

Boletín



Academia Mexicana de Impacto Ambiental, A.C.

Primera parte



INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Edición **98**

Septiembre - Octubre 2026

www.amia.org.mx

DIRECTORIO

COMITÉ EDITORIAL



Mtro. Alberto
Villa Aguilar



Mtro. Sergio B.
Bustamante Acuña



M. en C. Alejandra
de Villa Meza



Mtra. Valery
Madero Mabama



I.Q. Carlos Augusto
Ramos Aguilar



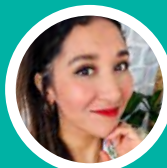
Lic. Ninna
Rippa Solorzano



M. en Der. Mariana
Westendarp Palacios



COORDINADOR EDITORIAL Y DE ARTE Y DISEÑO



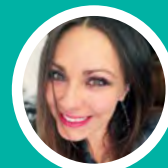
Lic. Yení A.
Fernández Benítez

EDITOR



Elisa
Zavala Cuevas

ARTE Y DISEÑO



Lic. Jazmín
Rodríguez González

Fotografía de portada:
Jazmín Rodríguez González



amia@amia.org.mx



www.amia.org.mx



(55)_5688_1014

ÍNDICE

06

EL ALGORITMO AMBIENTAL: RETOS
CONSTITUCIONALES Y DE DEBIDO PROCESO
EN LA LGEEPA

Por Rodolfo Guerrero Martínez



INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y MANIFESTACIONES
DE IMPACTO AMBIENTAL: POR QUÉ LA
RESPONSABILIDAD SIGUE SIENDO NUESTRA

Por Beatriz Violeta Meza Leyva

15

21

DE LA MIA ESTÁTICA A LA EVALUACIÓN
AMBIENTAL INTELIGENTE: OPORTUNIDAD Y
LÍMITES PARA MÉXICO

Por Alma Patricia Bucio Oseguera

IA EN EL DISEÑO DE MEDIDAS DE
MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN: APUNTES
DESDE EL PUERTO DE MANZANILLO

Por Rafael Ortiz Nielsen

37

41

GROELAND I.A.: EL COSTO OCULTO DEL FRÍO

Por Mariel Fernanda Cabadas Reyna

¿QUIÉN EVALÚA A QUIÉN? INTELIGENCIA
ARTIFICIAL Y ASIMETRÍAS DE CAPACIDAD EN
EL PEIA MEXICANO

Por Jesús Enrique Pablo-Dorantes

48

“Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, por lo que no necesariamente reflejan la opinión de la AMIA. Los reconocimientos, citas y referencias bibliográficas que los colaboradores hicieron u omitieron hacer a la información extraída de otros autores, instituciones, informes, reportes u otros medios, según corresponda en cada caso, son de exclusiva responsabilidad de cada autor”



La Coordinación de la Región Sureste de la **Academia Mexicana de Impacto Ambiental, A.C.** invita a participar en el curso sobre:

NUEVAS GUÍAS, CRITERIOS Y METODOLOGÍAS PARA LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE MIA, CUSTF, RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y CONSULTAS PÚBLICAS ENFOQUE EN PROYECTOS Y DESARROLLOS EN ECOSISTEMAS COSTEROS

Impartido por:

Mtro. Alfonso Flores Ramírez

Presidente de la AMIA, consultor independiente y extitular de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Semarnat.

Cuota de
recuperación:

Socios AMIA:

\$3,000

Público en general:

\$4,000 (Más IVA)

Fecha: 15 de Octubre, 2026, 09:00 a 15:30 h.

Presencial en: Cancún, Quintana Roo

Duración: 6 horas*

Lugar: Hilton Cancún Mar Caribe

Domicilio: Blvd. Kukulcán Km 17, Zona Hotelera,
C.P. 77500, Benito Juárez, Quintana Roo

**Se entregará constancia de participación*

¡Reserva tu lugar!

Informes e inscripciones

T: 55 5688-1014, WA: 56 1838-9419

cursos@amia.org.mx



www.amia.org.mx

EDITORIAL

Esta entrega del Boletín número 98 de la AMIA, aborda un tema desafiante, concerniente a una herramienta útil, que simplifica y facilita el trabajo de investigadores, consultores y personas comprometidas con el medio ambiente, y que paradójicamente, afecta a este mismo; agiliza tareas, relaciona grandes volúmenes de información, identifica patrones, compila legislación y regulaciones, compara escenarios y amplía la capacidad de análisis, optimiza recursos humanos y económicos, entre muchas otras bondades, mientras que, la infraestructura en la que se basa su operación, afecta justamente esos recursos naturales que por otro lado estamos intentando por varios medios, de preservar. Es por todo lo anterior que se hace necesario crear espacios y foros de discusión para entender, reflexionar y compartir los potenciales riesgos de estos algoritmos y buscar definir o identificar los lineamientos o principios de aplicación, ante la creciente marea de situaciones que trae consigo el uso de la Inteligencia Artificial (IA) en el marco del impacto ambiental, el cuidado al ambiente y el cambio climático.

Es por esto que, en este número, varios autores tanto miembros de la AMIA como colaboradores externos, todos ellos expertos en temas diversos pero que convergen en una preocupación común: cómo aprovechar estas capacidades sin debilitar el rigor técnico, científico, jurídico y ético de la Evaluación de Impacto Ambiental, siendo así que nos comparten sus experiencias, reflexiones y propuestas para entender mejor y potenciar el uso de esta herramienta.

Me pareció pertinente introducir en esta editorial, todos los temas o aspectos que trataron los autores en forma de preguntas, no porque necesariamente estén respondiendo a todas o, desde un punto de vista soberbio, pretender que esas sean todas las cuestionamientos que hay que plantear, sino porque sus aportaciones tienen la virtud de hacernos considerar y generar muchas nuevas preguntas que sin duda serán los cimientos de la futura profesionalización de los procesos de la IA en materia de impacto ambiental en México.

Conoceremos primero en qué punto se encuentra la Ley mexicana con respecto a este controvertido tema, ¿está nuestro marco jurídico preparado para decisiones ambientales apoyadas en algoritmos? Aunque justamente los marcos regulatorios en todo el mundo van por detrás del desarrollo de la IA. Este planteamiento cobra mayor relevancia cuando estamos precisamente participando en la revisión y análisis de un nuevo marco legal ambiental que el Estado acaba de publicar a través de la modificación (¿sustancial?) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). ¿Esta nueva Ley o modificación a la Ley considera de manera práctica, razonada y atinada el uso de la IA para la elaboración de los estudios de impacto ambiental? ¿La autoridad está a su vez preparada para evaluar estudios realizados con algoritmos y más aún, autorizar proyectos basados en ellos? En atención al Acuerdo de Escazú, ¿cómo se va a manejar la transparencia y el derecho a la información que tenemos todos los individuos? Es más, en un marco punitivo, ¿cómo se van a evaluar daños al ambiente o a definir las sanciones correspondientes si hay insumos, pruebas o evidencias tratados con un sistema artificial?

Enseguida pasamos a un repaso de cómo ha sido la evolución en los últimos años de la IA en materia de impacto ambiental y, sobre todo, cómo se ha desarrollado esta herramienta en México, particularmente para tener la capacidad de evaluar los impactos a partir de una línea base, ¿con qué contamos actualmente? Fundamentalmente, ¿vamos en la ruta correcta? Las dependencias del Estado ¿son capaces de aplicar estas nuevas tecnologías para el Proceso de Evaluación Ambiental? o acaso, ¿las tienen?

Encontramos también experiencias en la elaboración de una MIA utilizando la IA, las cuales están dejando a los autores diversas lecciones aprendidas, que los ha hecho meditar en si están haciendo su trabajo con mayor rapidez conforme las demandas del desarrollo de la infraestructura, o si incluso lo están haciendo mejor. Con base en tales razonamientos, han sido capaces de dilucidar una serie de acciones, lineamientos, objetivos o compromisos que, a nosotros como Academia, nos invitan a analizar, meditar y de ser el caso, aplicar todos los días en nuestros ejercicios y acciones en este difícil arte de estudiar a la naturaleza y visibilizar los efectos que generarán los impactos de la infraestructura que no para de crearse para beneficio de cualquier población.

Las aportaciones en este número plantean, asimismo, un escenario institucional al que hay que prestar mucha atención, y es que, mientras las herramientas generativas están incrementando la capacidad de producir y robustecer técnicamente expedientes, ¿se incrementa en la misma tasa la capacidad de las autoridades para revisarlos, evaluarlos y darles seguimiento? Esta posible asimetría obliga a considerar no en un 'dictaminador automático', sino en mejores capacidades públicas y profesionales para localizar evidencia, detectar inconsistencias y conservar la trazabilidad del razonamiento. De la misma manera, experiencias concretas, como las reflexiones sobre el desarrollo portuario de Manzanillo, muestran que la IA puede desarrollar un amplio repertorio de soluciones creativas y precisas ante problemas complejos y acumulativos. Sin embargo, no hay que olvidar que nosotros alimentamos esos sistemas así que, tendremos que hacer bien la tarea.

Finalizamos con algunos datos específicos de las fuentes físicas de generación de la IA: los centros de datos. Sus insumos e implicaciones de su operación y funcionamiento sobre los recursos naturales, principalmente y preocupantemente, el agua. Sirva este ejemplar para conocer más de cómo funcionan, sus capacidades, riesgos y compromisos éticos que nos obliga a tomar el uso de esta relativamente nueva herramienta, sin dejar de lado el análisis, revisión, validación, juicio, ética y supervisión humana y ¿por qué no? Sensibilidad y empatía en el análisis de los problemas nuevos que se crean con el uso de esta tecnología.

La IA es una herramienta poderosa que optimiza recursos, sumamente útil para comprender mejor un problema y si se requiere, solucionarlo con una potencial serie de acciones prácticas, creativas, realistas, económicas, definitivas... pero el control de esta poderosa herramienta la tiene el consultor, el especialista, el investigador que en primera instancia tiene que dominar el ecosistema en cuestión (en el más extenso sentido de la palabra), conocer los marcos teóricos, jurídicos, caminar el sitio a evaluar y a ser intervenido, platicar y a veces hasta convivir con los habitantes locales, tener la visión de los escenarios ambiental, social, político, económico y tecnológico. La conclusión final a la que estamos llegando todos es que la IA ayuda y potencia, la responsabilidad profesional, ética y jurídica, sigue siendo nuestra, ejecutemos con sabiduría.

**M. en C. Alejandra
de Villa Meza**

Integrante del Comité Editorial
2026-2028 de la AMIA, A.C.





AMIA^{AC}
Academia Mexicana de
Impacto Ambiental, A.C.*

Boletín AMIA

Publicación bimestral con artículos de interés
en materia de medio ambiente

Distribución gratuita



¡SUSCRÍBETE!

www.amia.org.mx

Consulta todas las publicaciones
anteriores en nuestro sitio web



○ Por **Rodolfo Guerrero Martínez**

Abogado por la Benemérita Universidad de Guadalajara y Maestro en Derecho con orientación en materia constitucional y administrativa por la misma casa de estudios. Es socio fundador y representante legal de la sociedad civil *Coffee Law* “Dr. Jorge Fernández Ruiz” y titular de la Comisión de Legaltech del Capítulo Occidente del Ilustre y Nacional Colegio de Abogados de México, A. C. Profesor titular de los Seminarios de Finanzas tecnológicas, Aspectos legales de criptomonedas y criptoactivos, así como de Ingeniería Jurídica en la Universidad Panamericana, Campus Guadalajara. Conferencista y columnista en NCC Iberoamérica, Dinámica Empresarial, ENATIC, *Executive Intelligence Academy* y Búho Legal.



EL ALGORITMO AMBIENTAL: RETOS CONSTITUCIONALES Y DE DEBIDO PROCESO EN LA LGEEPA

Resumen



El artículo analiza los retos constitucionales y de debido proceso que plantea el uso de herramientas algorítmicas en procedimientos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en particular la evaluación de impacto ambiental y la inspección y sanción. A partir de los artículos 14, 16 y 17 constitucionales, de la tesis 2031010 sobre inteligencia artificial en procesos jurisdiccionales y de experiencias comparadas como el sistema DETER-B en Brasil y la doctrina del *hard look* en Estados Unidos, se sostiene que la LGEEPA vigente y el proyecto de reforma discutido en 2026 carecen de un estándar explícito para estas herramientas. Como propuesta, el ensayo plantea una mirada atenta algorítmica que integra proporcionalidad, protección de datos, transparencia y supervisión humana, y que extiende al procedimiento administrativo ambiental la calificación de mero indicio que la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental ya reconoce para la evidencia satelital.



I. Dos algoritmos bajo un mismo nombre

Cuando se plantea el algoritmo ambiental conviene precisar de cuál de dos fenómenos distintos se está hablando, porque el derecho mexicano apenas empieza a nombrar el primero y todavía no nombra el segundo. El primero es el algoritmo sobre el ambiente: sistemas de aprendizaje automático que clasifican imágenes satelitales, detectan cambios de cobertura forestal, calculan riesgos de contaminación o auxilian a una autoridad a decidir si autoriza una obra. Y el segundo es el algoritmo como problema ambiental, que comprende el consumo de energía, agua y minerales que exige entrenar y operar esos mismos sistemas, y que Uriostegui y Valenzo (2026) documentan como una huella todavía sin métricas obligatorias ni marco de reporte en México.

