NÚMERO 9 SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2026

BRÚJULA VERDE

ACCIONES QUE DEJAN HUELLA



Los huracanes que El Niño provoca:

¿por qué los pequeños cambios importan?

El IPN crea su Comité Institucional para la Sustentabilidad y estrena una nueva gobernanza ambiental

¿SABÍAS QUÉ?



Educación
Secretaría de Educación Pública
Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

USO EXCLUSIVO DEL TÍTULO

Brújula Verde, Volumen 9, Número 9, septiembre-octubre 2026. Es una publicación de periodicidad bimestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad (CPS). Domicilio de la publicación y distribución: Biblioteca Nacional de Ciencia y Tecnología del IPN "Víctor Bravo Ahuja", 3er piso, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Av. Instituto Politécnico Nacional S/N, Esq. Wilfrido Massieu, Col. San Pedro Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México, C.P. 07738. Conmutador: (55) 5729-6000 exts. 54450 a 54464.

www.ipn.mx/sustentabilidad/brujulaverde.html. Editora responsable: Mildred Castro Hernández. Número de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo no. 04-2025-092316584100-102. ISSN: En támite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número: Luis Cristhian Hernandez Zaragoza, Unidad de Informática de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad. Fecha de la última modificación: 29 octubre de 2026.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

CONTENIDO

1. Desde una agenda verde

Anticiparnos para lo que viene. **6**

2. Huella verde: El corazón del IPN

El IPN crea su Comité Institucional para la Sustentabilidad y estrena una nueva gobernanza ambiental. **10**

XVII Coloquio de los Comités Ambientales del IPN: experiencias, ideas y acciones que nos unen. **14**

El IPN fortalece las competencias para avanzar hacia una economía circular. **16**

3. Iniciativa politécnica: Impulsando soluciones

Acuerda IPN con Colombia cuidar economía circular. **18**

Una hoja más, una oportunidad menos de desperdiciar: colaboración entre la EST y la ESFM para reutilizar papel. . . . **20**

Reciclatrón IPN: dar nueva vida a los electrónicos también es economía circular **24**

4. Opiniones del cambio: Trascendiendo límites

Cuando la sustentabilidad deja de estudiarse y empieza a ejercerse: reflexiones de un ingeniero ambiental en el mundo laboral. . . **26**

Índice Brújula Verde - Acciones que dejan huella

Antes de que llegue el agua: anticipar para reducir el riesgo. . . . **30**

El vuelo que sostiene la vida: polinizadores, biodiversidad y turismo sustentable. **34**

5. Tendencias sin fronteras: Hacia un futuro verde

Los huracanes que El Niño provoca: ¿por qué los pequeños cambios importan? **38**

6. El arte que nos habita: Patrimonio e identidad politécnica

Reinaldo Pérez Rayón y la configuración del patrimonio arquitectónico del IPN. **42**

7. Agenda verde: Compromisos y acciones en el IPN

Gas natural licuado: conocimiento para una transición energética responsable. **46**

Eventos verdes del IPN. **48**

8. Dejando marca: Huellas de personas imborrables

Construir las capacidades del mañana. **49**

9. BV: Comunicación

Redes sociales. **50**

10. BV: Consulta digital

Fuentes de consulta **51**



EDITORIAL

Por la pluma de: *Comité Editorial de Brújula Verde*



Alejandro Durán, Bombillas (Bulbs), 2013. Serie Washed Up. © Alejandro Durán.

En los últimos meses hemos hablado mucho de economía circular – y, este número no es la excepción -, y de los cambios que necesariamente tendrán que ocurrir para responder a estos desafíos. Una parte importante de esa conversación tiene que ver con algo que considero fundamental para las instituciones de educación superior: nuestra capacidad para anticiparnos.

No en el sentido de saber exactamente qué ocurrirá, sino de reconocer hacia dónde están avanzando las políticas púbicas, la regulación, la ciencia y las necesidades del país, y comenzar a prepararnos. En el Instituto tenemos una ventaja enorme para hacerlo: conocimiento, investigación, especialistas, laboratorios y una comunidad que todos los días genera soluciones desde disciplinas muy distintas.

Este número de Brújula Verde coincide con dos avances que me parecen importantes justamente por eso.

El primero tiene que ver con nuestra propia organización. Recientemente se reformó el Acuerdo de creación de esta Coordinación.

Con ello, se creó el *Comité Institucional para la Sustentabilidad (CIS)*, se dio un marco más claro al trabajo que desde hace años realizan los Comités Ambientales y se actualizaron las funciones de la Coordinación.

Era un paso necesario pues la agenda hoy es mucho más amplia y compleja y requiere una mayor coordinación entre quienes toman decisiones y quienes trabajan todos los días en las dependencias politécnicas. Los Comités Ambientales conocen sus espacios, sus necesidades y también las oportunidades que existen en ellos. Dar mayor formalidad a ese trabajo, acompañarlo con diagnósticos, metas e indicadores y vincularlo con una instancia institucional permitirá darle continuidad y, sobretodo, aprovechar mejor lo que ya hemos construido.

El otro avance tiene que ver con la economía circular. Después de un largo proceso de trabajo, estamos llevando la publicación de l*a Metodología para la Medición y Evaluación de la Circularidad de Productos y Servicios*: más allá del reciclaje, desarrollada en la CPS.

Cuando comenzamos a trabajar en ella, había una inquietud muy concreta. La economía circular está ganando espacio rápidamente, pero la clave radica pasar de la conversación a la demostración de la circularidad. No basta con saber si un producto incorpora material reciclado o si puede aprovecharse al final de su vida útil. Hay que mirar el conjunto y contar con elementos que permitieran saber si las decisiones que llamamos circulares realimente se traducen en un mejor desempeño ambiental.

Ese trabajo cobra hoy una relevancia distinta ante los cambios que vive México en esta materia. Haber comenzado antes nos permitió estudiar referentes, discutirlos, adaptarlos y desarrollar una propuesta propia. Ahora viene una etapa igualmente importante: ponerla en práctica, aprender de su aplicación y seguir fortaleciéndola.

Veo una relación muy clara entre ambos avances. Estamos preparando al Instituto hacia adentro y al mismo tiempo, desarrollando herramientas que puedan contribuir a responder a lo que está ocurriendo fuera de él. En ambos casos hay una apuesta por no esperar a que las necesidades estén completamente instaladas para comenzar a generar capacidades.

Eso es especialmente importante para nosotros. El Politécnico nació para aportar soluciones a los problemas del país y esa responsabilidad también implica mirar hacia adelante. La transición hacia una economía circular necesitará personas formadas para implementarla, mejores formas de medir, conocimiento científico y tecnológico, nuevas competencias profesionales y colaboración entre disciplinas, instituciones, gobierno y sectores productivos.

Anticiparnos significa entonces, reconocer lo que tenemos, identificar lo que nos falta y comenzar a construirlo a tiempo. En sustentabilidad, hacerlo puede marcar la diferencia entre reaccionar ante los cambios o estar preparados para contribuir a ellos. **BV**

DIRECTORIO

- **Dr. Arturo Reyes Sandoval -** Director General.
- **M. en C. Ismael Jaidar Monter -** Secretario General.
- **M en E.N.A. María Isabel Rojas Ruiz -** Secretaria Académica.
- **Dra. Martha Leticia Vázquez González -** Secretaria de Investigación y Posgrado.
- **M. C. E. Yessica Gasca Castillo -** Secretaria de Innovación e Integración Social.
- **MAP. Marco Antonio Sosa Palacios -** Secretario de Servicios Educativos.
- **Mtra. Ana María Arrona González -** Secretaria de Administración.
- **Mtro. Noel Miranda Mendoza -** Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas.
- **Ing. Arq. José Alejandro Camacho Sánchez -** Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras e Instalaciones.
- **Mtro. Marx Yazalde Ortiz Correa -** Abogado General del IPN.
- **M. en C. Modesto Cárdenas García -** Presidente del Decanato.
- **Mtro. Orlando David Parada Vicente -** Coordinador General de Planeación e Información Institucional.
- **Ing. Andrés Falcón García -** Coordinador General del Centro Nacional de Cálculo.
- **Mtro. Marco Antonio Ramírez Urbina -** Coordinador de Imagen Institucional.
- **Mtra. Mildred Castro Hernández -** Coordinadora Politécnica para la Sustentabilidad.

MIEMBROS DE BRÚJULA VERDE

- **Directora ejecutiva – Mtra. Mildred Castro Hernández;** Liderazgo institucional.
- **Directora creativa – Lic. Paulina Muñoz Yañez;** Editora de diseño e identidad visual.
- **Diseño gráfico – Lic. René Perea Hernández;** Ilustraciones e infografías.
- **Coordinador de vinculación – Lic. Cristhian Hernández Zaragoza;** Responsable de enlaces.



El IPN crea su Comité Institucional para la Sustentabilidad y estrena una nueva gobernanza ambiental

Por la pluma de: *Mildred Castro Hernández, Coordinadora Politécnica para la Sustentabilidad, IPN*



Michelle Ferreira, Confluence, 2022. Serie Eco-Empathy. © Michelle Ferreira.

En Gaceta Politécnica Extraordinaria se publicó el "Acuerdo por el que se reforma el diverso de creación de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad del Instituto Politécnico Nacional, cuyos lineamientos se aprobaron el 27 de agosto por el Pleno del XLIV Consejo General Consultivo. Mediante esta reforma, **el Instituto crea el Comité Institucional para la Sustentabilidad (CIS)**, se regula y fortalece el trabajo que ya venían desarrollando los Comités Ambientales en las dependencias politécnicas y actualiza las funciones de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad.



> **… Acuerdo por el que se reforma el diverso de creación de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad del Instituto Politécnico Nacional (…). Mediante esta reforma, el Instituto crea el Comité Institucional para la Sustentabilidad (CIS), se regula y fortalece el trabajo que ya venían desarrollando los Comités Ambientales en las dependencias politécnicas y actualiza las funciones de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad.**

El cambio responde a una agenda que se ha transformado. Ahorrar agua y energía, separar residuos y conservar áreas verdes sigue siendo necesario, pero hoy la sustentabilidad comprende desafíos como el cambio climático, la economía circular, la gestión integral del agua, la resiliencia de la infraestructura y la evaluación del desempeño ambiental. Son asuntos que atraviesan la docencia, la investigación, la innovación, la administración y la operación cotidiana del Instituto y que requieren conectar capacidades y compartir responsabilidades.

El nuevo CIS responde a esa necesidad de articulación, sustituye al anterior Comité Asesor y se constituye como un órgano colegiado de carácter técnico y consultivo, facultado para dictaminar sobre las políticas de sustentabilidad y definir el **Programa IPN-Sustentabilidad**. En él confluyen la Dirección General, la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad y las áreas responsables de las funciones académicas, de investigación y posgrado, innovación e integración social, administración y planeación.

