigan sus síntomas, ofreciendo así un marco para enfrentar desafíos como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad desde sus raíces socio-metabólicas (Tilbury & Wortman, 2008).

La importancia de la ecologización radica en su capacidad de integrar la sostenibilidad en cada aspecto de nuestra existencia. No es suficiente con reciclar o reducir emisiones de manera aislada; necesitamos una transformación sistémica que abarque desde las políticas económicas hasta nuestros hábitos cotidianos. Las ciudades deben dejar de ser máquinas de consumo desmedido para convertirse en espacios donde la naturaleza y lo urbano coexistan en armonía. Las industrias deben abandonar el paradigma extractivista que las ha caracterizado por siglos y adoptar modelos circulares donde el residuo se convierta en recurso. La agricultura, responsable de gran parte de la deforestación y el agotamiento de suelos, debe transitar hacia prácticas regenerativas que restauren en lugar de degradar.

Como se ha señalado la verdadera ecologización va más allá de lo técnico o lo político: exige un cambio cultural y de cotidianidad. Durante demasiado tiempo hemos operado bajo la ilusión de que los recursos naturales son infinitos y que los daños ambientales son externalidades asumibles. Hoy sabemos, con crudeza científica, que esta visión no sólo es errónea, sino suicida. Ecologizar implica reconocer que somos parte de una red interdependiente de vida, donde cada acción tiene consecuencias. Es entender que un río contaminado, un bosque talado o una especie extinta no son meras estadísticas, sino grietas irreparables en el tejido que sostiene nuestra propia supervivencia en el planeta Tierra.

Ante la magnitud del desafío, algunos podrían argumentar que los costos de esta transición son prohibitivos, pero, ¿cuál es el precio de no actuar? Los incendios forestales, las sequías prolongadas, la acidificación de los océanos y las migraciones climáticas ya están generando pérdidas humanas y económicas incalculables. La ecologización no es un gasto, es la inversión más crucial que podemos hacer como civilización. Países y empresas pioneras lo han demostrado: las energías renovables son ahora más baratas que los combustibles fósiles en gran parte del mundo, las

construcciones eficientes reducen costos a largo plazo y la agricultura sostenible aumenta la resiliencia frente a crisis climáticas.

1.2.1 La ecologización y su pertinencia socio-ambiental

Hoy las sociedades urbanas contemporáneas generan el 75% de las emisiones globales de CO₂ (UN-Habitat, 2022) y consumen más del 60% de los recursos naturales, a pesar de ocupar sólo el 3% de la superficie terrestre (World Bank, 2021). Frente a esta realidad, la ecologización emerge como una estrategia clave para mitigar los daños ambientales, al promover la transición hacia ciudades sostenibles mediante soluciones basadas en la naturaleza, como son las infraestructuras verdes y sistemas de transporte con bajas emisiones de carbono. Estudios demuestran que la implementación de techos verdes y corredores biológicos en áreas urbanas puede reducir hasta un 40% el efecto de isla de calor y aumentar en un 35% la biodiversidad local (European Environment Agency, 2023). Estos enfoques no solo mejoran la resiliencia climática, sino que también optimizan la calidad de vida urbana, demostrando que la ecologización es tanto una necesidad ambiental como una oportunidad social.

Además, la ecologización aborda críticamente el modelo lineal de producción-consumo urbano, responsable del 50% de los residuos globales (Ellen MacArthur Foundation, 2022). Al impulsar economías circulares y sistemas de gestión sostenible de recursos, se estima que las ciudades podrían reducir su huella ecológica en un 30% para 2030 (UNEP, 2021). Un ejemplo paradigmático es el caso de Copenhague, donde políticas integradas de ecologización —como el reciclaje del 90% de sus residuos de construcción y la generación del 70% de su energía mediante fuentes renovables— han posicionado a la ciudad como líder en sostenibilidad urbana (C40 Cities, 2023). Estos avances evidencian que la ecologización no es un ideal abstracto, sino un marco práctico para transformar los centros urbanos en nodos de regeneración ambiental, siempre que se involucre la voluntad política y la participación ciudadana.

Sin embargo, el éxito de este proceso depende de algo más profundo que incentivos económicos o avances tecnológicos: requiere solidaridad intergeneracional y justicia ambiental. No podemos ecologizar a costa de profundizar desigualdades, ni dejar a comunidades vulnerables cargar con el peso de la transición.

La ecologización verdadera es inclusiva y debe garantizar por ejemplo que los trabajadores de industrias contaminantes tengan alternativas laborales dignas, que

los países en desarrollo accedan a financiamiento para adaptarse o bien que los conocimientos ancestrales de pueblos indígenas, que son verdaderos guardianes de la biodiversidad, sean valorados e incorporados.

Actualmente estamos en un punto de inflexión histórico, la ecologización no debe ser vista como un discurso abstracto, menos como un ideal romántico; es el único camino viable hacia un futuro posible y deseable donde la humanidad no solo sobreviva, sino que florezca en equilibrio con sus entornos. Cada política pública, cada innovación empresarial, cada elección individual cuenta. El momento de actuar para la humanidad en su conjunto es en tiempo presente y bajo convicción, porque la Tierra como muchos pensadores han señalado: no nos pertenece, le pertenecemos a ella y la tomamos prestada de las generaciones venideras, y es nuestro deber cuidarla y mantenerla en condiciones habitables. Si no ecologizamos nuestros espacios vitales enfrentaremos consecuencias que ninguna economía, ni tecnología podrá remediar.

La ecologización no solo implica la protección, tiene mucho que ver con previsión y planeación de estrategias que contribuyan a la lucha global por el medio ambiente, lo que lleva a la inclusión de temas ambientales en los currículos, abarcando un enfoque sistémico que integra dimensiones ambientales, sociales y económicas en la estructura educativa.

1.3 Marco normativo internacional para la sustentabilidad ambiental

El marco jurídico global para el desarrollo sostenible y la ecologización de los sistemas y modos de vida se ha construido mediante un proceso evolutivo de instrumentos multilaterales. La Declaración de Estocolmo (1972) marcó el hito fundacional al reconocer por primera vez a nivel internacional el derecho humano a un ambiente sano (Principio 1). Este principio fue reforzado por la Carta Mundial de la Naturaleza (1982), que introdujo el concepto de "deberes ecológicos" de los Estados (ONU, 1982).

El paradigma contemporáneo surge con el Informe Brundtland (1987) y se consolida en la Cumbre de Río (1992), donde se adoptaron tres instrumentos fundamentales: a) La Agenda 21 como plan de acción global; b) La Convención Marco sobre Cambio Climático (CMNUCC); y c) El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). Como señala Sands "el derecho ambiental internacional pasó de ser sectorial a sistémico con estos instrumentos, estableciendo obligaciones erga omnes en materia de sostenibilidad" (2018, p. 145).

El Acuerdo de París (2015) representa el marco más avanzado, vinculando jurídicamente la acción climática con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Su artículo 2.1.c) establece el principio de "flujos financieros compatibles con bajas emisiones", lo que según Bodansky (2016) "ecologiza el derecho económico internacional" (p. 321). Complementariamente, el Pacto Global por el Medio Ambiente (2017) busca codificar principios como no regresión ambiental y equidad intergeneracional (UNEP, 2018). Los sistemas jurídicos de cada país han respondido de manera diferenciada a estos compromisos internacionales:

El Pacto Verde Europeo (2019) constituye el marco normativo más integrado, con directivas como la Ley Europea del Clima (2021) que establece neutralidad climática para 2050. Como analiza Jordan (2021), "el modelo europeo ecologiza el derecho comunitario mediante mecanismos de gobernanza multinivel" (p. 78). El Pacto Verde Europeo (European Green Deal), presentado por la Comisión Europea en diciembre de 2019, constituye la hoja de ruta más ambiciosa adoptada por una región del mundo para alcanzar la neutralidad climática y transformar su modelo económico hacia la sostenibilidad integral. Este marco estratégico, descrito oficialmente como "la nueva estrategia de crecimiento de Europa" (European Commission, 2019, p. 2), representa un intento sin precedentes por alinear las políticas económicas, industriales y sociales con los imperativos ecológicos del Antropoceno, particularmente el objetivo del Acuerdo de París de limitar el calentamiento global a 1.5°C. A diferencia de enfoques ambientales previos, el Pacto Verde no se limita a medidas sectoriales, sino que propone una reingeniería completa del sistema productivo y social europeo bajo el principio de "no dejar a nadie ni a ningún lugar atrás" (Just Transition Mechanism, 2020).

El núcleo del Pacto Verde se articula alrededor de siete pilares interconectados: (1) la Ley Europea del Clima que hace jurídicamente vinculante el objetivo de neutralidad carbónica para 2050; (2) el plan "De la Granja a la Mesa" para transformar el sistema agroalimentario; (3) la Estrategia sobre Biodiversidad 2030; (4) el Plan de Acción de Economía Circular; (5) la Estrategia Industrial Verde; (6) el Mecanismo de Transición Justa; y (7) la renovación del sistema financiero mediante la Taxonomía Verde de la UE (European Commission, 2021). Esta arquitectura política refleja una comprensión sistémica de las crisis ecológicas, reconociendo que problemas como la pérdida de biodiversidad, la contaminación química y el cambio climático deben abordarse de manera integrada. El paquete "Fit for 55", adoptado en 2021, operacionaliza estos objetivos mediante medidas concretas como la eliminación

gradual de vehículos de combustión interna para 2035 y la creación del primer impuesto al carbono en frontera del mundo (CBAM, por sus siglas en inglés) (Van Zeben, 2022).

Desde una perspectiva económica, el Pacto Verde representa lo que Mazzucato (2021) denomina un "Estado emprendedor" a escala continental, donde las instituciones públicas asumen un rol activo en dirigir la innovación hacia desafíos sociales y ambientales. Con una inversión prevista de al menos 1 billón de euros durante la década 2020-2030 (Next Generation EU, 2020), el plan moviliza recursos sin precedentes para investigación en tecnologías limpias, rehabilitación energética de edificios y desarrollo de infraestructuras sostenibles. Sin embargo, esta transición genera tensiones significativas, particularmente en regiones dependientes de industrias extractivas o intensivas en carbono, donde el desempleo tecnológico y la reconversión industrial plantean desafíos sociales complejos (Just Transition Fund, 2021). La crisis energética derivada de la guerra en Ucrania ha añadido capas adicionales de complejidad, acelerando por un lado la transición hacia energías renovables (REPower, 2022), pero también generando respuestas contradictorias como la reactivación temporal de centrales de carbón en algunos Estados miembros (Goldthau & Sitter, 2022).

Las críticas al Pacto Verde provienen de múltiples frentes. Algunos analistas argumentan que su enfoque sigue estando demasiado centrado en soluciones tecnológicas y mecanismos de mercado, sin cuestionar suficientemente los patrones de consumo y producción insostenibles (Fuchs & Di Giulio, 2021). Otros señalan contradicciones entre los objetivos ambientales y políticas comerciales que perpetúan relaciones extractivas con el Sur Global (Brand et al., 2021). No obstante, el Pacto Verde representa un experimento político de extraordinaria relevancia para la gobernanza ambiental global, demostrando que es posible articular una visión de prosperidad post-crecimiento dentro de los marcos institucionales existentes. Como señala Timmermans (2021), vicepresidente ejecutivo para el Pacto Verde Europeo, "esta no es solo una estrategia climática, sino un nuevo contrato social para el siglo XXI".

Por su parte la Agenda 2030, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015, representa el marco de acción global más comprensivo para abordar los complejos desafíos del desarrollo en el siglo XXI. Este plan de acción, formalizado en la Resolución A/RES/70/1, articula 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 169 metas específicas que integran por primera vez de manera

indivisible las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo (United Nations, 2015). La singularidad de esta agenda radica en su carácter universal, aplicable tanto a países desarrollados como en desarrollo, y en su enfoque transformador que reconoce la interdependencia entre problemas aparentemente desconectados, como la desigualdad económica, el cambio climático y la paz internacional.

El proceso histórico que condujo a la Agenda 2030 puede rastrearse a través de varias cumbres internacionales, desde la Conferencia de Estocolmo sobre Medio Ambiente Humano (1972) hasta la Cumbre de la Tierra en Río (1992), pasando por los Objetivos de Desarrollo del Milenio (2000-2015). Sin embargo, la Agenda 2030 supera estos antecedentes al proponer un enfoque sistémico que cuestiona el paradigma tradicional de crecimiento económico ilimitado (Sachs, 2015). Los ODS se estructuran en cinco áreas clave conocidas como las "5 P's": Personas, Planeta, Prosperidad, Paz y Alianzas (Partnerships), cada una de las cuales contiene objetivos cuantificables con indicadores globales estandarizados.

El ODS 4 sobre educación de calidad, el ODS 7 sobre energía asequible y no contaminante, y el ODS 13 sobre acción climática ilustran cómo la agenda intenta abordar desafíos interconectados. Por ejemplo, la transición energética (ODS 7) no solo contribuye a mitigar el cambio climático (ODS 13), sino que también puede mejorar la salud pública (ODS 3) al reducir la contaminación atmosférica (WHO, 2018). Esta interconexión es a la vez la mayor fortaleza y el principal desafío de la Agenda 2030, ya que requiere mecanismos de gobernanza innovadores que superen los silos institucionales tradicionales (Biermann *et al.*, 2022).

A ocho años de su implementación, los avances han sido desiguales. Mientras algunos indicadores como la reducción de la pobreza extrema mostraban progreso antes de la pandemia COVID-19 (World Bank, 2020), otros como la pérdida de biodiversidad y la desigualdad de género continúan siendo desafíos persistentes (UNDP, 2022). La crisis multidimensional actual, exacerbada por conflictos geopolíticos y recesiones económicas, ha puesto en evidencia las tensiones inherentes a la agenda, particularmente entre el crecimiento económico (ODS 8) y la sostenibilidad ambiental (ODS 12-15) (Hickel, 2020).

La implementación efectiva de la Agenda 2030 requiere transformaciones profundas en cuatro niveles: políticas públicas coherentes con los ODS en todos los sectores, alianzas multiactor que incluyan sector privado y sociedad civil, sistemas de monitoreo y evaluación robustos, sobre todo un cambio en los patrones de producción

y consumo insostenibles (UNEP, 2021). Como señala el Informe sobre el Desarrollo Sostenible 2023, el éxito de la agenda dependerá de la capacidad de los países para "traducir la ambición global en acción local" (Sachs *et al.*, 2023, p. 5), manteniendo el principio de no dejar a nadie atrás que constituye el núcleo ético de este acuerdo histórico.

Figura 3 | Línea del tiempo: Eventos importantes en la evolución del derecho ambiental en todo el mundo



Fuente: Elaboración propia.

El marco jurídico internacional ha transitado por cuatro generaciones normativas (Kim & Bosselmann, 2023):

1. **Era Declarativa (1972-1992):** La Declaración de Estocolmo estableció 26 principios que, aunque no vinculantes, sentaron las bases del soft law ambiental. Como señala Birnie (2009), "*su mayor logro fue romper el dogma de la soberanía absoluta sobre recursos naturales*" (p. 112).
2. **Era Convencional (1992-2012):** Río-92 generó 27 principios jurídicamente vinculantes. La CMNUCC adoptó el enfoque de "responsabilidades comunes pero diferenciadas" (Art. 3.1), creando un régimen asimétrico que según Rajamani (2021) "reproduce desigualdades Norte-Sur en la gobernanza climática" (p. 45).
3. **Era de Implementación (2012-2022):** El Acuerdo de París introdujo mecanismos innovadores como son:

- NDCs (Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional)
 - Artículo 6 sobre mercados de carbono
 - Transparency Framework (Marco de Transparencia Reforzado)
4. **Era del Antropoceno (2022-actualidad):** Emergen nuevos instrumentos como:
- Tratado sobre Alta Mar (2023)
 - Resolución de la ONU sobre Derecho Humano a Ambiente Sano (2022)
 - Iniciativa para un Tratado de No Proliferación de Combustibles Fósiles.

Últimos avances en materia de normatividad ambiental en el mundo

Constituciones ecológicas:

- Ecuador (2008): Art. 71 reconoce derechos de la Naturaleza (Pacha Mama)
- Nueva Zelanda (2017): Personalidad jurídica del río Whanganui
- Chile (Propuesta 2023): Estatuto Constitucional de los Bienes Comunes

Legislación sectorial avanzada:

- Francia: Ley EGAlim (2018) prohíbe plásticos de un solo uso y establece 50% productos agroecológicos en comedores públicos
- Costa Rica: Ley de Gestión Integral de Residuos (2021) implementa responsabilidad extendida del productor con metas escalonadas
- India: Enmienda a la Ley de Compensación Ambiental (2022) incluye delitos ecológicos como crimen organizado

Casos jurisprudenciales paradigmáticos:

- Urgenda Foundation vs. Países Bajos (2019): Corte Suprema holandesa ordenó reducir emisiones en 25% basada en deber de cuidado (duty of care)
- Lhaka Honhat vs. Argentina (2020): Corte IDH reconoció violación de derechos ambientales de comunidades indígenas
- Neubauer vs. Alemania (2021): Tribunal Constitucional alemán declaró insuficiente la ley climática por afectar libertades futuras

Desafíos normativos contemporáneos (Vacíos regulatorios)

- Contaminación por microplásticos: Solo 9 países con regulación (UNEP, 2023)
- Geoingeniería climática: Ausencia de marco global (Hubert, 2022)
- Economía digital: Huella ecológica de criptomonedas no regulada

Conflictos normativos

- OMC vs. Acuerdos Ambientales: Caso de subsidios a energías fósiles
- Derechos de inversores vs. regulación ambiental: ISDS en TLCs
- Seguridad alimentaria vs. conservación: Uso de agroquímicos

Tendencias emergentes

- Derecho penal ambiental: Estatuto de Roma evalúa incluir ecocidio como crimen internacional (Higgins, 2023)
- Derechos de la naturaleza: 37 países han reconocido algún formato (Global Alliance, 2023)
- Litigio climático: 2,000 casos activos en 65 países (Setzer & Byrnes, 2022)

Otros contextos:

En China se ha desarrollado un modelo peculiar con su Ley de Promoción de la Economía Circular (2008) y el sistema de "líneas rojas ecológicas" (2014). Lo (2022) argumenta que "combina instrumentos de mercado con control estatal centralizado" (p. 134).

En América Latina se destacan casos como la Constitución Ecológica de Ecuador (2008), que reconoce derechos de la naturaleza (art. 71), y la Ley General de Cambio Climático de México (2012), pionera en países emergentes. Según Gudynas (2020), "estas innovaciones representan un constitucionalismo ecológico con raíces en epistemologías indígenas" (p. 215)

1.3.1 Contexto mexicano:

El marco jurídico mexicano en materia de ecologización y desarrollo sustentable es amplio y abarca disposiciones constitucionales, leyes generales, normas oficiales y políticas públicas que buscan integrar la sostenibilidad en todos los sectores, incluyendo las Instituciones de Educación Superior (IES). A continuación, se profundiza en cada uno de los instrumentos legales más relevantes.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Carta Magna establece las bases jurídicas para la protección ambiental y el desarrollo sustentable:

Artículo 4° / Derecho humano a un medio ambiente sano:

Establece que toda persona tiene derecho a un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. Impone al Estado la obligación de garantizar este derecho mediante políticas públicas y acciones de protección ecológica.

Relevancia para las IES: Las universidades deben incorporar este principio en su misión institucional, promoviendo prácticas sostenibles en sus campus y programas académicos.

Artículo 25° / Desarrollo económico con sustentabilidad:

Señala que el Estado debe planear el desarrollo nacional bajo criterios de sustentabilidad, eficiencia e inclusión social.

Implicaciones para las IES: Las universidades deben alinear sus proyectos de investigación y vinculación con sectores productivos bajo modelos de economía circular y baja emisión de carbono.

Artículo 27° / Propiedad y uso sustentable de los recursos naturales: Regula el aprovechamiento de recursos naturales, estableciendo que su explotación debe ser racional y respetuosa del equilibrio ecológico.

Aplicación en las IES: Las universidades deben fomentar investigaciones sobre manejo sustentable de recursos y adoptar medidas de eficiencia hídrica y energética en sus instalaciones.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Es la ley ambiental más importante en México y establece mecanismos para la conservación de los ecosistemas, promulgada en 1988 y considerada el eje de la política nacional para la protección de los ecosistemas y el uso sustentable de los recursos naturales. Se trata de una ley de carácter federal que establece los principios, instrumentos y mecanismos mediante los cuales se organiza la política ambiental del país, buscando armonizar las actividades humanas con la conservación de la naturaleza.

Su función principal es servir como guía y marco legal para la prevención, control y restauración de la contaminación; la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; la ordenación ecológica del territorio; la protección de la biodiversidad; y la participación ciudadana en la gestión ambiental. A través de ella se delimitan las competencias de la federación, los estados y los municipios en el cuidado del medio ambiente, garantizando así una coordinación entre distintos niveles de gobierno.

En esencia, la LGEEPA sirve para equilibrar el desarrollo económico y social con la preservación de los ecosistemas, procurando que las generaciones presentes satisfagan sus necesidades sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras. Es una herramienta que no solo regula las actividades productivas y urbanas, sino que también orienta la educación, la investigación y la participación comunitaria, consolidándose como el pilar jurídico que sostiene la política ambiental mexicana.

Bases legales y de normatividad ambiental aplicables en México

En los últimos años México se ha comprometido a colaborar con la visión de sustentabilidad y para tal efecto ha venido orientando sus programas y acciones bajo la siguiente normatividad.

Ley General de Cambio Climático (2021): promulgada en 2012 y reformada sustancialmente en 2018, constituye el principal instrumento jurídico de México para hacer frente a los desafíos del calentamiento global dentro de un marco de desarrollo sostenible. Como uno de los primeros países emergentes en contar con una legislación integral en la materia, México estableció con esta ley un precedente significativo en la articulación entre política climática y derechos humanos (DOF, 2012). La LGCC surge en el contexto de los compromisos internacionales asumidos por México bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y refleja los principios de responsabilidades comunes pero diferenciadas establecidos en el Acuerdo de París (2015).

El núcleo normativo de la LGCC se estructura en torno a cuatro ejes fundamentales: mitigación, adaptación, instrumentos económicos y gobernanza climática. En materia de mitigación, la ley estableció originalmente la meta de reducir el 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al 2020 y el 50% al 2050, con respecto a las emisiones del año 2000 (DOF, 2012, Art. 3°). Sin embargo, la reforma de 2018 elevó estas ambiciones, alineándose con los compromisos del Acuerdo de París y estableciendo la meta condicional de reducir el 36% de GEI al 2030 (DOF, 2018). Estos objetivos se operacionalizan a través del Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) y los Programas Especiales de Cambio Climático (PECC), que articulan acciones transversales en sectores clave como energía, transporte, agricultura y manejo de residuos.

En el ámbito de la adaptación, la LGCC fue pionera al incorporar el concepto de "adaptación basada en ecosistemas" (Art. 7°), reconociendo el valor de los servicios ecosistémicos para reducir la vulnerabilidad social ante fenómenos climáticos extremos. Este enfoque resultó particularmente relevante para México, considerado uno de los países más vulnerables al cambio climático debido a su exposición a huracanes, sequías e inundaciones, así como a la alta sensibilidad de sus sectores productivos (CONAGUA, 2020). La ley mandata la elaboración de Atlas de Riesgo y Estrategias de Adaptación a nivel estatal y municipal, aunque su

implementación ha enfrentado desafíos importantes por limitaciones técnicas y financieras en los gobiernos locales (Martínez et al., 2021).

Uno de los aspectos más innovadores de la LGCC es su capítulo sobre instrumentos económicos (Título Quinto), que incluye la creación de un mercado voluntario de carbono y la posibilidad de establecer impuestos ambientales. No obstante, la efectividad de estos mecanismos ha sido cuestionada debido a la falta de reglamentación adecuada y a subsidios persistentes a combustibles fósiles que contradicen los objetivos climáticos (OECD, 2021). El caso del impuesto al carbono, establecido en 2014 pero con una tasa significativamente inferior a las recomendaciones internacionales, ilustra las tensiones entre las metas ambientales y las consideraciones económicas (García et al., 2022).

Desde la perspectiva de la gobernanza, la LGCC creó instituciones especializadas como el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y el Consejo de Cambio Climático, este último con participación de académicos, empresarios y organizaciones de la sociedad civil. Este modelo de gobernanza multi actor ha sido reconocido internacionalmente como buena práctica (UNEP, 2020), aunque algunos análisis señalan limitaciones en su capacidad para influir en las políticas sectoriales de mayor impacto ambiental, particularmente en el sector energético (Romero-Lankao et al., 2022).

La evaluación del primer decenio de implementación de la LGCC revela avances significativos en el marco normativo e institucional, pero también importantes brechas de cumplimiento. Mientras México logró establecer un sistema robusto de medición, reporte y verificación de emisiones (MRV), las reducciones efectivas de GEI han sido insuficientes para alcanzar las metas establecidas (SEMARNAT, 2021). Este desfase entre ambición y acción refleja tensiones estructurales entre la política climática y otros objetivos de desarrollo, particularmente evidentes en proyectos emblemáticos como la Refinería Dos Bocas, cuyos impactos climáticos contradicen abiertamente los compromisos legales (Toledo et al., 2023).

Programa Nacional Hídrico (2020-2024): Constituye el instrumento rector de la política hídrica en México durante el actual sexenio, formulado bajo los principios constitucionales de acceso al agua como derecho humano y de gestión sustentable de los recursos hídricos. Este documento estratégico, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de julio de 2020 (DOF, 2020), se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y responde al contexto de crisis hídrica que enfrenta el país, donde el 40% de los acuíferos presentan sobreexplotación y más de 12 millones de

personas carecen de acceso seguro al agua potable (CONAGUA, 2021). El PNH se estructura en seis objetivos prioritarios que abarcan desde la garantía del acceso equitativo al agua hasta la adaptación al cambio climático, pasando por la modernización de la infraestructura hídrica y el fortalecimiento de la gobernanza del agua.