Este ensayo se ocupa sobre toda la primera parte, porque es el que interpela de manera directa a la Ley General del Equilibrio Ecológico

y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y a las garantías constitucionales de debido proceso, aunque conviene no perder de vista lo segundo: un país que discute cómo regular el uso de inteligencia artificial (IA) en sus procedimientos ambientales tendría que examinarse, al mismo tiempo, qué le cuesta al ambiente esa misma IA.

La interrogante no es mera especulación, dado que México se encuentra en 2026 en pleno proceso de sustitución de la LGEEPA vigente desde 1988, donde la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicó el 18 de agosto de este año, en la Plataforma de Gobernanza Regulatoria, una segunda versión del proyecto que crearía una nueva ley marco, y que conserva entre sus herramientas de investigación la revisión documental, sistemas de información, imágenes aéreas o satelitales y datos aportados por empleados, denunciantes y otras autoridades, a la vez que introduce un régimen de notificaciones electrónicas y medidas de aplicación de la ley que no requieren aviso previo como sostienen Llamas et al. (2026).

En otras palabras, el legislador mexicano está a punto de darle rango legal, de manera expresa, a la vigilancia tecnológica como fuente de prueba administrativa ambiental, en el mismo momento en que a nivel internacional se documentan los peligros de hacerlo sin las salvaguardas procesales adecuadas.

Precisamente, este trabajo entiende que la LGEEPA, tanto en su versión vigente como en el proyecto que la sustituiría, carece de un estándar explícito para el uso de herramientas algorítmicas en sus procedimientos de evaluación de impacto ambiental y de inspección y sanción, y que ese vacío, si no se corrige, abre una línea de contacto directa en contravención con lo dispuesto en los artículos 14, 16 y 17 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).

II. El estándar constitucional que ya existe, aplicado a un problema que todavía no se nombra

El debido proceso administrativo en México no necesita inventarse para el caso de

los algoritmos; ya está escrito, y basta con preguntarse si un sistema automatizado puede satisfacerlo. El artículo 14 constitucional exige que nadie sea privado de sus derechos sino mediante juicio que cumpla las formalidades esenciales del procedimiento, y el 16 exige que todo acto de molestia conste en mandamiento escrito de autoridad competente que funde y motive la causa legal del procedimiento (CPEUM, arts. 14 y 16).

Por consiguiente, motivar significa exponer las razones concretas por las que, en este caso y no en otro, se llegó a determinada conclusión. Un algoritmo de clasificación que dictamina, por ejemplo, que una fotografía satelital muestra pérdida de cobertura forestal en un polígono determinado no ofrece por sí mismo esa razón particular: ofrece una probabilidad estadística, calculada sobre un modelo entrenado con datos que la autoridad rara vez publica y que el particular casi nunca puede revisar. Cuando esa probabilidad se convierte, sin mediar verificación de campo, en el hecho que funda una medida de seguridad o el inicio de un procedimiento sancionador, la fundamentación deja de ser jurídica y pasa a ser estadística con disfraz jurídico.

Cabe destacar que, ese estándar no se agota con los artículos 14 y 16. El artículo 4 constitucional reconoce que *“toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar y que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”* (CPEUM, art. 4), de modo que la autoridad que autoriza, inspecciona o sanciona con apoyo en un algoritmo no solo debe respetar el debido proceso del particular investigado: también está ejecutando, frente a la colectividad, un derecho sustantivo cuya eficacia depende de que la herramienta que usa sea confiable.

Y el artículo 1 constitucional, al obligar a interpretar los derechos humanos conforme al principio pro persona y de manera progresiva, es la puerta por la que el Manual sobre adjudicación de derechos fundamentales y medio ambiente hace pasar una obligación

de no regresión en materia ambiental (Juárez y Rabasa, 2024, pp. 92-93), a la de adoptar una herramienta que reduzca, de hecho, la posibilidad real de que el particular conozca y controvierta lo que se le imputa sería una regresión, incluso si la ley que la autoriza no lo diga en esos términos.

La Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) ya ha tenido que resolver, aunque en otro contexto, un problema estructuralmente similar. Conforme la tesis registrada con el número 2031010, emitida por el Segundo Tribunal Colegiado en Materia Civil del Segundo Circuito con motivo del uso de inteligencia artificial para calcular una garantía en un juicio de amparo, fijó cuatro elementos mínimos para el uso ético y responsable de estas herramientas en procesos jurisdiccionales: proporcionalidad e inocuidad, protección de datos personales, transparencia y explicabilidad, y supervisión y decisión humanas (Semanario Judicial de la Federación, 2025).

El criterio nació para la función jurisdiccional, no para la administrativa, y por ello su valor aquí es analógico y no vinculante; sin embargo, la lógica que lo sustenta, que la tecnología debe operar como auxiliar y nunca como sustituto del razonamiento jurídico, y que la persona juzgadora debe poder explicar la metodología y los datos empleados, es exactamente la que exige el artículo 16 constitucional de cualquier autoridad, incluida la ambiental. Nada impide, y la coherencia del sistema jurídico más bien lo reclama, extender ese mismo estándar a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente cuando fundamenta un acto de molestia en un dictamen algorítmico.

Desde esa misma lógica, el Manual sobre adjudicación de derechos fundamentales y medio ambiente, elaborado por el Centro de Estudios Constitucionales de la Suprema Corte, recuerda además que el derecho de

acceso a la justicia en asuntos ambientales, anclado en el artículo 17 constitucional y en el artículo 8 del Acuerdo de Escazú, exige que toda persona pueda acudir a instancias administrativas y judiciales a reclamar cualquier decisión que afecte al ambiente (Juárez y Rabasa, 2024; Tirant lo Blanch, 2023, p. 111); ese derecho a reclamar presupone poder entender, primero, lo que se reclama, y un dictamen algorítmico opaco no actualiza ese presupuesto antes de que el reclamo pueda siquiera formularse.

III. Los puntos exactos donde la LGEEPA tocaría un algoritmo

La LGEEPA organiza dos procedimientos en los que un sistema automatizado tendría, hoy mismo, espacio jurídico para intervenir sin que la ley lo mencione. Inicialmente con la evaluación de impacto ambiental, que el artículo 28 define como el procedimiento por el cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, y el 35 exige que, una vez evaluada la manifestación, la resolución correspondiente esté debidamente fundada y motivada (LGEEPA, arts. 28 y 35).

Empero, nada en el texto vigente prohíbe que esa evaluación se apoye en modelos predictivos de dispersión de contaminantes o en clasificadores automáticos de uso de suelo; tampoco nada exige que, cuando eso ocurra, el promovente o el público que participa en la consulta prevista en el artículo 34 tengan acceso a los parámetros del modelo. Por otro lado, la ley exige participación social, publicidad del expediente y motivación de la resolución, pero fue escrita para un expediente de papel, no para un insumo algorítmico con capacidad de incidir de forma decisiva en la valoración técnica que acompaña la decisión administrativa.

Respecto al segundo punto de contacto está el procedimiento de inspección y sanción del Título Sexto, artículo 167 que concede al presunto infractor un plazo de quince días para exponer lo que a su derecho convenga y ofrecer pruebas frente al acta de inspección, y el 169 exige que la resolución final contenga de manera expresa las sanciones y su fundamento (LGEEPA, arts. 167 y 169). Dicho plazo de audiencia tiene sentido cuando lo que se cuestiona es un hecho verificado por un inspector que estuvo en el sitio; pierde buena parte de su sentido práctico cuando lo que se cuestiona es la salida de un modelo de clasificación de imágenes al que ni el infractor ni, muchas veces, el propio personal de la Procuraduría, tienen acceso directo.

El proyecto de nueva LGEEPA que se discute en 2026 agrava más que resolver dicha tensión: al permitir medidas de aplicación de la ley sin aviso previo cuando exista un riesgo inminente, y al reconocer expresamente el uso de imágenes satelitales y sistemas de información como herramienta de investigación (Llamas et al., 2026), traslada al procedimiento administrativo mexicano exactamente el mismo dilema que ya enfrentó Brasil con su sistema DETER-B de alertas de deforestación, donde una prueba técnica que se trata como evidencia objetiva sin que exista, en la ley, un procedimiento para que la comunidad afectada la contraste (Silva, 2026, pp. 239-242).

No obstante, el proyecto sí introduce una salvaguarda que merece reconocerse al separar con mayor claridad las etapas de investigación, notificación, adjudicación y determinación, y exige que quien investiga no sea, en el mismo acto, quien decide como advierten Llamas et al. (2026). Es un avance real frente al problema que Bordalí (2025) describe para el procedimiento sancionador ante la Superintendencia del Medio Ambiente chilena, donde la concentración de funciones de investigación y decisión en el mismo órgano ha sido uno de los puntos más discutidos de su diseño institucional (pp. 30-33); pero separar quién investiga de quién decide no resuelve el problema de fondo si ambos siguen recibiendo el mismo insumo algorítmico sin poder auditarlo.

Fuera del Título Sexto de la LGEEPA, el propio legislador mexicano ha ensayado, en otra legislación y apenas en noviembre de 2025, una solución parcial que conviene visualizar mayormente. La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, que regula la vía judicial para reclamar el daño ocasionado al ambiente, autoriza expresamente que las partes acrediten el estado base, el daño y el nexo causal con fotografías, imágenes de satélite, estudios de poblaciones y en general toda clase de elementos aportados por la técnica y la ciencia, pero aclara que, salvo que otra ley les dé mayor valor probatorio, esos elementos constituirán indicios y no prueba plena (LFRA, art. 35).

Lo señalado es exactamente la calificación que le falta al procedimiento administrativo de la LGEEPA, es decir, una imagen satelital o una clasificación algorítmica pueden abrir una investigación y orientar una inspección, sin embargo, no deberían, por sí solas, tener el mismo peso que una prueba pericial

desahogada con las formalidades del artículo 167. La LFRA le da a la tecnología un lugar razonable, ni la excluye ni la sobrevalora, y ese mismo lugar es el que le falta, de manera expresa, a su ley hermana.

IV. Lo que resultó mal en otras partes, y lo que todavía se puede evitar aquí

Conviene mirar hacia fuera antes de legislar hacia dentro, porque el problema mexicano tiene antecedentes documentados en otras jurisdicciones y sería una torpeza repetir sus errores por no haberlos leído a tiempo. Silva (2026) llama justicia climática invertida al fenómeno por el cual una tecnología introducida para proteger el ambiente termina



reproduciendo, contra las comunidades más vulnerables, exactamente las asimetrías que debía corregir; demuestra cómo las alertas del sistema DETER-B en la Amazonia brasileña se han usado para embargar tierras y sancionar prácticas de agroforestería tradicional sin verificación de campo, invirtiendo de facto la carga de la prueba: es la comunidad la que debe demostrar que el algoritmo se equivocó, y no la autoridad la que debe demostrar el daño (pp. 239-241).

En consecuencia, el paralelo con el artículo 167 de la LGEEPA es crucial, reconociendo que la ley en México sí da audiencia antes de sancionar, lo cual es una ventaja sobre el caso brasileño, aunque guarda silencio respecto de qué información debe ponerse a disposición del presunto infractor cuando lo que debe controvertir no es un hecho observado sino una probabilidad calculada.

Por el extremo opuesto, el derecho administrativo estadounidense ofrece un ejemplo de cómo empezar a resolverlo sin necesidad de prohibir la tecnología. Ante la creciente presencia de análisis generado por inteligencia artificial en las declaraciones de impacto ambiental que exige la ley federal NEPA, Saren (2026) propone lo que denomina *Hard Look 2.0*: no un estándar más severo, en su lugar representa una aplicación sobre la exigencia de que la autoridad ofrezca una explicación razonada.

La propuesta pide que el expediente administrativo permita determinar qué información y qué método sustentaron la conclusión asistida por el modelo, si se reconocieron sus límites e incertidumbres, y si el resultado es explicable y revisable por un tribunal (Saren, 2026). Trasladado a la lógica del artículo 16 constitucional, esto no es otra cosa que pedirle al algoritmo lo

mismo que actualmente se pide a cualquier autoridad: fundar y motivar, solo que ahora fundar incluye documentar los datos de entrenamiento y motivar incluye explicar el método, no solamente el resultado.

Nada de esto es incompatible con el uso de la tecnología; es, precisamente, la condición para que su uso sea jurídicamente sostenible y no solamente técnicamente eficiente.

V. Una propuesta concreta: la mirada atenta algorítmica en materia ambiental

De lo precedente se sigue una tesis que este ensayo somete a discusión: la LGEEPA debería incorporar de manera expresa un estándar de mirada atenta algorítmica, por medio de una vía de interpretación judicial de su texto hoy vigente o, mejor todavía, en el proyecto de reforma que apenas se discute en el Congreso.