Esta nueva gobernanza no parte de cero. Los Comités Ambientales ya existían y durante años han impulsado acciones desde las dependencias politécnicas. La reforma reconoce esa experiencia y le da mayor formalidad y rumbo: precisa su integración, responsabilidades y funcionamiento, así como articula su trabajo con una dirección institucional común. El propio Acuerdo establece que los Comités existentes deberán evolucionar conforme a las nuevas disposiciones.

Cada Comité deberá partir ahora de un diagnóstico y elaborar en alineación al Programa IPN-Sustentabilidad, su programa Campus IPN-Sustentabilidad y con ello, responder a su propia realidad, pero dentro de un rumbo compartido y bajo una misma estructura que permita acompañar, evaluar y dar continuidad a sus esfuerzos. A su vez, los avances y resultados de los Comités se registrarán en la plataforma de monitoreo, reporte y verificación IPN-SiSustenta (en fase piloto), lo que permitirá avanzar hacia una gestión basada en información, indicadores y resultados.

La Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad también evoluciona para fortalecer el andamiaje institucional que se está construyendo. El Acuerdo fortalecer sus funciones para instrumentar y evaluar la política institucional y desarrollar metodologías, sistemas e instrumentos técnicos y de gestión para evaluar y medir, dar seguimiento, certificar, reconocer y verificar el desempeño ambiental tanto politécnico como externo.

La reforma no significa comenzar de nuevo. Reconoce el trabajo construido durante años, le da formalidad y un rumbo común como la creación de mejores condiciones para conectar las capacidades del IPN. Con el CIS, los Comités Ambientales y una Coordinación fortalecida, el Instituto avanza hacia una sustentabilidad más articulada, medible y colaborativa hacia soluciones para los retos ambientales que tenemos por delante. **BV**

Cada Comité deberá partir ahora de un diagnóstico y elaborar en alineación al Programa IPN-Sustentabilidad, su programa Campus IPN-Sustentabilidad y con ello, responder a su propia realidad, pero dentro de un rumbo compartido y bajo una misma estructura que permita acompañar, evaluar y dar continuidad a sus esfuerzos.

La Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad también evoluciona para fortalecer el andamiaje institucional que se está construyendo … sus funciones para instrumentar y evaluar la política institucional y desarrollar metodologías, sistemas e instrumentos técnicos y de gestión para evaluar y medir, dar seguimiento, certificar, reconocer y verificar el desempeño ambiental tanto politécnico como externo.



Sayaka Ganz, Birds Flew When He Spoke, 2019. Acero y hierro de desecho soldados. © Sayaka Ganz.

XVII COLOQUIO DE LOS COMITÉS AMBIENTALES DEL IPN: EXPERIENCIAS, IDEAS Y ACCIONES QUE NOS UNEN

Por la pluma de: *Gabriela Chávez Gabriela Chávez Hidalgo, Jefa del Departamento de Gestión y Desempeño Ambiental, CPS-IPN*

La sustentabilidad también se construye en comunidad, y el XVII Coloquio de los Comités Ambientales del IPN fue una buena muestra de ello. Durante los días 13 y 14 de octubre de 2026, representantes de distintas dependencias politécnicas del país se reunieron para compartir experiencias, intercambiar ideas y conocer cómo están llevando la sustentabilidad a la práctica en sus espacios de trabajo y estudio.

Organizado por la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad (CPS), el encuentro reunió, de manera presencial y virtual, a más de 600 participantes de distintas escuelas, centros y unidades del Instituto. A través de ponencias y carteles académicos, los Comités Ambientales compartieron sus avances, los desafíos que enfrentan y las acciones que se proponen impulsar hacia 2027.

Detrás de estas experiencias hay un trabajo que no siempre resulta visible: conocer cuánta agua y energía consumimos, qué residuos generamos, cuál es nuestra contribución a las emisiones y qué podemos mejorar en las instalaciones. Son diagnósticos que ayudan a tomar mejores decisiones, porque difícilmente podemos transformar aquello que no conocemos y, mucho menos, aquello que no medimos.

Huella verde: *El corazón del IPN*



La inauguración estuvo a cargo de la Mtra. Mildred Castro Hernández, titular de la CPS. El programa incluyó dos conferencias sobre temas especialmente relevantes: el Dr. José Luis Samaniego Leyva, Subsecretario de Desarrollo Sostenible y Economía Circular de la SEMARNAT, abordó los retos de transitar hacia una economía circular, mientras que el Dr. Dylan Román Moguel, director de Reinicia el Ciclo, compartió estrategias para mejorar la recolección y el reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos desde las escuelas.

Pero el Coloquio también tuvo su parte práctica: hubo mesas interactivas sobre plásticos flexibles, residuos electrónicos, entre otros, además de recorridos por la Planta de Composta y el Jardín Temático de la Dirección de Difusión de Ciencia y Tecnología del Instituto, actividades que permitieron conocer otras iniciativas ambientales institucionales.

Y como hablar de sustentabilidad también implica revisar los impactos del propio Insituto, se realizó una estimación de la huella de carbono asociada al encuentro, considerando la participación presencial y virtual. Este ejercicio permitió reconocer que incluso las actividades dedicadas al cuidado ambiental tienen una huella que vale la pena conocer para encontrar maneras de reducirla.

Más allá de las ponencias y los resultados presentados, el Coloquio ofreció la oportunidad de reconocer el trabajo de quienes, desde las dependencias politécnicas, mantienen vivas las iniciativas ambientales del Instituto. Detrás de cada proyecto hay personas que dedican tiempo a organizar, convocar, medir, enseñar y buscar soluciones a problemas que muchas veces comienzan en su propio entorno.

Los Comités Ambientales tienen precisamente ese valor: acercar la sustentabilidad a la vida cotidiana de la comunidad. Su labor permite que las políticas y los programas institucionales encuentren aplicación en las aulas, los laboratorios, las oficinas y los espacios que compartimos.

El reto ahora es aprovechar lo aprendido, aplicarlo y fortalecer la colaboración entre dependencias y convertir las metas para 2027 en resultados que podamos compartir y medir. Al final, una de las mayores aportaciones del e encuentro fue recordarnos que no todas las dependencias enfrentan los mismos problemas ni cuentan con los mismos recursos, pero sí pueden aprender unas de otras. Y cuando una buena experiencia se comparte, también se abre la posibilidad de que funcione en muchos otros espacios del Politécnico. **BV**



El IPN fortalece las competencias para avanzar hacia una economía circular

Por la pluma de: *Frida Concepción López López, Ángel Eduardo Lugo Dorantes y Ofelia Itzel Cristóbal López, investigadores de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-IPN)*

El pasado 1 de octubre, el IPN, a través de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad (CPS) y la Dirección de Vinculación y Desarrollo Regional (DVDR), participó en la Primera Feria del Sistema Nacional de Competencias CONOCER 2026, realizada en Expo Reforma, Ciudad de México.

La participación del Instituto Politécnico Nacional se enmarca en los esfuerzos que impulsa la CPS para construir las bases técnicas e institucionales que permitan llevar la economía circular a la práctica.

Entre ellos destaca la **Metodología para la Evaluación de la Circularidad**, desarrollada por el IPN para medir el desempeño circular de productos, procesos y organizaciones, considerando sus impactos ambientales desde una perspectiva de ciclo de vida.

Sin embargo, esta transformación también requiere fortalecer las capacidades de las personas. No basta con conocer los principios de la economía circular; es necesario saber identificar oportunidades de mejora, analizar información, tomar decisiones fundamentadas, coordinar equipos y evaluar los resultados de las acciones emprendidas.

En este sentido, la CPS forma parte del Comité de Gestión por Competencias Laborales en Sostenibilidad y Economía Circular, instalado en CONOCER, y participa en la coordinación para el desarrollo del **primer Estándar de Competencias en materia de Economía Circular para la Gestión Circular Empresarial**, el cual, busca establecer criterios para evaluar y, posteriormente, certificar las competencias de quienes tienen a su cargo la gestión circular en las organizaciones.

Se trata de formar y reconocer personas capaces de comprender los procesos de una empresa, trabajar con distintas áreas, proponer estrategias viables y dar seguimiento a su implementación, considerando tanto el uso eficiente de los recursos como los impactos ambientales y las relaciones en la cadena de valor.

Con estos esfuerzos, el IPN busca contribuir a que la transición hacia una economía circular cuente con herramientas de medición confiables y, sobre todo, con personas que tengan los conocimientos, las habilidades y el criterio necesarios para impulsar cambios reales en las organizaciones, siempre con “La técnica al servicio de la Patria”. **BV**



ACUERDA IPN CON COLOMBIA CUIDAR

ECONOMÍA CIRCULAR

En el marco del Foro Internacional de Economía Circular FIEC México-Colombia 2026, el Instituto Politécnico Nacional (IPN), a través de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad, Estrategia Circular MX (organismo de consultoría especializada) y la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (autoridad ambiental del país sudamericano) suscribieron una carta de intención para la transferencia de conocimientos y desarrollo de metodologías para medir y verificar la circularidad de productos y servicios, bajo una agenda ambiental, de competitividad y de oportunidades para las comunidades de ambas naciones.



Firma Coordinación para la Sustentabilidad carta de intención para compartir conocimientos sobre el tema

En el marco del encuentro -realizado en el Salón de Usos Múltiples de la Dirección General del IPN, y en el que participaron representantes de universidades, del sector privado y organismos certificadores de México y Colombia-, la Coordinadora Politécnica para la Sustentabilidad del IPN, Mildred Castro Hernández, afirmó que el Politécnico cumple 90 años en la construcción de capacidades para un país en plena transformación y una de sus fortalezas es su capacidad de anticiparse a los cambios.

Ahora –dijo- se prepara para atender los desafíos e innovaciones que plantea la nueva Ley General de Economía Circular de México.

Sostuvo que esta norma trazará una nueva economía y marcará hacia dónde se desarrollarán las nuevas tecnologías e innovaciones, toda vez que la economía circular se encamina a la formación de competencias y a la generación de políticas públicas que incidirán en la vida de las personas.

Pasemos-indicó-delaconversaciónalaconstrucción, a la generación de herramientas para políticas públicas que puedan implementar las autoridades educativas y encargadas de la ciencia y tecnología del país.

El director general de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico, Jesús León Insignares, aseguró a su vez que este foro construye futuro, para llevar a los países a compartir conocimiento y estrategias, en el marco de las agendas ambiental y de competitividad, a fin de construir más oportunidades de desarrollo para las comunidades.

México y Colombia -recalcó- tienen grandes desafíos para que la economía circular llegue a las comunidades y responda a las necesidades de cada territorio.

Enfatizó que ambas naciones enfrentan retos comunes y presiones sobre el cuidado de los recursos naturales y la gestión de los residuos. Es necesario -indicó- pasar de un rol regulador a uno articulador y avanzar en sostenibilidad y estructuración del desarrollo con mayor competitividad territorial.

Resaltó que no hay una sola ruta para consolidar la economía circular y los desafíos se centran en la articulación de los conocimientos, donde participen el sector privado, las universidades, el gobierno y, sobre todo, los jóvenes.