El primer eje estratégico del PNH se centra en garantizar el derecho humano al agua y saneamiento, particularmente para las poblaciones históricamente marginadas. Este objetivo cobra especial relevancia a la luz del artículo 4° constitucional reformado en 2012, que reconoció explícitamente el derecho humano al agua (Cámara de Diputados, 2012). Para operacionalizar este mandato, el Programa plantea metas específicas como reducir en 50% el número de personas sin acceso diario al agua potable y alcanzar el 100% de cobertura en saneamiento básico en zonas urbanas (DOF, 2020, p. 23). Sin embargo, estudios recientes cuestionan la viabilidad de estas metas dado el subejercicio crónico del presupuesto en el sector hídrico, que en 2022 apenas alcanzó el 68% de lo programado (IMCO, 2023). La pandemia por COVID-19 exacerbó estas desigualdades, evidenciando cómo las comunidades rurales e indígenas fueron las más afectadas por la falta de acceso a servicios básicos de agua durante la emergencia sanitaria (ONU-DH, 2021).

En materia de seguridad hídrica, el PNH introduce innovaciones conceptuales al adoptar un enfoque de cuenca hidrológica como unidad básica de gestión, retomando experiencias internacionales como las de la Unión Europea con la Directiva Marco del Agua (OECD, 2021). Este enfoque busca superar la fragmentación institucional histórica del sector hídrico mexicano, donde coexisten 13 Consejos de Cuenca, 25 Organismos de Cuenca y más de 1,600 Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), con frecuentes duplicidades y conflictos de competencia (Wester et al., 2022). El Programa prioriza intervenciones en 37 cuencas consideradas estratégicas por su vulnerabilidad climática o importancia económica, aunque críticos señalan que esta selección carece de criterios técnicos transparentes y reproduce desigualdades regionales (Torregrosa et al., 2021).

Uno de los componentes más ambiciosos del PNH es su estrategia para enfrentar la sobreexplotación de acuíferos, que afecta al 40% de las unidades de gestión hídrica del país (CONAGUA, 2022). El Programa propone un modelo de "recarga inducida" mediante obras de infiltración y la restauración de ecosistemas inspirado en experiencias exitosas como el proyecto de recarga artificial del acuífero del Valle de México (SACMEX, 2021). No obstante, persisten desafíos significativos

en la implementación, particularmente por la resistencia de usuarios agrícolas -que consumen el 76% del agua nacional- a modificar sus patrones de extracción (INEGI, 2022). El caso del acuífero de la Comarca Lagunera, donde los niveles freáticos han descendido más de 150 metros en tres décadas pese a estar declarado zona de veda desde 1992, ilustra las limitaciones de las políticas regulatorias sin mecanismos efectivos de fiscalización (Wilder et al., 2023).

La adaptación al cambio climático constituye otro eje transversal del PNH, que incorpora por primera vez criterios de riesgo climático en la planeación hídrica. Esto resulta particularmente relevante para México, considerado por el IPCC (2022) como uno de los países más vulnerables a los impactos hídricos del calentamiento global, con proyecciones de reducción del 10-30% en la disponibilidad de agua para 2050 en regiones áridas y semiáridas. El Programa plantea medidas como la actualización de los registros de derechos de agua, la modernización de los sistemas de medición y el fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana ante sequías (DOF, 2020, p. 45). Sin embargo, evaluaciones independientes señalan que estas acciones han avanzado lentamente, con solo el 12% de los distritos de riego equipados con sistemas de medición volumétrica al cierre de 2023 (GWI, 2023).

Estrategia Nacional de transición energética y aprovechamiento sustentable de la energía (ENTE): Es un instrumento de política pública diseñado para guiar a México hacia un modelo energético bajo en carbono, eficiente y sustentable. Esta estrategia se enmarca en los compromisos internacionales asumidos por el país en materia de cambio climático, así como en los objetivos de la Ley de Transición Energética (LTE) y la Ley General de Cambio Climático (LGCC).

Según la Secretaría de Energía (SENER), la ENTE busca: "Promover el uso de tecnologías limpias, incrementar la eficiencia energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, garantizando al mismo tiempo la seguridad energética y el acceso universal a la energía" (SENER, 2020, p. 15). En cuanto al fomento de las energías renovables la meta es incrementar al menos 35% de la generación eléctrica con energías limpias para 2024 (LTE, Art. 3).

Eficiencia energética: Implementar programas de ahorro de energía en sectores industriales, residenciales y de transporte. Según la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), se busca reducir la intensidad energética en un 1.9% anual (CONUEE, 2021). **Innovación y desarrollo tecnológico**

1. Promover investigación en energías limpias y almacenamiento energético.
2. Creación del Fondo para la Transición Energética (LTE, Art. 83).
3. Acceso universal y justicia energética
4. Llevar energía sustentable a comunidades rurales y marginadas.
5. Programas como "Luz Sustentable" han beneficiado a más de 1.8 millones de hogares (SENER, 2021).
6. Marco regulatorio y financiamiento
7. Fortalecer instrumentos fiscales y subsidios para proyectos renovables.
8. Alineación con el Acuerdo de París (INDC México, 2015).

Retos y Críticas

A pesar de sus avances, la ENTE enfrenta desafíos con son:

- Dependencia de combustibles fósiles: México aún genera ~70% de su electricidad con fuentes fósiles (IEA, 2022).
- Incertidumbre regulatoria: Cambios en políticas energéticas han desincentivado inversiones privadas en renovables (Wood Mackenzie, 2023).
- Financiamiento limitado: Falta de recursos para escalar proyectos eólicos y solares (BNEF, 2022).

Ciertamente la ENTE representa un avance significativo en la descarbonización de México, pero requiere mayor consistencia en su implementación, financiamiento robusto y cooperación intersectorial para cumplir sus metas.

Ley general de Vida Silvestre (LGVS): publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 3 de julio de 2000 y reformada en múltiples ocasiones (última reforma en 2023), es el principal instrumento jurídico en México para la conservación, manejo sustentable y protección de las especies silvestres y sus hábitats. Esta ley se enmarca en el Artículo 4º constitucional, que garantiza el derecho a un medio ambiente sano, y se alinea con compromisos internacionales como:

- El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (1992).
- La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES) (1975).
- Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 15 (ONU, 2015).

"La LGVS tiene como objetivo regular el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, su restauración y conservación, así como la distribución justa y equitativa de sus beneficios" (LGVS, Art. 1);

Esta ley está compuesta por 12 Títulos y 150 artículos, organizados en los siguientes ejes temáticos:

1. Definiciones y Ámbito de Aplicación (Título Primero, Arts. 1-5) Establece que la ley aplica a: Especies nativas (flora y fauna silvestres).

Especies exóticas que se encuentren en hábitats naturales.

Hábitats críticos (zonas de reproducción, alimentación y refugio).

2. Conservación y Aprovechamiento Sustentable (Títulos Segundo y Tercero, Arts. 6-45). Instrumentos de conservación: Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) (Arts. 39-45). Sistemas de monitoreo para especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT). Prohibiciones:

Extracción no autorizada de especies protegidas (Art. 55). Comercio ilegal de vida silvestre (Art. 120).

3. Especies en Riesgo (Título Cuarto, Arts. 46-60).

Clasifica especies en cuatro categorías (Art. 48): En peligro de extinción (ej. jaguar, vaquita marina). Amenazadas (ej. ocelote, guacamaya roja). Sujetas a protección especial (ej. ajolote). Probablemente extintas en el medio silvestre.

4. Investigación y Educación Ambiental (Título Séptimo, Arts. 85-92) Promueve la participación de instituciones académicas en estudios sobre biodiversidad. Establece la obligación del Estado de fomentar programas de educación ambiental (Art. 89).

5. Infracciones y Sanciones (Título Décimo, Arts. 120-139)

Multas económicas (hasta 50,000 días de salario mínimo). Clausura de actividades ilegales. Prisión (de 1 a 9 años) por tráfico de especies protegidas (Art. 127).

Norma NMX-SAA-14064: basada en la norma internacional ISO 14064, representa el estándar técnico de referencia en México para la cuantificación, reporte y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en organizaciones públicas y privadas. Publicada inicialmente en 2010 por la Secretaría de Economía en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), esta norma se ha posicionado como un instrumento clave para la transparencia climática corporativa y la alineación con los compromisos internacionales de México bajo el Acuerdo de París (DOF, 2012). La versión más reciente, actualizada en 2020, incorpora las mejores prácticas internacionales en contabilidad de carbono y responde a la creciente demanda de información ambiental confiable por parte de inversionistas, reguladores y consumidores (SEMARNAT, 2021).

La estructura de la NMX-SAA-14064 se compone de tres partes interrelacionadas que cubren todo el ciclo de gestión de GEI. La Parte 1 establece los requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de emisiones a nivel organizacional, incluyendo la delimitación de límites operacionales, la identificación de fuentes de emisión significativas y la selección de factores de emisión apropiados (IMNC, 2020). Este apartado es particularmente relevante en el contexto mexicano, donde sectores como el energético (responsable del 71% de las emisiones nacionales) y el industrial (14%) requieren metodologías estandarizadas para medir su huella de carbono (INECC, 2022). La norma adopta el principio de "importancia relativa" para priorizar aquellas fuentes de emisión que representan al menos el 95% del total de GEI emitidos por la organización, un enfoque que busca optimizar recursos sin comprometer la integridad de los inventarios (Gómez *et al.*, 2021).

La Parte 2 de la norma se enfoca en proyectos específicos de reducción o remoción de GEI, proporcionando lineamientos para la cuantificación de beneficios climáticos y el establecimiento de líneas base. Este componente ha adquirido especial relevancia con el crecimiento del mercado voluntario de carbono en México, que registró un incremento del 320% en proyectos certificados entre 2018 y 2022 (CCM, 2023). La norma establece requisitos rigurosos para garantizar la adicionalidad, permanencia y evitación de fugas en proyectos de mitigación, aspectos críticos para asegurar la integridad ambiental de los créditos de carbono (Martínez & Fernández, 2022). Casos como el proyecto forestal "Scolel Té" en Chiapas, que ha logrado certificar bajo esta norma la captura de más de 500,000 toneladas de CO₂e mediante sistemas agroforestales, demuestran su potencial para impulsar acciones de mitigación con beneficios sociales y ambientales coadyuvantes (Galindo *et al.*, 2023).

La Parte 3 establece los requisitos para la validación y verificación de declaraciones sobre GEI, un proceso clave para garantizar la credibilidad de los reportes corporativos. La norma exige que los verificadores acreditados evalúen la conformidad con los principios de exactitud, integridad, consistencia, transparencia y relevancia (IMNC, 2020, p. 45). Este mecanismo de aseguramiento ha contribuido a reducir el riesgo de "greenwashing" en el mercado mexicano, aunque persisten desafíos relacionados con la capacidad técnica limitada de algunos organismos de verificación y la falta de armonización con otros estándares internacionales (Pérez & Ramírez, 2023). Datos del Registro Nacional de Emisiones (RENE) indican que solo el 62% de los reportes presentados en 2022 cumplieron plenamente con los requisitos

de la NMX-SAA-14064, destacando la necesidad de mayor capacitación y supervisión (SEMARNAT, 2023).

La adopción de esta norma ha sido impulsada tanto por mecanismos regulatorios como por incentivos de mercado. Desde 2014, el Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) otorga el certificado "Industria Limpia" a empresas que implementan sistemas de gestión de GEI conforme a la NMX-SAA-14064 (PROFEPA, 2022). Paralelamente, bolsas de valores como la BMV han incorporado criterios de reporte climático basados en esta norma para sus índices de sustentabilidad (BMV, 2021). Sin embargo, estudios recientes señalan que su implementación sigue siendo desigual, con una concentración en grandes empresas (78% del total de organizaciones certificadas) y sectores de alto perfil ambiental como el energético y el automotriz, mientras que las PYMEs representan menos del 5% de los usuarios (Hernández *et al.*, 2023).

1.4 Colaboración educativa y acción académica para la sustentabilidad ambiental. Las instituciones de educación superior

Las instituciones de educación superior (IES) juegan un papel fundamental en la transición hacia sociedades sostenibles, no solo por su labor formativa, sino también por su impacto operativo y su influencia social. Según el informe The Sustainable Development Goals Report 2023 de las Naciones Unidas, el sector educativo es responsable de aproximadamente el 2-3% de las emisiones globales de CO₂, porcentaje que aumenta significativamente cuando se consideran las actividades conexas de investigación y extensión (United Nations, 2023).

La ecologización de las IES implica, por tanto, no sólo la incorporación de la sostenibilidad en los planes de estudio, sino también la transformación de sus infraestructuras, políticas de compras y sistemas de gestión energética. Estudios recientes demuestran que las universidades que implementan programas integrales de sostenibilidad pueden reducir su huella de carbono hasta en un 30% en un plazo de cinco años (Leal Filho *et al.*, 2021), lo que subraya el potencial de estas instituciones como modelos de buenas prácticas.

Más allá de su impacto ambiental directo, la ecologización de las IES es crucial para formar profesionales que enfrentarán los complejos desafíos socioambientales del siglo XXI. Para ello como señala Sterling (2021), la educación superior debe evolucionar desde un enfoque de "sostenibilidad superficial" hacia una "reorientación

paradigmática" que integre los principios ecológicos en todas las disciplinas y funciones institucionales. Esta transformación no solo genera beneficios ambientales, sino que también mejorará la calidad educativa al fomentar el pensamiento crítico, la innovación y el compromiso ético con las generaciones futuras. Ejemplos como el programa Green Metric de la Universidad de Indonesia, que evalúa y promueve la sostenibilidad en más de 1.000 universidades a nivel global, demuestran cómo la ecologización puede convertirse en un eje central de la excelencia académica y la responsabilidad social universitaria (Siregar & Sagala, 2022).

1.4.1 Los campus universitarios ejemplo de sustentabilidad ambiental

Los campus universitarios juegan un papel muy importante en todo el mundo, ya que son los encargados de formar a las próximas generaciones de profesionales y ciudadanos aportarán conocimiento, propuestas y nuevas tecnologías en pro de salvaguardar los derechos ambientales de todos los seres humanos y especies con las cuales coexisten.

Es por ello que implementar la ecologización en las instituciones de educación superior (IES) es un tema prioritario. Para emprender su ecologización hoy se identifican cinco ejes cardinales interconectados.

1.4.2 Ejes de ecologización Universitaria

1. Ecologizar el campus: Implica transformar la infraestructura, la gestión administrativa y las dinámicas comunitarias de las universidades para que operen bajo principios de sostenibilidad radical. No se trata solo de reducir el consumo energético o reciclar residuos, sino de reimaginar estos espacios como laboratorios vivos de transición socioecológica. Como advierte Orr (2004), "las universidades que enseñan sostenibilidad en aulas insostenibles son cómplices de un discurso esquizofrénico" (p. 112). Este proceso requiere intervenciones sistémicas:

-Infraestructura regenerativa: Edificios con certificación LEED o Passivhaus, energías renovables autosuficientes y sistemas de captación pluvial. La Universidad de Stanford, por ejemplo, redujo un 68% sus emisiones con una red geotérmica (Mehta et al., 2021).

-Pedagogía del territorio: Huertos urbanos, corredores biodiversos y aulas abiertas que vinculen aprendizaje con prácticas ecológicas. Según Gruenewald (2003), "un campus ecologizado es un currículum en sí mismo, donde los muros entre teoría y praxis se disuelven" (p. 9).

-Gobernanza participativa: Comités de sostenibilidad con voz estudiantil, presupuestos verdes y auditorías circulares. El modelo de la "Universidad Slow" (Berg & Seeber, 2016) cuestiona la lógica extractivista incluso en los ritmos académicos.

Los desafíos son profundos. Como denuncia Barlett (2011), "muchos campus son islas de privilegio en mares de injusticia ambiental" (p. 24), al externalizar sus residuos o gentrificar entornos. La verdadera ecologización exige alianzas con movimientos sociales, como los "Campus Climáticos" en Europa que bloquean el financiamiento a combustibles fósiles (Nyberg & Wright, 2023).

2. Ecologizar los currículos y la formación: Incluye integración de competencias sostenibles en todas las disciplinas, los principios de sostenibilidad ambiental, justicia social y responsabilidad ecológica en los procesos educativos, formación de empleos verdes y tecnologías limpias. Este enfoque busca transformar la educación para que responda a los desafíos socioambientales del siglo XXI, formando ciudadanos críticos y comprometidos con el cuidado del planeta.

3. Ecologizar la investigación: Trata de la elaboración de estudios aplicados a soluciones ambientales y sociales, consiste en reorientar los procesos, metodologías y objetivos de la investigación científica para que contribuyan activamente a la sostenibilidad socioambiental. Esto implica no solo estudiar problemas ecológicos, sino también adoptar prácticas de investigación que minimicen su huella ambiental, fomenten la justicia epistémica e integren saberes tradicionales y científicos en la búsqueda de soluciones transformadoras. Como bien señala Wals (2019), "la investigación para la sostenibilidad debe ser transdisciplinar, participativa y orientada a la acción, rompiendo con la ilusión de neutralidad y asumiendo su rol político en la transición ecológica" (p. 45).

Un ejemplo clave es el principio de "investigación acción participativa", donde comunidades afectadas por crisis ambientales co-diseñan estudios con académicos, como ocurre en proyectos sobre justicia hídrica en Latinoamérica (Toledo, 2020). También incluye reducir el impacto material de la investigación: desde el uso de energías renovables en laboratorios hasta la preferencia por publicaciones digitales y conferencias low-carbon (Shrivastava et al., 2020).

La crítica de Shiva (2016) es contundente: "La ciencia moderna ha colonizado la naturaleza con metodologías reduccionistas; ecologizar la investigación exige desaprender el extractivismo cognitivo" (p. 112). Esto demanda éticas post-críticas,

como el enfoque "TEK" (Traditional Ecological Knowledge), que reconoce saberes indígenas en conservación (Berkes, 2018).

4. Ecologizar la comunidad y el trabajo: Vinculación con empresas y sectores para prácticas sostenibles. Ecologizar la comunidad y el trabajo implica reestructurar las relaciones humanas y las dinámicas productivas para que estén en armonía con los límites planetarios y la justicia social. No se trata sólo de implementar medidas "verdes" superficiales, sino de transformar profundamente cómo nos organizamos, producimos y convivimos en un mundo en crisis socioecológica. Como señala Kallis (2019), "la sostenibilidad no es un problema técnico, sino político: exige repensar el trabajo como un acto de cuidado, no de explotación"

5. Ecologizar la cultura institucional: Incorporación de valores éticos y sostenibles en la gobernanza que implica transformar los valores, normas y prácticas de gobierno de una organización para alinearlos con principios éticos de sostenibilidad socioambiental. No se trata simplemente de adoptar políticas ambientales aisladas, sino de reestructurar la toma de decisiones, los mecanismos de participación y la propia identidad institucional bajo un paradigma ecológico integral. Como señala Benn et al. (2018), "las instituciones verdaderamente sostenibles son aquellas que internalizan la justicia intergeneracional en su ADN organizativo, no solo en sus informes de responsabilidad social"

Este proceso requiere desmontar la lógica antropocéntrica que prioriza el crecimiento económico sobre los límites planetarios. Por ejemplo, universidades como la de British Columbia han integrado la Declaración de Emergencia Climática en sus estatutos, vinculando promociones académicas y presupuestos a criterios de carbono cero (Smith & Sterling, 2021). En el sector público, iniciativas como las "Oficinas Verdes" en Costa Rica demuestran cómo la contratación estatal puede privilegiar proveedores con certificación ecológica y prácticas laborales justas (Alpízar *et al.*, 2020).

1.4.3 Estrategias y acciones para la ecologización universitaria

En las últimas décadas, las instituciones de educación superior han sido interpeladas a asumir un rol protagónico en la transición hacia la sostenibilidad, no solo como centros de conocimiento, sino como modelos de gestión y transformación socioambiental. La ecologización universitaria surge como un paradigma integral que

articula la innovación curricular, la eficiencia operativa y el compromiso comunitario para reducir el impacto ecológico de los campus y fomentar una cultura de responsabilidad ambiental (Tilbury, 2012). Este enfoque reconoce que las universidades, como microcosmos sociales y consumidoras de recursos, tienen la capacidad —y la obligación ética— de liderar cambios sistémicos ante crisis como el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad y la desigualdad ambiental (Sterling *et al.*, 2013).

El concepto trasciende la mera implementación de tecnologías verdes (ej. paneles solares o reciclaje) para abarcar una revisión crítica de las estructuras universitarias, desde los planes de estudio hasta las políticas de inversión. Como señala Leal Filho (2021), ecologizar una universidad exige "descolonizar" el conocimiento tradicional, integrando saberes indígenas y perspectivas interdisciplinarias que cuestionen el antropocentrismo dominante. Ejemplos emblemáticos, como el programa Green Campus de la Universidad de Harvard, que redujo emisiones en un 30% mediante compras sostenibles y edificios carbono-neutrales (Harvard Office for Sustainability, 2022), demuestran que las acciones técnicas deben complementarse con pedagogías transformadoras. No obstante, los avances enfrentan obstáculos profundos: resistencia al cambio en estructuras académicas jerárquicas, financiamiento insuficiente y la tensión entre sostenibilidad y mercantilización de la educación superior (Junyent *et al.*, 2020). Pese a ello, marcos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU han catalizado compromisos institucionales, mientras redes como la International Alliance of Research Universities (IARU) promueven estándares globales para campus sustentables. La ecologización universitaria no es, pues, una opción, sino un imperativo en un planeta donde, como advierte Latour (2018), "el desafío ya no es salvar la naturaleza, sino aprender a habitar responsablemente el mundo que hemos alterado".

La ecologización universitaria de acuerdo con Velázquez *et al.* (2006) se define como: *Un proceso sistémico que integra principios ecológicos en la gestión operativa, curricular y comunitaria de instituciones educativas*. Se pueden considerar como componentes clave los siguientes:

- **Infraestructura verde** (Köhler, 2008): Techos verdes reducen hasta 5°C la temperatura interior (EPA, 2020).

- **Energías limpias** (IPCC, 2022): Solar fotovoltaica puede cubrir el 40% de la demanda energética universitaria.
- **Movilidad sustentable** (UITP, 2021): Ciclovías disminuyen un 15% emisiones por transporte.

Cabe advertir que la ecologización universitaria constituye un proceso de transformación institucional multidimensional que busca alinear las funciones sustantivas de la educación superior con los principios de sostenibilidad socioambiental. Según Sterling (2004), "una universidad ecologizada no se limita a incorporar contenidos ambientales en sus currículos, sino que redefine su misión institucional para hacer frente a la crisis ecológica global" (p. 50). Este concepto supera la visión reduccionista de la sostenibilidad como mera gestión ambiental, avanzando hacia un paradigma holístico que integra lo ecológico en la docencia, investigación, extensión y gestión institucional.

En su esencia, la ecologización universitaria comprende cuatro dimensiones fundamentales. La dimensión curricular, analizada por Wals (2014), implica "reestructurar los planes de estudio para desarrollar competencias en sostenibilidad en todas las disciplinas, rompiendo las barreras entre ciencias naturales y sociales" (p. 17). La dimensión investigativa, según Figueroa et al. (2022), exige "priorizar agendas transdisciplinarias que aborden problemas socioecológicos complejos, con metodologías participativas y compromiso con la justicia ambiental" (p. 234).

La tercera dimensión corresponde a la gestión del campus, donde universidades pioneras como la de British Columbia han demostrado que "la infraestructura universitaria debe ser coherente con lo que enseña, convirtiéndose en laboratorios vivos de sostenibilidad" (Robinson & Cole, 2015, p. 112). Finalmente, la dimensión sociocomunitaria (Trencher *et al.* 2014), subraya "el rol de las universidades como agentes de cambio territorial mediante alianzas con movimientos sociales y políticas públicas verdes" (p. 147).

Sin embargo "la ecologización real enfrenta resistencias epistemológicas y estructurales, particularmente en instituciones ancladas en modelos neoliberales de educación superior" (Junyent *et al.*, p. 89). Superar estos obstáculos requiere, según los estudios más recientes, una combinación de liderazgo institucional comprometido, participación comunitaria activa y reformulación de los sistemas de incentivos académicos (Leal Filho *et al.*, 2023).

1.5 Contexto y acciones de sostenibilidad ambiental universitaria

Las universidades contemporáneas enfrentan un imperativo ineludible: transformarse en agentes activos de la sostenibilidad ante la crisis civilizatoria que caracteriza al Antropoceno. Este desafío surge en un contexto donde el sector educativo superior es simultáneamente causante y potencial solución de problemas ambientales, consumiendo entre el 2-3% de la energía global y generando huellas ecológicas comparables a pequeñas ciudades (Alshuwaikhat & Abubakar, 2021). La sostenibilidad universitaria ha evolucionado desde enfoques fragmentados —como iniciativas aisladas de reciclaje— hacia paradigmas integrales que redefinen la gobernanza institucional, la producción del conocimiento y la relación con los territorios (Leal Filho *et al.*, 2023). Este tránsito refleja la creciente conciencia de que las instituciones académicas deben alinear sus tres misiones fundamentales (docencia, investigación y vinculación) con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), superando la dicotomía entre teoría y praxis.

El contexto actual está marcado por tres tensiones estructurales. Primero, la paradoja de las universidades que investigan el cambio climático mientras mantienen inversiones en combustibles fósiles (Stephens *et al.*, 2022). Segundo, la brecha entre campus modelo en Europa —como la Universidad de Wageningen, carbono neutral desde 2023— y realidades del Sur Global, donde la falta de financiamiento limita acciones básicas (Togo & Lotz-Sisitka, 2021). Tercero, la contradicción entre formar profesionales para economías extractivistas y la urgencia de currículos que fomenten pensamiento crítico y ecoalfabetización (Sterling, 2021).