Ese estándar puede construirse sobre tres piezas que existen por separado en el ordenamiento mexicano y que solo falta ensamblar. La pieza número uno son los cuatro aspectos rectores de la tesis 2031010, adaptados de la función jurisdiccional a la administrativa: proporcionalidad en el uso de la herramienta, protección de los datos personales que procese, transparencia sobre su metodología y conservación de la decisión final en manos humanas.

En segundo lugar, está el derecho de acceso a la información ambiental que México ya reconoce al haber ratificado el Acuerdo de Escazú, cuyos artículos 6 y 7 obligan a que la información relevante para una decisión ambiental se entregue en formatos comprensibles para toda la población (CEPAL, 2018), y que Lagunes (2025) documenta como un derecho todavía desigualmente ejercido en México pese a su reconocimiento formal (pp. 291-295); ese derecho debería leerse, de ahora en adelante, como aplicable también a los parámetros y a la tasa de error de cualquier sistema automatizado que alimente una decisión ambiental.

Como tercer pieza está lo procesal, localizado en el texto vigente de la LGEEPA, aunque tomada prestada de su ley hermana: el plazo de audiencia del artículo 167 y la exigencia de motivación del artículo 169 deberían interpretarse, desde ahora y sin esperar reforma, en el sentido de que cuando la actuación de la autoridad se apoye de manera sustancial en un dictamen algorítmico, ese dictamen tiene, como máximo, el valor de un indicio en los términos que ya reconoce el artículo 35 de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, y la garantía de audiencia solo se satisface si junto con el acta de inspección se entrega al interesado una explicación comprensible de ese indicio, no solamente su conclusión. Reafirmando que no hace falta inventar la categoría jurídica; hace falta llevarla de una ley a la otra.

Esta propuesta tiene, además, una ventaja práctica sobre la alternativa de simplemente prohibir el uso de estas herramientas en materia ambiental: no renuncia a la capacidad de vigilancia que la tecnología satelital y el aprendizaje automático sí ofrecen frente a un país con capacidad de inspección de campo limitada, que es precisamente la razón por la que el propio proyecto de nueva LGEEPA decidió incorporarla (Llamas et al., 2026).

Ahora bien, el peligro no es que México use estas herramientas, sino que recurra a ellas sin definir previamente qué garantías debe ofrecer a la persona afectada por su empleo. Silva (2026) propone, para el caso latinoamericano en general, un modelo de gobernanza situada apoyado en la legibilidad algorítmica y el consentimiento territorial (pp. 243-245); la mirada atenta algorítmica que aquí se propone para la LGEEPA es una versión más modesta y más inmediatamente aplicable de esa misma idea, pensada no para sustituir el andamiaje constitucional mexicano sino para hacerlo operar sobre un objeto, el dictamen algorítmico, que todavía no tiene nombre propio en la ley.

VI. Conclusión

El algoritmo ambiental no es todavía, en el Estado Mexicano un problema

de constitucionalidad declarada; es un problema de vacío normativo con potencial de convertirse en uno. La LGEEPA vigente contiene, en sus artículos 28 a 35 y 160 a 170, un andamiaje de motivación, audiencia y acceso a la información que fue pensado para un expediente humano y que no ha sido puesto a prueba todavía frente a un dictamen generado por una máquina.

Por tanto, el proyecto de reforma que se discute en 2026 tiene el mérito de separar mejor las funciones de investigación y decisión, empero corre el riesgo de legalizar el uso de vigilancia tecnológica sin exigir, al mismo tiempo, que esa vigilancia sea explicable para quien la padece. Antes de que México repita, con otro nombre, el mismo problema que ya documentó Brasil con sus alertas satelitales, conviene incorporar a la ley, o en su defecto a la interpretación judicial de la ley vigente, un estándar explícito de proporcionalidad, protección de datos, transparencia y supervisión humana para cualquier herramienta algorítmica que alimente una decisión ambiental.

La tecnología puede quedarse; lo que no puede quedarse es la costumbre de fundamentar con una probabilidad lo que la Constitución exige fundamentar con una razón.

Referencias

- Bordalí, A. (2025). Análisis bajo la exigencia constitucional del debido proceso: el caso de la Superintendencia del Medio Ambiente. *ReDAAd Revista de Derecho Administrativo*, (41), 27-43. <https://doi.org/10.7764/redae.41.2>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025). *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2026a). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2026). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (Acuerdo de Escazú)*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/43595>

Juárez Mendoza, C., & Rabasa Salinas, A. (2024). *Manual sobre adjudicación de derechos fundamentales y medio ambiente* (2.ª ed.). Tirant lo Blanch.

Lagunes, P. E. (2025). Saber o no saber: panorama del derecho al acceso a la información ambiental en México. *Universitas Ciencia*, 13(36), 285-301. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15151113>

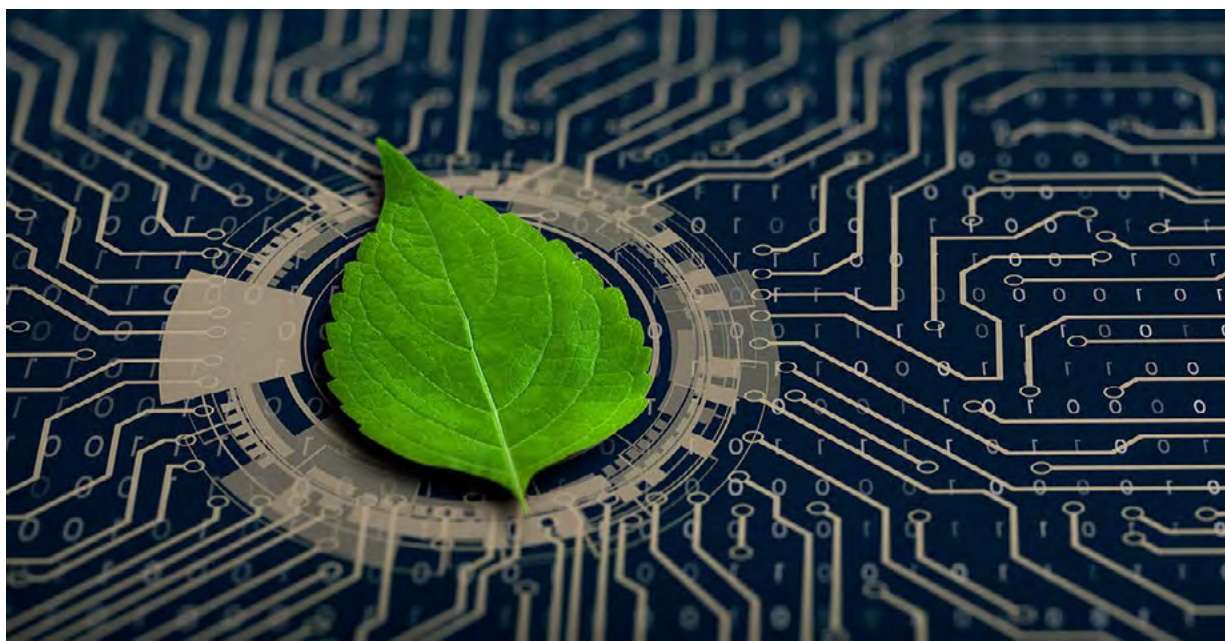
Llamas, M., Villegas, M., & de Llano, S. (2026, 27 de agosto). *Mexico's new LGEEPA: second draft revises penalties, procedures and environmental impact assessment* [Alerta legal]. Hogan Lovells Cadwalder.

Semanario Judicial de la Federación. (2025). Tesis II.2o.C.9 K (11a.), *registro digital 2031010. Inteligencia artificial aplicada en procesos jurisdiccionales. Elementos mínimos que deben observarse para su uso ético y responsable con perspectiva de derechos humanos*. <https://sjfsemanal.scjn.gob.mx/detalle/tesis/2031010>

Saren, T. (2026). *The algorithmic hard look 2.0: rethinking judicial oversight of AI-generated EISs* [Manuscrito].

Silva, E. A. (2026). Algorithms, land, and rights: unpacking the climate justice risks of environmental AI. *Jurídica Ibero*, 10(20), 235-248. <https://doi.org/10.48102/ji.20.284>

Uriostegui, N., & Valenzo S, M. G. (2026). Impacto ambiental de la inteligencia artificial: desafíos para la protección jurídica de los ecosistemas. *Sapiens Law and Justice*, 3(4), 001. <https://doi.org/10.71068/SLJ00001>





INSERCIÓN

Publicitaria

20% SOCIOS AMIA

BOLETÍN AMIA

- Publicación bimestral gratuita
- Aborda temas de actualidad con tópicos en materia de medio ambiente.
- Distribución digital a nivel nacional
- Target: Autoridades ambientales, Universidades y Público especializado en materia de impacto ambiental y medio ambiente.



Por **Beatriz
Violeta
Meza Leyva**



Licenciada en Derecho por la Universidad Autónoma de Sinaloa, con Maestría en Amparo (Universidad Autónoma de Durango) y Maestría en Gestión Ambiental (Universidad Everest). Actualmente Coordinadora de Asuntos Jurídicos en Bioturn, S.C. Fue Subdelegada Jurídica y Encargada de Despacho en la PROFEPA, Delegación Sinaloa, durante doce años. Especialista en derecho ambiental, procedimientos administrativos federales y litigio ambiental.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL: **POR QUÉ LA RESPONSABILIDAD SIGUE SIENDO NUESTRA**

Resumen

El artículo aborda el uso de inteligencia artificial (IA) en la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA), a partir de la experiencia propia de la autora como consultora. Sostiene que la IA es una herramienta auxiliar cuya utilidad depende del experto que la dirige, y que la responsabilidad técnica y ética recae siempre en quien firma el estudio. Con base en precedentes judiciales de Estados Unidos, Argentina y Chile, y en los recientes Lineamientos de la Barra Mexicana de Abogados, se plantea que el gremio ambiental debería construir sus propios estándares. Se analiza el marco legal mexicano vigente, que no prohíbe ni sanciona el uso de IA en MIAs, y se presentan datos sobre su acelerada adopción en el país. La autora propone que la AMIA impulse lineamientos, capacitaciones y *prompts* verificados para sus agremiados, sin comprometer el rigor técnico ni la responsabilidad profesional.



Redacté parte de mi Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) con ayuda de inteligencia artificial. No trabajó sola: la fui entrenando, dándole indicaciones, corrigiéndola, hasta que poco a poco tomó una postura parecida a la mía. Me conoció, en cierto sentido. Y ahora me pregunto, lector (biólogo, ingeniero, consultor): ¿Está mal esto? ¿Deberíamos dejar de usar esta tecnología? ¿Debemos sentir, quienes llevamos años de experiencia en campo, que un colega recién egresado, o incluso uno con trayectoria, puede lograr en menor tiempo, con las indicaciones correctas, lo que a nosotros nos costó años construir?

Mi punto de vista personal es que la inteligencia artificial no reemplazará el trabajo de campo, la experiencia ni el recorrido de esfuerzo, dedicación y estudio de un experto. Debemos entender que la IA es una herramienta y que solo funcionará como auxiliar si se le da la indicación correcta: será una aliada, pero quien decide siempre será el experto detrás de ella. Sin indicaciones, sin ideas ordenadas, sin claridad *ni expertise*, sus respuestas son solo consultas sin sentido.

Y aquí está la clave: si la inteligencia artificial me ayudó a elaborar la MIA, o parte de ella, el único responsable de que esté bien hecha soy yo, quien está detrás dándole orden, fundamento e ideas claras. Esto no es una opinión aislada; ya lo confirmaron tribunales en distintos países. En Nueva York, un abogado presentó un escrito con precedentes legales que la IA simplemente inventó, y el juez fue tajante: la responsabilidad no se traslada a la máquina (Telemundo, 2023). En Argentina, la Cámara Civil de Rosario reprendió a un abogado por presentar información falsa generada por IA (Infobae, 2025), y en enero de 2026 la Justicia de Río Negro desestimó una demanda por el mismo motivo, subrayando que el deber de verificación recae siempre sobre la persona humana que firma el escrito (Infobae, 2026). En Chile, un juzgado sancionó a un abogado por la misma causa en febrero de 2026 (T13, 2026).

El propio gremio de la abogacía en México ya tomó nota: el 17 de febrero de 2026, la Barra Mexicana, Colegio de Abogados, presentó ante la Comisión de Inteligencia Artificial del Senado

sus *Lineamientos para el uso responsable de la inteligencia artificial en la abogacía* (Barra Mexicana, Colegio de Abogados, 2026). Si el gremio jurídico ya construyó su propio estándar de responsabilidad y transparencia frente a la IA, vale la pena preguntarnos qué estamos haciendo nosotros, el gremio ambiental.

Ahora bien, es importante no confundir planos. Los casos anteriores ocurrieron en sede judicial, donde jueces sancionaron a abogados por su propia negligencia al no verificar lo que la IA les entregó, no por el simple hecho de haber usado la herramienta. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es una instancia distinta: una autoridad administrativa que evalúa manifestaciones de impacto ambiental conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Y aquí surge la pregunta que importa: ¿podría SEMARNAT rechazar hoy un proyecto en México por el simple hecho de haberse apoyado en inteligencia artificial? La respuesta, conforme a la legislación vigente, es negativa. Ni la LGEEPA ni su Reglamento contienen una sola disposición sobre el uso de herramientas de IA. Tampoco existe, al día de hoy, una Ley General de Inteligencia Artificial aprobada en México; solo existen iniciativas en discusión en el Senado y la Cámara de Diputados (Senado de la República, 2026).