El cofundador y director general de Estrategia Circular MX, Jorge Arturo Calderas Winder, manifestó que en este encuentro se concreta también un acuerdo para que las instituciones de educación superior incorporen temas de economía circular en asignaturas y planes de estudio, para el desarrollo de habilidades verdes. “Es necesario que las instituciones abran las puertas del conocimiento y que compartan investigaciones estratégicas”, puntualizó.

La subdirectora de Asesoría en el Sector Social del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER), Luisa Marisol Cabrera Claudio, expresó que la economía circular significa hablar de innovación, pero también de personas que son quienes transforman los procesos.

Destacó que la transición hacia la economía circular no depende sólo de tecnología, sino también de personas preparadas, para responder a las necesidades del sector productivo.

A lo largo de la jornada, especialistas y representantes de instituciones, empresas y del sector académico ofrecieron conferencias magistrales y participaron en paneles técnicos sobre temas como la metodología de medición y evaluación de la circularidad; retos, barreras e institucionalización universitaria; rediseño circular de vanguardia y competencias circulares, y vinculación tecnológica, empleabilidad y ecosistemas de innovación. **BV**

Nota de Gaceta Politécnica: *Reportero: Enrique Soto/Fotógrafo: Javier González - 03/09/2026*





UNA HOJA MÁS, UNA OPORTUNIDAD MENOS DE DESPERDICIAR: COLABORACIÓN ENTRE LA EST Y LA ESFM PARA REUTILIZAR PAPEL

Por la pluma de: *Alhenis Mahuiztic Flores Rosales, afloresr2401@alumno.ipn.mx; Kimberly Virginia González Ramírez, kgonzalezr2101@alumno.ipn.mx; Andrea Hernández Zendejas, ahernandezz2100@alumno.ipn.mx; Paulina Alejandra Izarraraz Alcantar, pizarraraza2100@alumno.ipn.mx; Valeria Sarai Olivares Fabila, volivaresf2101@alumno.ipn.mx, todos estudiantes de la Escuela Superior de Turismo (EST) y, Silvia Nuria Jurado Celis, sjurado@ipn.mx, profesora investigadora en la EST*

De la Escuela Superior de Turismo para la Escuela Superior de Física y Matemáticas

Como parte de las acciones en materia de sustentabilidad que impulsa el IPN a través de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad (CPS), distintas unidades académicas han comenzado a desarrollar proyectos orientados a reducir su impacto ambiental. Entre los residuos que con frecuencia pasan desapercibidos se encuentra el papel, un material indispensable en la vida académica, pero que en muchas ocasiones se utiliza una sola vez antes de convertirse en desecho.

Aunque la transformación digital ha contribuido a disminuir su consumo en algunos ámbitos, el papel continúa representando una fracción importante de los residuos sólidos urbanos. De acuerdo con el Banco Mundial, el papel y el cartón constituyen aproximadamente el 17% de los residuos sólidos municipales generados a nivel mundial (World Bank, 2025). Este panorama pone de manifiesto la importancia de impulsar estrategias que prioricen la reducción, la reutilización y el aprovechamiento de este recurso antes de su disposición final.

Con esta inquietud, un grupo de estudiantes de la Licenciatura en Turismo de la Escuela Superior de Turismo (EST), en el marco de la unidad de aprendizaje *Turismo y Medio Ambiente*, desarrolló un proyecto enfocado en la reducción del desperdicio de papel. Además de representar un ejercicio académico, la iniciativa buscó demostrar que pequeñas acciones, cuando se realizan de manera organizada y con la participación de la comunidad, pueden generar cambios positivos en los hábitos cotidianos.

Para fortalecer la colaboración entre distintas unidades académicas, las y los estudiantes trabajaron con el Comité Ambiental de la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM), con el propósito de analizar la problemática relacionada con el desperdicio de papel dentro de la institución. Durante este ejercicio identificaron que una cantidad importante de hojas impresas por una sola cara era desechada, aun cuando todavía podían reutilizarse.

Para identificar la problemática se realizó un diagnóstico ambiental basado en la observación directa de las prácticas relacionadas con el uso y disposición del papel dentro de la comunidad escolar. Asimismo, se efectuaron recorridos por las instalaciones para identificar los principales puntos de generación de este residuo y las oportunidades para su reutilización. El diagnóstico permitió reconocer diversas áreas de oportunidad relacionadas con la generación de residuos y el manejo del papel, las cuales sirvieron como base para el diseño de la estrategia de intervención.

Trabajando en conjunto para la sustentabilidad

Como estrategia de solución, se diseñó e implementó un sistema de cajas para la recolección y distribución de hojas reutilizables. La propuesta surgió del trabajo conjunto con el Comité Ambiental de la ESFM y se desarrolló utilizando materiales reciclados o de bajo costo, lo que permitió que la iniciativa fuera sencilla de implementar y económicamente accesible.

Las cajas fueron colocadas en puntos estratégicos de la escuela, como la Dirección, la Prefectura, la Biblioteca y los cubículos de Física y Matemáticas, con el propósito de facilitar su uso por parte de estudiantes, docentes y personal administrativo.

Esta acción contribuye directamente a reducir el desperdicio de papel al prolongar la vida útil de las hojas que aún pueden utilizarse antes de ser recicladas o desechadas. Al mismo tiempo, fomenta una cultura de reutilización y responsabilidad ambiental al incentivar que la comunidad escolar aproveche un recurso que, de otra manera, terminaría como residuo.

Resultados y reflexiones

La implementación de esta estrategia para la reutilizar el papel, representa un ejemplo de cómo una acción sencilla puede contribuir a disminuir la generación de residuos y fortalecer una cultura ambiental dentro de una institución educativa.

> La implementación de esta estrategia para la reutilizar el papel, representa un ejemplo de cómo una acción sencilla puede contribuir a disminuir la generación de residuos y fortalecer una cultura ambiental dentro de una institución educativa.

Como resultado de este trabajo conjunto se elaboraron e instalaron 12 cajas para la recolección de hojas reutilizables. Seis fueron colocadas en áreas administrativas, donde el personal de distintos departamentos asumió la responsabilidad de promover su uso y supervisar su funcionamiento. Las seis restantes se instalaron en puntos estratégicos de la escuela para facilitar el acceso de estudiantes y docentes, quienes han participado activamente tanto en el depósito de hojas como en el aprovechamiento del papel recuperado.

Aunque todavía no se cuenta con un registro exacto del número de hojas reutilizadas, debido a que éstas son retiradas constantemente por estudiantes y personal para darles un segundo uso, se estima que durante el primer mes de funcionamiento se recuperaron entre 180 y 250 hojas que, de otra manera, probablemente habrían terminado como residuo. Más allá de la cifra, este resultado refleja que la iniciativa comenzó a incorporarse de manera natural a la dinámica cotidiana de la escuela y que existe disposición para participar cuando se ofrecen alternativas sencillas y accesibles.

Estos primeros resultados muestran que una acción de bajo costo puede contribuir a disminuir la generación de residuos y fortalecer una cultura ambiental dentro de una institución educativa. Si bien el impacto ambiental de una iniciativa de este tipo puede parecer modesto, su mayor valor radica en la posibilidad de modificar hábitos cotidianos y demostrar que la reutilización también forma parte de una economía más circular y responsable.

> … una acción de bajo costo puede contribuir a disminuir la generación de residuos y fortalecer una cultura ambiental dentro de una institución educativa. Si bien el impacto ambiental de una iniciativa de este tipo puede parecer modesto, su mayor valor radica en la posibilidad de modificar hábitos cotidianos y demostrar que la reutilización también forma parte de una economía más circular y responsable.

Como siguiente paso, será importante fortalecer las campañas permanentes de sensibilización ambiental, fomentar el uso de medios digitales cuando sea posible para disminuir la impresión innecesaria de documentos y establecer mecanismos de seguimiento que permitan evaluar periódicamente el funcionamiento de las cajas de reutilización y su impacto dentro de la comunidad escolar.

Finalmente, esta experiencia demuestra que la sustentabilidad también se construye mediante acciones cotidianas y colaborativas. La participación conjunta del estudiantado, del personal docente y de los Comités Ambientales de distintas unidades académicas fortalece la cultura institucional del IPN y confirma que la cooperación entre comunidades puede convertirse en un motor para impulsar cambios sencillos, pero con beneficios ambientales duraderos. **BV**





Reciclatrón IPN: dar nueva vida a los electrónicos también es economía circular

Por la pluma de:
Gabriela Chávez Gabriela Chávez Hidalgo, Jefa del Departamento de Gestión y Desempeño Ambiental, CPS-IPN

Huella verde: *El corazón del IPN*

En la edición de este año del Reciclatrón, celebrada los días 24 y 25 de septiembre, el IPN, a través de la CPS, volvió a sumar esfuerzos con la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México para promover la recolección y el manejo adecuado de residuos eléctricos y electrónicos. Con esta jornada, el acopio acumulado de dos ediciones consecutivas alcanzó cerca de 41 toneladas de aparatos en desuso, una cantidad equivalente al peso de unos 30 automóviles compactos, que fueron canalizados a procesos de reciclaje especializado.

La iniciativa cobra especial importancia ante un problema que sigue creciendo: cada año se generan en el mundo más de 60 millones de toneladas de residuos electrónicos. Computadoras, teléfonos celulares, pantallas y otros dispositivos contienen sustancias que pueden contaminar el suelo y el agua cuando no se manejan adecuadamente, pero también materiales valiosos, como cobre, oro y plata, que pueden recuperarse y aprovecharse nuevamente.

De ahí que reciclar estos aparatos sea mucho más que evitar que terminen en la basura. Es una oportunidad para recuperar materias primas, reducir la necesidad de extraer nuevos recursos naturales y avanzar hacia una economía circular. En este campo, investigadores del IPN también desarrollan alternativas para mejorar la recuperación de minerales y reducir los impactos ambientales asociados a estos procesos.

Una de las novedades de esta jornada fue la incorporación del **Reparatrón**, una iniciativa que permitió devolver a la vida útil 135 dispositivos mediante su reparación. Una buena manera de recordar que, antes de reciclar, vale la pena preguntarnos si aquello que pensamos desechar todavía puede seguir funcionando.

Con el impulso de la CPS, el IPN fortalece la colaboración institucional y acerca a la comunidad politécnica prácticas de economía circular que podemos incorporar a nuestra vida cotidiana. Después de todo, el mejor destino para un aparato electrónico no siempre es el reciclaje; a veces, basta con repararlo para que siga siendo útil. **BV**



Opiniones del cambio: *Trascendiendo límites*

Cuando la SUSTENTABILIDAD deja de estudiarse y empieza a ejercerse:

reflexiones de un ingeniero ambiental en el mundo laboral

Por la pluma de: *Daniel Sosa Granados, Ingeniero Ambiental, UPIBI-IPN (generación 2008), Gerente de Sustentabilidad Corporativa en MABE*





Cuando egresé de Ingeniería Ambiental de la UPIBI, en 2008, el campo profesional era muy distinto al que conocemos hoy. Dentro de las empresas, buena parte del trabajo ambiental estaba ligado a la operación y al cumplimiento: controlar emisiones y descargas, manejar residuos, atender sitios contaminados, gestionar permisos y responder a las obligaciones regulatorias.