Frente a esto, emergen cuatro ejes de acción transformadora: (1) Mitigación operativa, mediante auditorías energéticas, edificios con certificación LEED y movilidad cero emisiones (UI GreenMetric, 2023); (2) Innovación curricular, integrando sostenibilidad como competencia transversal desde medicina hasta derecho (UNESCO, 2021); (3) Investigación transdisciplinar, como los living labs que convierten campus en laboratorios de economía circular (Lozano *et al.*, 2023); y (4) Gobernanza participativa, con comités de sostenibilidad que incluyen estudiantes, trabajadores y comunidades locales (Amaral *et al.*, 2022). Estas acciones no son técnicas, sino profundamente políticas: como señala Orr "universidades sostenibles son aquellas que deciden servir a la vida antes que al mercado" (2022).

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2022) advierte que el incremento global de temperatura alcanzará +1.5°C para 2030 si no se

implementan medidas urgentes. En este escenario, las universidades, como agentes de cambio, tienen la responsabilidad ética de liderar acciones de mitigación (Sterling *et al.*, 2013).

En las últimas décadas, el deterioro ambiental ha alcanzado niveles críticos debido a factores como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación y el agotamiento de recursos naturales. Ante este escenario, las instituciones de educación superior tienen un papel fundamental en la promoción de la sostenibilidad, no solo como centros de conocimiento, sino también como modelos de gestión ambiental.

La ecologización de diferentes campus universitarios surge como respuesta institucional al llamado de la Declaración de Talloires (1990), primer compromiso internacional firmado por más de 500 universidades para integrar la sostenibilidad en sus operaciones y se ha convertido en una estrategia clave para reducir el impacto ambiental de estas instituciones, al tiempo que fomenta una cultura de responsabilidad ecológica entre estudiantes, docentes y personal administrativo. Universidades líderes en el mundo, ejemplo de ellos son: la Universidad de Harvard, la UNAM y la Universidad de Costa Rica, que han implementado planes integrales que incluyen energías renovables, manejo sustentable de agua, reforestación y programas de cero residuos.

Estudios como el de Leal Filho (*et al.* 2019) demuestran que las universidades con programas integrales de ecologización reducen hasta un 35% su huella de carbono en 5 años. A continuación se mencionan algunos ejemplos de Buenas Prácticas de ecologización en campus universitarios.

1.5.1 Casos internacionales de acuerdo al UI Green Metric 2024

1. Wageningen University & Research (Países Bajos)

Ganadora mundial por octavo año consecutivo (9 575 puntos). Su enfoque abarca todos los criterios, especialmente energía, infraestructura, residuos y transporte. Promueven una visión educativa que forma “responsible change makers” y gestionan sus operaciones bajo estándares de sostenibilidad rigurosos.

Imagen fotográfica 1 | Wageningen University



Fuente: <https://www.wur.nl/en/research-results/research-institutes/social-economic-research/show-ser/new-institute-wageningen-social-economic-research.htm>

2. Nottingham Trent University (Reino Unido)

Operan completamente con electricidad renovable desde 2009, con proyectos como The Wind Turbines, Carbon Elephant y UCycle Scheme. Además, tienen política formal de compras sostenibles y usan algodón Fairtrade en su merchandising.

Imagen fotográfica 2 | Nottingham Trent University



Fuente: <https://erasmusu.com/es/erasmus-ntu-nottingham-trent-university/experiencias-erasmus/mi-experiencia-en-la-nottingham-trent-university-de-reino-unido-por-vanessa-696506>

3. University of Groningen (Países Bajos)

Entre los líderes europeos, se destaca por integrar sostenibilidad en diseño del campus, investigación y docencia, aunque menos detalle público está disponible en recientes fuentes

Imagen fotográfica 3 | University of Groningen



Fuente:
<https://share.google/images/GzHUV0SOboy7vLq7D>

4. University College Cork – UCC (Irlanda)

Ha eliminado vasos y botellas desechables, redujo en un 40 % su generación de residuos en cinco años. Completó su reto energético al reducir emisiones de su Enterprise Centre en 80 %, con objetivos de reducción total del 51 % para 2030. Adicionalmente implementa un programa asistido por IA para reducir desperdicio de alimentos, y ha diseñado rutas de biodiversidad en su campus

Imagen fotográfica 4 | University College Cork



Fuente: <https://share.google/images/JmcdWvYoED2LhS3VN>

5. Universidade de São Paulo – USP (Brasil)

Aunque no se encontraron detalles específicos en nuestras fuentes, figura en el top 5 por su sólida combinación de políticas de residuos, transporte y educación sostenible

Imagen fotográfica 5 | Universidade de Sao Paulo



Fuente:
<https://share.google/images/UhcMOfonJKZS2Zh3j>

6. Umwelt-Campus Birkenfeld (Trier University of Applied Sciences, Alemania)

Destacan por infraestructura ecológica, estructuras construidas con bajo consumo energético, uso de energía renovable e integración activa de la comunidad universitaria en proyectos verdes.

Imagen fotográfica 6 | Umwelt Campus Birkenfeld



Fuente:
<https://share.google/images/rcYQ5oS13KeiPRbwd>

7. University of California, Davis (EE.UU.)

Constante en el top global gracias a edificios LEED, objetivos de carbono neutralidad y programas de energía renovable. También lideran en investigación relacionada con sostenibilidad



Fuente:
<https://share.google/images/9v6zcmkhMqns8TgTO>

8. University of Nottingham (Reino Unido)

Implementa estrategias de movilidad sostenible (bicicletas, transporte público), posee infraestructuras verdes y programas educativos alineados con los ODS, y participa con participación estudiantil activa en proyectos de conservación y reciclaje



Fuente:
<https://share.google/images/r2tX4oEGSw5nu2n5X>

9. Università di Bologna (Italia)

Figura dentro del top 10, combinando antigüedad con innovación ecológica, transformando campus históricos con eficiencia energética y políticas de movilidad sostenible.

Imagen fotográfica 9 | Università di Bologna



Fuente:
<https://share.google/images/YpxCTLbeNS3XIO2WU>

10. University of Connecticut US (EE.UU.)

También en el top 10 global. Sus proyectos incluyen educación y cultura sostenible, reducción de emisiones en el transporte interno, eficiencia energética e iniciativas educativas alineadas con sostenibilidad.

Imagen fotográfica 10 | University of Connecticut US



Fuente:
<https://share.google/images/DLJywtKre5Qs12SrL>

1.5.2 Casos Nacionales (UI Green Metric 2024)

1. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)

Tiene la primera posición a nivel nacional y la 16° a nivel internacional.

Dentro de las acciones destacadas de esta institución se encuentra la sustitución de agua embotellada mediante fuentes que evitan el consumo de casi 4 millones de botellas de 500 ml, generando ahorros por más de MX\$39 millones.

En la gestión de residuos ha destacado debido al tratamiento del 100 % del residuo peligroso, reciclaje de 35.7 t de residuos electrónicos (2023).

Acciones concretas:

- Transporte sostenible: el “Tigrebus” brindó 5.35 millones de viajes gratuitos, ahorrando a usuarios aproximadamente MX\$40 millones
- Infraestructura verde: campus Mederos con más de 161 ha de vegetación natural dentro de 193.6 ha totales
- Carbono neutral: balance de carbono positivo con 480,000 t de CO₂

equivalente compensadas.

- Actividades y educación: 73 eventos organizados por AUDS con 27,000 estudiantes; 518 proyectos de investigación y 133 asociaciones estudiantiles en 2023.

Imagen fotográfica 11 | Universidad de Nuevo León



Fuente:
<https://share.google/images/MgNJ2qGNYtdqmi7A>

2. Benemérita Universidad

Autónoma de Puebla (BUAP)

La BUAP ha logrado posicionarse consistentemente en el top nacional del UI GreenMetric gracias a una estrategia integral de sustentabilidad que articula infraestructura, gestión de recursos y academia. Su enfoque en la eficiencia energética y la gestión de residuos, junto con la integración de la sustentabilidad en su modelo educativo, le ha permitido obtener puntuaciones altas en los criterios de energía y cambio climático, así como en educación e investigación.

Acciones más significativas:

- Implementación de sistemas de eficiencia energética en sus campus, incluyendo iluminación LED y sistemas de automatización.
- Programas de gestión de residuos, con énfasis en el reciclaje y la correcta disposición de residuos especiales.
- Integración de asignaturas y proyectos de investigación con enfoque de sustentabilidad en diversas carreras.
- Desarrollo y mantenimiento de infraestructura verde y áreas naturales dentro de sus campus.
- Políticas de movilidad sostenible, como fomento al transporte público y mejora de la infraestructura peatonal.

Imagen fotográfica 12 | Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



Fuente:
<https://share.google/images/kL2tA3dZaulOIPpJ7>

Universidad

3. Nacional Autónoma de México (UNAM)

La UNAM, siendo una de las universidades más grandes de Latinoamérica, despliega una estrategia de sustentabilidad a una escala monumental. Su liderazgo se basa en una combinación de políticas centralizadas de eficiencia energética y manejo de residuos, un fuerte componente de investigación científica aplicada a la sostenibilidad y la gestión de una vasta cantidad de áreas naturales protegidas dentro de Ciudad Universitaria, que sirven como un pulmón y laboratorio vivo para la capital.

Imagen fotográfica 13 | Universidad Nacional Autónoma de México

Acciones más significativas:

- Programa de Sustentabilidad con metas específicas en energía, agua y residuos para todo el campus.
- Manejo y conservación de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en Ciudad Universitaria.
- Sistema de transporte interno sustentable (Pumabús) y fomento al uso de la bicicleta.
- Programas de reciclaje y compostaje a gran escala.
- Generación de conocimiento científico y tecnológico sobre sustentabilidad a través de sus centros e institutos de investigación.



Fuente:
<https://share.google/images/CbajqJ0lbDNE50Ak0>

4. ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara

El ITESO ha construido su prestigio en sustentabilidad desde su identidad jesuita, combinando un fuerte compromiso social con la gestión ambiental operativa. Su modelo integra la justicia socioambiental en el currículo, proyectos de vinculación con comunidades para la gestión de residuos y una creciente implementación de infraestructura sostenible, posicionándolo como la universidad privada líder en México según el ranking.

Acciones más significativas:

- Proyectos comunitarios de gestión de residuos y agua, vinculando la academia con la solución de problemas locales.
- Inclusión de la dimensión ética y social de la sustentabilidad en el plan de estudios de manera transversal.
- Programas de movilidad sustentable, como fomento al uso de la bicicleta y mejoras en la accesibilidad peatonal.
- Implementación de sistemas de ahorro de agua y energía en sus instalaciones.
- Certificaciones de edificios sostenibles y compras verdes.

Universidad

Imagen fotográfica 14 | ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara



Fuente:
<https://share.google/images/qFdQ5UD0yOaLFTIUp>

5. Iberoamericana Ciudad de México (IBERO CDMX)

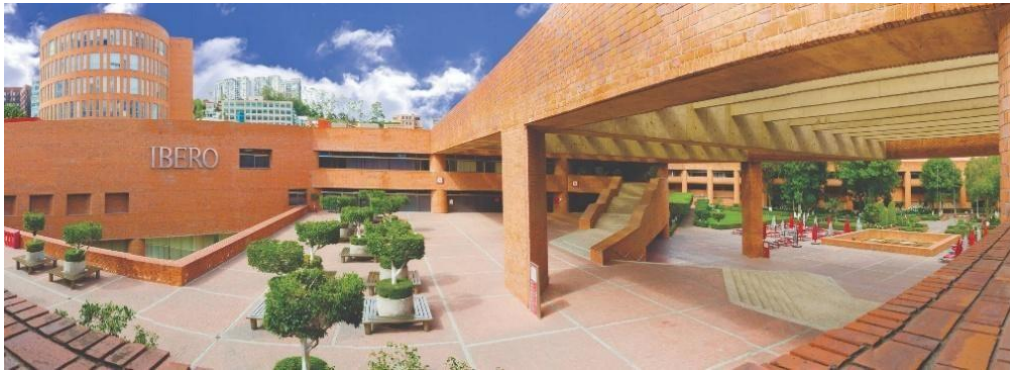
La IBERO CDMX ha institucionalizado la sustentabilidad a través de su Política Institucional de Sustentabilidad y la labor de su Centro Transdisciplinar para la Sustentabilidad (CENTRUS). Su enfoque es marcadamente transdisciplinario, buscando incidir en la formación, la investigación y las operaciones del campus de manera interconectada. Proyectos como el Huerto Ibero son ejemplos tangibles de esta integración entre la teoría y la práctica.

Acciones más significativas:

- Operación del Centro Transdisciplinar para la Sustentabilidad (CENTRUS) como eje rector de investigación y docencia.
- Programa Universitario de Sustentabilidad con líneas estratégicas en educación, incidencia y comunicación.
- Proyecto "Huerto Ibero" de agricultura urbana, utilizado con fines educativos y de producción local.
- Implementación de un sistema de separación de residuos y compostaje.

- Campañas de sensibilización y formación en sustentabilidad para toda la comunidad universitaria.

Imagen fotográfica 15 | Universidad Iberoamericana Ciudad de México



Fuente:
<https://share.google/images/wz2bUUFVCJJDP8pDY>

Universidad

6. Panamericana (UP)

La Universidad Panamericana ha demostrado una mejora notable en el ranking, destacándose especialmente en el indicador de Energía y Cambio Climático, donde se posiciona en el top 90 mundial. Esto refleja una inversión estratégica y efectiva en eficiencia energética y energías renovables. Su enfoque integra de manera consistente las prácticas sostenibles en la infraestructura, el currículum y la operación institucional, consolidándola como una de las privadas más destacadas en el país.

Acciones más significativas:

- Avances significativos en el indicador de Energía y Cambio Climático, con implementación de tecnologías de eficiencia energética.
- Mejora continua en 5 de los 6 indicadores de UI GreenMetric: infraestructura, energía, residuos, agua y transporte.
- Integración de la sostenibilidad en el currículum académico y los proyectos de investigación.
- Programas de gestión de residuos y uso eficiente del agua en el campus.
- Políticas de movilidad que fomentan el transporte sostenible.



Fuente:
<https://share.google/images/jffGmxOvSQegRhSQ8>

7. Autónoma Metropolitana (UAM)

La UAM se distingue por contar con un plan de sustentabilidad formalizado ("Hacia la Sustentabilidad") que guía sus acciones ambientales. Con un fuerte componente de participación comunitaria, la universidad ha implementado programas emblemáticos de manejo de residuos y ha priorizado la eficiencia en el uso de agua y energía en sus unidades, aprovechando sus extensas áreas verdes en Azcapotzalco, Iztapalapa y Cuajimalpa como sumideros de carbono y espacios de conservación.

Acciones más significativas:

- Programa institucional "Separ-acción por un mejor UAMbiente" para la gestión integral de residuos sólidos.
- Plan de eficiencia energética y de agua en sus instalaciones.
- Conservación y manejo de sus extensas áreas verdes como parte de su infraestructura sostenible.
- Fomento al transporte alternativo y políticas para reducir la huella de carbono por movilidad.
- Vinculación de la extensión académica y la investigación con problemas socioambientales locales.

Universidad

Imagen fotográfica 17 | Universidad Autónoma Metropolitana



Fuente:
<https://share.google/images/csR36zVb8G37p7Cj9>

8. Tecnológico de Monterrey (Tec de Monterrey)

El ITESM aborda la sustentabilidad con un enfoque de innovación y emprendimiento, canalizado a través de su Instituto Global para la Sostenibilidad (IGS). La institución destaca por su alta puntuación en el criterio de Educación e Investigación de UI GreenMetric, gracias a una amplia oferta académica en el área y a proyectos de investigación aplicada en temas como bioplásticos, energía solar y reciclaje de agua, que a menudo funcionan como incubadora de negocios verdes.

Acciones más significativas:

- Investigación interdisciplinaria en sostenibilidad a través del Instituto Global para la Sostenibilidad (IGS).
- Proyectos de innovación tecnológica en energías renovables, tratamiento de agua y agricultura urbana (hidroponía).
- Inclusión de la sostenibilidad como competencia transversal en los planes de estudio.
- Programas de eficiencia energética y manejo de residuos en sus múltiples campus.

- Fomento al emprendimiento sostenible y la incubación de negocios verdes.

Imagen fotográfica 18 | Tecnológico de Monterrey



Fuente:
<https://share.google/images/resP9wekOaXCcZySP>

1.5.3 Educación superior y sustentabilidad

Las Instituciones de Educación Superior (IES) desempeñan un papel fundamental en la transición hacia un modelo de desarrollo sostenible, no solo como centros de formación profesional, sino como agentes de cambio social. La creación de una cultura de la sustentabilidad impulsada desde las universidades es crucial para la sociedad en su conjunto por múltiples razones, que abarcan dimensiones ambientales, educativas, sociales y económicas.

Universidades como modelos de gestión sustentable

Principales componentes:

- **Laboratorios de Prácticas Sostenibles**

Las IES, debido a su escala y complejidad operativa (infraestructura, consumo energético, manejo de residuos, transporte), funcionan como microciudades donde pueden implementarse y evaluarse estrategias de sustentabilidad aplicables a otros sectores.

Ejemplos:

Campus carbono neutral: Universidades como la UNAM y el ITESM han adoptado metas de neutralidad de carbono mediante energías renovables y reforestación.

Manejo de residuos: Programas de reciclaje, compostaje y economía circular en campus (ej.: Universidad Autónoma de Querétaro).

- **Reducción del impacto ambiental institucional**

Las universidades consumen grandes cantidades de agua, energía y recursos materiales. La adopción de edificios verdes (certificados LEED o bajo Normas Oficiales Mexicanas) y sistemas de movilidad sostenible (ciclovías, transporte eléctrico) reduce su huella ecológica.

- **Formación de profesionales con conciencia socioambiental**

Las IES deben incorporar la sostenibilidad en todas las disciplinas, no solo en carreras ambientales.

Ejemplos:

En ingenierías: Diseño de tecnologías limpias.

En administración: Modelos de negocios verdes.

En derecho: Legislación ambiental y justicia climática.

- **Desarrollo de Competencias para los ODS**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU requieren profesionales capacitados en:

- Energías renovables (ODS 7)

- Ciudades sostenibles (ODS 11)

- Producción y consumo responsables (ODS 12)

- **Investigación e Innovación para la Sustentabilidad**

Las IES producen investigaciones estratégicas en materia de:

- Energías alternativas (ej.: biogás, hidrógeno verde).

- Agricultura sustentable (agroecología, reducción de agroquímicos).

- Conservación de ecosistemas (restauración de manglares, captura de CO₂).

- **Vinculación con Sectores Público y Privado**

Las universidades pueden asesorar a gobiernos y empresas en:

- Políticas públicas ambientales (ej.: planes municipales de reciclaje).

- Tecnologías limpias (colaboración con industrias para reducir emisiones).

- Liderazgo Social y Participación Ciudadana

- Sensibilización y Extensión Universitaria

Las IES influyen en la sociedad mediante:

- Campañas de educación ambiental (talleres, foros, ferias sustentables).

- Proyectos comunitarios (huertos urbanos, limpieza de ríos).

- Promoción de Estilos de Vida Sustentables

Las universidades pueden fomentar:

- Consumo responsable (eliminación de plásticos de un solo uso en cafeterías).

- Movilidad activa (uso de bicicletas, carpooling entre estudiantes).

- **Cumplimiento de la Responsabilidad Ética y Normativa**

A través de su alineación con el Marco Legal Mexicano. Como se detalló en el apartado normativo, las IES están obligadas a:

- Cumplir con la LGEEPA, Ley de Cambio Climático y Ley General de Educación en materia de sustentabilidad.

- Implementar Normas Oficiales Mexicanas en eficiencia energética y manejo de residuos.

- **Transparencia y Rendición de Cuentas**

Las universidades deben reportar sus avances en sustentabilidad mediante:

Reportes de sostenibilidad (ej.: Global Reporting Initiative).

Certificaciones como ISO 14001 (gestión ambiental) o Sistema de Manejo Ambiental (SMA).

Las Universidades favorecen la Transición Ecológica al impulsar una cultura de la sustentabilidad y forma estratégica:

- Mitigar el cambio climático desde la gestión institucional.
- Formar líderes capaces de enfrentar crisis ambientales.
- Generar soluciones innovadoras mediante investigación aplicada.
- Influir en políticas públicas y hábitos sociales hacia modelos más justos y resilientes.

En la presente década las universidades que adopten este compromiso no solo cumplirán con su mandato legal, sino que se posicionarán como referentes de transformación socioambiental en su entorno social.

CAPÍTULO 2: UNIVERSIDAD ESTATAL DEL VALLE DE TOLUCA.

2.1 Introducción:

En este capítulo nos ocuparemos de analizar el estado actual que en materia de sustentabilidad ambiental guarda la Universidad Estatal del Valle de Toluca, motivo de ecologización en este trabajo de tesis, para tal efecto se diagnostican cada uno de los componentes involucrados con el proyecto ambiental.

2.2 Localización:

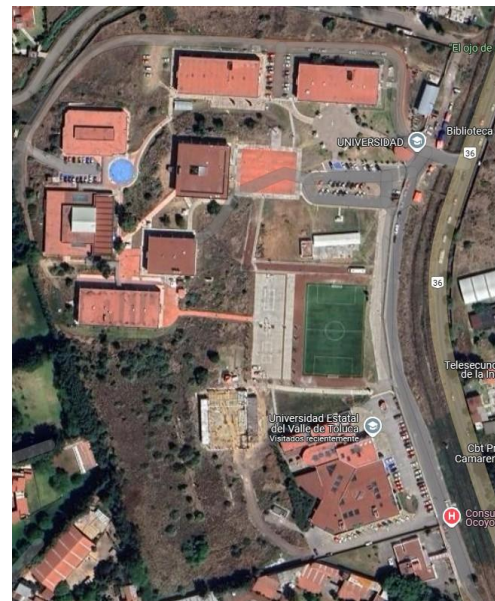
La Universidad Estatal del Valle de Toluca (UNEVT) se localiza en Acueducto del Alto Lerma No. 183, Col. Pedregal de Guadalupe Hidalgo, Ocoyoacac, Estado de México, en una zona estratégica cercana a la Autopista México-Toluca y a importantes corredores industriales; fue creada por medio de un *Decreto del Ejecutivo Estatal publicado en el Periódico Oficial "Gaceta de Gobierno" en fecha 20 de enero de 2009*

Mapa 1: Localización del campus UNEVT



Fuente: Página oficial UNEVT

Imagen satelital 1: Universidad Estatal del Valle de Toluca



Fuente: Google maps

como un Organismo Público Descentralizado de carácter estatal.

2.3 Contexto geográfico estatal

México enfrenta desafíos ambientales significativos asociados al crecimiento e impacto de los asentamientos humanos, como la contaminación, deforestación, la escasez de agua y la alta generación de residuos. En particular el Estado de México y específicamente en la región del Valle de Toluca la expansión urbana y la actividad industrial han contribuido a la degradación de ecosistemas naturales locales.

Según el INEGI (2020), el Estado de México pierde 12,000 ha de bosque anuales por presión urbana. La SEMARNAT (2021) identifica al Valle de Toluca como zona crítica debido a la:

- **Deforestación acelerada** (tasa anual del 1.8%)
- **Estrés hídrico** (solo el 60% de aguas residuales son tratadas)
- **Islas de calor urbanas** (+3°C vs. zonas rurales)

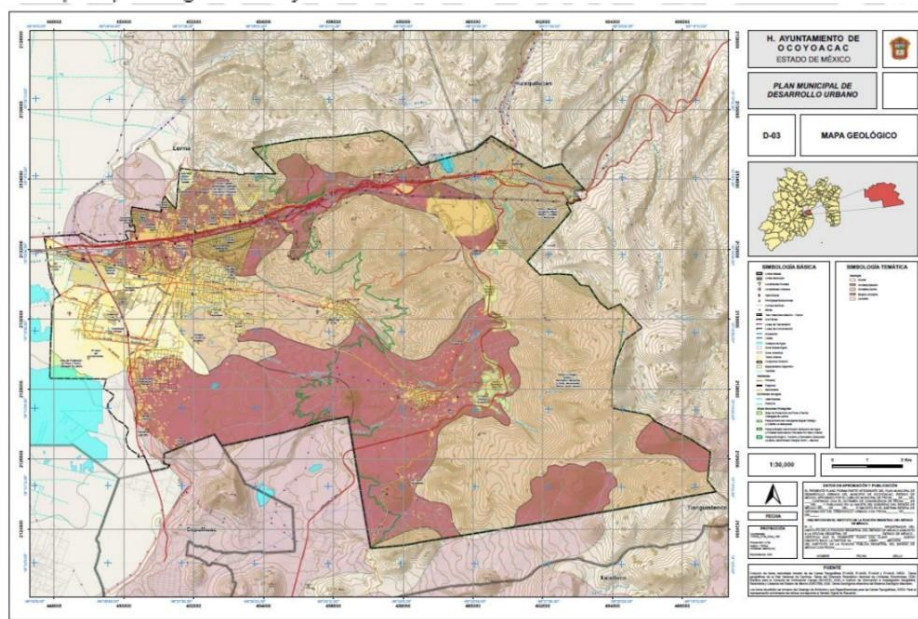
2.3.1 Entorno natural

- Ecosistema del Valle de Ocoyoacac

Ocoyoacac se localiza en una zona de transición entre el Eje Neovolcánico Transversal y la cuenca alta del Valle de Toluca, lo que le otorga una gran riqueza ecológica.