En consecuencia, no hay fundamento legal ni mecanismo técnico que faculte a la autoridad para identificar, y mucho menos sancionar, el uso de IA en la elaboración de una MIA. Si un proyecto cumple con los requisitos de ley, está bien estructurado y sustentado, SEMARNAT no tiene hoy ni la base jurídica ni la capacidad técnica para rechazarlo solo por el origen de la herramienta que ayudó a redactarlo. La autoridad podría rechazarlo, como siempre, por deficiencias técnicas o información incompleta, pero no por ese motivo.

Y mientras el marco jurídico no se pronuncia, la realidad ya se adelantó. Lo que no se mide, se especula. Pero no hay nada que especular: los datos están disponibles. En México, dos de cada diez personas en edad de trabajar ya usan inteligencia artificial generativa, y hace apenas un año eran menos de dos (Microsoft AI

Economy Institute, 2026). La curva de adopción sube rápido.

Un dato adicional merece atención: la mayoría de quienes la usan no la entienden. Solo uno de cada cuatro mexicanos declara comprender realmente cómo funciona (*The Competitive Intelligence Unit*, 2025). Los demás la utilizan sin conocimiento pleno de su funcionamiento. Y quien piense que esto es cosa de jóvenes se equivoca: son los profesionales de 45 a 60 años quienes más la están usando ya en su trabajo diario, por encima de cualquier otra generación (PwC México, 2025). No es un asunto de edad. Se trata de que estamos delegando tareas técnicas a una herramienta que la mayoría no sabe explicar.

En las empresas ocurre algo similar. Siete de cada diez empleados en México usan su propio asistente de IA sin que su empresa lo sepa ni lo autorice, porque apenas tres de cada diez organizaciones cuentan con una política clara al respecto (*Google Workspace et al.*, 2025). Si esto ocurre en el ámbito general, ¿por qué pensaríamos que las consultoras ambientales somos la excepción? Lo más probable es que no lo seamos. Y si es así, la ausencia de lineamientos gremiales deja de ser un tecnicismo: se convierte en un riesgo profesional que cada uno de nosotros asume, en silencio, cada vez que firma un estudio.

Mientras tanto, la propia autoridad ya empezó a moverse. Amado Ríos Valdez, director general de Evaluación de Impacto y Regulación Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, declaró en el Segundo Foro de Infraestructura, Medio Ambiente y Sustentabilidad, organizado por el Colegio de Ingenieros Civiles de México, que actualmente muchos proyectos siguen tramitándose «en papelito, en expedientes, en planitos», pese a que ya existen herramientas tecnológicas que permiten automatizar procesos mediante inteligencia artificial (El Universal, 2025). El propio funcionario reconoció el reto de «incorporar la inteligencia artificial» y «generar procesos y trámites automáticos» en los meses siguientes. Es decir: el Gobierno de la Ciudad de México ya planea usar IA para agilizar la evaluación de las propias manifestaciones de impacto ambiental.



Conviene notar algo: ese anuncio no se hizo en un comunicado aislado, sino en un foro construido por un colegio profesional que abrió el espacio para que la autoridad expusiera hacia dónde se dirige la evaluación ambiental en el país. Ese es, justamente, el tipo de espacio que un gremio organizado puede construir: no solo para escuchar hacia dónde va la autoridad, sino para proponerle, de forma unificada, cómo debe hacerse bien.

En ese mismo setido, quiero ser clara: este mismo espacio, esta convocatoria del Boletín dedicada a IA y Evaluación de Impacto Ambiental, ya es una muestra de que la AMIA está tomando la delantera en el tema. La capacitación permanente de sus agremiados es, desde su origen, uno de los objetivos medulares de nuestra Academia, y abrir esta edición del Boletín a la reflexión sobre inteligencia artificial es prueba de que ese compromiso sigue vivo. Reconozcámoslo como lo que es: un primer paso necesario. Precisamente por eso, como agremiados, deberíamos pedir que ese paso no se quede aquí, sino que se traduzca en más cursos, diplomados y foros específicos sobre el uso de la IA en la elaboración de

manifestaciones de impacto ambiental, con la misma seriedad con la que la Barra Mexicana ya llevó los suyos ante el Senado.

Por eso les dejo la pregunta abierta, colegas: ¿ustedes creen que, como asociación, deberíamos avanzar hacia nuestros propios lineamientos para el uso de la inteligencia artificial en la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental? ¿Deberíamos impulsar capacitaciones entre nuestros agremiados y, más aún, preparar y compartir esas indicaciones o *prompts* ya probados que faciliten el trabajo sin comprometer el rigor técnico ni la responsabilidad que, en última instancia, siempre será nuestra? Un documento así podría, por ejemplo, definir criterios mínimos de verificación de las fuentes generadas por IA (especialmente citas normativas, científicas y bibliográficas, donde más se han detectado invenciones), delimitar un catálogo de tareas en las que su uso resulta apropiado y aquellas en las que no lo es, y proponer un modelo de declaración de uso que la autora o el autor de cada MIA pueda incorporar, análogo al que la Barra Mexicana ya sometió a discusión ante el Senado. No se trata de reinventar la rueda, sino de tomar prestado un

modelo que ya probó funcionar en un gremio vecino y adaptarlo a la lógica técnica de la evaluación ambiental.

No se trata de prohibir la inteligencia artificial en la evaluación ambiental, ni de sentirnos amenazados por ella. Al final, quien decide si la usa o no es cada profesional. Quien decide para qué la usa, hasta dónde confiar en ella y cuándo apagarla, también.

Porque si es útil, y lo es, no reemplazará la capacidad del experto. No reemplaza los años que se pasaron en campo midiendo, observando, equivocándose y aprendiendo de eso. No reemplaza el criterio que se forma viendo un ecosistema con los propios ojos, no en una pantalla. Sin el profesional detrás, la herramienta no funciona. Es una obviedad, pero conviene enunciarla explícitamente, porque a veces lo evidente se olvida cuando la tecnología avanza más rápido que nuestras certezas.

Al final de cuentas, ninguna ley, ningún algoritmo, ninguna reforma pendiente en el Congreso va a decidir esto por nosotros. Las personas seguimos siendo el centro del proceso. La responsabilidad, el criterio y la calidad de cada dictamen que firmamos siguen siendo, y seguirán siendo, profundamente humanos.

Referencias

Barra Mexicana, Colegio de Abogados. (2026, 17 de febrero). Lineamientos para el uso responsable de la inteligencia artificial en la abogacía [Documento presentado ante la Comisión de Inteligencia Artificial del Senado de la República]. <https://www.bma.org.mx/>

El Universal. (2025, 1 de marzo). Gobierno de CDMX usará inteligencia artificial para obtener manifestación de impacto ambiental; buscan agilizar entregas de permisos. El Universal. <https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/gobierno-de-cdmx-usara-inteligencia-artificial-para-obtener-manifestacion-de-impacto-ambiental-buscan-agilizar-entregas-de-permisos/>

Google Workspace, IDC, & Provokers. (2025). Work: InProgress. Descubrimientos sobre cómo la IA está transformando el trabajo. Google. <https://workspace.google.com/>

Infobae. (2025, 23 de agosto). La Cámara Civil de Rosario reprendió a un abogado por usar inteligencia artificial y volcar información falsa en un escrito. Infobae. <https://www.infobae.com/judiciales/2025/08/23/la-camara-civil-de-rosario-reprendio-a-un-abogado-por-usar-inteligencia-artificial-y-volcar-informacion-falsa-en-un-escrito/>

de-rosario-reprendio-a-un-abogado-por-usar-inteligencia-artificial-y-volcar-informacion-falsa-en-un-escrito/

Infobae. (2026, 29 de enero). Un abogado de Río Negro usó inteligencia artificial para presentar una demanda: le inventó citas y la Justicia desestimó el caso. Infobae. <https://www.infobae.com/judiciales/2026/01/29/un-abogado-de-rio-negro-uso-inteligencia-artificial-para-presentar-una-demanda-le-invento-citas-y-la-justicia-desestimo-el-caso/>

Microsoft AI Economy Institute. (2026). Global AI diffusion: Q1 2026 trends and insights. Microsoft. <https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-economy-institute>

PwC México. (2025). Global Workforce Hopes and Fears Survey 2025. PricewaterhouseCoopers. <https://www.pwc.com/mx/es.html>

Senado de la República. (2026). Comisión de Análisis, Seguimiento y Evaluación sobre la Aplicación y Desarrollo de la Inteligencia Artificial en México. https://comisiones.senado.gob.mx/inteligencia_artificial/

T13. (2026, 4 de febrero). Así sorprendieron al abogado que usó IA sin verificar datos: fue multado por citar jurisprudencia falsa. T13. <https://www.t13.cl/noticia/nacional/asi-abogado-uso-ia-sin-verificar-datos-fue-sancionado-por-citar-4-2-2026>

Telemundo. (2023, 28 de mayo). Un abogado usó ChatGPT para un escrito en un juicio. No notó que la aplicación inventó precedentes legales. Telemundo. <https://www.telemundo.com/noticias/noticias-telemundo/estados-unidos/un-abogado-uso-chatgpt-para-un-escrito-en-un-juicio-no-noto-que-la-apl-rcna86623>

The Competitive Intelligence Unit. (2025, 9 de abril). IA en México: Conocimiento, uso y barreras. <https://www.theciu.com/publicaciones-2/2025/4/9/ia-en-mxico-conocimiento-uso-y-barreras>



2026

DIRECTORIO DE CONSULTORES AFILIADOS A LA ACADEMIA MEXICANA DE IMPACTO AMBIENTAL



www.amia.org.mx





DE LA MIA ESTÁTICA A LA EVALUACIÓN AMBIENTAL INTELIGENTE: OPORTUNIDAD Y LÍMITES PARA MÉXICO

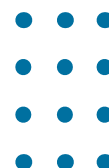


Por Alma Patricia
Bucio Oseguera

Ingeniera en Sistemas Ambientales y Vicepresidenta del Colegio de Ingenieros Ambientales de México, A.C. Cuenta con trayectoria en gestión, auditoría, cumplimiento y capacitación ambiental. Es *Chair* del Comité Distrital de Protección al Medio Ambiente de Rotary D4170 y CADRE de Medio Ambiente, con interés en innovación, evaluación ambiental y aplicación responsable de inteligencia artificial.

Resumen

La inteligencia artificial comienza a incorporarse a distintas etapas de la evaluación de impacto ambiental mediante análisis documental, procesamiento geoespacial, clasificación, teledetección, recuperación de evidencia y sistemas de apoyo a decisiones. México, además, ya dispone de una infraestructura pública digital relevante —SIGEIA, registros hídricos, plataformas de normalización, información de biodiversidad y sistemas geoespaciales— que podría interoperar con nuevas herramientas de IA. Este ensayo revisa evidencia científica reciente y plantea una arquitectura conceptual para una evaluación ambiental más dinámica, capaz de integrar normatividad vigente, observación terrestre, medición de agua, condicionantes y seguimiento de proyectos. También examina límites relacionados con calidad de datos, sesgos, confidencialidad, trazabilidad, responsabilidad profesional y huella ambiental de la propia IA. La propuesta no consiste en automatizar la autorización ambiental, sino en utilizar IA para ampliar la capacidad de verificar evidencia, detectar inconsistencias y sostener decisiones humanas mejor informadas.





1. Una discusión que ya no es futurista

Durante años, la digitalización de la EIA avanzó mediante bases de datos, sistemas de información geográfica y expedientes electrónicos. La incorporación reciente de IA añade capacidades de clasificación, recuperación semántica, visión computacional, predicción y generación asistida, pero también nuevos riesgos de sesgo, opacidad y falsa certeza.

Una MIA no es un ejercicio de redacción: integra línea base, ingeniería, cartografía, biodiversidad, agua, normatividad, valoración de impactos, medidas, seguimiento y juicio profesional. Por ello, el problema no es si una IA puede producir texto, sino qué tareas puede apoyar sin debilitar la evidencia, la trazabilidad ni la responsabilidad del especialista.

La evidencia de 2024 a 2026 muestra aplicaciones reales. En México, Giménez et al. (2025) combinaron datos abiertos e IA para escrutinio técnico de una EIA; en Sudáfrica, Cilliers et al. (2025) probaron un modelo *Generative Pre-trained Transformer* (GPT, por sus siglas en inglés) para screening; en

Chile, Leal et al. (2025) usaron *deep learning* para identificar organismos evaluadores; y en Dinamarca, Kørnøv et al. (2025) construyeron un corpus curado para IA generativa. En todos los casos, el valor depende de datos y supervisión experta.