Muchas veces ni siquiera existían áreas dedicadas exclusivamente a estos temas. Las responsabilidades se distribuían entre seguridad e higiene, mantenimiento, ingeniería, calidad o asuntos regulatorios. Para quienes llegábamos con una formación ambiental, ese era el espacio natural para aplicar lo aprendido: medir, controlar, mitigar, corregir y asegurar el cumplimiento.

Con el tiempo, la práctica nos fue llevando más allá. Entendimos que no bastaba con atender un impacto una vez generado; también había que preguntarse por qué ocurría y qué podía modificarse para prevenirlo. Los sistemas de gestión ambiental, la producción más limpia, la eficiencia energética y el uso más eficiente del agua y los materiales fueron cambiando la manera de abordar los problemas.

También cambiaron las preguntas. Dejamos de pensar únicamente en cómo controlar una emisión para analizar qué la originaba; de concentrarnos en la disposición de un residuo pasamos a cuestionar cómo evitar su generación. Pasamos de una función reactiva hacia una participación proactiva.

> *… cambiaron las preguntas. Dejamos de pensar únicamente en cómo controlar una emisión para analizar qué la originaba; de concentrarnos en la disposición de un residuo pasamos a cuestionar cómo evitar su generación. Pasamos de una función predominantemente reactiva hacia una participación proactiva.*

Después, los límites volvieron a ampliarse. Los impactos ambientales asociados con una empresa dejaron de analizarse únicamente dentro de sus instalaciones. El cambio climático, las cadenas globales de suministro, la pérdida de biodiversidad, la disponibilidad de recursos y una regulación cada vez más compleja hicieron necesario mirar hacia proveedores, productos, mercados y consumidores.

Así fueron incorporándose conceptos que hoy forman parte habitual de nuestro trabajo: cadenas de valor, pensamiento de ciclo de vida, huellas ambientales, emisiones directas e indirectas, riesgos climáticos, trazabilidad, circularidad y responsabilidad extendida del productor.

Para quienes veníamos de una formación en ingeniería ambiental, esto significó aprender a mirar la organización de otra manera. Una decisión sobre energía ya no tiene solamente implicaciones operativas; puede involucrar costos, emisiones, riesgos y metas corporativas.

> *Para quienes veníamos de una formación en ingeniería ambiental, esto significó aprender a mirar la organización de otra manera. Una decisión sobre energía ya no tiene solamente implicaciones operativas; puede involucrar costos, emisiones, riesgos y metas corporativas.*

Desde una posición de sustentabilidad corporativa, esa relación se vuelve todavía más evidente. El trabajo ya no ocurre solamente con áreas técnicas.

También implica conversar con compras, finanzas, recursos humanos, desarrollo de producto, asuntos corporativos, comunicación, cumplimiento y alta dirección, porque buena parte de nuestra función consiste en entender cómo se conectan esas decisiones.

La formación técnica sigue siendo la base. Hay que entender emisiones, agua, energía, materiales, regulación, indicadores o análisis de ciclo de vida. Pero hoy eso no es suficiente, debemos ser capaces de traducir esa información en decisiones de inversión, en el rediseño de un producto, en una estrategia de abastecimiento o en la evaluación de un riesgo.

Algo similar ocurre con los compromisos de sustentabilidad. Declarar una meta es relativamente sencillo; demostrar avances requiere responsables, indicadores, información confiable, trazabilidad y resultados que puedan verificarse. Esa diferencia entre decir y demostrar se ha vuelto cada vez más importante para las empresas y también para quienes trabajamos dentro de ellas.



En este contexto, la economía circular representa una evolución particularmente interesante porque desplaza la discusión hacia etapas mucho más tempranas. Ya no se trata sólo de preguntarnos qué hacer con un residuo, sino de revisar cómo se diseñó el producto, qué materiales contiene, cuánto tiempo puede mantenerse en uso, si puede repararse, reutilizarse, reacondicionarse o remanufacturarse y qué posibilidades existen para recuperar componentes y materiales.

Eso obliga a sentarse en la misma mesa con ingeniería, diseño, compras, manufactura, logística, finanzas. También deja claro que la circularidad difícilmente puede construirse desde una sola empresa: depende de relaciones a lo largo de la cadena de valor, de información compartida y de mecanismos que permitan conocer qué sucede realmente con los materiales.

Visto desde quienes salimos de las aulas hace casi dos décadas, el cambio es considerable. Comenzamos en una profesión muy cercana al cumplimiento y al control de impactos y hoy en discusiones sobre innovación, riesgos, cadenas de suministro, diseño de productos, inversión y estrategia.

Para quienes ahora se están formando, el escenario será todavía más exigente. Necesitarán una base ambiental sólida, pero también entender datos, regulación, tecnología y modelos de negocio, además de aprender a dialogar con otras disciplinas sin perder el rigor técnico que distingue a nuestra profesión.

> *La formación técnica sigue siendo la base. Hay que entender emisiones, agua, energía, materiales, regulación, indicadores o análisis de ciclo de vida. Pero hoy eso no es suficiente. También debemos ser capaces de traducir esa información para que pueda utilizarse en una decisión de inversión, en el rediseño de un producto, en una estrategia de abastecimiento o en la evaluación de un riesgo.*

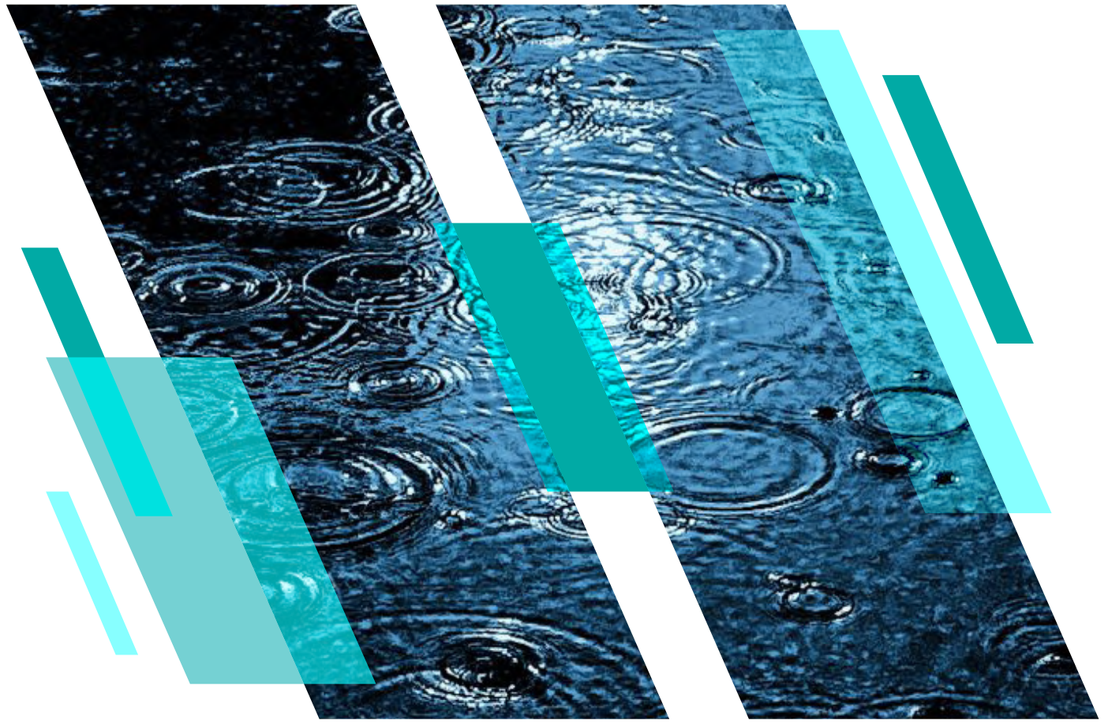
Durante muchos años buscamos que las variables ambientales tuvieran un lugar en las decisiones importantes de las organizaciones. Hoy ese espacio existe con mucha mayor claridad. La oportunidad está ahí, la diferencia será qué hacemos con ella. **BV**

Antes de que llegue el agua:

ANTICIPAR PARA REDUCIR EL RIESGO



Por la pluma de: ***Rodolfo Lacy Tamayo, Asesor en la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad***

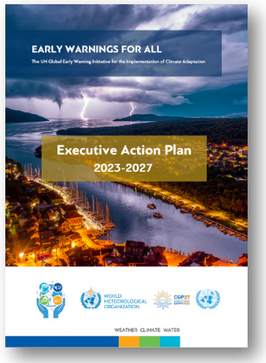


Las inundaciones no se explican únicamente por la cantidad de lluvia que cae. Sus efectos dependen también de dónde ocurre, qué tan expuesta está la población, qué infraestructura puede verse afectada y, sobre todo, de la capacidad que tengamos para anticipar lo que puede pasar y actuar antes de que comiencen los daños. En un contexto de cambio climático, crecimiento urbano y mayor presión sobre el territorio, esta capacidad de anticipación se vuelve cada vez más importante.

Durante muchos años, los sistemas de alerta temprana estuvieron asociados principalmente con mejorar los pronósticos y saber con mayor precisión cuánto, dónde y cuándo podría llover. Ese conocimiento sigue siendo indispensable, pero hoy el reto es más amplio: no basta con saber qué tiempo hará, necesitamos saber qué puede provocar ese tiempo en un lugar concreto. La diferencia es importante, porque no es lo mismo advertir que habrá una precipitación intensa que informar qué vialidades podrían inundarse, qué infraestructura crítica estaría expuesta, qué comunidades deberían prepararse o cuánto tiempo habría para evacuar una zona determinada.

Esta evolución coincide con la iniciativa *Early Warnings* for All, impulsada por Naciones Unidas, que busca que todas las personas estén protegidas por sistemas de alerta temprana multiamenaza antes de 2027. Su planteamiento integra cuatro componentes que deben funcionar de manera articulada: conocer el riesgo; observar, monitorear y pronosticar; comunicar las alertas; y contar con capacidad real para responder. En otras palabras, una alerta sólo cumple su propósito cuando la información científica puede traducirse, a tiempo, en una decisión que ayude a proteger a las personas.

Pilares del Sistema Global de Alerta Temprana (EW4All)



Pilares del
Sistema Global de Alerta Temprana
universal e individualizado propuesto por la ONU

PILAR 1
Conocimiento sobre Riesgos Climáticos

PILAR 2
Observación y Pronóstico



PILAR 4
Prevención y Respuesta

PILAR 3
Difusión y Comunicación

A partir de esta idea, en nuestro artículo proponemos el concepto de **ventana de oportunidad preventiva** para referirnos al intervalo que existe entre el momento en que contamos con información suficientemente confiable sobre una amenaza y aquel en que comienzan a presentarse sus impactos. Ese tiempo puede ser de días, horas o incluso minutos, pero bien aprovechado puede cambiar el desenlace de una emergencia, ya sea mediante el cierre preventivo de vialidades, la movilización de recursos, la protección de instalaciones estratégicas o la evacuación oportuna de la población más vulnerable. La utilidad de una alerta, por tanto, no está sólo en anticipar la lluvia, sino en ampliar el margen de acción antes de que el fenómeno produzca daños.