Mapa geológico del municipio de Ocoyoacac

Mapa 2 | Geología de Ocoyoacac

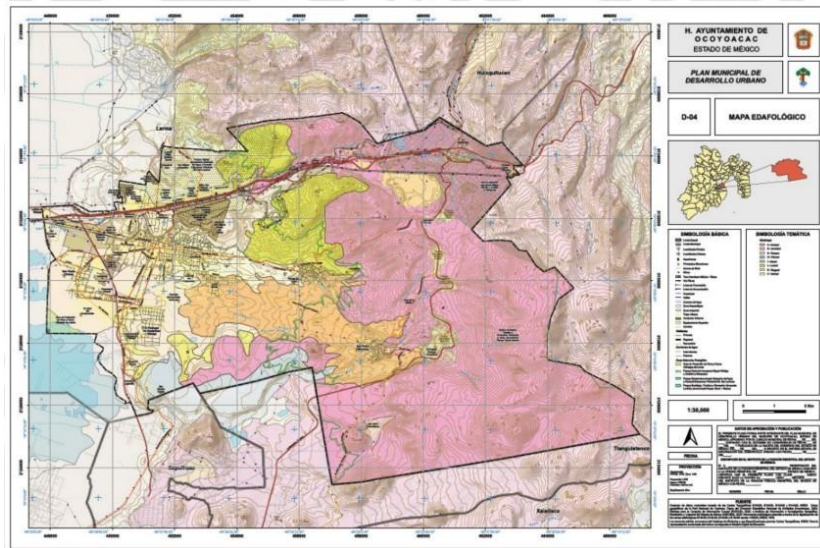


Fuente: Plan municipal de desarrollo

La roca más abundante dentro del el territorio municipal es la andesita, la cual es una roca ígnea de color oscuro, compuesta de cristales de plagioclasa intermedia, minerales, frecuentemente vidrio volcánico. Dentro del municipio se pueden encontrar en la mayor parte de la sierra de las Cruces; en segundo lugar, se encuentra la toba básica y se localiza en la mayor parte de la porción central, en los poblados de San Jerónimo Acazulco, San Pedro Atlapulco, en la Cabecera Municipal y en la zona de La Marquesa.

El basalto se ubica en la parte occidental del municipio, extendiéndose en una porción de Ocoyoacac y en mayor proporción al sur de San Pedro Cholula y San Jerónimo Acazulco. El suelo lacustre está integrado por depósitos recientes que ocurre en lagos. Generalmente está formado por arcillas y sales. Se encuentra en una pequeña zona ubicada al suroeste de San Pedro Cholula. **Mapa edafológico del Municipio de Ocoyoacac**

Mapa 3 | Edafología de Ocoyoacac



Fuente: Plan municipal de desarrollo

Los suelos localizados dentro del territorio del municipio de Ocoyoacac se encuentran íntimamente ligados a la naturaleza volcánica de la región ya que cerca del 59.4% de la superficie se encuentra ocupada por suelos de tipo andosol, los cuales se derivan de cenizas volcánicas. Los andosoles son los suelos más abundantes en el municipio, ocupan una superficie de 81.6 km².

Los suelos de tipo Pheozem abarcan una superficie de 26.3 Km². Se ubican en el extremo occidental de la demarcación, en los límites con el municipio de Lerma. Estos suelos de profundidad variable se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Los cambisoles ocupan un área de 11.4 km² y se ubican en los poblados de San Jerónimo Acazulco y San Pedro Atlapulco; en un área de 3.3 km² ubicada al oriente de Tepexcoyuca se localizan suelos del tipo vertisol; los histosoles se localizan en una pequeña porción al norte de la Marquesa, en apenas 0.3 km², estos suelos poseen capas orgánicas de espesor mayor a 10 cm.

El ecosistema natural predominante en esta zona es el bosque templado de coníferas y latifoliadas (bosque mixto), con presencia de zonas de pastizal y humedales de altura.

2.3.2 Componente Biótico

- a) **Flora:** El bosque está compuesto principalmente por **Coníferas:** *Pinus spp.* (pino) *Abies religiosa* (oyamel). Latifoliadas (hoja ancha): *Quercus spp.* (encinos o robles), *Alnus jorullensis* (aulne). Vegetación secundaria en zonas perturbadas: zacatonales, helechos, plantas herbáceas como *Salvia* y *Tagetes*.
- b) **Fauna:** La vida animal silvestre del área es variada y responde a un ecosistema templado de montaña: Destacan en su entorno: **Mamíferos:** *Sciurus aureogaster* (ardilla), *Procyon lotor* (mapache) y no se tiene registro actualizado de vistas de la especies: *Lynx rufus* (gato montés), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca). **Aves:** *Zenaida macroura* (paloma huilota), *Buteo jamaicensis* (halcón cola roja), *Turdus migratorius* (mirlo primavera). **Reptiles y anfibios:** *Sceloporus spp.* (lagartijas espinosas), *Ambystoma altamirani* (ajolote de montaña, endémico en zonas húmedas).

2.3.3 Componente Abiótico

- a) **Clima:** Se clasifica como templado subhúmedo con lluvias en verano. Con Temperatura media anual: 10–14 °C y precipitación anual: 800–1,200 mm.
- b) **Edafología con suelos predominantes: Andosoles y luvisoles:** suelos volcánicos fértiles, profundos, con buena capacidad de retención de agua que se consideran apto para cultivos, pero con alta vulnerabilidad a la erosión cuando se desmonta el bosque.
- c) **Relieves sobre el perímetro del valle,** predomina un terreno montañoso y de lomeríos, con altitudes entre 2,600 y 3,200 msnm siendo parte del sistema montañoso del Ajusco y zonas cercanas al Parque Nacional La Marquesa. El área central, donde se ubica la cabecera municipal, es un valle con pendientes menores a 7 %.
- d) **Componente Hídrico:** existe presencia de manantiales, arroyos y pequeños cuerpos de agua asociados al deshielo y a la recarga acuífera del sistema montañoso Ajusco-Chichinautzin. La zona de estudio forma parte de la subcuenca Lerma-Toluca.

2.3.4 Servicios ambientales del Ecosistema

- Captura de carbono a través del bosque templado.
- Regulación hídrica (recarga de acuíferos del Valle de México y Toluca).
- Conservación de biodiversidad (hábitat de especies endémicas y migratorias).
- Control de erosión y fertilidad de suelos.

2.3.5 Principales problemas y amenazas Ambientales

- Cambio de uso de suelo (expansión urbana, agrícola y vial).
- Tala ilegal y fragmentación del bosque.
- Contaminación de cuerpos de agua por actividades humanas • Contaminación del aire y del suelo por desechos urbanos.
- Presión turística en zonas naturales como La Marquesa.
- Extinción de especies por deterioro de sus hábitats

2.4 Historia institucional de la UNEVT

La Universidad Estatal del Valle de Toluca es una institución de educación superior pública con más de 15 años de haber sido creada por el Gobierno del Estado de México con el propósito de formar profesionistas de la salud con un enfoque integral complementario y alternativo al sistema convencional.

Al principio la UNEVT ofertó únicamente dos Licenciaturas: Acupuntura Humana Rehabilitatoria y Quiropráctica. En el segundo semestre se trasladó al predio que ocupa actualmente en las afueras del centro de población de Ocoyoacac, contando con una superficie de 8.4 hectáreas, donde se irían consolidando paulatinamente las actividades académicas y otras funciones universitarias.

Con la creación de la Universidad se incrementó la cobertura de los servicios educativos en la región, atendiendo a las demandas y prioridades de la zona del Valle de Toluca, al ofertar carreras innovadoras que responden a las necesidades de salud que demanda la población y por ello generadora de fuentes de empleo.

Actualmente la UNEVT ofrece las siguientes carreras:

Tabla 1: Oferta educativa UNEVT

Licenciatura en acupuntura humana rehabilitatoria	396 alumnos
---	-------------

Licenciatura en Quiropráctica	562 alumnos
Licenciatura en gerontología	252 alumnos
Licenciatura en Derecho	97 alumnos
Licenciatura en Ingeniería Biomédica	100 alumnos

(datos obtenidos del cuarto informe trimestral del Presupuesto de Egresos de la Federación 2024)

Recientemente fue creada y puesta en operación la Maestría en emprendimiento de entidades en salud con un total de 55 alumnos. Cabe señalar que la Universidad Estatal del Valle de Toluca es la única Institución Pública de Educación Superior en el municipio de Ocoyoacac.

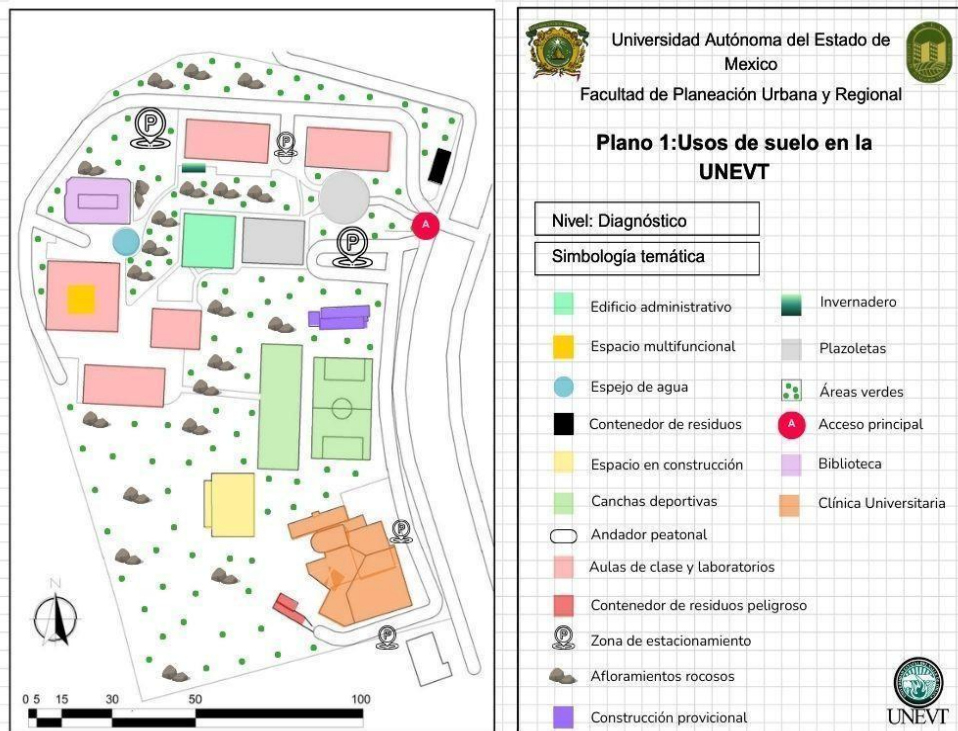
2.5 Situación actual de la UNEVT

Para que la **Universidad Estatal del Valle de Toluca (UNEVT)**, como institución pública, pueda convertirse en un referente regional en sostenibilidad con posibilidades certificación y reconocimiento nacional e internacional se requiere partir de un diagnóstico detallado de su situación ambiental actual lo que permite diseñar las estrategias y vías más efectivas de ecologización a seguir en los próximos años.

Instalaciones del Campus

En el siguiente plano, se puede observar la ocupación que se le da al territorio de la Universidad Estatal del Valle de Toluca

Plano 1: Usos de suelo UNEVT



Fuente: Elaboración propia

Cada edificio del campus es destinado para las diferentes licenciaturas, así como diferentes actividades se desarrollan en él cada uno de ellos.

A continuación se presenta una descripción breve de los edificios y sus principales usos.

Edificio principal administrativo: Rectoría, Unidades de apoyo, Oficinas y Salas.

Concentra las actividades directivas de la Universidad.



Fuente: Elaboración propia

Imagen fotográfica 19 | Edificio principal

Laboratorios: Este edificio cuenta con equipo especializado para las carreras de acupuntura y quiropráctica. En la planta baja se encuentra la cafetería, de manera provisional.

Vista externa:



Imagen fotográfica 20|
Laboratorios

Fuente: Elaboración propia

Vista interna:



Imagen fotográfica
21| Secuencia
interior de los
Laboratorios

Fuente: Elaboración propia

Cafetería: se tiene planeado reubicar o construir un edificio propio.



Imagen fotográfica 22|
Cafetería

Fuente: Elaboración propia

Edificio de vinculación: funciona como un espacio de usos múltiples por sus áreas extensas. El espejo de agua no opera de manera adecuada.



Imagen fotográfica 23|
Edificio de Vinculación

Fuente: Elaboración propia

Edificio C: contiene salones para las licenciaturas de quiropráctica y gerontología. Cuenta además con una sala amplia de cómputo.



Imagen fotográfica 24|
Edificio C

Fuente: Elaboración propia

Edificio F: Alberga la carrera de derecho por lo que incluye salones de clase y servicios.



Imagen fotográfica 25|
Edificio F

Fuente: Elaboración propia

Áreas deportivas: consta de un campo de fútbol con pasto sintético y dos canchas

de basquetbol de piso de concreto.



Fuente: Elaboración propia

Imagen fotográfica 26| Secuencia
Canchas dep.



Fuente: Elaboración propia

Edificio E: contiene aulas de la licenciatura en ingeniería biomédica



Fuente: Elaboración propia

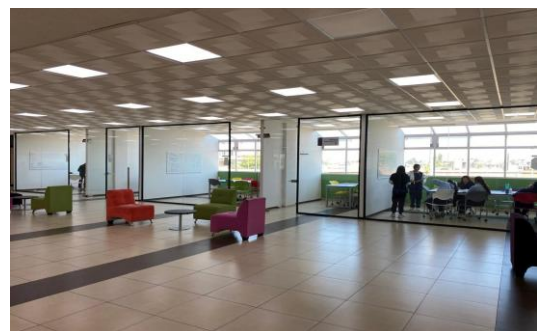
Imagen fotográfica 27|
Edificio E

Biblioteca: este recinto alberga una biblioteca y salas de estudio y salas de cómputo.

Imagen fotográfica 28| Secuencia Biblioteca



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Clínica Integral Universitaria: Este conjunto ofrece servicios médicos de acupuntura, gerontología y quiropráctica a la sociedad civil y sirve como programas de práctica a los estudiantes más destacados.



Fuente: Elaboración propia

2.6 Diagnóstico integral del Campus UNEVT

A continuación se presenta un diagnóstico del campus universitario por microzonas a fin de mostrar sus actuales condiciones ambientales.

Imagen satélite del campus universitario

Imagen satelital 2| UNEVT



Fuente: Google maps

Coordenadas geográficas del perímetro del campus de la UNEVT

Tabla 2: Coordenadas

Latitud	Longitud
19°14'57.0"N	99°28'29.5"W
19°14'57.3"N	99°28'35.1"W
19°14'54.7"N	99°28'37.5"W
19°14'45.7"N	99°28'34.6"W
19°14'47.3"N	99°28'28.4"W

Fuente: Google maps

2.6.1 Micro zonas de estudio del campus UNEVT

Micro zona	área en m ²	m ² construidos a una planta	m ² de espacio libre
MZ1	19,393.95 m ²	3,747.65 m ²	15,646.3 m ²
MZ2	18,708.08 m ²	5,279.37 m ²	13,428.71 m ²
MZ3	13,748.36 m ²	529.81 m ²	13,218.55 m ²
MZ4	11,666.03 m ²	5,672.65 m ²	5,993.38 m ²

MZ5	12,922.61 m ²	0.0	12,922.61 m ²
-----	--------------------------	-----	--------------------------

Imagen satelital 3| Microzonas



Tabla 3: Desglose de ocupación de terreno por m2

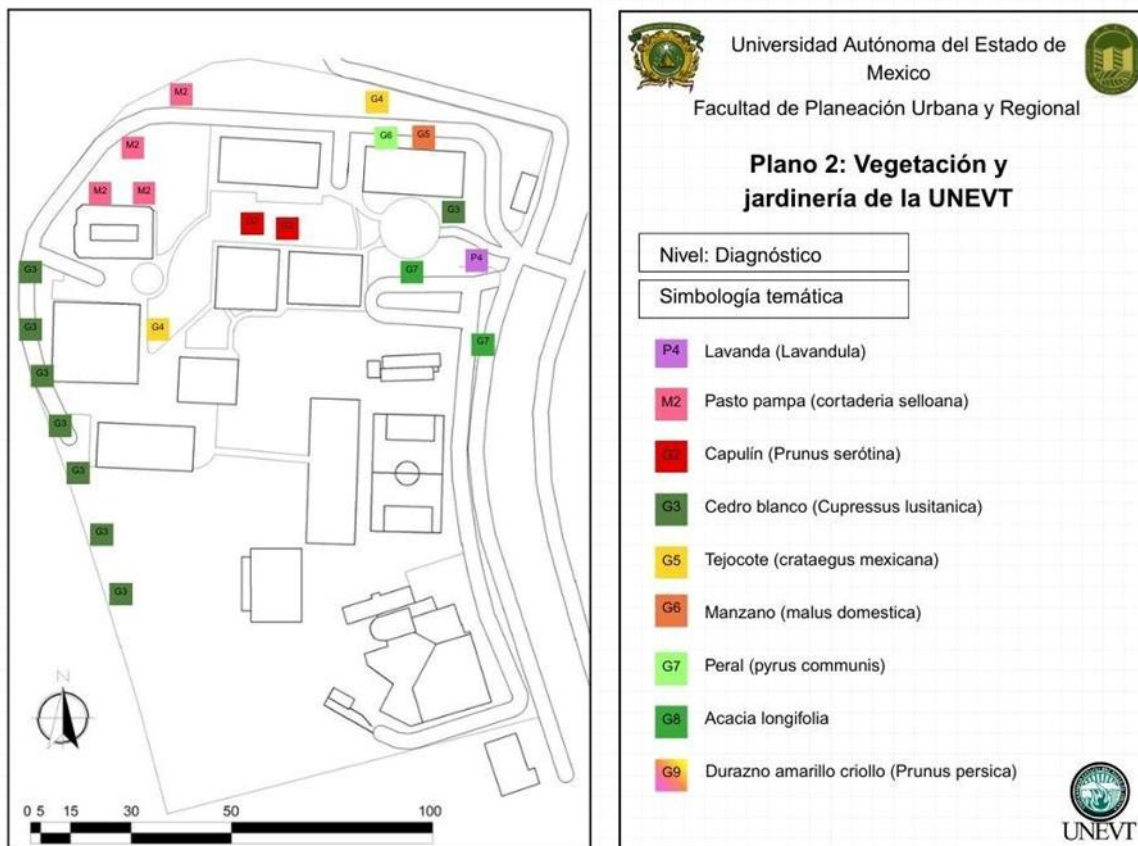
acuerdo a la siguiente imagen.

Para fines de análisis el campus fue dividido en 5 micro zonas de

Fuente: Google maps y elaboración propia

Como se observa en el plano 2, la vegetación y jardinería dentro del campus de la Universidad Estatal del Valle de Toluca es variado, aunque se podría mejorar

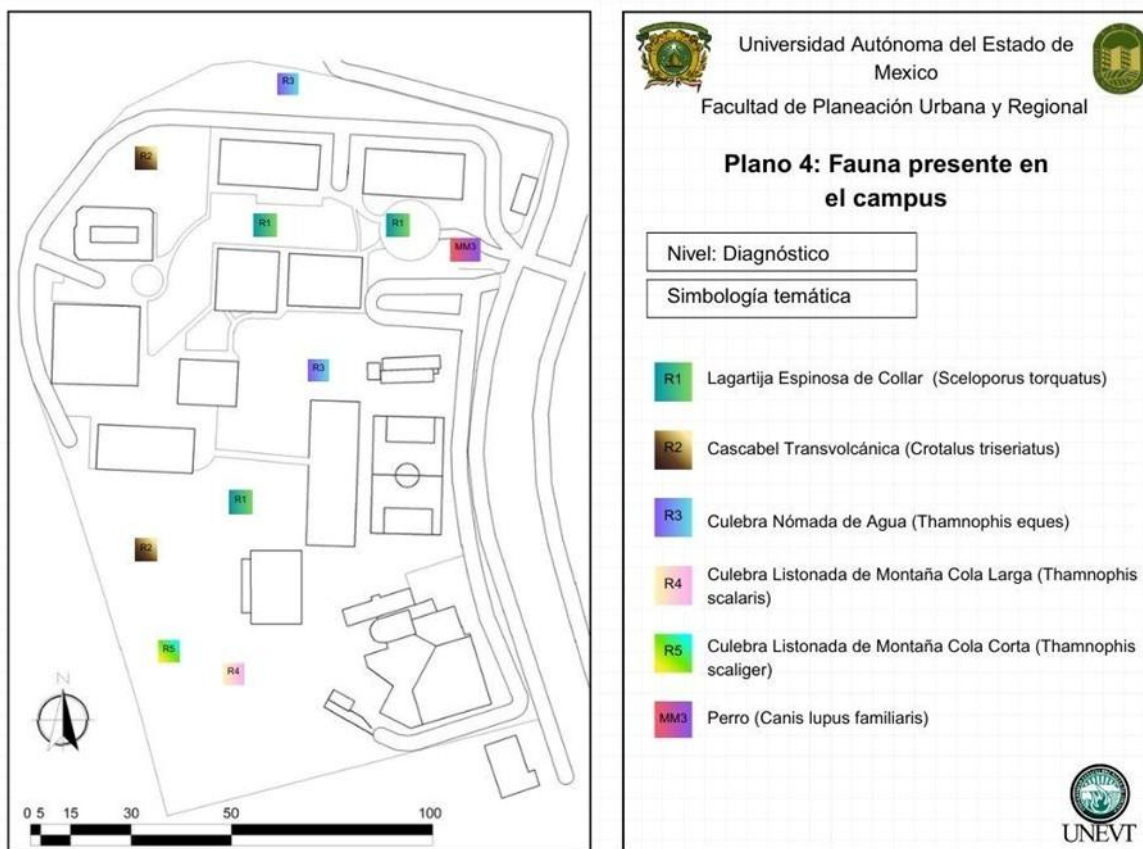
Plano 2| Vegetación y Jardinería del Campus



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente plano se puede observar la variedad de fauna presente en el campus y el sitio dentro del que se encuentra aproximadamente.

Plano 3| Fauna del Campus



Fuente: Elaboración propia

Datos e información del consumo de energía eléctrica del campus en un periodo de 20 meses. En cuanto a cantidades monetarias se pagan entre 50 y 60 mil pesos mensuales a la CFE por el servicio de luz eléctrica

Tabla 4: Consumo mensual de luz eléctrica

Periodo	Demanda	Total de kWh
May 23	53	17,426
Jun 23	49	15,764
Jul 23	42	15,018
Ago 23	49	11,315
Sep 23	50	15,764

Oct 23	48	15,376
Oct 23	46	1,566
Nov 23	62	15,607
Dic 23	50	14,826
Ene 24	51	16,044
Feb 24	51	15,697
Mar 24	48	15,837
Abr 24	48	3,559
Abr 24	51	13,413
May 24	45	16,127
Jun 24	52	16,254
Jul 24	51	16,010
Ago 24	50	16,991
Sep 24	61	18,144
Oct 24	58	16,023
Oct 24	55	3,254
Nov 24	55	18,129
Dic 24	53	17,300

Fuente: recibos de pago UNEVT

2.6.2 Caracterización de las microzonas del campus universitario

Micro zona 1:

Funciones y actividades predominantes

Al exterior: jardines, zonas de descanso y recreación, dos zonas de estacionamiento

Al interior: aulas de clases, laboratorios, actividades administrativas del campus

1. Entorno e infraestructura

- Relación entre áreas verdes y áreas construidas: 20 % es construcción 32% de área verde y 17% de plazas, 31 % circulación y estacionamiento
- Medidas y acciones orientadas a la sostenibilidad: incipiente jardín de polinización, trayectos viales que permiten infiltración, venta de alimentos parcialmente nutritivos, vegetación inducida con bajo desarrollo, presencia de fauna silvestre menor, presencia de pocos árboles frutales de manera dispersa.
- Infraestructura sostenible:

2. Energía y cambio climático

- Uso de energías renovables: iluminación exterior con celdas solares.
- Eficiencia energética: iluminación al interior con led.
- Reducción de emisiones de gases: No se lleva a cabo.

3. Residuos

- Acciones y programas de reciclaje y reducción de residuos: contenedor de residuos, cinco depósitos fijos de residuos al exterior.
- Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos: No existe separación.
- Gestión de residuos peligrosos y no peligrosos: Si se lleva a cabo.

4. Agua

- Acciones y programas de conservación y reutilización del agua: No se lleva a cabo
- Sistemas de captación de agua pluvial: Inexistente.
- Uso eficiente del agua: Uso de muebles e instalaciones tradicionales.

5. Transporte

- Uso y promoción del transporte sostenible: Inexistente.
- Acciones y políticas para reducir el uso de vehículos privados: Convenio con un sistema de transporte público.
- Infraestructura para peatones, ciclistas y discapacitados: Existen andadores, no hay ciclo vía, movilidad universal solo en la planta baja.

6. Educación e Investigación

Cursos y programas académicos relacionados con la sostenibilidad ambiental: Solo en la carrera de quiropráctica una asignatura de carácter ambiental.

- Investigación básica y aplicada en temas ambientales y de sostenibilidad ambiental: Inexistente.
- Difusión, publicaciones y eventos relacionados con la sostenibilidad ambiental: convocatoria anual de reforestación.

Micro zona 2:

Funciones y actividades predominantes

Al exterior: jardineras, afloramientos rocosos, zona boscosa, espejo de agua, estacionamiento sin piso de concreto.

Al interior: aulas, zonas de estudio en la biblioteca, auditorio de eventos, dos corredores techados.

1. Entorno e infraestructura

- Relación entre áreas verdes y áreas construidas: 21% área construida, 30% área verde, 9% en plazas 40% en circulación y estacionamiento.
- Medidas y acciones orientadas a la sostenibilidad: Estacionamiento y zonas verdes con infiltración hídrica.
- Infraestructura sostenible: inexistente.
- **Energía y cambio climático**
 - Uso de energías renovables: lámparas exteriores con celda solar.
 - Eficiencia energética: uso de iluminación led al interior, uso eficiente de luz natural en la zona de la biblioteca.
 - Reducción de emisiones de gases: no se lleva a cabo.
- **Residuos**
 - Acciones y programas de reciclaje y reducción de residuos: Cinco colectores fijos de residuos y uno de PET.
 - Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos: Separación de PET.
 - Gestión de residuos peligrosos y no peligrosos: Contenedores rojos de residuos biológico-infecciosos.