El caso mexicano merece precisarse. Giménez et al. (2025) aplicaron su enfoque a la Manifestación de Impacto Ambiental del Tren Maya Tramo 5 Sur, clave 23QR2022V0020. El artículo reporta una revisión técnico-científica de esa evaluación encargada por autoridades ambientales mexicanas y se concentra en la calidad de la línea base de biodiversidad y en la consistencia del método de valoración de impactos; no pretende resolver de manera integral la legalidad del proyecto. Para el contraste de la línea base utilizó datos abiertos de *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF, por sus siglas en inglés) e *iNaturalist*, y para examinar juicios de significancia empleó inteligencia artificial para revisar literatura científica y comparar la evidencia disponible con los valores asignados en la evaluación (Giménez et al., 2025; Proyectos México, 2026).

El hallazgo cuantitativo más claro fue una brecha de cobertura: sólo 22 % de las especies

protegidas registradas en GBIF estaban reportadas en la EIA analizada. Los autores identificaron además inconsistencias en la puntuación y en la agregación ponderada de escalas ordinales, con implicaciones para la validez y confiabilidad de las categorías de significancia. La contribución metodológica, por tanto, no consiste en que la IA emita un dictamen, sino en hacer rastreables las discrepancias entre el expediente, los datos abiertos y la literatura científica para orientar una revisión experta más profunda (Giménez et al., 2025).

Respecto del procesamiento de lenguaje natural (PLN), en inglés natural *language processing* (NLP), en la revisión efectuada para este ensayo no se identificó, hasta septiembre de 2026, una implementación institucional publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), que opere PLN sobre un corpus de MIA para extraer automáticamente contradicciones o incongruencias. El SIGEIA se describe oficialmente como un sistema de información geográfica para análisis espacial, mientras que la Ventanilla Electrónica Ambiental (VEA) digitaliza la simplificación, el ingreso, registro y resolución de trámites; las descripciones institucionales públicas consultadas no documentan funciones de PLN (SEMARNAT, 2025, 2026). El precedente mexicano de Giménez et al. (2025) utiliza IA para apoyar una revisión técnico-científica específica,

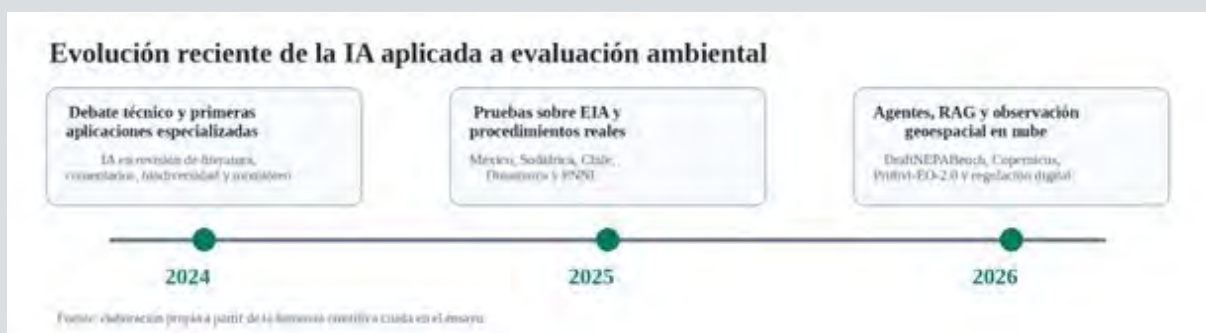
pero no constituye un despliegue nacional de PLN. En consecuencia, esa capacidad debe presentarse aquí como una oportunidad de desarrollo: extracción de entidades, comparación entre capítulos y anexos, detección de cifras o coordenadas incompatibles y búsqueda semántica, siempre con referencia al fragmento fuente y revisión humana.

La lección común es clara: la IA aporta más valor en tareas delimitadas, con fuentes curadas, evidencia recuperable y supervisión humana. Automatizar el flujo no equivale a automatizar el juicio ambiental. En esta evolución, el *Pacific Northwest National Laboratory* (PNNL) aporta un precedente institucional relevante y la generación aumentada por recuperación (retrieval-augmented generation, RAG, por sus siglas en inglés) constituye una de las arquitecturas que se examinan enseguida.

2. El precedente del *Pacific Northwest National Laboratory* (PNNL): construir primero la memoria ambiental

PermitAI, del PNNL, es relevante por su secuencia de desarrollo. Antes de construir asistentes, el laboratorio creó un corpus estandarizado de documentos vinculados con

Figura 1. Evolución reciente de la IA aplicada a evaluación ambiental. Fuente: elaboración propia a partir de la literatura citada.





la *National Environmental Policy Act (NEPA)*, denominado *NEPA Text Corpus (NEPATEC)*. Sobre esa memoria documental desarrolló herramientas como *SearchNEPA*, *ChatNEPA*, *CommentNEPA* y aplicaciones de redacción y análisis. El principio es transferible: primero ordenar y gobernar la evidencia; después aplicar IA (*Pacific Northwest National Laboratory*, 2025, 2026).

Posteriormente, Meyur et al. (2025) construyeron el *National Environmental Policy Act Question and Answering Dataset*, versión 1.0 (NEPAQuAD v1.0), para evaluar grandes modelos de lenguaje en preguntas sobre documentos de revisión ambiental. Un hallazgo práctico fue que la generación aumentada por recuperación (RAG) superó al simple suministro del archivo completo en formato *Portable Document Format (PDF)* en los cinco modelos evaluados. La lección no es que un modelo tenga una “precisión general” aplicable a cualquier EIA, sino que entregar cientos de páginas a una IA no garantiza razonamiento correcto. Primero debe localizarse la evidencia pertinente; después, el modelo puede ayudar a interpretarla y siempre debe ser posible regresar a la fuente.

En 2026, *DraftNEPABench* amplió la investigación hacia agentes capaces de elaborar secciones de documentos ambientales a partir de múltiples fuentes (Acharya et al., 2026). Los resultados son prometedores, pero la exactitud factual y la revisión por especialistas continúan siendo cuellos de botella. Para México, el precedente respalda sistemas auditables de apoyo, no decisiones autónomas.

3. México no parte de cero

México ya dispone de infraestructura digital capaz de alimentar una EIA asistida por IA, pero conviene no confundir digitalización, repositorios de datos o análisis geoespacial con inteligencia artificial. El SIGEIA, desarrollado por la SEMARNAT y la DGIRA, es oficialmente un sistema de información geográfica que apoya la evaluación mediante análisis espacial de geometrías, instrumentos de planeación ambiental, capas cartográficas, tablas de

incidencia e imágenes satelitales y permite incorporar geometrías mediante archivos *Shapefile (.shp)* y *Keyhole Markup Language (KML)*; su descripción pública no lo presenta como un sistema de aprendizaje automático (SEMARNAT, 2025). De modo semejante, el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) compila, organiza y distribuye información sobre biodiversidad, mientras que los sistemas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), incluido el Registro Público de Derechos de Agua (REPD), concentran información estadística, registral, hidrológica y geográfica (CONABIO, 2024; CONAGUA, 2024, 2026).

A esos activos se suman el uso del suelo y la cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la información de áreas naturales protegidas (ANP) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Atlas Nacional de Riesgos (ANR) del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC) del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y fuentes normativas como el Diario Oficial de la Federación (DOF) y la Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad (PLATIICA) (INEGI, 2021; CONANP, 2026; CENAPRED, 2026; INECC, 2026; Secretaría de Economía, 2026). Estas plataformas y repositorios constituyen la capa de evidencia. La capa “inteligente” aparecería después: cuando reglas, modelos estadísticos, aprendizaje automático, visión computacional o recuperación semántica utilicen datos versionados para detectar inconsistencias, clasificar evidencia, comparar escenarios, estimar cambios o priorizar revisiones. El mapa, el registro o la base de datos no son IA por sí mismos; son insumos cuya calidad, escala, fecha y metadatos condicionan cualquier resultado algorítmico.

La oportunidad mexicana es de interoperabilidad: que una consulta sobre un proyecto no dependa de la memoria estadística de un modelo, sino de conectores que recuperen la fuente oficial,

su fecha, geometría, metadatos y versión. La IA debería interpretar evidencia identificable, no sustituirla.

Este enfoque gana relevancia con el Reglamento de la Ley de Infraestructura de la Calidad, publicado en el DOF el 4 de septiembre de 2026, que incorpora disposiciones específicas sobre la PLATIICA dentro del marco de normalización, metrología, evaluación de la conformidad, verificación y vigilancia. Un asistente ambiental debería consultar la versión vigente y advertir cambios, no depender de la memoria del modelo.

La reforma de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada el 19 de enero de 2026 junto con la expedición de la Ley General de Economía Circular, agrega otra dimensión. Los artículos 107 Bis 1 y 107 Bis 2 incorporan disposiciones sobre aprovechamiento sustentable y economía circular, materias primas secundarias, vida útil, valorización de residuos y menor huella ambiental posible. Estas variables pueden ser pertinentes para la evaluación de proyectos según su naturaleza y alcance; una herramienta de revisión podría detectar si fueron omitidas o

tratadas de forma inconsistente, pero no debería declarar por sí sola el cumplimiento.

Un asistente enlazado al DOF y a PLATIICA podría generar alertas de vigencia, sustitución o modificación normativa y relacionarlas con expedientes en elaboración o proyectos en seguimiento. La alerta sería automática; la interpretación jurídica y la determinación de sus efectos continuarían siendo humanas.

4. Una arquitectura mexicana de IA para EIA

Una arquitectura responsable podría operar con cinco capas. La primera contendría el expediente del proyecto: MIA, anexos, planos, geometrías, programas y condicionantes. La segunda conectaría información territorial, biodiversidad, agua, riesgos y observación terrestre. La tercera sería un motor normativo que consultara DOF, PLATIICA y legislación vigente. La cuarta utilizaría RAG, reglas y modelos especializados para identificar inconsistencias, omisiones, antecedentes y cambios. La quinta correspondería necesariamente al especialista y a la autoridad.

Arquitectura conceptual de un asistente de IA para EIA en México



Figura 2. Arquitectura conceptual de un asistente de IA para EIA en México. Fuente: elaboración propia.

El principio de diseño debería ser sencillo: ninguna conclusión sin evidencia rastreable.

La necesidad de una arquitectura común deriva precisamente de esa separación de funciones. Sin una capa de integración, añadir un chatbot a portales desconectados sólo trasladaría la fragmentación existente a una interfaz conversacional. La arquitectura propuesta no sustituye el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental ni la competencia de la autoridad: en el ámbito federal, la resolución continúa correspondiendo a la SEMARNAT conforme al procedimiento aplicable. Lo que se transforma es la capa de información: el expediente puede actualizarse cuando ingresa nueva evidencia, comparar series temporales, ejecutar escenarios y convertir condicionantes en controles verificables. “Dinámico” no significa que toda variable opere en tiempo real: la frecuencia dependerá de la fuente —telemetría de sensores, nuevas escenas satelitales, actualizaciones registrales o cambios normativos—. “Predictivo” significa simular escenarios con supuestos e incertidumbre explícitos, no anticipar por sí solo una decisión jurídica. Este diseño es

congruente con los principios de responsabilidad humana, transparencia y supervisión profesional propuestos por la International Association for Impact Assessment (IAIA) para el uso de IA en evaluación de impactos (SEMARNAT, 2018; Bingham, Bond, et al., 2025).

Esta arquitectura permitiría formular preguntas de mayor calidad. Por ejemplo: ¿el polígono declarado coincide con los planos? ¿qué instrumentos territoriales inciden? ¿existen antecedentes ambientales comparables en la región? ¿la línea base utiliza información suficiente? ¿la norma citada sigue vigente? ¿el consumo de agua previsto es compatible con el derecho disponible y con la medición existente? ¿una condicionante cuenta con evidencia objetiva de cumplimiento?

Desde mi experiencia profesional como ingeniera ambiental y vicepresidenta del Colegio de Ingenieros Ambientales de México, Asociación Civil (CINAM), así como en ejercicios especializados del Equipo de Asesores Técnicos de La Fundación Rotaria (Cadre) en medio ambiente, considero que el mayor valor de los asistentes conversacionales no aparece

Tabla 1. Casos internacionales documentados y principal lección para México.

Caso	Aplicación	Lección para México
México	Tren Maya Tramo 5 Sur: datos abiertos + IA + análisis comparativo	Detectó brechas en la línea base de biodiversidad e inconsistencias metodológicas; fortalece el escrutinio, pero no sustituye campo, juicio experto ni determinación jurídica.
Sudáfrica	GPT especializado para screening en 20 casos reales	Mejora con contexto específico; pierde confiabilidad en proyectos complejos y con múltiples detonantes.
Chile	Transformers para identificar organismos evaluadores	Puntuación F1 (media armónica entre precisión y exhaustividad) = 0.8729 en 14 clases; muestra alto valor en tareas administrativas estructurables.
Dinamarca	Corpus curado para IA generativa y agentes	La calidad, actualización, derechos y gobernanza de datos son prerequisites.
Estados Unidos / PNNL	NEPATEC, RAG y agentes para revisión NEPA	Primero se construyó memoria documental; después, aplicaciones especializadas.
Observación terrestre	Copernicus y modelos geoespaciales	Fortalecen seguimiento multitemporal; la detección automática no equivale a determinación jurídica.