México cuenta con capacidades importantes para avanzar en esta dirección. El Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA, Protección Civil, CENAPRED, universidades y centros de investigación generan de manera permanente información meteorológica, hidrológica y territorial de gran valor. El desafío consiste en articular mejor esas capacidades mediante datos interoperables, modelos predictivos, análisis de impactos, comunicación multicanal y protocolos de actuación que permitan pasar de información dispersa a decisiones preventivas mejor coordinadas.

En ese contexto, el IPN a través de la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad ha planteado conceptualmente el **Sistema de Alerta Meteorológica y Climática Temprana (SAMyCT)**. La propuesta no busca sustituir las capacidades existentes, sino contribuir a su integración mediante una arquitectura que articule infraestructura de datos, modelos predictivos apoyados en inteligencia artificial, comunicación de alertas, protocolos institucionales de actuación, investigación especializada y mecanismos permanentes de gobernanza y financiamiento.

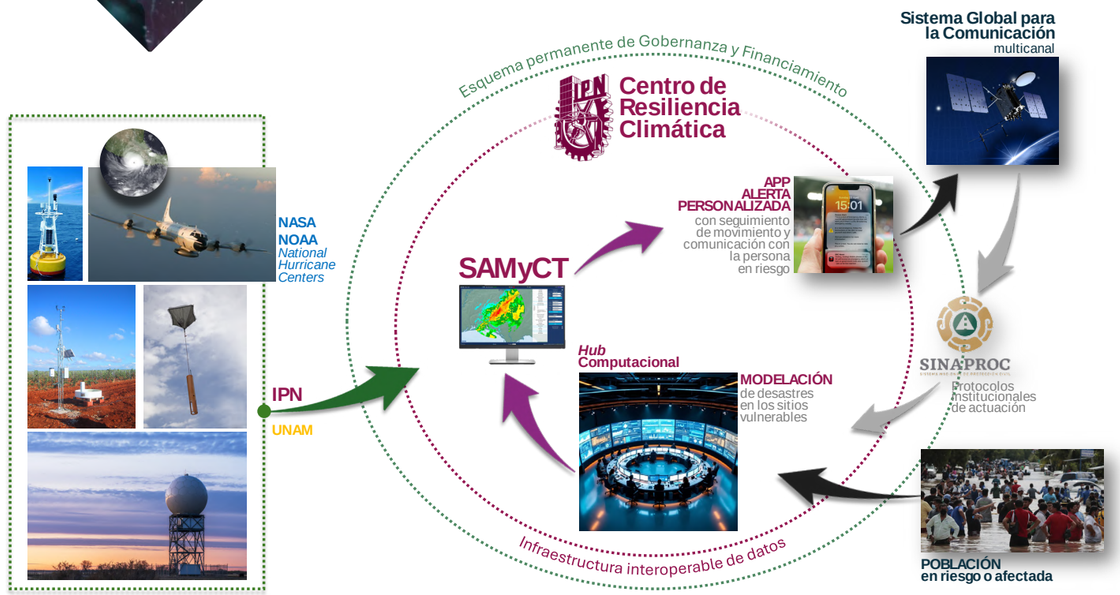
Opiniones del cambio: *Trascendiendo límites*

Pilares del Sistema Global de Alerta Temprana (EW4All)



El reto, entonces, no consiste únicamente en contar con pronósticos cada vez más sofisticados, sino en lograr que la información disponible llegue a tiempo, sea entendida y permita actuar. Frente a fenómenos hidrometeorológicos que pueden volverse más complejos en un clima cambiante, fortalecer estas capacidades significa reducir daños, proteger infraestructura y disminuir riesgos para la población.

Esta reflexión se desarrolla con mayor amplitud en *Anticipar el riesgo de inundaciones en un clima cambiante: hacia una evolución de los sistemas de alerta temprana en México*, publicado en el número 35 de Impluvium, publicación digital de la Red del Agua UNAM, páginas 127 a 137. **BV**



El **vuelo** *que sostiene la* **vida:**

POLINIZADORES,
BIODIVERSIDAD
Y TURISMO SUSTENTABLE



Por la pluma de: *Gabriela Amelie Ramírez Santiago, gramirezs2400@alumno.ipn.mx; Ángel Mauricio Barrera Villa, abarrerav2100@alumno.ipn.mx; Ernesto Daniel Creda Osorio, ecerdao2000@alumno.ipn.mx; Mónica Aranza Vega Alana, mvegaa2401@alumno.ipn.mx; Cosette Yamileth Arredondo García, arredondo.cosette@cecyt12.edu.mx y, Rebeca Mirafuentes Cabrera, profesora de la EST*

¿Qué tienen en común una abeja, un murciélago y la mariposa monarca?

Aunque pertenecen a grupos muy distintos, todos desempeñan una de las funciones más importantes para la vida en el planeta: transportar el polen de una flor a otra y hacer posible la reproducción de miles de especies vegetales. Gracias a ellos se mantiene buena parte de la biodiversidad, se producen numerosos alimentos que consumimos diariamente y se conservan ecosistemas de los que dependen millones de personas.

Se estima que cerca del 90% de las plantas silvestres con flor y alrededor del 75% de los principales cultivos alimentarios del mundo dependen, al menos en parte, de la polinización animal (IPBES, 2016; FAO, 2018). Además de su enorme importancia ecológica, este servicio ecosistémico aporta entre 235 mil y 577 mil millones de dólares anuales a la agricultura mundial (IPBES, 2016).

Proteger a los polinizadores no significa únicamente conservar especies; significa también proteger la seguridad alimentaria, la biodiversidad y el bienestar de las generaciones futuras.

En algunos casos, la conservación de especies polinizadoras emblemáticas también favorece el desarrollo de actividades de ecoturismo, educación ambiental y recreación en la naturaleza, generando beneficios económicos para las comunidades que habitan estos territorios.

> *Proteger a los polinizadores no significa únicamente conservar especies; significa también proteger la seguridad alimentaria, la biodiversidad y el bienestar de las generaciones futuras.*

La mariposa monarca, un símbolo de conservación

En México, pocos fenómenos naturales representan mejor la relación entre biodiversidad y sustentabilidad que la migración de la mariposa monarca (Danaus plexippus). Cada otoño, millones de mariposas recorren cerca de 4,500 kilómetros desde el sur de Canadá y Estados Unidos hasta los bosques de oyamel, pino y encino ubicados en Michoacán y el Estado de México. Allí permanecen durante el invierno antes de iniciar nuevamente su viaje hacia el norte (CONANP, s. f.).

Este extraordinario fenómeno migratorio convirtió a la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca en uno de los principales referentes internacionales de conservación en México y le valió su inscripción como Patrimonio Mundial por la UNESCO en 2008.

Este extraordinario fenómeno migratorio convirtió a la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca en uno de los principales referentes internacionales de conservación en México y le valió su inscripción como Patrimonio Mundial por la UNESCO en 2008.

Pero la importancia de la monarca va mucho más allá de su belleza. Su presencia recuerda la estrecha relación que existe entre la conservación de los ecosistemas y el bienestar de las comunidades que dependen de ellos.



Cuando conservar también genera desarrollo

Cada temporada invernal miles de visitantes nacionales y extranjeros llegan a los santuarios de la mariposa monarca para presenciar uno de los espectáculos naturales más impresionantes del continente.

Durante el invierno 2024-2025, las colonias de hibernación ocuparon 1.79 hectáreas de bosque, prácticamente el doble de la superficie registrada el año anterior, de acuerdo con el monitoreo realizado por World Wide Fund for Nature (WWF) México y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (WWF México y CONANP, 2025).

> *Mientras mejor se protege el bosque donde hiberna la mariposa, mayores son las posibilidades de mantener este fenómeno natural y, con él, los beneficios sociales y económicos que genera para las comunidades.*

La llegada de visitantes representa una importante fuente de ingresos para ejidos y comunidades locales mediante servicios de guiado, hospedaje, alimentación, transporte y venta de artesanías. En este caso, la conservación del bosque deja de verse únicamente como una obligación ambiental y se convierte también en una oportunidad de desarrollo económico.

Lo más interesante es que este modelo funciona precisamente porque la actividad turística depende de la conservación del ecosistema. Mientras mejor se protege el bosque donde hiberna la mariposa, mayores son las posibilidades de mantener este fenómeno natural y, con él, los beneficios sociales y económicos que genera para las comunidades.

Además de la derrama económica, el contacto directo con este fenómeno natural contribuye a sensibilizar a las y los visitantes sobre la importancia de conservar la biodiversidad y promueve una mayor valoración del patrimonio natural de México.

Un fenómeno que enfrenta grandes desafíos

A pesar de su importancia ecológica y cultural, el futuro de la mariposa monarca continúa enfrentando diversos desafíos. La tala ilegal, el cambio de uso de suelo, la fragmentación de los bosques y la disminución del algodoncillo (*Asclepias* spp.), planta indispensable para completar su ciclo de vida, reducen las posibilidades de que esta migración continúe ocurriendo con la misma intensidad (IPBES, 2016).

A ello se suman los efectos del cambio climático, que modifican las condiciones ambientales tanto en las zonas donde la especie se reproduce como en los sitios donde hiberna. Estos factores incrementan la vulnerabilidad de una migración que depende de un delicado equilibrio ecológico a lo largo de miles de kilómetros.

Un aporte a los Objetivos de Desarrollo Sustentable

La conservación de los polinizadores contribuye directamente al cumplimiento de diversos Objetivos de Desarrollo Sustentable de la Agenda 2030. Su protección fortalece el **ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres**, al favorecer la conservación de la biodiversidad y de los hábitats naturales. Asimismo, contribuye al **ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles**, al impulsar actividades de turismo de naturaleza que generan beneficios económicos compatibles con la conservación del patrimonio natural y cultural.

Al mismo tiempo, el trabajo de conservación también guarda relación con el **ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico**, ya que el turismo sustentable puede convertirse en una fuente importante de empleo e ingresos para numerosas comunidades rurales.

Reflexión final

La historia de la mariposa monarca demuestra que conservar la biodiversidad no significa únicamente proteger una especie emblemática. También implica cuidar los procesos ecológicos que sostienen la vida y reconocer que el bienestar de las personas depende, en gran medida, de la salud de los ecosistemas.