-
- Agua
 - Acciones y programas de conservación y reutilización del agua: Inexistente.
 - Sistemas de captación de agua pluvial: inexistente pero, de manera natural se registran encharcamientos en plaza y zonas ajardinadas.
 - Uso eficiente del agua: muebles e instalaciones tradicionales.
- Transporte
 - Uso y promoción del transporte sostenible: no hay presencia.
 - Acciones y políticas para reducir el uso de vehículos privados: Limitadas por medio de terracerías.
 - Infraestructura para peatones, ciclistas y discapacitados: Existe andadores y rampas para discapacitados solo en planta baja.
- Educación e Investigación
 - Cursos y programas académicos relacionados con la sostenibilidad ambiental: en la licenciatura de ingeniería biomédica existe una asignatura de desarrollo sostenible.
 - Investigación básica y aplicada en temas ambientales y de sostenibilidad ambiental: No existe.
 - Difusión, publicaciones y eventos relacionados con la sostenibilidad ambiental: Convocatoria anual para reforestación.

Micro zona 3:

Funciones y actividades predominantes

Al exterior: canchas deportivas de basquetbol y futbol, afloramientos rocosos

Al interior: área de mantenimiento, área de almacén y espacio para los trabajadores de la construcción que está en marcha.

1. Entorno e infraestructura

- Relación entre áreas verdes y áreas construidas: 4% de área construida (provisional), 40 % de área verde, 40% canchas deportivas y 16% circulación.
- Medidas y acciones orientadas a la sostenibilidad: reforestaciones. Infraestructura sostenible: Construcción provisional desarmable.
- Energía y cambio climático
 - Uso de energías renovables: Lámparas exteriores con celdas solares.
 - Eficiencia energética: no aplica.
 - Reducción de emisiones de gases: inexistente.
- Residuos
 - Acciones y programas de reciclaje y reducción de residuos: Inexistente.
 - Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos: Inexistente.
 - Gestión de residuos peligrosos y no peligrosos: Inexistente.
- Agua
 - Acciones y programas de conservación y reutilización del agua: Inexistente.
 - Sistemas de captación de agua pluvial: inexistente.
 - Uso eficiente del agua: No hay presencia.
- Transporte
 - Uso y promoción del transporte sostenible: Inexistente.
 - Acciones y políticas para reducir el uso de vehículos privados: inexistente.
 - Infraestructura para peatones, ciclistas y discapacitados: Hay andadores para peatones, pero no ciclovías, ni rampas para discapacitados.
- Educación e Investigación
 - Cursos y programas académicos relacionados con la sostenibilidad ambiental: No hay presencia.
 - Investigación básica y aplicada en temas ambientales y de sostenibilidad ambiental.
 - Difusión, publicaciones y eventos relacionados con la sostenibilidad ambiental: Convocatoria anual para reforestación.

○

Micro zona 4:

Funciones y actividades predominantes

Al exterior: jardineras, estacionamiento, afloramientos rocosos.

Al interior: consultorios, espacios para rehabilitación y terapias.

1. Entorno e infraestructura

- Relación entre áreas verdes y áreas construidas: 40 % de construcción. 20% de área verde, 10% de plaza y 30% de estacionamiento y corredores de circulación.
- Medidas y acciones orientadas a la sostenibilidad: mínima.
- Infraestructura sostenible: mínima.
- **Energía y cambio climático**
 - Uso de energías renovables: lámparas exteriores con celda solar.
 - Eficiencia energética: Uso de led al interior.
 - Reducción de emisiones de gases: inexistente.
- **Residuos**
 - Acciones y programas de reciclaje y reducción de residuos: solamente hay un contenedor de residuos sólidos fijo.
 - Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos: inexistente.
 - Gestión de residuos peligrosos y no peligrosos: Dentro de la clínica hay contenedores para manejo de los residuos peligrosos o biológico infecciosos.
- **Agua**
 - Acciones y programas de conservación y reutilización del agua: no existe.
 - Sistemas de captación de agua pluvial: No existe.
 - Uso eficiente del agua: sanitarios e instalaciones tradicionales.
- **Transporte**
 - Uso y promoción del transporte sostenible: Inexistente.
 - Acciones y políticas para reducir el uso de vehículos privados: Uso de transporte público (taxis) por los pacientes.

Infraestructura para peatones, ciclistas y discapacitados: Hay andadores peatonales y rampas para discapacitados.

- Educación e Investigación
 - Cursos y programas académicos relacionados con la sostenibilidad ambiental: Inexistente.
 - Investigación básica y aplicada en temas ambientales y de sostenibilidad ambiental: inexistente.
 - Difusión, publicaciones y eventos relacionados con la sostenibilidad ambiental: Inexistente.

Micro zona 5:

Funciones y actividades predominantes

Al exterior: espacio abierto, área verde y boscosa, no hay actividad humana.

Al interior: no hay actividades humanas frecuentes en la zona.

1. Entorno e infraestructura

- Relación entre áreas verdes y áreas construidas: 100% área verde.
- Medidas y acciones orientadas a la sostenibilidad: Crecimiento natural de la flora y fauna propia del lugar.
- Infraestructura sostenible: inexistente. Energía y cambio climático
 - Uso de energías renovables: inexistente.
 - Eficiencia energética: inexistente.
- Reducción de emisiones de gases: Servicios ambientales de captación de CO₂.
- Residuos:
 - Acciones y programas de reciclaje y reducción de residuos: inexistente.
 - Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos: innecesario.
 - Gestión de residuos peligrosos y no peligrosos: innecesario.



- 100

- Educación e Investigación
 - Cursos y programas académicos relacionados con la sostenibilidad ambiental: No se desarrollan actividades académicas en la zona.
 - Investigación básica y aplicada en temas ambientales y de sostenibilidad ambiental: inexistente.
 - Difusión, publicaciones y eventos relacionados con la sostenibilidad ambiental: No se realizan actividades humanas en el lugar.

2.6.3 Síntesis de los rezagos y problemas ambientales del campus:

El diagnóstico integral ambiental del campus evidencia rezagos significativos en materia de sostenibilidad, destacando la falta de equilibrio entre áreas construidas y espacios verdes. Aunque algunas microzonas presentan porcentajes considerables de vegetación (como la microzona 5 con 100% de área verde), otras están dominadas por estacionamientos y circulación, lo que limita la infiltración hídrica y reduce los servicios ecosistémicos. Además, las acciones orientadas a la sostenibilidad son incipientes, como jardines de polinización y reforestaciones anuales, pero carecen de sistematicidad y alcance integral, lo que refleja una planificación fragmentada.

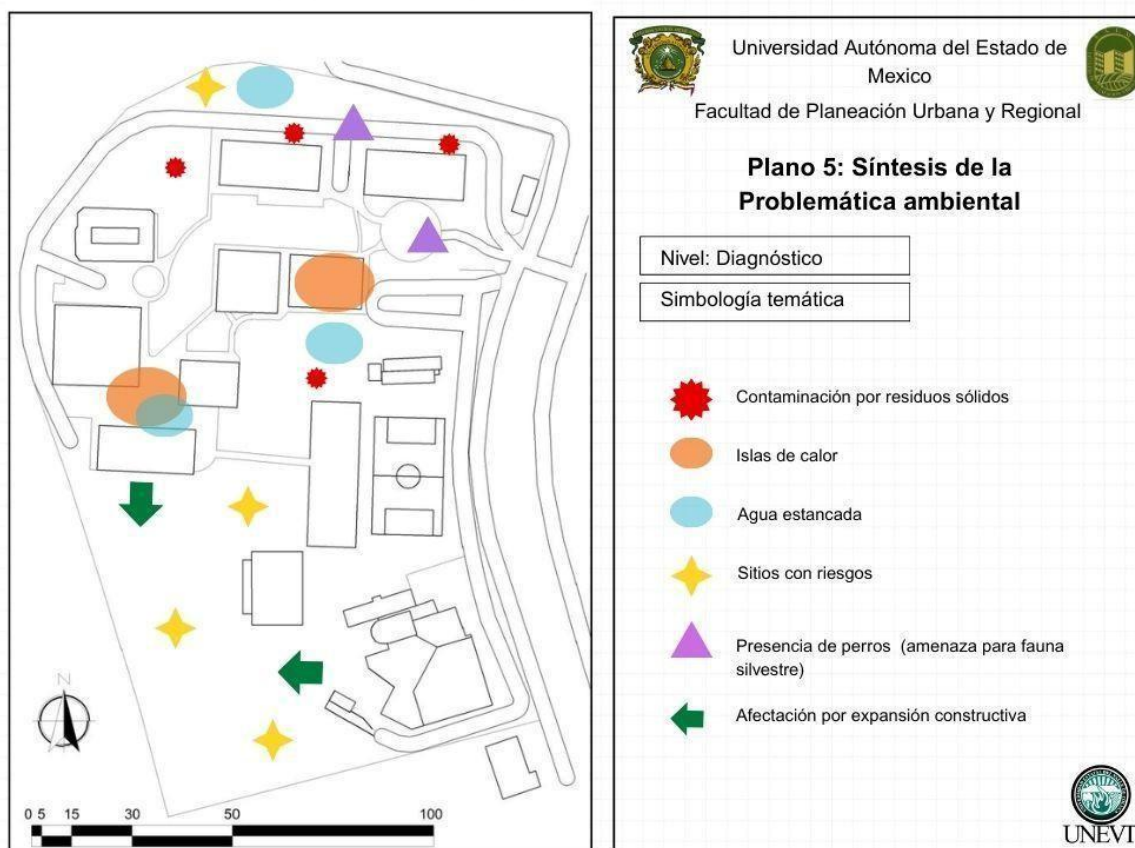
En el ámbito energético y de cambio climático, se observan avances parciales, como el uso de iluminación LED y celdas solares en exteriores, pero persisten deficiencias críticas, como la ausencia de programas para reducir emisiones de gases de efecto invernadero. La gestión de residuos es otro punto débil: mientras algunas zonas cuentan con contenedores diferenciados (PET o residuos peligrosos), en otras no existe separación de desechos ni tratamiento de orgánicos e inorgánicos. Esta inconsistencia en las prácticas de reciclaje y reducción de residuos subraya la necesidad de políticas unificadas y educación ambiental continua.

Finalmente, el campus enfrenta desafíos en la gestión del agua, transporte sostenible y educación ambiental. No hay sistemas de captación pluvial ni programas de reutilización, y el uso de instalaciones tradicionales denota ineficiencia hídrica. La promoción de transporte sostenible es casi inexistente, con infraestructura limitada para ciclistas y discapacitados. Aunque existen asignaturas aisladas sobre sostenibilidad en ciertas carreras, la investigación y difusión ambiental son marginales. Estos rezagos exigen un plan estratégico que integre infraestructura

sostenible, capacitación docente y participación comunitaria para transitar hacia un modelo de campus verdaderamente sustentable.

El plano 5, nos muestra gráficamente una síntesis de la problemática ambiental que se enfrenta dentro del campus.

Plano 5| Problemática ambiental del Campus



Fuente: Elaboración propia

2.6.4 Análisis de planes de estudio de las licenciaturas que imparte la UNEVT

Tabla 5: Análisis de planes de estudio

Plan de Estudio	Unidades de aprendizaje sustentabilidad ambiental
Licenciatura en acupuntura humana rehabilitatoria (2022)	Inexistentes
Licenciatura en acupuntura humana	Inexistentes

rehabilitatoria (2023, actual plan de estudio)	
Licenciatura en gerontología (2017-2022)	• Desarrollo sustentable, se cursaba en el primer semestre de la licenciatura, una asignatura de núcleo básico
Licenciatura en gerontología (2023, actual plan de estudio)	• Inexistentes
Licenciatura en quiropráctica (2017, actual plan de estudio)	• Inexistentes
Licenciatura en Derecho (2024)	• Inexistentes
Licenciatura en ingeniería biomédica	• Responsabilidad social y ambiental, se cursa en el octavo semestre de la licenciatura
Maestría en emprendimiento de entidades de salud	• Inexistentes

Fuente: Elaboración propia

Con base en el análisis de los planes y programas de estudio, se puede determinar que la Universidad estatal no ofrece una formación completa en sustentabilidad ambiental, siendo un tema vinculado con la salud de las personas y las comunidades, motivo por lo cual se requiere que en las actualizaciones y reformas curriculares se considere por lo menos dos cursos obligatorios en tópicos orientados al cuidado de la biósfera y el consumo sustentable.

CAPÍTULO 3: PROYECTO INTEGRAL DE ECOLOGIZACIÓN

3.1 Plan General de Ecologización del Campus UNEVT

A continuación se presentan los principales componentes y estrategias de ecologización que deberá seguir la universidad para su plena ecologización dando respuesta a los lineamientos de la AGENDA 2030 y considerando los estándares ambientales internacionales.

3.1.1 Etapas del proceso de transformación y ecologización de un campus universitario,

- 1. Diagnóstico y evaluación inicial:** Realizar un inventario del estado actual del campus en términos de consumo de recursos, gestión de residuos, movilidad, infraestructura, y prácticas ambientales. Esto permite identificar áreas prioritarias y oportunidades de mejora.
- 2. Definición de metas y objetivos:** Establecer metas claras, medibles y alcanzables basadas en el diagnóstico inicial, alineadas con los principios de sostenibilidad y las capacidades de la institución.
- 3. Diseño de la estrategia de acción:** Elaborar un plan integral que incluya acciones concretas en áreas como eficiencia energética, movilidad sustentable, compras responsables, gestión de residuos, y sensibilización. Aquí también se definen responsables, cronogramas y recursos requeridos.
- 4. Implementación de acciones:** Ejecutar las iniciativas planificadas, comenzando con proyectos piloto o priorizando acciones que generen cambios perceptibles rápidamente y motivar el compromiso de toda la comunidad universitaria.

5. Participación y sensibilización: Involucrar a estudiantes, docentes, personal administrativo y la comunidad externa mediante campañas, talleres y actividades que promuevan un cambio de cultura ambiental.

6. Monitoreo y evaluación: Establecer indicadores para medir los avances en relación a las metas propuestas, realizar auditorías ambientales y ajustar las estrategias según los resultados.

7. Comunicación y difusión: Compartir los logros, lecciones aprendidas y desafíos con toda la comunidad para fortalecer el compromiso y promover una cultura de sostenibilidad.

8. Escalamiento y sostenibilidad: Ampliar las acciones exitosas y consolidar cambios en las políticas institucionales, fomentando la integración de la sostenibilidad en la gestión a largo plazo del campus.

El proceso debe ser concebido como cíclico y adaptativo, permitiendo revisiones periódicas que aseguren una transformación integral y duradera en la sostenibilidad del campus universitario.

Objetivos prioritarios

1. Preservar, optimizar y elevar la calidad ambiental de los recursos y elementos naturales del campus, como son: aire, agua, suelo, flora, fauna, clima y energías naturales, mediante acciones pertinentes, tecnologías eficientes y campañas de sensibilización.

2. Reducir la huella de carbono del campus, principalmente mediante la disminución de emisiones derivadas del consumo energético no renovable, transportación y todo tipo de prácticas contaminantes. Imprescindible resulta fomentar la movilidad sostenible, incentivando el uso de transporte público, bicicletas, caminar y otros modos ecológicos. De manera complementaria deberá incrementar la masa vegetal del campus.

3. Gestionar eficientemente los residuos, promoviendo su reducción, reutilización y reciclaje. Ello impacta los consumos diarios de los estudiantes, profesores y administrativos, los materiales empleados en sus actividades y funciones universitarias.
4. Implementar prácticas de consumo responsable y compras sostenibles, favoreciendo productos con bajo impacto ambiental y promoviendo la economía circular.
5. Integrar la sostenibilidad en la planificación urbana del campus, incluyendo los actuales y futuros edificios, mejoramiento de los espacios verdes y la optimización y reconversión ecológica de los servicios.
6. Involucrar y sensibilizar a toda la comunidad universitaria partiendo de sus planes y programas de estudio y las prácticas sostenibles orientadas a crear una cultura ecológica interna y su difusión al exterior.
7. Promover la innovación y la investigación en temas ambientales, con apoyo de los académicos que contribuyan a que la universidad desarrolle soluciones sostenibles en todas su funciones y actividades.

3.2 Políticas de ecologización

Biopreservación (PI):

Es una política ambiental integral orientada a la recuperación, protección y fomento de las especies nativas y endémicas de la región cuyas poblaciones han experimentado una disminución significativa debido a factores como la pérdida de hábitat, la contaminación, la invasión de especies exóticas o el cambio climático. Esta política se implementará en el campus universitario mediante acciones como:

- La restauración ecológica de áreas verdes para recrear hábitats propicios.
- La reintroducción controlada de especies vegetales y animales autóctonas en peligro.

- La eliminación progresiva de especies invasoras que compiten con la biodiversidad local.
- La promoción de investigación aplicada y educación ambiental para involucrar a la comunidad universitaria.
- La creación de corredores biológicos y micro-reservas que favorezcan la conectividad ecológica.

El objetivo final es transformar el campus en un modelo de conservación in situ, contribuyendo a la resiliencia de los ecosistemas regionales y reforzando el compromiso de la institución con la sostenibilidad y la custodia del patrimonio natural.

Bioproducción (PII):

Es una política diseñada para fomentar la producción sostenible de alimentos y el manejo responsable de especies útiles (vegetales, animales o fungí) dentro del campus, con el fin de promover la soberanía alimentaria, la educación práctica y la economía circular en la comunidad universitaria.

Objetivos principales:

- Cultivos y crianza sostenible: Establecer huertos, granjas urbanas o módulos acuapónicos que permitan la producción de alimentos orgánicos, priorizando especies adaptadas a la región y de alto valor nutricional o cultural.
- Aprendizaje aplicado: Integrar a estudiantes, profesores y personal en procesos de siembra, cosecha y manejo agroecológico, vinculándolos a proyectos académicos o investigativos.
- Autogestión y comercialización ética: Facilitar la venta o intercambio de excedentes entre la comunidad universitaria, asegurando precios justos y reduciendo la huella ambiental asociada al transporte de alimentos.
- Conservación de especies útiles: Recuperar variedades criollas de plantas o razas animales tradicionales en riesgo, combinando su preservación con un uso sostenible.

Conservación (PIII):

Es una política ambiental enfocada en la protección estricta y permanente de áreas naturales dentro del campus que albergan ecosistemas frágiles,

biodiversidad significativa o servicios ecológicos clave. Su objetivo es salvaguardar estos espacios de cualquier alteración antrópica, garantizando su integridad a largo plazo mediante medidas de manejo pasivo y regulación de acceso. Sus criterios de aplicación son:

- Valor ambiental: Áreas con especies endémicas, migratorias o en riesgo; zonas de recarga hídrica, corredores biológicos o relicto de ecosistemas nativos.
- Protección legal: Alineación con normativas nacionales o internacionales de conservación (ej.: categoría Área Natural Protegida interna).
- Delimitación y señalización de zonas bajo protección, con restricciones claras (ej.: prohibición de urbanización, tala o contaminación).
- Monitoreo científico no invasivo (ej.: cámaras trampa, inventarios de biodiversidad).
- Educación ambiental: Divulgación del valor ecológico del área para fomentar respeto y vigilancia comunitaria.
- Principios rectores: Intangibilidad, precaución y priorización del interés ecológico sobre actividades humanas.

Restauración (PIV):

Es una política orientada a la recuperación activa de espacios degradados dentro del campus, con el objetivo de mejorar su estructura, funcionalidad y biodiversidad, elevando así su calidad ecológica y su capacidad para proveer servicios ambientales. Con respecto a su alcance y enfoque:

- Reparación ecológica: Intervenciones basadas en ciencia para revertir daños en suelos, cuerpos de agua y vegetación.
- Mejora de atributos naturales: Reintroducción de especies nativas, rehabilitación de microhábitats y estabilización de procesos ecológicos clave (ej.: polinización, ciclo hidrológico).
- Criterios técnicos: Selección de técnicas según el ecosistema (revegetación, bioingeniería, control de erosión) y seguimiento de indicadores de éxito (supervivencia de especies, conectividad ecológica).

- Diagnósticos participativos con la comunidad universitaria para priorizar áreas.
- Proyectos piloto con especies resilientes y métodos costo-eficientes.
- Vinculación con investigación aplicada y prácticas académicas.

Principios rectores:

- Basado en evidencia: Apoyo en estudios de línea base.
- Adaptativo: Ajustes según resultados monitoreados.
- Participativo: Involucramiento de estudiantes, docentes y sociedad civil.

Ambientación (PV):

Es una política de sustentabilidad aplicada a los espacios cerrados y construidos del campus universitario, que busca integrar elementos naturales y prácticas ecológicas en entornos arquitectónicos, con el fin de mejorar la calidad ambiental interior, reducir el impacto ecológico de las edificaciones y promover el bienestar de la comunidad universitaria. Sus objetivos principales son:

- Naturalización de interiores: Incorporación de vegetación adaptada (jardines verticales, techos verdes, macetones) y materiales biodegradables o reciclados en la infraestructura.
- Eficiencia ambiental: Implementación de sistemas pasivos (iluminación natural, ventilación cruzada) y tecnologías verdes (captación de agua pluvial, energías renovables).
- Confort y salud: Mejora de la calidad del aire (filtros naturales, especies purificadoras) y reducción de contaminantes (pinturas no tóxicas, mobiliario sostenible).

- Educación en espacios cotidianos: Diseño que visibilice prácticas sustentables (ej.: señalética sobre ahorro energético, huertos urbanos en pasillos).

Acciones estratégicas:

- Certificación de edificios con criterios verdes (ej.: normas LEED o estándares locales).
- Talleres de mantenimiento participativo (ej.: cuidado de huertos interiores).
- Uso de especies vegetales de bajo requerimiento hídrico y adaptadas a interiores.

Principios rectores:

- Adaptabilidad: Soluciones flexibles según el tipo de espacio (aulas, laboratorios, oficinas).
- Innovación: Combinación de saberes tradicionales y tecnologías emergentes.
- Inclusión: Diseño universal que integre accesibilidad y sustentabilidad.

Rediseño (PVI):

Es una política dirigida a la transformación de espacios urbanizados del campus que actualmente carecen de atributos ecológicos (plazas, corredores, explanadas), con el objetivo de convertirlos en áreas funcionales, biodiversas y sustentables mediante intervenciones planificadas que integren naturaleza, servicios ecosistémicos y bienestar comunitario. Sus objetivos estratégicos:

- Ecologización de infraestructura gris: Sustitución de superficies impermeables por materiales permeables, áreas verdes y sistemas de drenaje sostenible (ej.: pavimentos porosos, jardines de lluvia).
- Incorporación de biodiversidad útil: Selección de vegetación nativa (arbustos, herbáceas, árboles) que provea sombra, refugio para fauna polinizadora y regulación microclimática.
- Conectividad ecológica: Creación de corredores verdes que enlacen con otras zonas naturales del campus.

- Uso social sustentable: Diseño participativo de mobiliario con materiales reciclados y espacios multifuncionales (ej.: bancas con paneles solares, zonas de descanso con cubiertas vegetales).

Criterios de intervención:

- Priorización de áreas con mayor impacto comunitario y potencial ecológico.
- Enfoque en bajo mantenimiento y resiliencia climática (especies resistentes a sequías/inundaciones).
- Sinergia con otras políticas (ej.: Bioproducción para incluir huertos urbanos en plazas).

Acciones estratégicas:

- Diagnóstico técnico de suelo, insolación y flujo peatonal.
- Proyectos piloto con participación estudiantil (concurso de diseño sustentable).
- Monitoreo post-intervención (ej.: temperatura superficial, uso ciudadano).

Principios rectores:

- Regeneración urbana: Ir más allá de lo estético hacia la reparación ecológica.
- Cofinanciamiento: Alianzas con sector público/privado para escalar proyectos.
- Cultura de apropiación: Comunicar el "antes y después" ambiental para generar orgullo comunitario.

Tecno Reconversión (PVII):

Es una política que impulsa la sustitución, actualización o implementación de tecnologías, infraestructuras y sistemas operativos en el campus, con el fin de migrar hacia modelos bajos en emisiones, eficientes en recursos y basados en energías renovables, reduciendo así la huella ecológica de las actividades institucionales. Sus objetivos estratégicos son:

- Descarbonización tecnológica: Reemplazo progresivo de equipos y procesos que dependen de combustibles fósiles por alternativas limpias (ej.: vehículos eléctricos, calentadores solares).

- Eficiencia energética y hídrica: Instalación de sistemas inteligentes (iluminación LED con sensores, grifos de bajo flujo) y uso de energías renovables (paneles solares, microturbinas eólicas).
- Innovación circular: Adquisición de tecnología modular, reparable o con materiales reciclados, junto con programas de retiro responsable de residuos electrónicos.
- Digitalización sostenible: Optimización de plataformas virtuales para reducir consumo energético en centros de datos y promover el teletrabajo/acceso remoto cuando sea viable.

Ámbitos de aplicación:

- Movilidad: Electrificación de transporte interno, estaciones de carga con energía solar.
- Edificios: Sistemas de climatización geotérmica o por absorción.
- Laboratorios y talleres: Equipos con certificación Energy Star o estándares de eficiencia.
- Espacios abiertos: Alumbrado público autosustentable, riego por IoT con agua tratada.