Fuente: elaboración propia con base en Giménez et al. (2025), Cilliers et al. (2025), Leal et al. (2025), Kørnø et al. (2025), PNNL y Kovács et al. (2026).



Figura 3. Casos documentados y tecnologías habilitantes citadas en la revisión 2023–2026. Fuente: elaboración propia; base cartográfica Natural Earth (dominio público). El mapa es ilustrativo y no constituye un inventario exhaustivo.

cuando el sistema pretende responder “aprobar” o “rechazar”, sino cuando obliga a recorrer de forma ordenada objetivo, línea base, riesgos, evidencia, indicadores, responsables y seguimiento. Ese uso amplía la disciplina del evaluador; no la reemplaza.

5. Agua: el caso de uso más inmediato

El agua muestra con claridad utilidad y límite. El Decreto del 11 de diciembre de 2025 expidió la Ley General de Aguas y reformó la Ley de Aguas Nacionales. La CONAGUA dispone del REPDA, el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), el Sistema de Información Hidrológica (SIH), el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA) y otros sistemas que podrían integrarse para revisar ubicación, título, uso, volumen, disponibilidad, medición y demanda de un proyecto (CONAGUA, 2024, 2026).

México ya cuenta con la Norma Mexicana NMX-AA-179-SCFI-2018, Medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados, que establece características y especificaciones para

la selección, instalación y operación de medidores y sistemas de medición, la metodología para medir volúmenes y el procedimiento para transmitir los datos de medición a la CONAGUA. Esto abre una ruta clara para la inteligencia artificial: sobre datos medidos y trazables, un sistema puede detectar anomalías, comparar extracción contra comportamiento histórico, relacionar consumo con producción o estacionalidad y priorizar revisiones.

Lo que no puede hacer es inventar la medición que no existe. Si un pozo no cuenta con información confiable, la IA puede generar estimaciones con energía de bombeo, superficie, sensores remotos u otras variables, pero esas inferencias no deben presentarse como equivalentes a un volumen medido bajo un sistema metrológicamente controlado.

Para EIA, una integración futura podría contrastar ubicación del pozo, acuífero, título, uso, volumen autorizado, demanda proyectada, medición y tendencias. La salida útil sería una alerta de inconsistencia que un especialista deba investigar, no una determinación automática de incumplimiento.

6. Modelos predictivos para operación, cambio climático y abandono

La EIA puede pasar de una fotografía del presente a una evaluación por escenarios que acompañe construcción, operación y abandono. La IA no debe “predecir el clima” por sí sola: puede integrar proyecciones, riesgo, uso del suelo, hidrología y desempeño del proyecto. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, por su nombre en inglés) utiliza en su Sexto Informe de Evaluación (Sixth Assessment Report, AR6, por su nombre en inglés) periodos de referencia de corto plazo (2021-2040), mediano plazo (2041-2060) y largo plazo (2081-

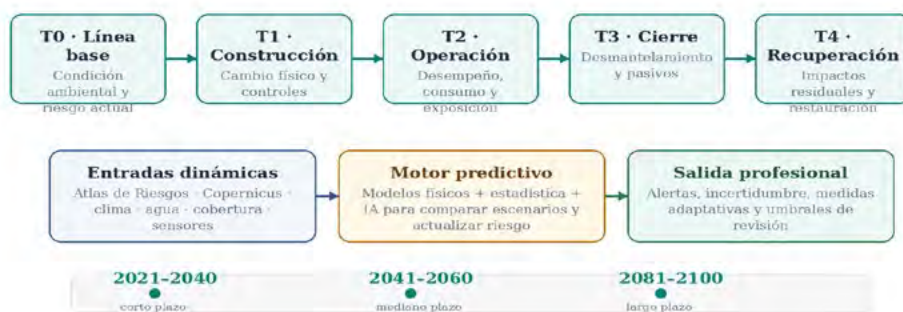
2100); el Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados, fase 6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6, CMIP6, por su nombre en inglés), aporta conjuntos de proyecciones climáticas utilizados en ese marco (IPCC, 2021). En México, el ANR y el ANVCC aportan información de riesgo y vulnerabilidad, sujeta a validación de escala.

No existe un horizonte único. Metodológicamente, la EIA debería cubrir toda la vida útil y el periodo de impactos residuales: estado base, fin de construcción, cortes de operación, cierre y recuperación. Para infraestructura longeva o efectos permanentes conviene añadir mitad y fin de siglo. La salida útil sería un registro adaptativo de riesgos con umbrales de acción y actualización periódica.

Tabla 2. Ventanas temporales de referencia para una EIA adaptativa. Los periodos siguen la clasificación del IPCC; no constituyen plazos jurídicos obligatorios. Fuente: elaboración propia con base en IPCC (2021).

Caso	Aplicación	Lección para México
2021-2040	Construcción y operación temprana; extremos y vulnerabilidad actual	ANR/ANVCC, Copernicus, CMIP6, aprendizaje automático geoespacial
2041-2060	Operación madura; agua, hábitat, desempeño y posible cierre	CMIP6, modelos de riesgo, Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST) y Artificial Intelligence for Environment & Sustainability (ARIES), cambio de uso del suelo
2081-2100	Impactos residuales, infraestructura longeva y permanencia de compensaciones	CMIP6, escenarios ecosistémicos y evaluación de resiliencia

EIA predictiva y adaptativa durante el ciclo de vida del proyecto



Fuente: elaboración propia. Ventanas temporales de referencia basadas en IPCC AR6; no constituyen plazos jurídicos obligatorios.

Figura 4. EIA predictiva y adaptativa durante el ciclo de vida del proyecto. Fuente: elaboración propia; ventanas temporales de referencia basadas en el Sexto Informe de Evaluación (AR6) del IPCC. No constituyen plazos jurídicos obligatorios.

7. Del resolutivo al seguimiento: satélite, drones y condicionantes

Una de las oportunidades más importantes aparece después de la autorización. La EIA suele concentrar gran capacidad técnica antes del resolutivo y posteriormente fragmentar la evidencia entre informes, fotografías, visitas, bitácoras y anexos. La IA puede ayudar a convertir condicionantes en objetos de seguimiento estructurados: obligación, ubicación, plazo, evidencia requerida, indicador, responsable y estado.

La observación de la Tierra puede reforzar ese seguimiento. El Copernicus Data Space Ecosystem ofrece acceso y procesamiento en nube de información Sentinel mediante interfaces estandarizadas y capacidades compatibles con aplicaciones de aprendizaje automático (*Copernicus Data Space Ecosystem*, 2026; Kovács et al., 2026). Modelos fundacionales como Prithvi-EO-2.0, entrenado con 4.2 millones de series temporales *Harmonized Landsat-Sentinel-2*, muestran además la evolución de la IA geoespacial para clasificación, cambio de cobertura y dinámica de ecosistemas (Szwarcman et al., 2026).

Debe evitarse, sin embargo, afirmar que estas herramientas “miden el cambio climático en tiempo real”. El cambio climático se caracteriza mediante tendencias de largo plazo. Lo que sí puede observarse con alta frecuencia son cambios ambientales —pérdida de cobertura, incendios, humedad, inundación, expansión de obras o recuperación

vegetal— y analizarlos posteriormente dentro de un contexto climático.

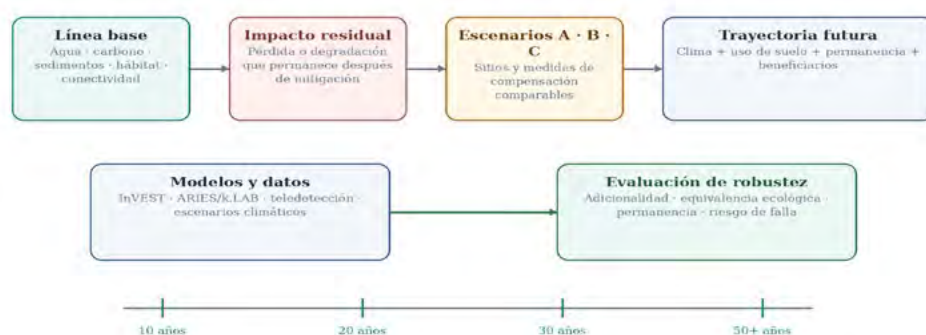
Los drones añaden una escala todavía más detallada. Un ortomosaico georreferenciado puede compararse con el polígono autorizado y con planos ejecutivos. La visión computacional podría señalar una modificación fuera del área prevista y priorizar una inspección. Detectar una posible desviación, sin embargo, no equivale a declarar jurídicamente un incumplimiento.

Esta lógica permitiría construir un “gemelo ambiental” del proyecto: una memoria temporal que conserve estado previo, autorización, obras, condicionantes, evidencias y cambios posteriores.

8. Servicios ecosistémicos: anticipar pérdidas y diseñar compensaciones más robustas

La lógica también aplica a servicios ecosistémicos. *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST®)* 3.20.1 modela rendimiento hídrico, carbono, sedimentos, hábitat, vulnerabilidad costera y otros beneficios; *Artificial Intelligence for Environment & Sustainability (ARIES)*, mediante k.LAB, integra datos y modelos semánticamente. Estas herramientas no fijan una compensación jurídica, pero permiten comparar estado base, proyecto, impacto residual y alternativas de restauración o compensación bajo clima y uso del suelo futuros (Natural Capital Alliance, 2026; ARIES, 2026).

IA, servicios ecosistémicos y diseño prospectivo de compensaciones



Fuente: elaboración propia a partir de InVEST, ARIES/k.LAB y literatura de proyección de servicios ecosistémicos. La IA no sustituye la determinación técnica ni jurídica de la compensación.

Figura 5. Uso prospectivo de IA y modelos de servicios ecosistémicos para comparar compensaciones. Fuente: elaboración propia a partir de InVEST, ARIES/k.LAB y literatura citada. La modelación no sustituye la determinación técnica o jurídica de la compensación.



La prospectiva está demostrada: Yang et al. (2026) simularon servicios ecosistémicos de 2020 a 2100 integrando clima y cambio de uso del suelo. En una EIA, esto permitiría revisar adicionalidad y permanencia a 10, 20, 30 o más años y detectar si una compensación perdería funcionalidad por sequía, urbanización o desplazamiento de hábitat. La equivalencia y suficiencia siguen siendo decisiones técnicas, sociales y jurídicas.

9. Conflicto socioambiental y escucha digital: detectar señales sin sustituir a la comunidad

La IA también puede apoyar la prevención de conflictos. Baek et al. (2023) utilizaron procesamiento de lenguaje natural para detectar

automáticamente factores de conflicto en proyectos de infraestructura y obtuvieron una puntuación F1 ponderada de 84.7 % —métrica que combina precisión y exhaustividad—; entre las categorías analizadas estuvieron compensación, asuntos ecológicos, percepción social y respuestas de oposición. En revisión ambiental, el PNNL desarrolló CommentNEPA para separar y clasificar comentarios públicos mediante un flujo auditable, mientras EngageNEPA organiza avisos, reuniones y participación (Parker et al., 2024).

Para deliberación existen herramientas como Pol.is, software abierto que agrupa patrones de opinión e identifica consensos y divisiones; la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en inglés Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), lo documenta como tecnología para ampliar procesos deliberativos (OECD, 2025). También existen plataformas comerciales de escucha social casi en tiempo real, pero observan conversación digital pública, no a la comunidad completa. En EIA deben complementar, nunca sustituir, consulta formal y trabajo territorial: brecha digital, campañas coordinadas, bots, lenguaje local y grupos poco conectados pueden quedar invisibilizados. La IA puede alertar sobre controversias; resolverlas exige mediación y confianza (Bakhtiari, 2025).

Figura 6. IA para participación y alerta temprana de conflicto socioambiental. Fuente: elaboración propia con base en Baek et al. (2023), OECD (2025) y PNNL CommentNEPA. La escucha digital complementa, no sustituye, la participación territorial.



10. Sesgo, calidad de datos, confidencialidad y responsabilidad

La IA puede amplificar las debilidades de sus datos. Registros geográficos desiguales, MIA históricas deficientes o un corpus normativo desactualizado pueden producir respuestas fluidas pero erróneas. La ausencia de un registro no demuestra ausencia ecológica, ni una presencia histórica demuestra presencia actual. Toda inferencia debe conservar escala, fecha, fuente e incertidumbre.

La International Association for Impact Assessment (IAIA) publicó en 2025 principios específicos para el uso de IA en evaluación de impactos. Entre sus ejes están responsabilidad humana, transparencia, supervisión profesional, cumplimiento de métodos regulatorios y atención a sesgos, privacidad y confiabilidad (Bingham, Bond, et al., 2025). El mensaje coincide con la evidencia científica: la IA puede complementar métodos, no asumir por sí sola la responsabilidad de la evaluación.