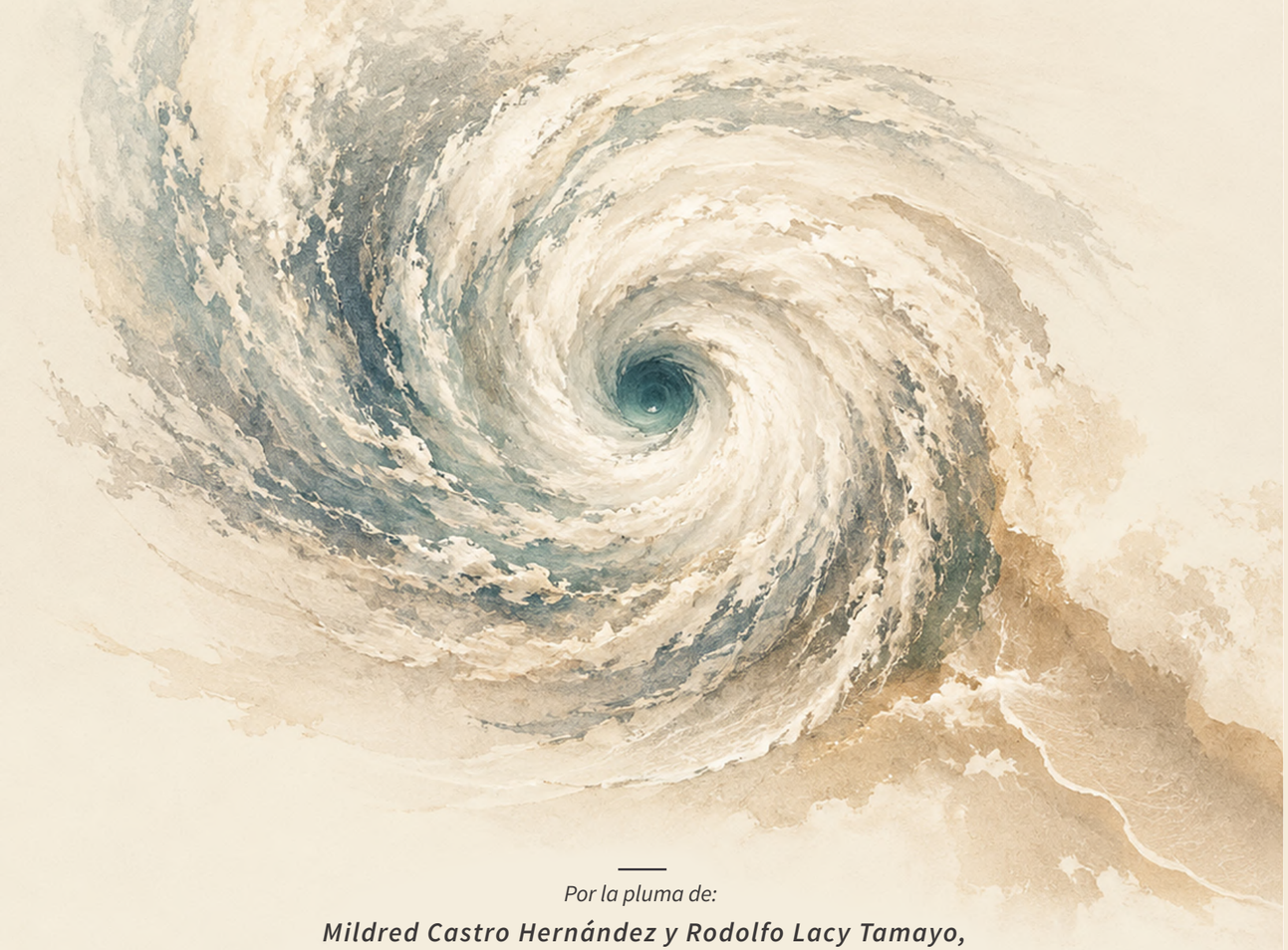
Los polinizadores hacen posible la reproducción de miles de plantas, favorecen la producción de alimentos y contribuyen al equilibrio de los ecosistemas. En algunos casos, como ocurre con la mariposa monarca, también impulsan actividades turísticas que fortalecen las economías locales y generan oportunidades para las comunidades que han decidido hacer de la conservación una forma de desarrollo.

La experiencia de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca demuestra que la conservación ambiental y el crecimiento económico no son objetivos opuestos. Cuando el turismo se desarrolla con criterios de sustentabilidad y participación comunitaria, proteger la naturaleza también significa proteger el patrimonio cultural, fortalecer la educación ambiental y construir un futuro más equilibrado para las generaciones presentes y futuras. **BV**



Los huracanes que EL NIÑO provoca:

¿por qué los pequeños cambios importan?



Por la pluma de:

Mildred Castro Hernández y Rodolfo Lacy Tamayo,

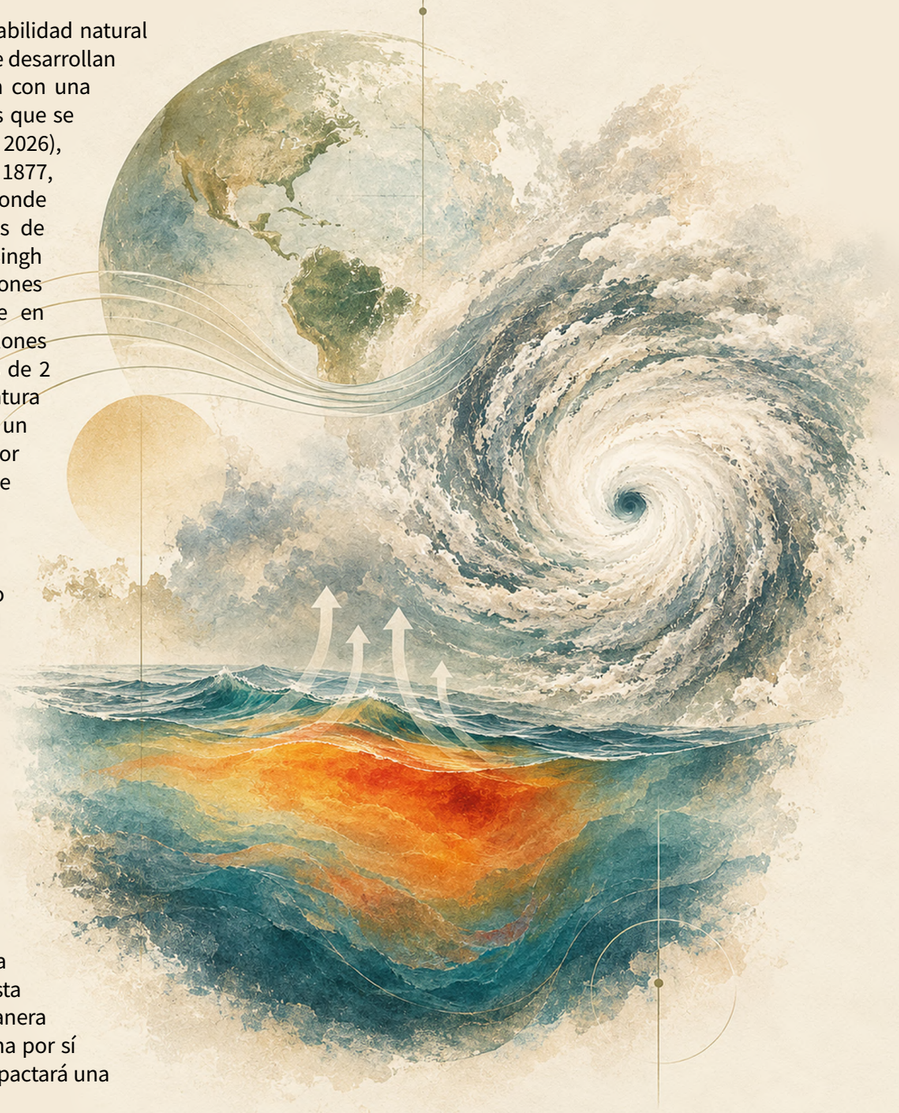
Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad-IPN

Saber que el clima del planeta está cambiando y que es posible anticipar sus consecuencias implica una responsabilidad ineludible: incorporar este conocimiento en las decisiones estratégicas destinadas a proteger a la población y asegurar sus medios de vida. Recientemente, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha advertido de manera alarmante que las anomalías térmicas en la superficie de los océanos han alcanzado niveles sin precedentes, consolidando el episodio actual de El Niño como uno de los más intensos registrados en las últimas cuatro décadas, con repercusiones globales inmediatas en sectores críticos como la agricultura, la pesquería, el comercio, la salud, la energía y el abastecimiento de agua (OMM, 2026).

El Niño forma parte de la variabilidad natural del planeta, pero sus efectos se desarrollan hoy sobre una masa oceánica con una carga de calor sin precedentes que se sigue incrementando (WMO, 2026), muy superior a la ocurrida en 1877, que desató una hambruna donde murieron más de 50 millones de personas a nivel mundial (Singh et al., 2018). Investigaciones paleoclimáticas aseguran que en el Plioceno, hace cuatro millones de años, el planeta tenía más de 2 grados centígrados de temperatura y que existía algo parecido a un Niño permanente, con un mayor número de huracanes y de mayor intensidad (Fedorov A. *et al*., 2010).

Aunque un Niño intenso suele reducir la actividad ciclónica en el Atlántico, en el Pacífico central y oriental provoca el efecto contrario: al debilitarse los vientos alisios, las aguas cálidas se desplazan hacia el este, configurando un entorno idóneo para el nacimiento y fortalecimiento de huracanes. Para México, con litorales en múltiples cuencas, estas asimetrías obligan a priorizar la preparación en la costa del Pacífico, sin asumir de manera simplista que El Niño determina por sí solo el punto exacto donde impactará una tormenta (NOAA, 2024a, 2026).

El océano es en sentido físico, el combustible de los huracanes. El agua marina se evapora y al condensarse en la atmósfera, libera el calor latente que sostiene la circulación del ciclón, siendo la profundidad de esta capa templada, crucial para mantener el suministro de energía (NOAA, 2024b). Este calentamiento oceánico no es homogéneo y se traduce en “parches” o focos locales de agua excepcionalmente caliente. Cuando un huracán avanza y cruza sobre uno de estos puntos calientes, absorbe ese calor acumulado como si recibiera una inyección masiva de combustible directo al motor, lo que provoca que la tormenta se intensifique de forma explosiva y sus vientos se aceleren drásticamente en muy poco tiempo.



Esta transferencia energética en entornos con temperaturas elevadas es el núcleo de las investigaciones del Prof. Kerry Emanuel, especialista del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), quien plantea que la teoría de la intensidad potencial en un huracán, anticipa un incremento aproximado del 5% en la velocidad máxima de sus vientos por cada grado centígrado de aumento en la temperatura del océano tropical (Emanuel, 2005). Y esto va más allá, estableció lo que denominó Índice de Disipación de Potencia, para establecer el poder de disipación de una tormenta - en mar o tierra – como función de su velocidad y duración.