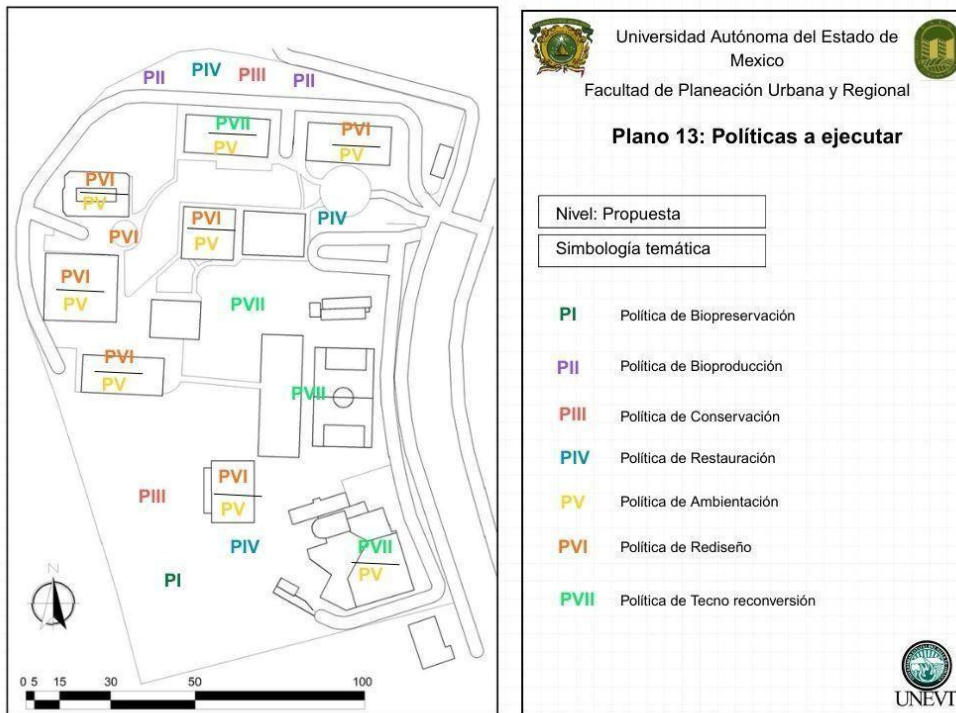
Mecanismos recomendados:

- Auditorías tecnológicas periódicas para identificar oportunidades de reconversión.
- Alianzas con empresas y centros de investigación para pilotear tecnologías emergentes.
- Fondos verdes que prioricen proyectos con retorno ambiental y económico.

Principios rectores:

- Escalabilidad: Soluciones replicables en distintas áreas del campus.
- Justicia tecnológica: Equidad en el acceso a beneficios (ej.: carga eléctrica gratuita para bicicletas).
- Innovación responsable: Balance entre adopción tecnológica y preservación de prácticas comunitarias sostenibles.

Plano 6| Políticas ambientales

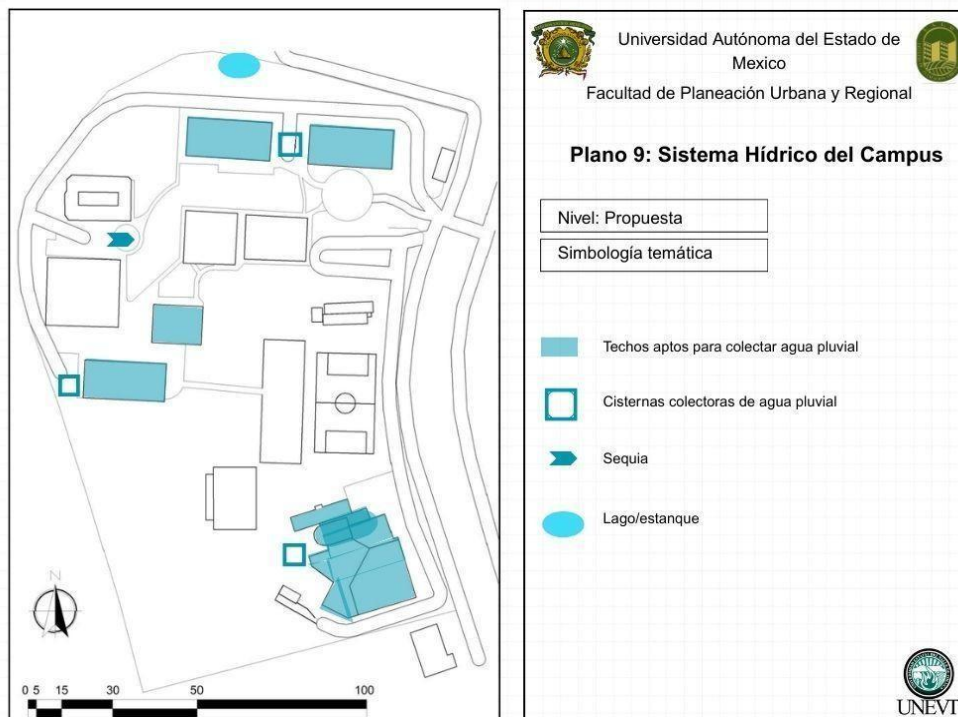


Fuente: Elaboración propia

En el plano anterior se ubican cada una de las políticas y su sitio de acción

Manejo integral del agua en el campus universitario

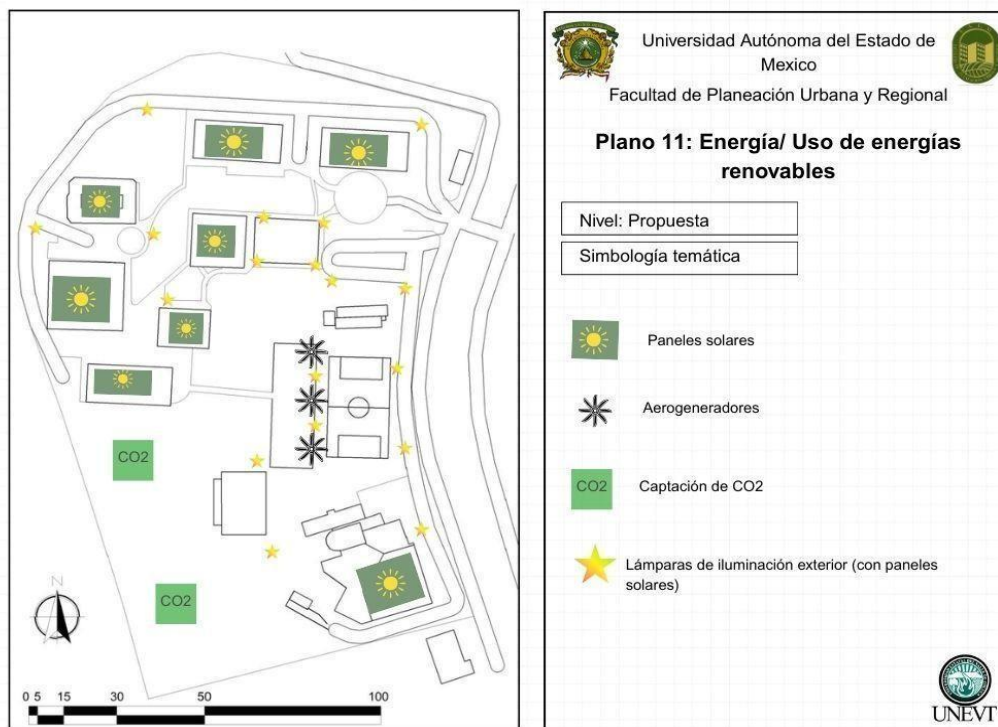
Plano 7| Propuesta manejo hídrico



Fuente: Elaboración propia

Manejo energético en el campus universitario

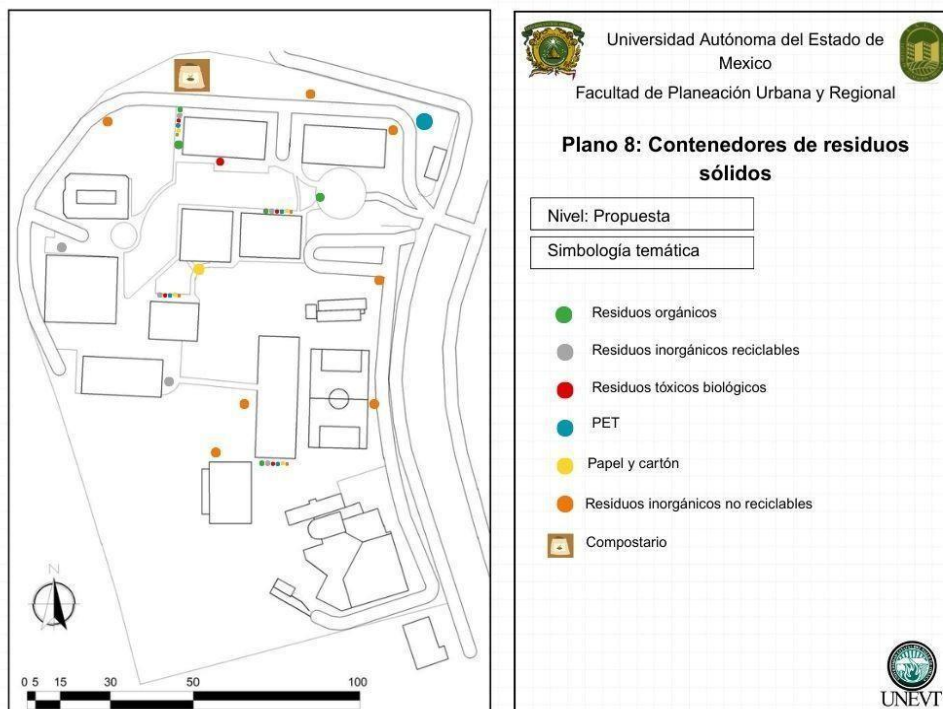
Plano 8| Propuesta manejo energético



Fuente: Elaboración propia

Manejo de residuos sólidos en el campus

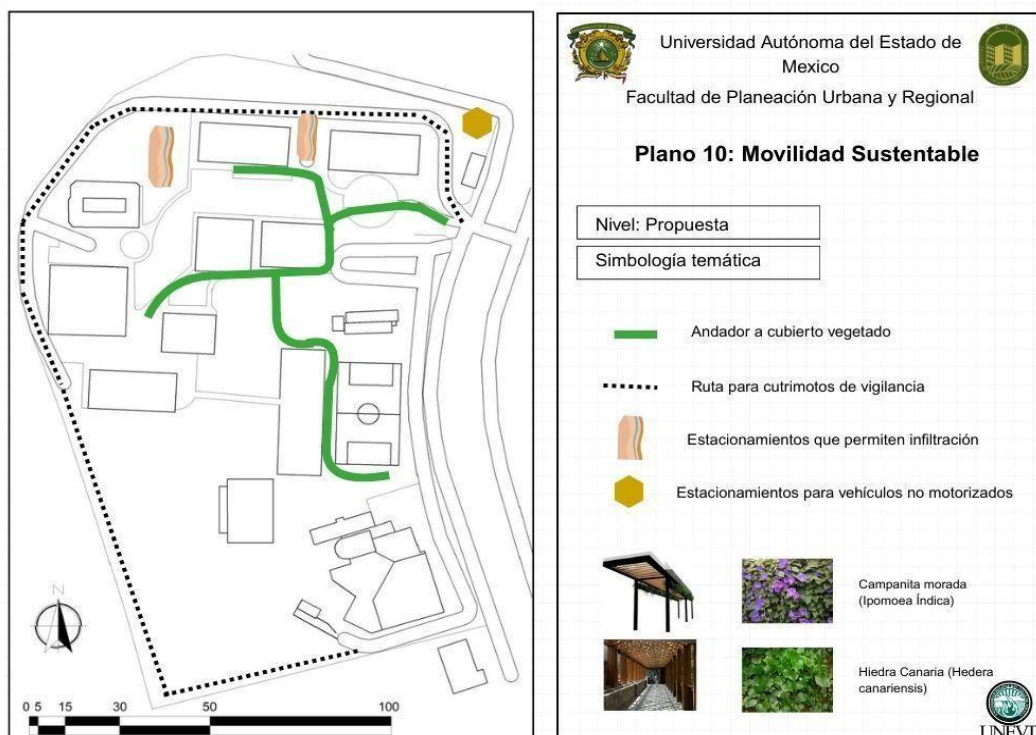
Plano 9| Propuesta manejo de residuos



Fuente: Elaboración propia

Inducción a la movilidad sustentable en el campus

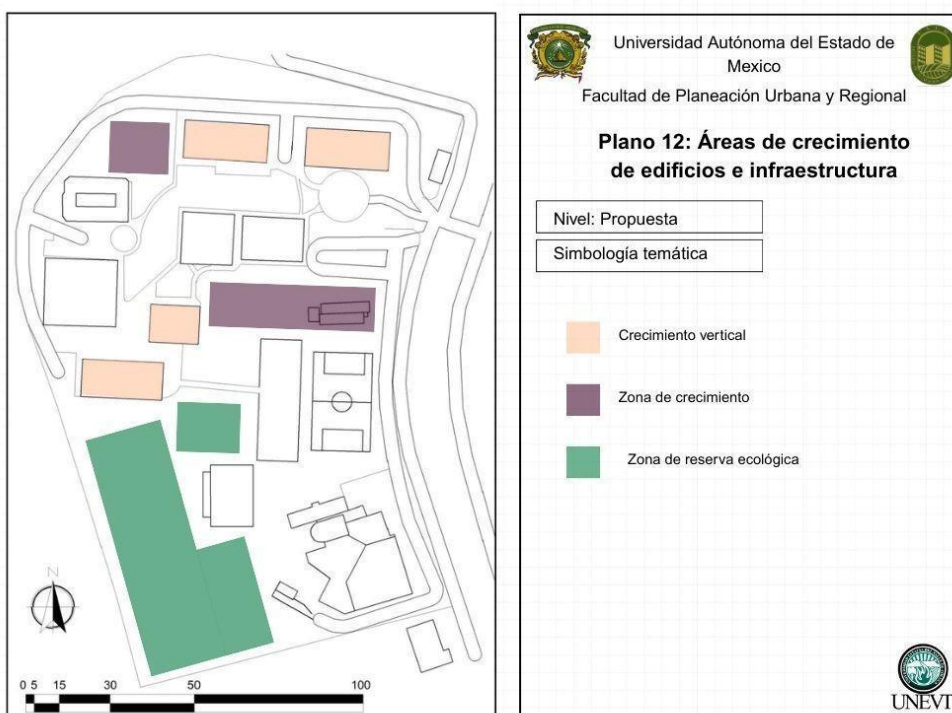
Plano 10| Propuesta movilidad sustentable



Fuente: Elaboración propia

Proyección de áreas de crecimiento edilicio y reservas verdes

Plano 11| Propuesta crecimiento edilicio y reservas verdes



Fuente: Elaboración propia

Manejo de flora y fauna dentro del Campus Universitario

A continuación se enlistan los nombres y características de las especies de flora y fauna que se tienen contempladas dentro de la propuesta de manejo

Tabla 6: Propuesta de especies a introducir en el campus

	Clasificación	Especie y descripción	Clave	Fotografía
Flora	Cubre piso	Salvia consuelta (salvia prunelloides) Es una pequeña planta rastrera con raíces que se extienden mediante estolones subterráneos. Sus tallos son delgados y no superan los 30 cm de largo. Es una planta con varias características positivas, destacando su belleza ornamental, resistencia a diversas condiciones, y sus posibles beneficios medicinales. Es una planta perenne con flores púrpuras y hojas ovaladas con bordes dentados, ideal para jardines soleados. Además, atrae polinizadores y tiene un aroma agradable, sumando valor estético.	P1	
		Conchita (Echeveria secunda) Es una suculenta caracterizada por su roseta compacta de hojas carnosas de color verde azulado, que pueden adquirir tonos rojizos con suficiente luz solar. Produce flores en forma de campana, de color rosa a naranja, en primavera y verano. Es una planta de fácil cuidado, que prefiere luz solar directa y riego moderado. Además, es una planta resistente a la sequía y al frío, lo que la convierte en una excelente opción	P2	

		para jardines de rocalla y como planta de interior en zonas con poca humedad.		
		Romero (<i>Salvia rosmarinus</i>) El romero es un arbusto aromático, leñoso, de hoja perenne, muy ramificado y ocasionalmente achaparrado, es una planta con notables propiedades aromáticas y medicinales, beneficiosa por su potencial antioxidante, antiinflamatorio y antimicrobiano. Se usa para mejorar la salud digestiva, como conservante alimentario y en la aromaterapia. Ofrece varios servicios ambientales, destacándose su capacidad como repelente y controlador natural de plagas y hongos, lo que reduce la necesidad de químicos artificiales en jardines y huertos. Además, su resistencia a la sequía y a suelos pobres lo convierte en una planta de bajo mantenimiento, adecuada para la recuperación de terrenos degradados y para el control de la erosión del suelo, actuando como cubierta vegetal	P3	
		Lavanda (<i>Lavandula</i>) La lavanda es una planta mediterránea de tallos y flores violetas, valorada por su aroma que la hace útil como repelente natural de insectos, en perfumería y aromaterapia. Además de sus usos ornamentales y medicinales, esta planta contribuye a los servicios ambientales al apoyar la vida silvestre local y requerir poca agua, lo que la hace ideal para el paisajismo y para evitar la erosión del suelo en zonas secas. La planta y sus flores atraen a polinizadores y otras criaturas	P4	

		beneficiosas, apoyando la biodiversidad local en los ecosistemas.		
		Redondita de agua (<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>) Es una planta acuática perenne con características distintivas. Sus tallos son horizontales, rastreros y pueden flotar en el agua o crecer en suelos saturados, con nudos que producen raíces. Las hojas son redondas ureniformes, no peltadas, con pecíolos delgados y márgenes lobulados, y pueden medir entre 1 y 5 cm. Las flores son pequeñas, de color blanco verdoso a amarillo pálido, y se agrupan en umbelas. Aunque puede ser invasiva, la redondita de agua también puede ofrecer beneficios como la absorción de nutrientes en exceso del agua, lo que podría ayudar a mejorar la calidad del agua.	P5	

	Arbustiva	Salvia azul de montaña (<i>salvia concolor</i>) Es una planta perenne, arbustiva, que puede alcanzar alturas de 1.5 a 2 metros. Sus hojas son ovaladas a lanceoladas, con bordes dentados y de color verde ceniciento. Las flores, de color azul o violeta, son zigomorfas lo que la hacen ideal para jardines, y atrae a polinizadores como colibríes y mariposas. Además, es relativamente fácil de cuidar, tolerante a la sequía y ambientes montañosos una vez establecida. Florece durante la primavera, verano y otoño; tiene propiedades	M1	
--	-----------	--	----	---

		medicinales tradicionales, como aliviar la tos y problemas digestivos.		
		Pasto pampa (<i>cortaderia selloana</i>) Es una especie de pasto perenne originario de Sudamérica, específicamente de la región de las pampas. Se caracteriza por su gran tamaño, alcanzando alturas de hasta 4 metros, y sus inflorescencias plumosas de color blanco o rosa que añaden textura y altura a los jardines. Es resistente a la sequía y a diferentes tipos de suelo, incluyendo suelos costeros y arenosos	M2	

		Magüey Pulquero (<i>agave salmiana</i>) Es una planta suculenta perenne nativa de México, famosa por su uso en la producción de pulque. Se caracteriza por su forma de roseta, hojas gruesas y espinosas, e inflorescencias altas y ramificadas. Se adapta a climas áridos y semiáridos, lo que ayuda a prevenir la desertificación. Además, el aguamiel que produce, utilizado para hacer pulque, contiene minerales como calcio, fósforo y hierro, así como niacina y vitamina C, que favorecen la absorción de hierro y zinc. También se le atribuyen propiedades medicinales para tratar problemas gastrointestinales, anemia, diabetes y tos, y como ungüento para cicatrices	M3	
--	--	---	----	---

		Pasto muhly (<i>Mulhenbergia capillaris</i>) Hierba perenne de atractivo y denso follaje, las hojas son estrechas y de color verde oscuro, y en otoño produce una profusión de inflorescencias rosadas que parecen nubes, cubriendo la planta y creando un efecto visual impactante, además, atrae polinizadores y es útil para la recuperación de tierras, siendo una excelente opción para jardines de bajo mantenimiento y paisajes diversos. Es resistente a la sequía y a la fuerte luz solar.	M4	
--	--	---	----	---

		Sábila (<i>aloe vera</i>) es una planta suculenta con hojas carnosas que almacenan agua, adaptada a climas áridos y que requiere suelos sueltos y con buen drenaje. Como planta, ofrece servicios ambientales al actuar como fertilizante, insecticida y revitalizador de otras plantas, además de su uso para la regeneración de suelos y control de la erosión. El gel de sábila puede usarse como fertilizante natural, revitalizante para las plantas, abono de lenta liberación y un poderoso enraizante, contribuyendo a la salud del suelo. Se puede emplear como insecticida foliar, ayudando a controlar plagas en otros cultivos y plantas.	M5	
--	--	---	----	---

	Árboles	Oyamel Neovolcánico (<i>Abies religiosa</i>) Es un árbol importante por sus características ecológicas y económicas. Entre sus ventajas, destaca su papel como hábitat para la mariposa monarca y otras especies, su contribución a la recarga de mantos acuíferos y su uso en la construcción y fabricación de diversos productos.	G1	
--	---------	--	----	---

		Capulín (<i>Prunus serótina</i>) Es un árbol que puede alcanzar hasta 20 metros de altura, con tronco recto y copa ovoide o redondeada. Sus hojas son lanceoladas, de margen serrado y color verde brillante. Sus flores son blancas y se agrupan en racimos colgantes. Los frutos son globosos, de color rojo a negro en la madurez, y se consumen frescos o procesados en diversos productos. Es resistente a la sequía y al fuego, lo que lo hace útil para reforestación y restauración, también atrae polinizadores y es fuente de alimento para aves y otros animales	G2	
		Cedro blanco (<i>Cupressus lusitanica</i>) Es un árbol de rápido crecimiento y larga vida, nativo de México y Centroamérica, que ofrece servicios ambientales como la captura de polución,	G3	

		especialmente plomo, y la protección contra el viento y la erosión. Su madera, de buena calidad y fragancia, se valora en la construcción y la fabricación de muebles, mientras que sus ramas y semillas poseen propiedades medicinales para aliviar afecciones respiratorias. Su sistema radicular profundo ayuda a evitar la erosión del suelo, mejorando la calidad de las tierras. Es un árbol sensible a la contaminación atmosférica, como la presencia de plomo, por lo que su presencia mejora la calidad del aire en las zonas donde se encuentra.		
		Ocote (<i>Pinus montezumae</i>) También llamado chalmaite blanco, Juncia, Ocote u ocote blanco, es un árbol nativo de México, pertenece a la familia Pinaceae. Mide más de 20 metros de altura, sus hojas forman generalmente grupos de cinco, de color verde oscuro, la corteza de este árbol es de una tonalidad café rojizo, su resina arde con gran facilidad, sus conos y hojas presentan alta diversidad.	G4	

		Tejocote (<i>crataegus mexicana</i>) Es un árbol pequeño, a menudo espinoso, que puede alcanzar hasta 10 metros de altura. Sus hojas son simples, con bordes aserrados, y sus flores son blancas, agrupadas en umbelas. El fruto, conocido como tejocote, es pequeño, parecido a una manzana, de color amarillo-naranja y con un diámetro de 1 a 2 cm. Es nativo de México y se cultiva en regiones templadas, puede tolerar bajas temperaturas, inundaciones y sequías. Se adapta a suelos pobres y es una especie importante en la restauración de zonas perturbadas y puede ser utilizado como cortavientos o cerco vivo, además de su valor como árbol frutal, el tejocote tiene usos en la industria alimentaria, farmacéutica y como forraje.	G5	
		Manzano (<i>malus domestica</i>) Es un árbol de la familia de las Rosáceas que se cultiva por su fruto, la manzana. Se caracteriza por ser un árbol de hoja caduca, de origen asiático, adaptado a zonas templadas, con flores hermafroditas y un fruto de diversas formas y sabores. Como servicios ambientales, el manzano aporta valor estético al paisaje, sostiene a polinizadores y fauna silvestre, y contribuye a la diversidad de ecosistemas en zonas templadas.	G6	

		Peral (<i>pyrus communis</i>) Es un árbol frutal de clima templado, perteneciente a la familia de las Rosáceas, con corteza gris agrietada y hojas ovales. Produce el fruto comestible llamado pera, de forma alargada y pulpa jugosa y dulce. Como otros árboles, el peral ayuda a purificar el aire al absorber dióxido de carbono y liberar oxígeno. ofrecen refugio y alimento a diversas especies de insectos y aves, contribuyendo a la biodiversidad local; la densa red de raíces del árbol ayuda a mantener el suelo en su lugar, previniendo la erosión.	G7	
		Acacia longifolia Es un arbusto o árbol de rápido crecimiento nativo de Australia con hojas coriáceas, flores amarillas en espigas y crecimiento abundante de semillas. Se utiliza como planta ornamental y para estabilizar dunas, pero es una especie invasora en muchas partes del mundo, donde puede alterar los ecosistemas nativos. Sus servicios ambientales incluyen la fijación de nitrógeno en el suelo, que mejora su fertilidad, y la captura de CO2, además de su valor estético en el paisaje.	G8	

		Durazno amarillo criollo (<i>Prunus persica</i>) Es un El durazno criollo amarillo es una variedad rústica de <i>Prunus persica</i> con fruto amarillo y pulpa jugosa y aromática, caracterizada por su alta resistencia a la sequía y adaptación a suelos pobres, aunque es susceptible a enfermedades como la cenicilla. Su cultivo provee servicios ambientales al mejorar la calidad del suelo, ofrecer refugio a fauna silvestre y contribuir como barrera rompevientos, aunque requiere poda para su desarrollo. Sus frutos son una fuente de alimento para aves y mamíferos silvestres como zorras, mapaches y ardillas. Los árboles de durazno tienen un valor estético por sus flores rosadas que surgen antes que las hojas. Las raíces profundas del árbol ayudan a fijar el suelo y reducir la erosión, especialmente en laderas.	G9	
Fauna	Aves	Zacatonero Serrano (<i>Orinturus supersiliosus</i>) Es un gorrión endémico de México, conocido por su tamaño relativamente grande (aproximadamente 17 cm) y sus características distintivas. No presenta dimorfismo sexual, por lo que machos y hembras son similares en apariencia. Su plumaje incluye espalda, alas y cola de color pardo con rayas oscuras, pecho gris y abdomen amarillento. La cabeza es lo más distintivo: un pico negro, garganta blanca, parche negro en mejillas y loreal, supercilio blanco y corona rojiza.	A1	