En México, ese límite tiene también una dimensión jurídica. El artículo 420 Quáter del Código Penal Federal sanciona diversas conductas vinculadas con datos ambientales falsos, alteración u ocultamiento de registros y faltas a la verdad en servicios de especialistas ambientales cuando se produce

daño. Una alucinación algorítmica incorporada sin verificación a un estudio firmado no se transforma en una eximente de responsabilidad (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2026).

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental refuerza, además, la importancia de reconstruir daño, reparación y estado base. Una memoria geoespacial y documental bien gobernada podría mejorar la capacidad de determinar qué cambió, cuándo y dónde, sin sustituir el análisis causal ni la valoración jurídica (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025).

La confidencialidad exige igual cautela. Un expediente puede contener datos personales, información técnica sensible, coordenadas o propiedad industrial. La Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados exige medidas de seguridad administrativas, físicas y técnicas, análisis de riesgos y documentación del sistema de gestión para proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos personales. Una plataforma gubernamental debe incorporar clasificación de información, permisos por rol, bitácoras, cifrado, retención controlada y responsabilidades claras de custodia, administración y validación. “Subir todo a un chatbot” no es transformación digital (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025).

Tabla 3. Riesgos principales y salvaguardas para una EIA asistida por IA.

Riesgo	Posible efecto en EIA	Salvaguarda
Alucinación o fuente inexistente	Incorporar norma, especie, coordenada o dato falso	Respuesta vinculada a fuente primaria, versión y fecha; verificación humana.
Sesgo o cobertura desigual	Subrepresentar regiones, grupos, especies o tipos de proyecto	Curaduría del corpus, pruebas por contexto y declaración de incertidumbre.
Error espacial o temporal	Aplicar información fuera de escala o desactualizada	Control del sistema de referencia de coordenadas (coordinate reference system, CRS, por sus siglas en inglés), resolución, fecha, metadatos y validación de campo.
Automatización excesiva	Confundir una alerta con autorización, sanción o cumplimiento	Separar detección técnica de determinación jurídica; humano en el circuito.
Confidencialidad	Exponer datos personales o información técnica sensible	Clasificación, permisos, cifrado, bitácora, retención y evaluación de impacto en datos.
Falsa precisión	Presentar una inferencia como medición o certeza	Diferenciar dato medido, estimado y modelado; conservar trazabilidad metrológica.

Fuente: elaboración propia a partir de IAIA (Bingham, Bond, et al., 2025) y la literatura revisada.



11. La propia IA también tiene huella ambiental

Existe una paradoja que la ingeniería ambiental no debe ignorar. Los sistemas de IA requieren electricidad, agua, infraestructura y materiales. La Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency, IEA, por su nombre en inglés) proyecta que el consumo eléctrico global de centros de datos podría aproximarse a 945 teravatios-hora (TWh) en 2030; esa cifra no corresponde exclusivamente a IA, aunque su expansión es uno de los principales impulsores del crecimiento (International Energy Agency, 2025).

Xiao et al. (2025) estimaron para servidores de IA en Estados Unidos, bajo distintos escenarios 2024-2030, huellas anuales de agua de 731 a 1,125 millones de metros cúbicos y emisiones adicionales de 24 a 44 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Mt CO₂e). Los autores enfatizan la incertidumbre asociada con eficiencia, localización y descarbonización de la red. Estas cifras no deben extrapolarse directamente a México, pero sí obligan a incorporar eficiencia computacional como criterio de diseño.

Una plataforma ambiental no necesita usar el modelo más grande para cada tarea. Reglas, geoprocésamiento, recuperación documental, modelos especializados y RAG pueden resolver una parte importante del trabajo con menor costo computacional. La inteligencia ambiental también debe justificar su propia huella.

12. Conclusiones y ruta para México

La evidencia disponible no respalda delegar a una IA la decisión final de autorizar o negar un proyecto. Sí respalda utilizarla para ampliar la capacidad de buscar, comparar, clasificar, detectar inconsistencias, analizar información territorial, vigilar cambios y organizar evidencia.

Para México, el mayor valor no está en crear una "MIA automática", sino en conectar capacidades que ya existen sin confundir

infraestructura digital con inteligencia artificial. El SIGEIA puede aportar contexto espacial; el SNIB de la CONABIO, evidencia curada de biodiversidad; la infraestructura hídrica de la CONAGUA, derechos, series y medición; el DOF y la PLATIICA, vigencia normativa; Copernicus y otros sistemas de observación, seguimiento multitemporal; y los expedientes históricos, precedentes. Ninguna de esas fuentes es por sí sola una EIA inteligente. La arquitectura se vuelve necesaria cuando una capa analítica las integra, conserva procedencia y versión, compara escenarios y produce alertas o inferencias auditables, mientras el especialista y la autoridad mantienen la interpretación y la decisión. Así, una EIA puede evolucionar de un expediente principalmente estático hacia un sistema de seguimiento adaptativo y predictivo que también compare alternativas de restauración y compensación ambiental, sin perder fuente, fecha, geometría, incertidumbre ni trazabilidad.

Propongo cinco prioridades: construir un corpus ambiental mexicano curado y versionado; desarrollar un motor normativo conectado a fuentes oficiales; iniciar con tareas de alto valor y menor riesgo —preauditoría, consistencia, precedentes y condicionantes—; integrar sensores y observación sin sustituir medición por estimación; y establecer desde el diseño confidencialidad, auditoría, responsabilidad y revisión humana.

Desde mi responsabilidad profesional y colegiada como vicepresidenta del Colegio de Ingenieros Ambientales de México, Asociación Civil (CINAM), estas herramientas no deberían rechazarse por ser nuevas ni aceptarse por fascinación tecnológica. Deben someterse a lo mismo que cualquier método: validez, trazabilidad, incertidumbre explícita, control de calidad, evidencia verificable y responsabilidad humana.

La pregunta, entonces, no es si la IA hará más rápido una MIA. La pregunta profesional es si podemos utilizarla para que una decisión ambiental sea más difícil de equivocarse y más fácil de demostrar, sin diluir la responsabilidad de quien elabora, revisa, firma o resuelve.



Declaración de asistencia tecnológica

Se utilizaron herramientas de inteligencia artificial como apoyo para localización, organización y revisión bibliográfica, verificación de consistencia y edición de estilo. El planteamiento, las posiciones analíticas y las recomendaciones incorporan criterios expresados por la autora durante la preparación del texto. La responsabilidad intelectual y la validación final del contenido corresponden a la autora.

Referencias:

- Acharya, A., Lakha, B., Meyur, R., Nuttall, R., Chaturvedi, S., Halappanavar, A., Hare, L., Zeng, L., Parker, M., Munikoti, S., & Horawalavithana, S. (2026). DraftNEPABench: A benchmark for drafting NEPA document sections with coding agents. *Proceedings of the ACM Conference on AI and Agentic Systems*, 674–688. <https://doi.org/10.1145/3786335.3813132>
- ARIES. (2026). ARTificial Intelligence for Environment & Sustainability. <https://aries.integratedmodelling.org/>
- Baek, S., Namgoong, D., Won, J., & Han, S. H. (2023). Automated detection of social conflict drivers in civil infrastructure projects using natural language processing. *Applied Sciences*, 13(20), 11171. <https://doi.org/10.3390/app132011171>
- Bakhtiari, Z. (2025). A review of environmental conflict resolution: Approaches, challenges, and emerging trends. *Discover Global Society*, 3, 131. <https://doi.org/10.1007/s44282-025-00279-1>
- Bingham, C., Bond, A., et al. (2025). Principles for use of AI in IA (Special Publication Series No. 16). International Association for Impact Assessment. https://www.iaia.org/wp-content/uploads/2025/06/SP16_AI-in-IA.pdf
- Bond, A., & Dusík, J. (2025). Artificial intelligence in impact assessment: The state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*. <https://doi.org/10.1080/14615517.2025.2594274>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2026). Atlas Nacional de Riesgos. Gobierno de México. <https://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>
- Cilliers, D., Bond, A., Retief, F., Alberts, R., & Roos, C. (2025). Large Language Model-assisted EIA screening: A case study using GPT. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 43(4), 267–277. <https://doi.org/10.1080/14615517.2025.2523628>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2026). Información Espacial de las Áreas Naturales Protegidas. Gobierno de México. <https://sig.conanp.gob.mx/Shape>
- Comisión Nacional del Agua. (2024). Portal de Sistemas de Información del Agua. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conagua/articulos/portal-de-sistemas-de-informacion-del-agua-262506>
- Comisión Nacional del Agua. (2026, 20 de julio). Consulta la base de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/consulta-la-base-de-datos-del-repda>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2024). ¿Qué hacemos? Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/conabio/que-hacemos>
- Giménez, J., Merino-Benítez, T., Bojórquez-Tapia, L. A., Esponda-Darlington, F., & Pérez, T. M. (2025). Facilitating public scrutiny of EIA reports with open data and artificial intelligence: Insights from a Mexican case study. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 43(5), 354–365. <https://doi.org/10.1080/14615517.2025.2534281>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2026). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Gobierno de México. <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/atlas/>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842781>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- International Energy Agency. (2025). Energy and AI. IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>
- Kovács, D. D., Musial, J., Bojanowski, J., Clarijs, D., de la Mar, J., & Ziłszky, A. (2026). Copernicus Data Space Ecosystem establishes public cloud processing for earth observation data. *Scientific Data*, 13, 537. <https://doi.org/10.1038/s41597-026-06765-8>
- Kørnø, L., Lyhne, I., & Sveding, K. R. (2025). Laying the foundation for generative AI and multi-agent systems in environmental assessment: Building a curated dataset from the Danish EA Hub. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 43(4), 253–266. <https://doi.org/10.1080/14615517.2025.2532919>
- Leal, A., Maldonado, S., Martínez, J. I., Bertazzo, S., Quijada, S., & Vairetti, C. (2025). Enhancing environmental governance: A text-based artificial intelligence approach for project evaluation involvement. *Environmental Impact Assessment Review*, 110, 107707. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107707>
- Meyur, R., Phan, H., Hayashi, K., Stewart, I., Sharma, S., Chaturvedi, S., Parker, M., Nally, D., Montgomery, S., Pazdernik, K., Jannesari, A., Halappanavar, M., Munikoti, S., Horawalavithana, S., & Acharya, A. (2025). Benchmarking LLMs for environmental review and permitting. Workshop on Large Language Models for Scientific and Societal Advances, ACM SIGKDD 2025.
- Natural Capital Alliance. (2026). InVEST 3.20.1 [Software]. <https://doi.org/10.60793/natcap-invest-3.20.1>
- OECD. (2025). Tackling civic participation challenges with emerging technologies: Beyond the hype. OECD Public Governance Policy Papers, No. 72. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/ec2ca9a2-en>
- Pacific Northwest National Laboratory. (2025). NEPATEC v2.0: Standardized Metadata and Text Corpus of National Environmental Policy Act Documents (PNNL-38163). <https://www.pnnl.gov/publications/nepatec-v20-standardized-metadata-and-text-corpus-national-environmental-policy-act>
- Pacific Northwest National Laboratory. (2026). PermitAI. <https://www.pnnl.gov/projects/permitai>
- Parker, M. J., Nally, D. M., Panapitiya, G. U., Acharya, A., Miracle, A. L., Phan, H. D., Munikoti, S., & Horawalavithana, S. Y. (2024). Testing artificial intelligence tools to streamline the public comment-review process for NEPA environmental reviews (PNNL-35927). Pacific Northwest National Laboratory.
- Proyectos México. (2026). Tren Maya: Manifestación de Impacto Ambiental Tramo 5 Sur, clave 23QR2022V0020. https://www.proyectosmexico.gob.mx/ppp01_tren-maya/
- Copernicus Data Space Ecosystem. (2026). About the Ecosystem and APIs. European Union. <https://dataspace.copernicus.eu/ecosystem/about> ; <https://dataspace.copernicus.eu/analyse/apis>
- Secretaría de Economía. (2026). Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad (PLATIICA). <https://platiica.economia.gob.mx/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Procedimiento de evaluación de impacto ambiental. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/procedimiento-de-evaluacion-de-impacto-ambiental>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional. SEMARNAT.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2025). Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-de-informacion-geografica-para-la-evaluacion-del-impacto-ambiental-sigeia>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2026, 14 de septiembre). Semarnat pone en marcha ventanilla electrónica para trámites de impacto ambiental. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/semarnat-pone-en-marcha-ventanilla-electronica-para-tramites-de-impacto-ambiental>
- Szwarcman, D., Roy, S., Fraccaro, P., Gíslason, P. E., Blumenstiel, B., Ghosal, R., de Oliveira, P. H., de Sousa Almeida, J. L., Sedona, R., Kang, Y., Chakraborty, S., Wang, S., Gomes, C., Kumar, A.,



Gaur, V., Truong, M., Godwin, D., Khallaghi, S., Lee, H., ... Moreno, J. B. (2026). Prithvi-EO-2.0: A versatile multitemporal foundation model for Earth observation applications. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 64, 4400120. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2025.3642610>

Xiao, T., Fuso Nerini, F., Matthews, H. D., Tavoni, M., & You, F. (2025). Environmental impact and net-zero pathways for sustainable artificial intelligence servers in the USA. *Nature Sustainability*, 8, 1541–1553. <https://doi.org/10.1038/s41893-025-01681-y>

Yang, Q., Liu, G., Gonella, F., Wang, Q., Chen, S., & Yang, Z. (2026). Revisiting mid-long term ecosystem services projections: Integrating the interaction effects of future climate and land use changes. *Fundamental Research*, 6(3), 1630–1640. <https://doi.org/10.1016/j.fmre.2024.02.017>.