> *… la intensidad potencial en un huracán, anticipa un incremento aproximado del 5% en la velocidad máxima de sus vientos por cada grado centígrado de aumento en la temperatura del océano tropical…*

El dato clave es que la fuerza destructiva de una tormenta no crece de manera lineal, sino al cubo de la velocidad de sus vientos multiplicada por la duración del fenómeno. De este modo, al multiplicar el factor de incremento de velocidad por sí mismo tres veces para simular la potencia cúbica, el cálculo matemático simplificado resulta en: $(1.05)^3 = 1.16$

> *El dato clave es que la fuerza destructiva de una tormenta no crece de manera lineal, sino al cubo de la velocidad de sus vientos multiplicada por la duración del fenómeno.*

Lo anterior cobra una relevancia importante, pues, un aumento del 5% en la velocidad del viento, representa que el potencial daño físico y fricción contra el suelo, se dispare de manera inmediata un 16% por cada grado de calentamiento en el agua. La persistencia temporal de la tormenta, actúa como un factor multiplicador del impacto estructural y las inundaciones. Este cálculo ilustra cómo un incremento relativamente pequeño del viento puede amplificar el potencial destructivo, pero también influyen la estructura térmica de la atmósfera, la cizalladura del viento, las temperaturas subsuperficiales del océano y la duración de la tormenta.



Si dicha relación matemática la llevamos a la práctica, permite desmitificar la percepción pública sobre las categorías de los huracanes: la capacidad real de destrucción no depende únicamente de la velocidad máxima medida en un instante, sino de su duración en el tiempo. Es decir, un huracán de categoría 3 – vientos entre 178 y 208 km/h- puede llegar a disipar más energía total y causar mayor destrucción si avanza lentamente y castiga un territorio durante 48 horas continuas, en comparación con un ciclón categoría 5 -vientos superiores a los 252 km/h-, cuya trayectoria sobre la región sea rápida y dure apenas 5 horas.

El huracán Otis ejemplifica numéricamente la interacción de estas fuerzas físicas y el peligro de los saltos de velocidad. El 24 de octubre de 2023, en un lapso de apenas seis horas, los avisos del Centro Nacional de Huracanes registraron cómo Otis pasó de categoría 3 a categoría 5, elevando sus vientos sostenidos de 204 a 259 km/h al cruzar por una zona de aguas profundamente cálidas (National Hurricane Center,

> *… resulta urgente implementar avisos meteorológicos en tiempo real que se conviertan en una ventana de oportunidad preventiva donde la población expuesta sepa con claridad qué va a ocurrir, cuándo iniciará el peligro y cómo actuar con instrucciones claras y recursos materiales para salvaguardar sus vidas…*

2023a, 2023b). Si bien la velocidad lineal aumentó un 27%, al elevar este factor al cubo para calcular la disipación de potencia, la energía liberada de golpe por la tormenta en tierra se duplicó aproximadamente con impactos desastrosos en la población y la infraestructura del país.

Sin embargo, en un contexto de gestión del riesgo, esa capacidad de transformación tan acelerada debe diseñarse en función de la exposición y de las vulnerabilidades específicas de cada comunidad, estimando con **precisión el tiempo real disponible para ponerse a salvo antes de que las condiciones vuelvan intransitables las vías de evacuación**. Frente a este desafío, México está robusteciendo sus herramientas mediante el proyecto ***Apixqui***, coordinado por la SECIHTI -con la colaboración del CICESE, la UNAM, la Secretaría de Marina y el Servicio Meteorológico Nacional- para desplegar boyas y planeadores submarinos que monitorearán el océano en tiempo real (SECIHTI, 2026). A esta capacidad de observación se sumará la infraestructura nacional de supercómputo: Coatlicue, que tendrá su sede en la Unidad Zacatenco del IPN, concebida para procesar grandes volúmenes de datos y atender problemas estratégicos nacionales, entre ellos las predicciones climatológicas y de desastres naturales (Balderas, 2026).

El destino final de esta infraestructura científica debe ser la consolidación de sistemas de protección civil más eficientes y accesibles, en consonancia con iniciativas globales como Early Warmings for All (OMM, 2022). Al igual que la sociedad ha asimilado la importancia y respuesta ante la alerta sísmica, resulta urgente implementar avisos meteorológicos en tiempo real que se conviertan en una ventana de oportunidad preventiva donde la población expuesta sepa con claridad qué va a ocurrir, cuándo iniciará el peligro y cómo actuar con instrucciones claras y recursos materiales para salvaguardar sus vidas
(Castro Hernández y Lacy Tamayo, 2026). **BV**

CUERPOS DE LA MODERNIDAD: MIRADAS SOBRE ALEGORÍA DEL TRABAJO Y ALEGORÍA DE LA CONSTRUCCIÓN DE SATURNINO HERRÁN

Por la pluma de: *Dra. Samantha Leyva Cortés; Ing. Arq. José Antonio Cruz González - DDC-IPN*



Realizadas en 1910, Alegoría del trabajo y Alegoría de la construcción ocupan un lugar fundamental en la producción de Saturnino Herrán y en la historia del arte en México, al constituir los primeros murales encargados al artista, sumado a esto, son dos de las piezas más relevantes del patrimonio artístico del Instituto Politécnico Nacional.

Durante aquel año, en el marco de las celebraciones por el Centenario de la Independencia, la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes solicitó a Herrán la elaboración de las pinturas destinadas al muro frontal del Salón de Actos de la Escuela Nacional de Artes y Oficios para Hombres (ENAOH). El encargo fue comunicado el 11 de mayo por Ezequiel A. Chávez al director de la Escuela, Gonzalo Garita, y las obras quedaron concluidas en agosto. (Valencia Flores y Robles Colina, 2021). La escuela, ubicada en el antiguo convento de San Lorenzo, formaba parte de un proyecto educativo orientado a la enseñanza técnica y científica, inicialmente vinculada con la profesionalización de los oficios y, posteriormente, con la formación de trabajadores con los conocimientos para incorporarse a los procesos de modernización y desarrollo del país.

Orientada a la formación de hombres en oficios

tradicionales e industriales, artes aplicadas y técnicas modernas, la ENAOH impulsó una renovación que implicó también el desplazamiento de la figura del artesano hacia la del trabajador, concebido como parte del proyecto de progreso y modernización de la nación porfiriana. Por ello, la realización estas pinturas murales no fue una decisión fortuita ni aislada de su contexto social, debido a que las obras fueron concebidas para una institución que estaba redefiniendo la educación técnica y a los sujetos que habría de participar en la construcción de una nación moderna. (Cano, de Lucio, Pérez, Mitrani, Casanova y Ruvalcaba Sil, 2024).

La trayectoria de estas pinturas cambió a partir del sismo de magnitud 7.7 ocurrido en 1957, que afectó al antiguo convento de San Lorenzo, provocando daños estructurales de consideración. A partir de este hecho, la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica fue trasladada a Zacatenco, mientras que las pinturas murales quedaron vinculadas a la discusión sobre





la conservación o demolición del edificio histórico. En este contexto, artistas y conservadores del entonces Centro Nacional de Conservación de Obras Artísticas del INBAL (CNCOA-INBAL, creado en 1955) promovieron un proyecto para preservarlas. En 1976 se decidió desprenderlas mediante la técnica de stacco, procedimiento de conservación que permite separar una pintura mural del muro manteniendo la capa pictórica y parte del enlucido o yeso sobre el que fue realizada. Este proceso transformó obras concebidas para un espacio arquitectónico específico en piezas transportables, condición que permitió su circulación posterior en exposiciones nacionales e internacionales (Cano, de Lucio, Pérez, Mitrani, Casanova y Ruvalcaba Sil, 2024).

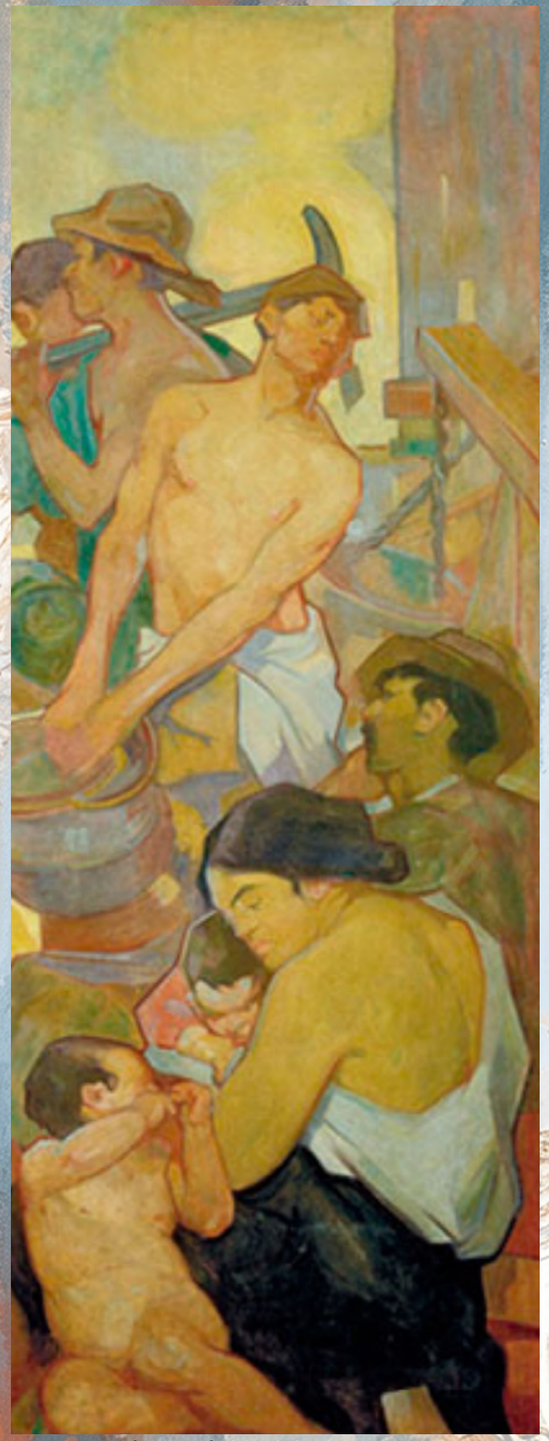
Otra mirada sobre estas obras permite desplazar la atención de su trayectoria material hacia las formas en que Herrán representó el progreso y la modernidad. Ambos adquieren una dimensión visual y corporal vinculada con un proyecto nacionalista previo al estallido de la Revolución Mexicana.

WWEl trabajador aparece como ejecutor de un oficio, pero también como constructor material y simbólico de la nación. Esta idea se organiza en distintos planos de las composiciones. Por ejemplo, en Alegoría del trabajo, al fondo, se puede observar el humo de las industrias, evidenciando la transformación del paisaje y el avance de una sociedad industrial. Ahora bien, en los planos intermedios —de ambas piezas— se desarrollan los oficios y las actividades productivas, mientras que, en primer plano, los cuerpos aparecen en momentos de pausa o descanso (Fuentealba Romero, 2023).

Esta lectura permite reconocer, además, una dimensión corporal y de género, si se observa el extremo inferior derecho de Alegoría del trabajo, la figura femenina reproduce el arquetipo de madre-esposa y, desde la maternidad, asume una función de cuidado, aunque también participa en la esfera laboral. Sin embargo, el trabajo productivo aparece predominantemente masculinizado mediante cuerpos semidesnudos, musculosos y viriles. A ello, se suma la mezclilla y la indumentaria obrera que refuerzan la imagen de un trabajador urbano moderno.