		Contribuye al ambiente principalmente a través de su papel como consumidor de semillas e insectos, lo que ayuda a regular las poblaciones de estas especies y a mantener el equilibrio en los ecosistemas de pastizales montanos. Además, su presencia y comportamiento pueden ser indicadores de la salud del hábitat.		
		Pato Mexicano (<i>anas diazi</i>) Es un ave acuática de superficie con un plumaje marrón oscuro, similar al de la hembra del ánade real (<i>Anas platyrhynchos</i>), pero con un tono más apagado y uniforme, sin reflejos verdes en la cabeza. Los machos tienen un pico amarillo con la punta negra, mientras que las hembras presentan un pico con manchas naranjas y negras. Ambos sexos muestran un espejillo azul bordeado de blanco en las alas, visible tanto en vuelo como en reposo. Considerado "Amenazada" (A) en México según la NOM-059, debido a la degradación de su hábitat y otros factores. El Pato Mexicano es considerado una especie indicadora del estado de salud de los humedales, ya que su presencia y abundancia reflejan la calidad de estos ecosistemas	A2	

		Golondrina tijereta (<i>Hirundo rustica</i>) Es un ave pequeña y ágil, fácilmente reconocible por su cola larga y bifurcada, que le da su nombre. Su dorso es de color azul metálico, mientras que su vientre es de un tono beige o rojizo. Es conocida por su habilidad para capturar insectos en vuelo y por construir nidos de barro en estructuras hechas por humanos. Al consumir grandes cantidades de insectos voladores, incluyendo plagas agrícolas como mosquitos y moscas, la golondrina Tijereta ayuda a controlar sus poblaciones, reduciendo la necesidad de pesticidas. Al ser parte de la cadena alimentaria, su presencia contribuye al equilibrio de los ecosistemas, tanto rurales como urbanos. La presencia o ausencia de Golondrinas Tijeretas puede ser un indicador de la salud del medio ambiente, ya que son sensibles a cambios en la calidad del aire y la disponibilidad de insectos. Aunque no es su función principal, las golondrinas Tijeras también pueden contribuir a la polinización al transportar polen en sus plumas mientras se alimentan de insectos que visitan las flores.	A3 
--	--	--	---

	Reptiles	Lagartija Espinosa de Collar Sceloporus torquatus La Lagartija Espinosa de Collar (<i>Sceloporus torquatus</i>) es un reptil de tamaño mediano, con escamas ásperas y aquilladas, distintivo por su collar oscuro en el cuello y un color base que puede variar entre gris, marrón o verdoso. Es una	R1	
--	----------	--	----	---

		lagartija diurna, terrestre e inofensiva, que se alimenta principalmente de insectos. Se encuentra en hábitats diversos de México y es una especie endémica importante para el control de poblaciones de insectos.		
		Cascabel Transvolcánica (Crotalus triseriatus) Es una víbora venenosa endémica de los bosques de pino-encino, coníferas y pastizales de la región del Eje Volcánico Transversal en México, principalmente en estados como Jalisco, México, Michoacán y Puebla. Sus características incluyen un tamaño pequeño (hasta 68 cm), alimentación de ranas, roedores y lagartijas, y su rol ecológico como reguladora de poblaciones de presas y su contribución al mantenimiento del equilibrio del ecosistema.	R2	

		Culebra Nómada de Agua (Thamnophis eques) es una especie semiacuática de serpiente de jarretera endémica de México, con características principales de ser diurna, cazar en el agua y marcar territorio con feromonas. Sus servicios ambientales incluyen regular poblaciones de anfibios y peces como parte de la cadena trófica y servir como alimento para otros depredadores, contribuyendo a la salud del ecosistema.	R3	
		Culebra Listonada de Montaña Cola Larga (Thamnophis scalaris)	R4	
		Culebra Listonada de Montaña Cola Corta (Thamnophis scaliger) Es una culebra no venenosa de tamaño mediano, con dorso café verdoso y manchas oscuras en los costados. Su dieta incluye ranas, sapos y lagartijas, lo que la convierte en un control importante de plagas y de poblaciones de anfibios y roedores, brindando un servicio ambiental clave para el equilibrio de los ecosistemas. La presencia de esta especie y de otras serpientes es un indicador de la salud de su hábitat, ya que dependen de ecosistemas en buenas condiciones.	R5	

	Anfibios	Ajolote (<i>Ambystoma mexicanum</i>) Es un anfibio que mantiene características de larvas toda su vida (neotenia), se regenera, y actúa como depredador de invertebrados y pequeños peces, controlando así sus poblaciones. Como indicador de la calidad del agua, su presencia o ausencia señala la salud del ecosistema acuático, del cual dependen para su supervivencia.	F1	
	Insecto	Abeja melífera (<i>Apis mellifera</i>) Es un insecto social de hasta 1.5 cm con bandas amarillas y negras, que vive en colmenas organizadas por reina, obreras y zánganos.	I1	

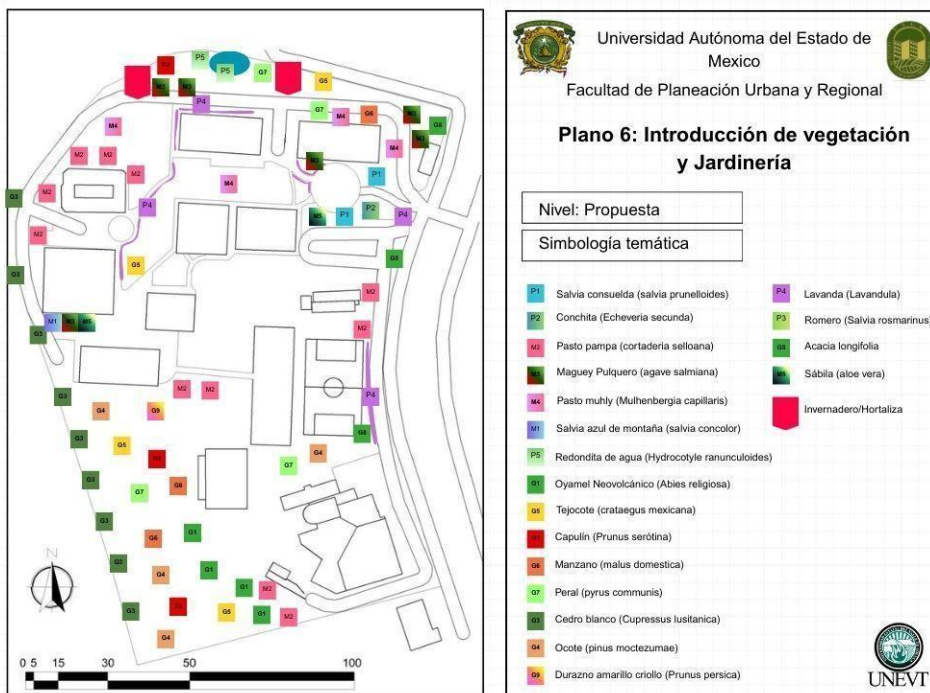
		Su función más importante es la polinización, que es esencial para la reproducción de muchas plantas y el cultivo de alimentos, lo que contribuye a la biodiversidad y la seguridad alimentaria. Las abejas y sus productos son sensibles a la contaminación, lo que les permite actuar como indicadores de la calidad ambiental, detectando la presencia de metales pesados o pesticidas en el medio ambiente.		
--	--	--	--	--

	Mamíferos	Ardilla vientre rojo (<i>sciurus aureogaster</i>) Es una especie de roedor arborícola originaria de México y Guatemala, conocida por su pelaje gris con vientre rojizo o anaranjado aunque hay ejemplares que pueden ser completamente de color negro. Tienen un importante papel en la dispersión de semillas. Esta ardilla contribuye al equilibrio de los ecosistemas urbanos y semiurbanos al dispersar semillas, consumir insectos y ayudar a la regeneración del suelo.	MM1	
		Ardillón de rocas (<i>Otospermophilus variegatus</i>) El ardillón de roca (<i>Otospermophilus variegatus</i>) es una ardilla terrestre grande, conocida por su tamaño y adaptaciones a hábitats rocosos. Su pelaje es típicamente marrón grisáceo, con manchas marrones o canelas, y una cola larga y tupida. Son activos durante el día,	MM2	
		especialmente por la mañana y al final de la tarde, y se alimentan de una variedad de plantas e insectos		

		Perro (canis lupus familiaris) son mamíferos domésticos de la familia de los cánidos, conocidos por su gran variedad de tamaños y formas según la raza, pero que comparten características como un olfato y oído muy desarrollados, una naturaleza sociable e inteligente, y una lealtad hacia sus dueños. Físicamente, la mayoría tiene cuatro patas, hocico, dientes afilados y una cola que usan para el equilibrio y la comunicación. Los excrementos no recogidos y los residuos químicos de productos antiparasitarios contaminan ríos y lagos también puede estresar y atacar a la fauna local, además de perturbar sus hábitats naturales.	MM3	 Fuente: Elaboración propia
--	--	---	-----	---

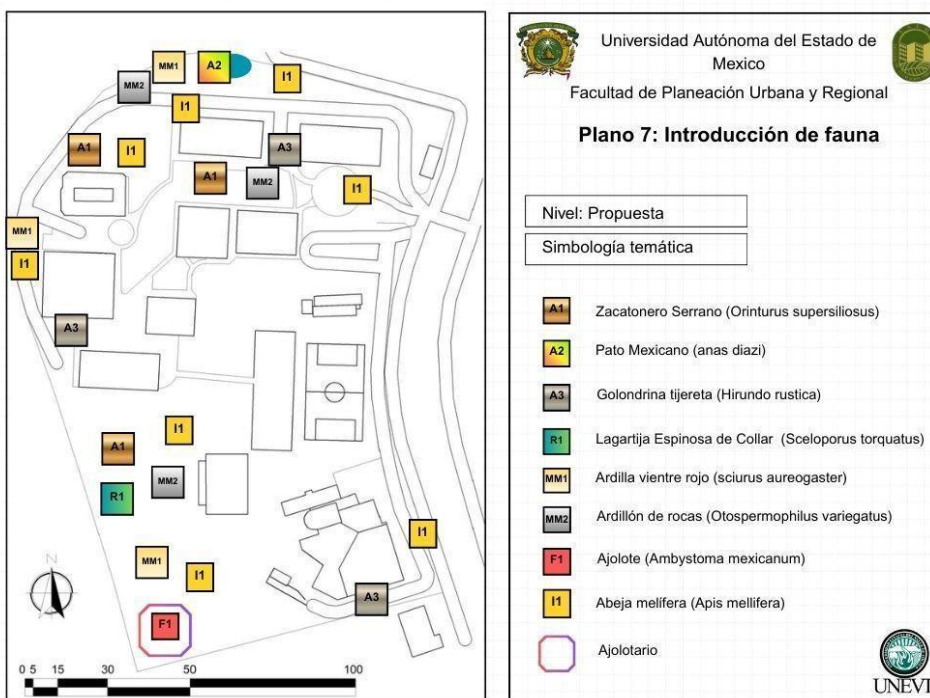
Escenario óptimo de Biodiversidad del campus universitario

Plano 12| Propuesta introducción de flora



Fuente: Elaboración propia

Plano 13| Propuesta introducción de fauna



Fuente: Elaboración propia

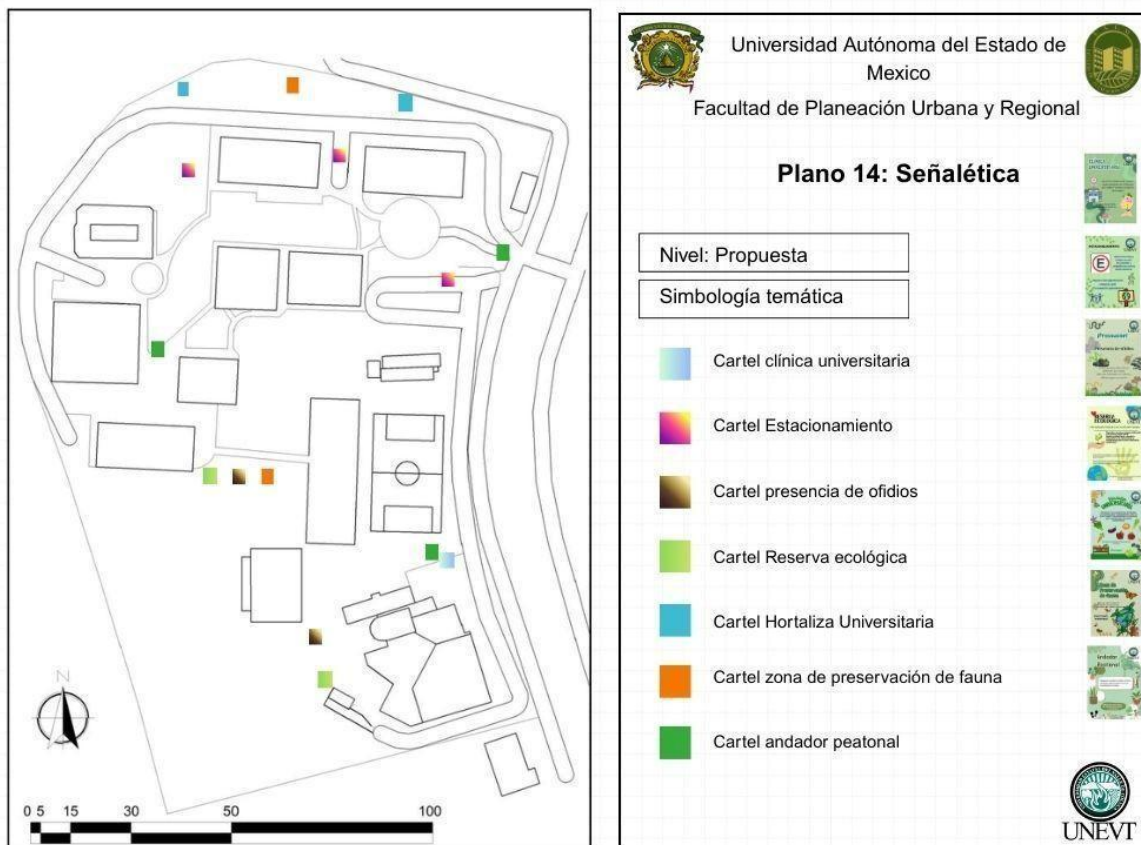
Plantas ornamentales de interiores

Tabla 7: Plantas de interiores

Especie	Descripción	clave	fotografía
Lengua de suegra (<i>Sansevieria</i>)	Es una planta de fácil cuidado, sus hojas son rígidas y llamativas lo que la convierte en una buena opción para decoración. Tiene propiedades para purificar el aire, eliminando toxinas como benceno, formaldehído y xileno, así como para liberar oxígeno.	l1	
Teléfono asiático (<i>epipremnum aureum</i>)	Muy adaptable y puede crecer en diferentes condiciones de luz. tolera una luminosidad intensa, pero largos periodos de luz solar directa queman las hojas. Vegeta bien con una temperatura de entre 17 a 30 °C. Generalmente sólo necesitará riego cuando la tierra se note seca al tacto	l2	
Lirio de la Paz (<i>Spathiphyllum</i>)	Es una planta de interior popular por sus elegantes flores blancas y su follaje verde brillante. Es apreciada tanto por su valor estético como por sus propiedades para purificar el aire. El lirio de la paz es conocido por su capacidad para filtrar contaminantes del aire, como el formaldehído y el benceno, transformándolos en oxígeno.	l3	
Zamioculcas zamiifolia	Planta originaria de África oriental, con hojas brillantes y resistentes que pueden alcanzar hasta 100 cm de altura Su cultivo es sencillo, pero requiere un buen drenaje y un sustrato universal que no retenga demasiada humedad. Resistente a la sequía y a la falta de luz, perfecta para espacios con poca iluminación. Es tóxica si se ingiere	l4	

Sistema de Eco Señalización e información Ambiental

Plano 14| Propuesta Señalética



Fuente: Elaboración propia

Dentro de este sistema de Eco señalización, se diseñaron los siguientes posters, para colocarlos dentro del campus según sea necesario.



Fuente: Elaboración propia



RESERVA ECOLÓGICA



Un Santuario Natural en el Corazón del Campus



Descubre nuestro espacio dedicado a la conservación de la biodiversidad local, donde la educación y la naturaleza se encuentran para crear conciencia ambiental.

"Cada árbol que protegemos, cada especie que conservamos, cada gota de agua que cuidamos, es una inversión en el futuro de nuestro planeta."

La naturaleza no es solo nuestro hogar, es nuestro maestro. En esta reserva aprendemos que la sostenibilidad no es una opción, es una responsabilidad que compartimos todos.



"No heredamos la Tierra de nuestros ancestros, la tomamos prestada de nuestros hijos"
- Proverbio Nativo Americano

Fuente: Elaboración propia



UNEVT

Hortaliza UNIVERSITARIA

**PRODUCE TUS ALIMENTOS, ENTIENDE
LA NATURALEZA Y RECONECTA CON LO
QUE COMES, TRANSFORMA UN RINCÓN
DEL CAMPUS EN UN OASIS
COMESTIBLE**



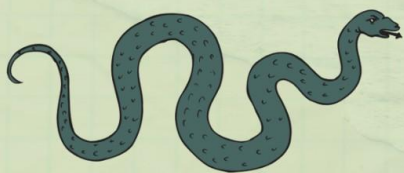
De la tierra al plato, directo en el
campus



¡Participa!



Fuente: Elaboración propia



UNEVT

¡Precaución!

Presencia de ofidios



No las ataques; ellas solo se defienden por miedo.
Si las ves, retrocede con calma y déjalas seguir su camino

Fuente: Elaboración propia



UNEVT

Andador Peatonal

Desplazate usando el andador, es fresco,
saludable y ademas aporta una vista
increible para el campus

Camina más, cada paso es
una inversión en tu salud y
en tu felicidad

Fuente: Elaboración propia

ESTACIONAMIENTO



Deja tu auto aquí y
camina un poco.
Es saludable y
amigable con nuestro
medio Ambiente



Recorre los espacios del
campus a pie!
¡Tu cuerpo lo agradecerá!



Fuente: Elaboración propia

CLÍNICA UNIVERSITARIA



UNEVT



Así como cuidamos de nuestro medio ambiente, en el Campus de la UNEVT también cuidamos de tu salud

Acércate a los servicios ofertados en la clínica, te esperamos!



Fuente: Elaboración propia

3.3 Criterios e indicadores del Plan Interno de Ecologización

La ecologización universitaria es un proceso transversal de mejora continua que debe integrarse en la gobernanza, la docencia, la investigación y la proyección social. El objetivo principal es minimizar la huella ecológica institucional mientras se maximiza la formación de profesionales y ciudadanos ambientalmente responsables.

3.3.1 Estrategia Central: Gobernanza y política institucional

Tabla 8: Propuesta de Acciones y plazos a ejecutar

Área de Acción	Acciones a implementar	Actores Principales	Meta a Corto/Mediano Plazo
Política y Compromiso	Crear y aprobar una Política Ambiental con objetivos medibles y plazos definidos. Establecer un Comité de Sostenibilidad con representantes de todas las áreas.	Rectoría, Consejo y Comité de Sostenibilidad.	Aprobación de la política e implementación del comité en 6 meses.
Presupuesto y Planificación	Asignar un presupuesto anual específico para proyectos de sostenibilidad (eficiencia energética, gestión de residuos, etc.). Integrar criterios ambientales en las licitaciones y compras (compra verde).	Administración, Finanzas, Unidad de Adquisiciones.	Destinar un porcentaje del presupuesto anual a sostenibilidad. Crear una guía de "compra verde" en 6 meses.
Diagnóstico y Transparencia	Realizar anualmente una auditoría ambiental (huella de carbono, hídrica, generación de residuos). Publicar un Informe de Sostenibilidad abierto a la comunidad.	Comité de Sostenibilidad, investigadores especializados y expertos invitados.	Primer informe de huella de carbono en 18 meses. Publicación anual del estado de los indicadores.

Pilar

1: Programas de estudio e investigación

Tabla 9: Pilar 1

Área de Acción	Acciones implementar	Actores Principales	Meta a Corto/Mediano Plazo
Currículum Transversal	Incorporar módulos de sostenibilidad y crisis climática en los planes de estudio de todas las carreras, adaptados a cada disciplina. Crear asignaturas optativas transversales sobre temas ambientales.	Área Académica, Coordinadores de carrera, Profesores.	Incluir al menos un módulo de sostenibilidad en el 50% de las mallas curriculares en 2 años.
Formación Especializada	Fomentar la creación de programas de posgrado (maestrías, doctorados) y diplomas en temas asociados a la sostenibilidad (economía circular, energías renovables, derecho ambiental).	Licenciaturas y Posgrado.	Lanzar al menos un nuevo programa de posgrado con enfoque ambiental en 3 años.
Investigación Aplicada	Concertar y destinar fondos concursables para proyectos de investigación que resuelvan problemas ambientales locales/regionales.	Departamento de Investigación, Investigadores, Estudiantes.	Aumentar en un 25% los proyectos de investigación con componente ambiental en 2 años.

Pilar

2: Gestión de campus y operaciones (infraestructura y logística)

Tabla 10: Pilar 2

Área de Acción	Acciones Clave a Implementar	Actores Principales	Meta a Corto/Mediano Plazo
Energía	Instalar paneles solares en techos de edificios. Cambiar toda la iluminación a tecnología LED y fotovoltaica. Implementar sistemas de automatización y sensores de movimiento.	Administración, Mantenimiento, Comité de Sostenibilidad.	Reducir el consumo energético en un 15% en 3 años.
Agua	Instalar sistemas de captación de agua de lluvia para riego y sanitarios en azote y plazas. Colocar grifería de bajo flujo y sanitarios de doble descarga.	Administración, Mantenimiento.	Reducir el consumo de agua potable en un 20% en 3 años.
Residuos	Implementar un programa robusto de separación en la fuente emisora (reciclaje, compostaje). Coligar estaciones de reciclaje claramente señalizadas. Crear una compostera comunitaria con los residuos orgánicos de cafeterías y otros afines.	Comité de Sostenibilidad, Personal de limpieza, Comunidad universitaria.	Desviar el 60% de los residuos del relleno sanitario (reciclar/compostar) en 3 años.
Movilidad Sostenible	Instalar estaciones de bicicletas. Ofrecer beneficios por usar transporte público o bicicleta.	Administración, Bienestar Universitario.	Reducir el número de vehículos de combustión en el campus en un 10% anual.
Biodiversidad	Desarrollar un programa anual de jardinería con especies nativas y de bajo consumo hídrico (xerojardinería). Construir y ampliar el andador vegetado.	Mantenimiento, Facultades de Ciencias Biológicas/Agrarias.	Certificar áreas verdes como refugios de biodiversidad.

Pilar

3: Cultura ambiental universitaria

Tabla 9: Pilar 1

3.1 Capacitación y sensibilización

Tabla 11: Pilar 3 Capacitación y sensibilización

Acción Específica	Descripción y Ejecución	Indicador de Éxito	Timeline y Responsables
Programa de Inducción Ambiental	Módulo obligatorio para todos los nuevos estudiantes y trabajadores. No solo informativo, sino vivencial: incluir tour por puntos sostenibles del campus (compostera, paneles solares, jardín nativo) y taller práctico de separación de residuos.	100% de nuevos ingresos reciben la inducción. Aumento del 90% en la tasa de separación correcta en facultades de nuevo ingreso.	Corto Plazo (Implementar en 6 meses). Responsables: Comité de Sostenibilidad, Bienestar Universitario, Oficina de Recursos Humanos.
Campañas de Comunicación "Verdes"	Campañas semestrales temáticas y disruptivas (ej: "Semana Cero Residuos", "Desafío Transporte Verde", Usar videos cortos de estudiantes influencers y métricas en tiempo real.	Aumento del 30% en el seguimiento de campañas (me gusta, comentarios, compartidos) en redes sociales respecto a campañas anteriores. Reconocimiento de la campaña por parte de medios locales.	Mediano Plazo (Campaña por semestre). Responsables: Dirección de Comunicaciones, Comité de Sostenibilidad, Grupos Estudiantiles.
Charlas y Seminarios Abiertos	Ciclo permanente de "Charlas Verdes" con expertos internos y externos, activistas y emprendedores sostenibles. Temas accesibles: minimalismo, huella digital, alimentación consciente, etc.	Asistencia promedio de 50 personas por charla. Encuesta de satisfacción con nota superior a 4.5/5.	Continuo. Responsables: Facultades, Extensión Universitaria, Comité de Sostenibilidad.

Pilar

3.2 Incentivos, reconocimiento y gamificación

Tabla 12: Pilar 3 Incentivos, reconocimiento y gamificación

Acción Específica	Descripción y Ejecución	Indicador de avance	Tiempos y Responsables
Sistema de "Eco-Puntos"	Plataforma digital donde la comunidad registra acciones sostenibles (usar bicicleta, llevar tupper, reciclar correctamente, asistir a charlas). Los puntos se canjean por beneficios: descuentos en cafeterías, prioridad para inscripción de cursos por prácticas sostenibles (botellas, bolsas de tela).	Estudiantes registrados en la plataforma en el primer año. Canje de recompensas en el primer semestre.	Mediano Plazo (Desarrollar e implementar en 12 meses). Responsables: Dirección, Comité de Sostenibilidad, Bienestar Estudiantil.
Certificación "Eco-Departamento"	Establecer un sello o certificación para las facultades, departamentos y oficinas que cumplan criterios de sostenibilidad (ej: correcta separación de residuos, uso eficiente de energía, compras verdes). Evaluación semestral con auditorías sorpresa.	30% de las unidades académicas y administrativas certificadas en el primer año.	Mediano Plazo (Implementar en 12 meses). Responsables: Comité de Sostenibilidad, Auditoría Interna.
Reconocimiento Público Anual	Gala o ceremonia anual de "Premios Universidad Sostenible". Categorías: "Profesor del Año", "Eco-estudiantes", "Departamento Más Verde", "Mejor Proyecto de Investigación Sostenible". Incluir premios simbólicos y reconocimiento público.	Alto prestigio asociado a los premios. Nominaciones abiertas de toda la comunidad.	Largo Plazo (Evento anual). Responsables: Rectoría, Comité de Sostenibilidad.

3.3 Voluntariado y participación activa (empoderamiento y corresponsabilidad)

Tabla 13: Pilar 3 Voluntariado y participación activa

Acción Específica	Descripción y Ejecución	Indicador de Éxito	Tiempos y Responsables
Brigadas Ambientales Oficiales	Formalizar y financiar grupos estudiantiles y de trabajadores. Crear "Brigadas temáticas": Brigada de Reforestación, Brigada de Compostaje, Brigada de Monitoreo de Energía. Dar presupuesto, espacio físico y un tutor académico.	Formar brigadas con al menos 15 miembros activos cada una en el primer año.	Corto Plazo (Convocar y formar en 6 meses). Responsables: Bienestar Universitario, Extensión Universitaria, Facultades.
Eventos Masivos de Impacto	Organizar "Jornadas de Restauración Ecológica" en zonas aledañas al campus, "Ferias de Trueque" de libros y ropa, y "Competencias de Innovación Sostenible"	Participación de más de 200 personas por evento. Medición cuantificable del impacto (ej: 100 árboles plantados, 500 kg de ropa intercambiada).	Mediano Plazo (Evento por semestre). Responsables: Grupos Estudiantiles, Extensión Universitaria, Área de Investigación.
Programa de "Eco-Mentores"	Estudiantes avanzados o voluntarios capacitados actúan como mentores para ayudar a implementar las prácticas en sus facultades. Resuelven dudas in situ y son el enlace con el Comité de Sostenibilidad.	1 Eco-Mentor por cada facultad o edificio grande. Reducción del 50% en las consultas básicas al comité central.	Mediano Plazo (Capacitar y desplegar en 10 meses). Responsables: Comité de Sostenibilidad, Líderes Estudiantiles.

3.4 Alimentación sostenible (conducta de impacto cotidiano)

Tabla 14: Pilar 3 Alimentación sostenible

Acción Específica	Descripción y Ejecución	Indicador de Éxito	Timeline y Responsables
Transición Proteica en Cafeterías	Introducir "Lunes sin carne" como norma. Ofrecer siempre una opción principal vegana/vegetariana atractiva, y más económica que la opción cárnica. Capacitar a cocineros en gastronomía vegetal.	30% de los platos vendidos son de la opción sin carne. Encuesta de satisfacción >4/5 para las opciones vegetales.	Corto Plazo (Implementar en 3 meses). Responsables: Concesionarios de cafeterías, Comité de Sostenibilidad.
Circuito de Economía Local	Priorizar la compra de productos locales, de temporada y orgánicos (20% de los insumos inicialmente). Crear un "Mercado Agroecológico" semanal dentro del campus para que productores locales se vendan directamente.	Reducir la "huella de km" de los alimentos en un 15%. Establecimiento de 10 puestos fijos en el mercado.	Mediano Plazo (Implementar en 12 meses). Responsables: Unidad de Adquisiciones, Administración del Campus.
Combate al Desperdicio de Alimentos	Implementar "Hora feliz" de alimentos: venta con descuento de productos sobrantes (ej: sándwiches del día) antes del cierre. Donación de excedentes no perecederos a bancos de alimentos. Fomentar el uso de tupper.	Reducir el desperdicio de comida de las cafeterías en un 40%.	Corto Plazo (Implementar en 4 meses). Responsables: Concesionarios de cafeterías, Brigada de Compostaje.

Conclusiones

Esta tesis concluye que la ecologización universitaria constituye un imperativo estratégico y ético para las Instituciones de Educación Superior (IES) en el contexto

de la crisis socioambiental global. El proyecto realizado demuestra que la transformación de un campus en un modelo de sostenibilidad no es una acción aislada, sino un proceso integral y sistémico que articula la gestión operativa, la formación académica, la investigación aplicada y la vinculación con la comunidad, alineándose con marcos globales como la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El marco de referencia establecido, fundamentado en teorías como los Límites Planetarios, la Economía Ecológica y la Justicia Ambiental, proporciona el sustento teórico necesario para comprender la ecologización no como una mera gestión de impactos, sino como una reorientación profunda del quehacer universitario hacia la resiliencia ecológica y la equidad intergeneracional, trascendiendo así enfoques superficiales o tecnocráticos.

El diagnóstico integral del campus de la Universidad Estatal del Valle de Toluca (UNEVT) evidenció rezagos significativos en materia de sostenibilidad, caracterizados por una planificación ambiental fragmentada, la ausencia de una política institucional unificada y acciones incipientes y desarticuladas. Esta situación subraya la urgencia de contar con una hoja de ruta estructurada que priorice, articule y guíe las intervenciones necesarias para una transformación ecológica efectiva.

La propuesta central de este trabajo, el Proyecto Integral de Ecologización, se erige como un plan estratégico, viable y escalable. Su estructura fue organizada en políticas específicas (Biopreservación, Bioproducción, Conservación, Restauración, Ambientación, Rediseño y Tecno-reconversión), ello permitirá abordar de manera holística las múltiples dimensiones del campus, desde la infraestructura y el manejo de recursos hasta la conservación de la biodiversidad nativa.

Un hallazgo crucial de la tesis es la identificación de la gobernanza como el pilar fundamental para la sostenibilidad institucional. La creación de un Comité de Sostenibilidad, la asignación de presupuestos específicos y la integración de criterios ambientales en la toma de decisiones se postulan como condiciones necesarias para garantizar la permanencia, coherencia y efectividad de las iniciativas de ecologización en el largo plazo. Con los elementos vertidos en este trabajo es posible responder a

la pregunta que dió origen a esta tesis, bajo la premisa de que la universidad pública del siglo XXI puede y debe ecologizarse tanto a nivel académico, como en su planta física para dar ejemplo a la sociedad del rumbo que debe seguir para revertir los efectos de la huella ambiental antrópica.

En el ámbito de la docencia, se concluye que la integración transversal de la sostenibilidad en los planes de estudio de todas las disciplinas es indispensable para formar profesionales con conciencia socioambiental. La actual oferta curricular de la UNEVT en esta materia puede mejorar, por lo que se recomienda la incorporación de módulos obligatorios y asignaturas optativas que desarrollen competencias críticas para la sostenibilidad.

Respecto a la gestión operativa, el proyecto demuestra el alto potencial de optimización para el campus desde la perspectiva de ecologización. Las propuestas de eficiencia energética mediante energías renovables, la implementación de un sistema robusto de gestión integral de residuos y la introducción de sistemas de captación pluvial se presentan como acciones técnicas viables que, además de reducir la huella ecológica, generarán ahorros económicos tangibles.

La dimensión socio-cultural emerge como un componente fundamental para el cumplimiento de los objetivos. La estrategia incluye mecanismos permanentes de sensibilización, capacitación, participación comunitaria y reconocimiento, fomentando así una corresponsabilidad que permita internalizar una cultura de sostenibilidad en todos los estamentos de la comunidad universitaria.

Este proyecto posicionará al campus universitario como un laboratorio vivo de sostenibilidad. La introducción de especies nativas de flora y fauna, la creación de corredores biológicos y la habilitación de huertos urbanos no solo mejorarán la calidad ambiental, sino que se convertirán en herramientas pedagógicas que dan ejemplo de sustentabilidad ambiental, reforzando el vínculo entre el conocimiento teórico y la práctica.

En conclusión, la tesis aporta un marco conceptual y operativo actualizado y sólido para que la UNEVT lidere su transición ecológica. La implementación del Plan

Integral de Ecologización no sólo mitigará el impacto ambiental institucional en la presente década, sino que cumplirá con la misión social de formar ciudadanos responsables y posicionará a la institución como un referente de innovación y compromiso con un futuro sostenible, justo y resiliente para la región y consecuentemente el país.

Referencias:

- Alpízar, F., Bernedo, M., & Ferraro, P. (2020). The underestimated role of public procurement in green policy. *Nature Sustainability*, 3(1), 23-29. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0441-9>
- Alshuwaikhat, H. M., & Abubakar, I. (2021). An integrated approach to achieving campus sustainability. *Sustainability*, 13(5), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su13052647>
- Banerjee, S. B. (2022). Decolonizing sustainability: The political ecology of climate justice. *Organization Studies*, 43(2), 169-190. <https://doi.org/10.1177/01708406211044472>
- Barlett, P. F. (2011). *Campus sustainable communities*. MIT Press.
- Berg, M., & Seeber, B. (2016). *The slow professor: Challenging the culture of speed in the academy*. University of Toronto Press.
- Berkes, F. (2018). *Sacred ecology* (4a ed.). Routledge.
- Benn, S., Edwards, M., & Williams, T. (2018). *Organizational change for corporate sustainability* (4th ed.). Routledge.
- Biermann, F., Hickmann, T., & Sénit, C. (2022). *The political impact of the Sustainable Development Goals: Transforming governance through global goals?* Cambridge University Press.
- BMV. (2021). *Guía para el reporte de información ASG*. Bolsa Mexicana de Valores. <https://www.bmv.com.mx>
- Brand, U., Muraca, B., Pineault, É., Sahakian, M., Schaffartzik, A., Novy, A., ... & Wissen, M. (2021). From planetary to societal boundaries: An argument for collectively defined self-limitation. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 17(1), 264-291. <https://doi.org/10.1080/15487733.2021.1940754>
- Brunnée, J. (2020). International environmental law in the Anthropocene. *Harvard Environmental Law Review*, 44(1), 9-48.
- C40 Cities. (2023). *Copenhagen: A green city leading the way*. <https://www.c40.org/cities/copenhagen/>
- Cámara de Diputados. (2012). *Decreto por el que se declara reformado el párrafo quinto y se adiciona un párrafo sexto al artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/dof/CPEUM_ref_201_08feb12.pdf
- CCM. (2023). *Reporte del mercado voluntario de carbono en México 2023*. Consejo Consultivo del Mercado Voluntario de Carbono. <https://www.ccmvc.org.mx>
- CONAGUA. (2021). *Estadísticas del agua en México, edición 2021*. https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2021.pdf
- Cortese, A. D. (2003). The critical role of higher education in creating a sustainable future. *Planning for Higher Education*, 31(3), 15-22.
- Daly, H. (1996). *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*.
- Daly, H. E. (1996). *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Beacon Press.
- DOF [Diario Oficial de la Federación]. (2012, 6 de junio). *Ley General de Cambio Climático*. Última reforma publicada el 13 de julio de 2018.
-

- https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf
- DOF. (2012). *Ley General de Cambio Climático*. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf
 - DOF. (2020). *Programa Nacional Hidrico 2020-2024*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5597399&fecha=02/07/2020
 - Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Capstone Publishing.
 - Ellen MacArthur Foundation. (2022). *The circular economy in cities*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/cities>
 - Escobar, A. (1999). *El final del salvaje: Naturaleza, cultura y política en la antropología contemporánea*.
 - European Commission. (2019). *The European Green Deal* (COM/2019/640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
 - European Commission. (2021). 'Fit for 55': Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality (COM/2021/550 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0550>
 - European Environment Agency. (2023). *Urban sustainability in Europe: What is driving cities' environmental change?* <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-sustainability-in-europe>
 - Figueroa, A., García, J., & Márquez, L. (2022). Transdisciplinary research for sustainability: Challenges and opportunities. *Sustainability Science*, 17(3), 231-245. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01073-z>
 - Fraser, N. (2021). *Capitalismo caníbal: Cómo el neoliberalismo devora la democracia*. Traficantes de Sueños.
 - Fuchs, D., & Di Giulio, A. (2021). The European Green Deal: What prospects for governing consumption? *Environmental Politics*, 30(6), 1019-1039. <https://doi.org/10.1080/09644016.2021.1903365>
 - Galindo, L., Masera, O., & Paz, F. (2023). Carbon sequestration by community forest management in Mexico: The Scolel Té experience. *Frontiers in Climate*, 5, 1123456. <https://doi.org/10.3389/fclim.2023.1123456>
 - García, J., Rojas, M., & Aguilar, S. (2022). El impuesto al carbono en México: Entre avances y contradicciones. *Economía UNAM*, 19(55), 125-145. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2022.55.798>
 - Georgescu-Roegen, N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Harvard University Press.
 - Georgescu-Roegen, N. (1975). Energy and economic myths. *Southern Economic Journal*, 41(3), 347-381. <https://doi.org/10.2307/1056148>
 - Gibson-Graham, J. K. (2006). *A postcapitalist politics*. University of Minnesota Press.
 - Global Alliance for the Rights of Nature. (2023). *Legal developments worldwide*. <https://www.therightsofnature.org/>
 - Global Reporting Initiative. (2016). *GRI Standards*. Recuperado de <https://www.globalreporting.org/standards/>
 -

-
-
- Gobierno del Estado de México. (2021). *Plan de Desarrollo Institucional 2021-2025*. <https://www.edomex.gob.mx>
- Goldthau, A., & Sitter, N. (2022). The European Union's climate-energy-security nexus: From "green grand deals" to geopolitical realities? *Global Policy*, 13(1), 101-111. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.13045>
- Gómez, R., Sánchez, T., & Vargas, M. (2021). La importancia relativa en inventarios de GEI: Aplicación de la NMX-SAA-14064 en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 37(3), 567-582. <https://doi.org/10.20937/RICA.54123>
- Gruenewald, D. A. (2003). The best of both worlds: A critical pedagogy of place. *Educational Researcher*, 32(4), 3-12. <https://doi.org/10.3102/0013189X032004003>
- GWI. (2023). *Mexico Water Market Report 2023*. Global Water Intelligence. <https://www.globalwaterintel.com>
- Harvard Office for Sustainability. (2022). *Green Building Standards*. <https://green.harvard.edu>
- Hernández, J., López, M., & García, P. (2023). Adoption barriers of NMX-SAA-14064 among Mexican SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 384, 135621. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135621>
- Hickel, J. (2020). The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological Economics*, 167, 106331. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>
- Hopkins, C. (2012). *Twenty Years of Education for Sustainable Development*. Journal of Education for Sustainable Development.
- Hubert, A.-M. (2022). Governing solar radiation management. *Nature Climate Change*, 12(5), 399-401.
- IMCO. (2023). *Presupuesto para agua: Entre el dicho y el hecho*. Instituto Mexicano para la Competitividad. https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2023/05/20230509_PresupuestoAgua.pdf
- IMNC. (2020). *NMX-SAA-14064-IMNC-2020: Gases de efecto invernadero*. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación. <https://www.imnc.org.mx>
- INECC. (2022). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 2020*. <https://www.gob.mx/inecc>
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change*. Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>
- Junyent, M., Geli, A. M., & Arbat, E. (2020). *Cómo integrar la sostenibilidad en la universidad*. Octaedro.
-

- Junyent, M., Geli, A. M., & Arbat, E. (2023). *Ecologización universitaria: Claves para la transformación de la educación superior*. Octaedro.
 - Kallis, G. (2019). *Limits: Why Malthus was wrong and why environmentalists should care*. Stanford University Press.
 - Kim, R. E., & Bosselmann, K. (2023). International environmental law in the Anthropocene: Towards a purposive system of multilateral environmental agreements. *Transnational Environmental Law*, 12(2), 285-309.
 - Latouche, S. (2009). *Farewell to growth*. Polity Press.
 - Latour, B. (2018). *Down to Earth: Politics in the New Climatic Regime* (trad. al inglés de C. Porter). Polity Press. (Obra original publicada en francés en 2017 como *Où atterrir? Comment s'orienter en politique*).
 - Latour, B. (2018). *Down to Earth: Politics in the New Climatic Regime*. Polity Press.
 - Leal Filho, W. (2021). The role of universities in the UN Decade of Action for the SDGs. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(1), 1-12.
<https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2020-0403>
 - Leal Filho, W. et al. (2019). *Sustainable Development Goals and Universities*. Springer.
 - Leal Filho, W., Azeiteiro, U. M., Balderjahn, I., Caeiro, S., Fritzen, B., Lange, O., ... & Salvia, A. L. (2018). The role of higher education institutions in the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development: An overview of a global approach. *Journal of Cleaner Production*, 173, 214-225.
- Leal Filho, W., Pallant, E., Enete, A., Richter, B., & Brandli, L. L. (2023). Planning and implementing sustainability in higher education institutions: An overview of the

●

- difficulties and potentials. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(1), 130-148. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2022-0016>
- Leal Filho, W., Salvia, A. L., Brandli, L. L., Rayman-Bacchus, L., & Platje, J. (2021). COVID-19 and the UN Sustainable Development Goals: Threat to solidarity or an opportunity? *Sustainability*, 13(10), 5343. <https://doi.org/10.3390/su13105343>
- Leal Filho, W., et al. (2023). De la teoría a la acción: Un marco para la implementación de los ODS en universidades. *Journal of Cleaner Production*, 386, 135713.
- Lozano, R., Barreiro-Gen, M., Lozano, F. J., & Sammalisto, K. (2023). Teaching sustainability in European higher education institutions: Assessing the connections between competences and pedagogical approaches. *Journal of Cleaner Production*, 342, 130878. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130878>
- Martínez, A., & Fernández, R. (2022). Carbon offset integrity under NMX-SAA-14064: Lessons from Mexican projects. *Climate Policy*, 22(5), 634-649. <https://doi.org/10.1080/14693062.2022.2048783>
- Martínez, A., Fernández, R., & Calderón, C. (2021). Gobernanza local del cambio climático en México: Barreras y oportunidades. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 10(2), 45-67. <https://doi.org/10.32870/rics.v10i2.112>
- Max-Neef, M. (2010). The world on a collision course and the need for a new economy. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 39(3), 200-210. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0028-1>
- Max-Neef, M., Elizalde, A., & Hopenhayn, M. (1991). *Human scale development: Conception, application and further reflections*. Apex Press.
- Mazzucato, M. (2021). *Mission economy: A moonshot guide to changing capitalism*. Harper Business.
- Mehta, S., Bilec, M., & Needy, K. (2021). Net-zero energy campus transitions: Stanford's energy system innovations. *Sustainability*, 13(14), 7892. <https://doi.org/10.3390/su13147892>
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Nyberg, D., & Wright, C. (2023). *Climate-proofing business schools? The contradictions of fossil fuel divestment*. *Organization Studies*, 44(5), 803-823.
- OECD. (2021). *Pricing Greenhouse Gas Emissions: Turning climate targets into climate action*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/1eaa6cd1-en>
- OECD. (2021). *Water Governance in Mexico*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/1c8d6e6f-en>
- ONU-DH. (2021). *Derecho humano al agua y al saneamiento en México durante la pandemia*. https://hchr.org.mx/images/Documentos/DHAYS_Pandemia.pdf
- ONU-Hábitat. (2020). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020*. Recuperado de https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020_Spanish.pdf

-
- Orr, D. (2022). *Earth in mind: On education, environment, and the human prospect*. Island Press.
- Orr, D. W. (2004). *Earth in mind: On education, environment, and the human prospect*. Island Press.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.
- Pérez, L., & Ramírez, C. (2023). Verification challenges in GHG reporting: The Mexican experience. *Environmental Science & Policy*, 139, 228-237. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.11.012>
- PROFEPA. (2022). *Programa Nacional de Auditoría Ambiental: Reporte anual 2021*. <https://www.gob.mx/profepa>
- Rajamani, L. (2021). The changing fortunes of differential treatment. *International Journal of Constitutional Law*, 19(2), 453-476.
- Raworth, K. (2017). **Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist**. Chelsea Green Publishing.
- Reason, P. (2007). Education for ecology: Science, aesthetics, spirit and ceremony. *Management Learning*, 38(1), 35-50. <https://doi.org/10.1177/1350507607073021>
- Robinson, J., & Cole, R. J. (2015). Theoretical underpinnings of regenerative sustainability. *Building Research & Information*, 43(2), 133-143. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.979082>
- Rockström, J. et al. (2009). "A Safe Operating Space for Humanity". *Nature*.
- Rockström, J., et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Romero-Lankao, P., González, E., & Uddin, G. (2022). Energy and climate policy in Mexico under the LGCC: A decade of contradictions. *Energy Policy*, 161, 112756. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112756>
- Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.
- Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.
- Sachs, J. D., Lafortune, G., Fuller, G., & Drumm, E. (2023). *Sustainable development report 2023*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009210058>
- SEMARNAT. (2021). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos*.
- SEMARNAT. (2021). *Estrategia Nacional para la Implementación del Sistema de Comercio de Emisiones en México*. <https://www.gob.mx/semarnat>
- SEMARNAT. (2021). *Sexta Comunicación Nacional ante la CMNUCC*. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/comunicaciones-nacionales-ante-la-cmnuc>
- SEMARNAT. (2023). *Reporte del Registro Nacional de Emisiones 2022*. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/reportes-del-registro-nacional-de-emisiones-2022>
- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press.
- Setzer, J., & Byrnes, R. (2022). Global trends in climate litigation. *Climate Policy*, 22(sup1), S92-S107.
- Shiva, V. (2016). *Who really feeds the world?*. North Atlantic Books.

-
-
- Shrivastava, P., Ivanaj, V., & Persson, S. (2020). Transdisciplinary study of sustainable enterprise. *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1-12. <https://doi.org/10.1002/bse.2423>
- Siregar, N., & Sagala, S. (2022). UI GreenMetric world university rankings: Fostering sustainable university through competitive rankings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1109(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1109/1/012034>
- Smith, J., & Sterling, S. (2021). Universities as living labs for sustainability governance. *Sustainability Science*, 16(3), 943-956. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00873-z>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., et al. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223). <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R., & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252–8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>
- Sterling, S. (2001). *Sustainable Education: Re-visioning Learning and Change*. Green Books.
- Sterling, S. (2001). *Sustainable Education: Re-visioning Learning and Change*. Green Books.
- Sterling, S. (2004). Higher education, sustainability, and the role of systemic learning. In P. B. Corcoran & A. E. J. Wals (Eds.), *Higher education and the challenge of sustainability* (pp. 49-70). Springer.
- Sterling, S. (2013). *The Future of Sustainability in Higher Education: Towards a Transdisciplinary and Systemic Approach*. Routledge.
- Sterling, S. (2021). *Sustainable education: Re-visioning learning and change*. Green Books.
- Sterling, S., Maxey, L., & Luna, H. (2013). *The sustainable university: Progress and prospects*. Routledge.
- Stockholm Resilience Centre. (2023). *The nine planetary boundaries*. <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>
- Svampa, M. (2019). *Las fronteras del neoextractivismo en América Latina*. CALAS.
- Thomas, K., & Massey, R. (2015). Universities and the sustainable development goals: A partnership approach to global challenges. *Higher Education Management and Policy*, 27(2), 21-36.
- Tilbury, D. (2012). Higher education for sustainability: A global overview of commitment and progress. *Higher Education in the World*, 4, 18-28.
- Tilbury, D., & Wortman, D. (2008). Engaging people in sustainability. IUCN

- Commission on Education and Communication. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2008.CEC.4.en>
- Toledo, V. (2020). Ecocidio en México: La investigación militante como resistencia. *Revista Mexicana de Sociología*, 82(3), 567-593.
- Toledo, V., Carabias, J., & Mapes, C. (2023). Crisis civilizatoria y políticas energéticas en México: El caso de Dos Bocas. *Problemas del Desarrollo*, 54(212), 45-68. <https://doi.org/10.22201/ieec.20078951e.2023.212.69785>
- Trencher, G., Yarime, M., McCormick, K. B., Doll, C. N., & Kraines, S. B. (2024). Beyond the third mission: Exploring the emerging university function of co-creation for sustainability. *Science and Public Policy*, 41(2), 151-179. <https://doi.org/10.1093/scipol/sct044>
- UNEP. (2020). *The Emissions Gap Report 2020*. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>
- UNEP. (2021). *Global waste management outlook 2021*. <https://www.unep.org/resources/report/global-waste-management-outlook>
- UNEP. (2021). *Making peace with nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies*. United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2023). *Plastic waste legislation index*. United Nations Environment Programme.
- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals*.

- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals*.
- UNESCO. (2019). *Educación para el Desarrollo Sostenible: Hoja de Ruta*. UNESCO. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366797_spa
- UN-Habitat. (2022). *World cities report 2022: Envisaging the future of cities*. <https://unhabitat.org/world-cities-report-2022>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/70/1). <https://undocs.org/A/RES/70/1>
- United Nations. (2023). *The Sustainable Development Goals Report 2023*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>
- United Nations Academic Impact. (2019). *Higher Education and the Sustainable Development Goals*. Recuperado de <https://academicimpact.un.org/> •
- USGBC. (2023). *LEED v4.1 for Building Operations and Maintenance*.
- Van Zeven, J. (2022). The European Green Deal as a regulatory roadmap: The case of the Carbon Border Adjustment Mechanism. *European Journal of Risk Regulation*, 13(1), 1-18. <https://doi.org/10.1017/err.2021.5>
- Wals, A. (2019). *Sustainability-oriented Ecologies of Learning*.
- Wals, A. (2019). *Sustainability-oriented ecologies of learning*. Springer.
- Wals, A. E. (2014). Sustainability in higher education in the context of the UN DESD: A review of learning and institutionalization processes. *Journal of Cleaner Production*, 62, 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.007>
- Wilder, M., Scott, C., & Pineda, N. (2023). Groundwater depletion and policy paradoxes in Mexico's arid north. *Water Alternatives*, 16(1), 234-256. <https://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol16/v16issue1/675-a16-1-12/file>
- Wilkinson, R., & Pickett, K. (2019). *The inner level: How more equal societies reduce stress, restore sanity and improve everyone's well-being*. Penguin.
- World Bank. (2020). *Poverty and shared prosperity 2020: Reversals of fortune*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1602-4>
- World Bank. (2021). *Urban development overview*. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>
- World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our common future*. Oxford University Press.