La modernidad en Herrán se encarna, así, en cuerpos generizados, cuerpos de artesanos y trabajadores sometidos al esfuerzo, capaces de levantar la ciudad y participar en la construcción simbólica de la nación. Finalmente, en estas obras puede reconocerse, por tanto, una estética de la modernidad. **BV**





Saturnino Herrán, Alegoría del trabajo, 1910
Fuente: Dirección de Difusión Cultural

El arte que nos habita: *Patrimonio e identidad politécnica*



Saturnino Herrán, Alegoría de la construcción, 1910
Fuente: Dirección de Difusión Cultural



Gas natural licuado: conocimiento para una transición energética responsable

Hablar de energía hoy ya no puede reducirse únicamente a discutir de dónde proviene o cuánto cuesta producirla. La conversación es mucho más amplia y pasa por la seguridad energética, las emisiones, la innovación tecnológica, la viabilidad económica de los proyectos y, cada vez con mayor fuerza, por la responsabilidad ambiental con la que se toman decisiones en un sector que está cambiando rápidamente.

En ese contexto, el gas natural continúa teniendo un peso importante dentro de la matriz energética y de los procesos de transición que distintos países están impulsando. Para el IPN, cuya historia está estrechamente relacionada con la formación de profesionales que han acompañado el desarrollo de los sectores energético, industrial y de infraestructura del país, este escenario también representa una oportunidad para seguir preparando especialistas capaces de entender los cambios que están ocurriendo y participar en ellos con bases técnicas sólidas.

De esta idea parte el **Seminario de Gas Natural Licuado (LNG): el energético de transición**, una propuesta de LNG México, en coordinación con la ESIQUIE-IPN, en dirigida al estudiantado y a profesionistas del IPN interesados en ampliar su formación en los distintos procesos que integran la cadena de valor del gas natural licuado.

> …Seminario de Gas Natural Licuado (LNG): el energético de transición, una propuesta de LNG México, en coordinación con la ESIQUIE-IPN, en dirigida al estudiantado y a profesionistas del IPN interesados en ampliar su formación en los distintos procesos que integran la cadena de valor del gas natural licuado.

El programa tiene una duración de **156 horas, aproximadamente tres meses, y ofrece una modalidad de actualización profesional con opción a titulación**. A lo largo del seminario se revisan temas que van desde la producción y tratamiento del gas natural hasta su licuefacción, transporte, regasificación, comercialización y uso, incorporando aspectos técnicos, regulatorios, financieros y de ingeniería que complementan lo aprendido durante la formación profesional.

Uno de los principales propósitos del seminario es justamente acercar al estudiantado a la manera en que estos proyectos funcionan en la práctica. Entender el LNG implica conocer mucho más que un proceso industrial aislado. Detrás de cada proyecto existe una cadena en la que intervienen infraestructura, tecnología, regulación, contratos, mercados, decisiones de inversión y, por supuesto, impactos ambientales y su relación con las metas nacionales de descarbonización.

Por ello, se presta especial atención a los procesos de licuefacción y regasificación, así como al uso del gas natural como combustible para la generación eléctrica, a sus esquemas de comercialización y contratación y al contexto en el que actualmente se desarrollan los proyectos de LNG tanto en México como en otras regiones del mundo.

> El seminario también incorpora temas que forman parte de una discusión mucho más compleja, como la fracturación hidráulica o *fracking*. Su inclusión resulta pertinente precisamente porque se trata de una tecnología sobre la que existen posturas distintas y que, por sus implicaciones ambientales, sociales y energéticas, requiere ser entendida con profundidad.

La transición energética difícilmente es un proceso lineal y tampoco consiste simplemente en sustituir una fuente por otra. Requiere especialistas capaces de entender los sistemas completos, anticipar impactos y tomar decisiones con una visión mucho más amplia de la que tradicionalmente se ha tenido sobre los proyectos energéticos. El reto estará en hacerlo con una mirada distinta. **BV**



Para quienes están por concluir su formación profesional o buscan ampliar sus conocimientos en el sector energético, ésta puede ser una oportunidad para acercarse a un campo que continuará formando parte de la conversación energética nacional e internacional durante los próximos años.

Próximas inscripciones:
Inicios 2027
Información en: seminariolng.esiqie@gmail.com y, 55 1692 6834



CONSTRUIR LAS CAPACIDADES DEL MAÑANA

***POLITEC**, esa pintura acrílica que muchos hemos usado alguna vez en la escuela, en un taller o en algún proyecto artístico, nació en el IPN.*

Fue desarrollada para responder a nuevas necesidades del muralismo y terminó convirtiéndose en la primera pintura acrílica producida comercialmente para uso artístico. Pero más allá de la innovación, su historia dice mucho de una forma muy politécnica de hacer las cosas: observar una necesidad, entenderla y buscar una respuesta desde el conocimiento.

Hoy, frente a los retos de la sustentabilidad, necesitamos algo parecido. No esperar a que los problemas nos alcancen, sino preparar desde ahora a las personas que tendrán que enfrentarlos, generar conocimiento, desarrollar herramientas y probar soluciones que quizá hoy no parecen urgentes, pero que mañana pueden ser indispensables.

Eso también es construir capacidades: estarlistos antes de que sea necesario improvisar.



POLITEC fue una respuesta adelantada a las necesidades de su tiempo. La pregunta ahora es: ¿qué respuestas estamos construyendo para el nuestro?

Brújula Verde



Fuentes de consulta

Una hoja más, una oportunidad menos de desperdiciar: colaboración entre la EST y la ESFM para reutilizar papel

» World Bank. (2025). *What a Waste 3.0*. Washington, DC: World Bank. https://www.worldbank.org/en/publication/what-a-waste

El vuelo que sostiene la vida: polinizadores, biodiversidad y turismo sustentable

» CONABIO. (2022). Polinización. https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose/polinizacion

» CONANP. (s. f.). *Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*. *Gobierno de México*. https://www.gob.mx/conanp/documentos/reserva-de-la-biosfera-mariposa-monarca-209460

» FAO. (2018). World Bee Day. de https://www.fao.org/world-bee-day/es/

» IPBES. (2016). *Summary for policymakers of the assessment report on pollinators, pollination and food production.* Bonn, Germany: IPBES Secretariat.

» WWF México y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2025). *Superficie forestal ocupada por las colonias de mariposa monarca en México durante la hibernación* 2024-2025. Ciudad de México: WWF México. https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/2024-2025-monitoreo-mariposa-monarca-en-mexico---wwf.pdf

El Niño y Huracanes: ¿por qué los pequeños cambios importan… y, mucho?

» Balderas, C. (2026, 5 de junio). Zacatenco, casa de la Supercomputadora Coatlicue. *Gaceta Politécnica.* Disponible en: https://www.ipn.mx/gacetapolitecnica/ver-detalle.html?g=527

» Castro Hernández, M., & Lacy Tamayo, R. (2026). Anticipar el riesgo de inundaciones en un clima cambiante: Hacia una evolución de los sistemas de alerta temprana en México. *Impluvium*, (35), 127–137. Disponible en: https://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/impluvium/numero35.pdf

» Emanuel, K. (2005). Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature,* 436(7051), 686–688. doi:10.1038/nature03906

» National Hurricane Center. (2023a, 24 de octubre). Hurricane Otis discussion number 12. Disponible en: https://www.nhc.noaa.gov/archive/2023/ep18/ep182023.discus.012.shtml

» National Hurricane Center. (2023b, 24 de octubre). Hurricane Otis forecast/advisory number 10. Disponible en:

https://www.nhc.noaa.gov/archive/2023/ep18/ep182023.fstadv.010.shtml?

» National Oceanic and Atmospheric Administration. (2024a, 16 de junio). *What are El Niño and La Niña?* Disponible en: https://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html

» National Oceanic and Atmospheric Administration. (2024b, 16 de junio). *How do hurricanes form?* Disponible en: https://oceanservice.noaa.gov/facts/how-hurricanes-form.html

» National Oceanic and Atmospheric Administration. (2026, 2 de junio). *How does El Niño impact Atlantic hurricane season?* Disponible en: https://www.aoml.noaa.gov/how-does-el-nino-impact-atlantic-hurricane-season/

» Organización Meteorológica Mundial. (2022). *Early warnings for all: Executive action plan 2023–2027*. Ginebra, Suiza: Autor. Disponible en: https://wmo.int/resources/wmo-bulletin/wmo-bulletin-vol-72-1-2023/overview-of-early-warnings-all-executive-action-plan-2023-2027

» Organización Meteorológica Mundial. (2026, 3 de septiembre). *El Niño set to become very strong, raising risks of extreme weather into 2027*. Disponible en: https://wmo.int/news/media-centre/el-nino-set-become-very-strong-raising-risks-of-extreme-weather-2027

» Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. (2026, 9 de junio). Ante el inicio de la temporada de huracanes, *Secihti fortalece monitoreo en el Pacífico a través del proyecto Apixqui*. Disponible en: https://www.gob.mx/semar/prensa/ante-el-inicio-de-la-temporada-de-huracanes-secihti-fortalece-monitoreo-en-el-pacifico-a-traves-del-proyecto-apixqui?idiom=es

Cuerpos de la modernidad: Miradas sobre Alegoría del trabajo y Alegoría de la construcción de Saturnino Herrán

» Cano, N., de Lucio, O. G., Pérez, M., Mitrani, A., Casanova, E., & Ruvalcaba Sil, J. L. (2024). Saturnino Herrán's portable murals: Symbolism, material agency and conservation. *Heritage Science*, 12, 106. doi:10.1186/s40494-024-01197-2.

» Fuentealba Romero, N. A. (2023). Retratando al trabajo y los trabajadores: De Alegoría del Trabajo de Saturnino Herrán a los murales de la Secretaría de Educación Pública de Diego Rivera, 1910–1923. *REVUELTAS. Revista Chilena de Historia Social Popular*, (8), 156–185. Recuperado de https://revistarevueltas.cl/index.php/revueltas/article/view/135

» Valencia Flores, A. O., y Robles Colina, M. Á. (2021). El muralismo en el IPN: ciencia, técnica y revolución en la construcción de un imaginario institucional. *Innovación Educativa,* 21(87), 77–99. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732021000300077&lng=es&tlng=es.

¿SABÍAS QUÉ?



En **Zacatenco** también hay pequeños cazadores.

Uno de ellos es el CERNÍCALO AMERICANO (*Falco sparverius*), un halcón de apenas 22 a 31 centímetros que puede quedarse casi suspendido en el aire mientras observa lo que ocurre abajo.

De pronto, en cuestión de segundos, se lanza sobre insectos, lagartijas o pequeños mamíferos.

A veces basta levantar la vista para descubrir que la biodiversidad del IPN está mucho más cerca de lo que imaginamos.