Normativa mexicana consultada

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2026). Código Penal Federal (última reforma DOF 13-03-2026). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPF.pdf>

Diario Oficial de la Federación. (2025, 11 de diciembre). Decreto por el que se expide la Ley General de Aguas y se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Aguas

Nacionales. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5775799&fecha=11/12/2025

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025). Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (última reforma DOF 14-11-2025). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025). Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados (última reforma DOF 14-11-2025). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPDPPSO.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2026). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma DOF 19-01-2026). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>

Diario Oficial de la Federación. (2018, 21 de septiembre). Declaratoria de vigencia de la Norma Mexicana NMX-AA-179-SCFI-2018, Medición de volúmenes de aguas nacionales usados, explotados o aprovechados. https://dof.gob.mx/normasOficiales/7355/seeco17_C/seeco17_C.html

Diario Oficial de la Federación. (2026, 4 de septiembre). Decreto por el que se expide el Reglamento de la Ley de Infraestructura de la Calidad. <https://dof.gob.mx/index.php?day=04&edicion=MAT&month=09&year=2026>



AMIA^{AC}
Academia Mexicana de
Impacto Ambiental, A.C.®

**NUEVO BENEFICIO EXCLUSIVO
PARA MIEMBROS**

Repositorio AMIA

Herramienta diseñada para el intercambio de conocimientos y como un acervo documental para concentrar, organizar y facilitar el acceso a contenido técnico y académico relevante para nuestra comunidad.

¡AFÍLIATE!

**Obtén éste y otros
beneficios**



MIEMBROS
AMIA

www.amia.org.mx

IA EN EL DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN: **APUNTES DESDE EL PUERTO DE MANZANILLO**



Resumen

El artículo reflexiona sobre el papel de la inteligencia artificial en la evaluación de impacto ambiental, más allá de agilizar la redacción de estudios. El aporte más significativo no está en la descripción del proyecto sino en el diseño de medidas de mitigación y compensación, donde el repertorio técnico de los modelos de lenguaje puede enriquecer propuestas localmente limitadas. Se advierte el riesgo de fabricación de datos falsos y se sostiene que la responsabilidad profesional permanece en quien suscribe el instrumento.

Por **Rafael
Ortiz Nielsen**

Ambientólogo y fundador de Bioma Consultoría Urbana Sostenible, firma con sede en Manzanillo, Colima. Maestro en Manejo de Ecosistemas (UABC) y Licenciado en Ciencia Ambiental y Gestión de Riesgos (UCol), cuenta con registro como prestador de servicios ante el IMADES del Estado de Colima y más de 10 años de experiencia en evaluación de impacto ambiental, ordenamiento territorial y gestión ambiental en proyectos costeros e industriales.





Buena parte de la discusión sobre inteligencia artificial y evaluación de impacto ambiental se ha concentrado en la velocidad de redactar, revisar o atender requerimientos de información complementaria en menos tiempo. Es una conversación legítima, pero deja fuera una pregunta que pesa mucho más sobre la calidad del instrumento: ¿qué tan acertados son los análisis y las medidas que proponemos en cada estudio?

Esa pregunta se vuelve apremiante cuando un territorio pasa de recibir proyectos aislados a recibirlos en cadena. **Manzanillo** ofrece un caso particularmente ilustrativo

en Colima: **el crecimiento del puerto** ha convertido a la zona en un polo económico regional que ordena a su alrededor infraestructura logística, vialidades, vivienda, servicios y suelo industrial. Se trata de una dinámica territorial en curso, más que de una designación administrativa, y la sostiene la inversión pública asociada al desarrollo portuario. En ese escenario cambia la naturaleza del trabajo del consultor y del evaluador, porque las intervenciones dejan de valorarse una por una y empiezan a acumularse sobre un mismo sistema costero. El repertorio convencional de medidas de mitigación se construyó para proyectos individuales y responde mal a impactos acumulativos de esa escala.

Ahí es donde estas herramientas aportan más, y conviene precisar en qué parte del estudio. Redactar la descripción del proyecto es una tarea que la IA resuelve con soltura pero que rinde poco, porque ese capítulo depende de datos que sólo el consultor posee y que la herramienta únicamente puede recibir. El diseño de medidas, en cambio, es un problema de repertorio, y el repertorio es justo lo que un modelo de lenguaje tiene en abundancia y un consultor no puede acumular por su cuenta. El aporte se concreta en la ampliación del catálogo frente a un impacto identificado. Una consulta bien planteada devuelve un abanico de respuestas técnicas documentadas internacionalmente que rara vez circulan en la práctica local, como la compensación agregada en **bancos de hábitat**, la restauración hidrológica de humedales en lugar de reforestaciones puntuales o los fondos regionales de compensación con metas de **no pérdida neta**. La selección, adaptación y justificación técnica de la medida corresponde al profesional que integra el estudio, sin sustituir las

facultades de evaluación y decisión de la autoridad ambiental.

El límite principal de estas herramientas es la fabricación de datos. Un modelo de lenguaje produce texto plausible, no necesariamente verdadero. Puede generar una superficie de compensación, un costo de implementación, un porcentaje de sobrevivencia de reforestación o una referencia bibliográfica inexistentes con la misma fluidez con que produce contenido correcto. En un instrumento suscrito bajo responsabilidad profesional, una cifra inventada es una afirmación falsa ante la autoridad, no un error de estilo. La herramienta puede proponer la estructura de una medida, pero la decisión final corresponde al profesional. La calidad de una medida depende de la calidad del diagnóstico, y un diagnóstico ambiental

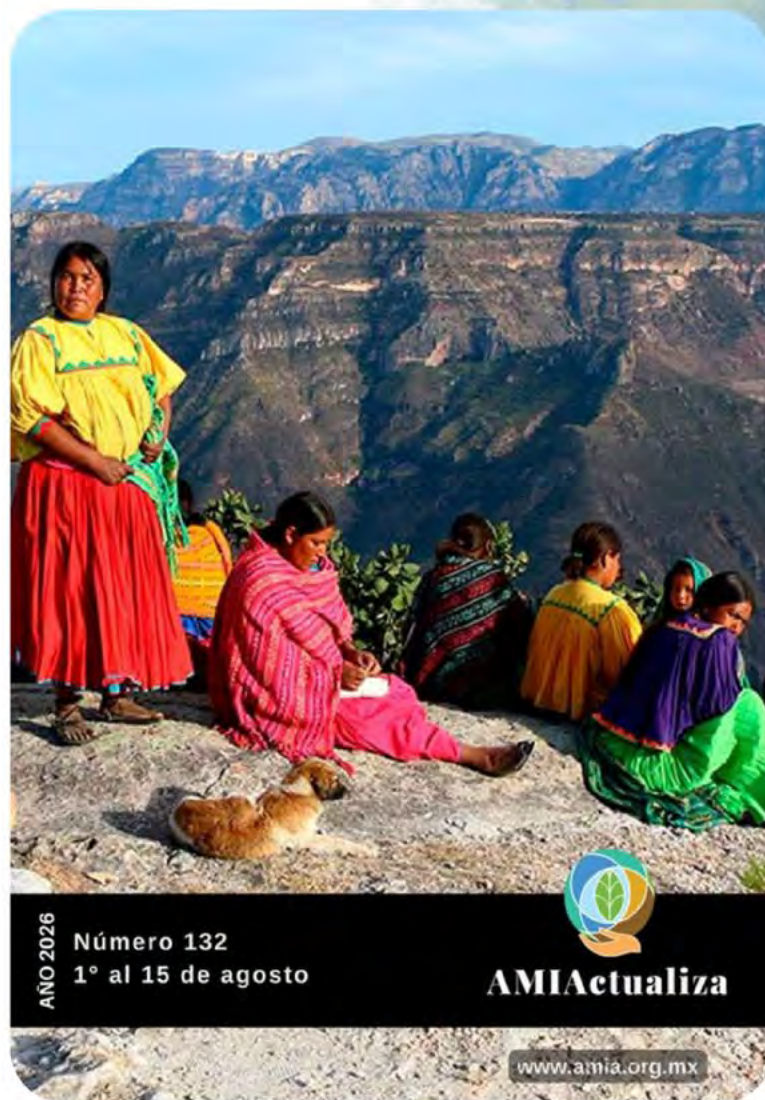
sólido requiere integrar información documental, cartográfica y técnica con el conocimiento directo de las condiciones del territorio.

P.D. Cada uno encontrará su forma de trabajar con estas herramientas (unos a diario, otros apenas, la mayoría de manera ocasional), y ninguna de esas posturas es equivocada. Lo esencial se mantiene, el estudio lo firma una persona y esa persona responde por él. Mientras el uso se irá ajustando sobre la marcha, como siempre ha ocurrido con cada innovación en el medio.



AMIA Actualiza

Publicación quincenal exclusiva para miembros



Encuentra:

- *Noticias*
- *Reformas*
- *Gacetas ecológicas*
- *Métrica mensual de los Proyectos dentro del PEIA*

GROELAND I.A.: EL COSTO OCULTO DEL FRÍO

Resumen

La inteligencia Artificial nació con un objetivo específico, el cual dirigía la atención de potenciar la investigación y solucionar problemas complejos. Sin embargo, en la actualidad el uso cotidiano a dejado de sostener la verdadera atribución original.

Ante la expansión global de los centros de datos en las regiones de Virginia y Querétaro, las corporaciones vuelven su mirada al Ártico en busca de refrigeración natural y energías limpias.

Este breve análisis cuestiona si la expansión de la infraestructura digital hacia Groenlandia representa una solución sustentable y respetuosa de la soberanía local, o si se trata simplemente de un parche paliativo que traslada la huella ecológica de la IA a uno de los ecosistemas más frágiles del planeta.



Por **Mariel
Fernanda Cabadas
Reyna**

Abogada | Especialista en Cultura de la Paz y Mecanismos
Alternos de Solución de Conflictos | Mediadora Privada
Certificada por la CDMX y EDO MEX, Capacitadora en cultura de la paz.



Nuestra sociedad se ha vuelto profundamente dependiente de la tecnología. En la actualidad, la Inteligencia Artificial (IA) se utiliza como referencia para la mayoría de los ámbitos de la vida diaria y, a menudo sin evidencia o fundamento alguno, el criterio de esta herramienta se ha asumido como 100% confiable.

Sin embargo, al analizar el costo-beneficio de los centros de datos, resulta evidente que el beneficio económico no repara los daños irreversibles que se ocasionan al medio ambiente. Los data centers destinan hasta un **40% de su gasto eléctrico exclusivamente al sistema de enfriamiento**, lo cual equivale al consumo eléctrico diario de aproximadamente

25,000 a 30,000 hogares promedio¹. Es una cifra astronómica.

En la actualidad, estas instalaciones se encuentran distribuidas a lo largo del globo en función de la soberanía y las ventajas estratégicas de cada región. A continuación, se enlista la ubicación de los principales nodos de procesamiento por continente:

1. América del Norte

Estados Unidos:

Norte de Virginia (Ashburn/Condado de Loudoun): El mercado más grande del mundo (conocido como “Data Center Alley”).

Silicon Valley (California), Dallas-Fort Worth (Texas), Phoenix (Arizona) y Chicago (Illinois).

Canadá: Toronto (Ontario) y Montreal (Quebec) - este último aprovechando la energía hidroeléctrica de baja emisión de *Hydro-Québec*.²

2. México (Detalle Nacional)

En México, la infraestructura se concentra en cuatro corredores principales:

Querétaro (El Marqués, Colón y Querétaro capital): Concentra más del 60% de la capacidad del país (*Microsoft, AWS, CloudHQ, KIO Networks, Equinix, ODATA*).

Zona Metropolitana del Valle de México (Estado de México y CDMX): Toluca, Naucalpan, Tlalnepantla y Azcapotzalco.

Nuevo León (Apodaca, Santa Catarina y Monterrey): Hub en expansión ligado a la industria y al nearshoring.

Jalisco (Guadalajara y El Salto): Enfilado hacia el desarrollo de software y servicios tecnológicos.³

1. Google. (2024). Gemini (Versión de actual <https://gemini.google.com/>)

2. Cushman & Wakefield. (2024). Global Data Center Market Comparison 2024. Cushman & Wakefield Research. <https://www.cushmanwakefield.com/en/insights/global-data-center-market-comparison>

3. Asociación Mexicana de Data Centers (MEXDC). (2024). Informe de la industria de Data Centers en México: Infraestructura y perspectivas. MEXDC. <https://mexdc.com/>

En Querétaro, los centros de datos han estado presentes desde 2019. Para el año 2026, la entidad ya alberga el 70% de estas plataformas a nivel nacional. Un conjunto de empresas transnacionales se ha concentrado en esta zona debido a la conectividad estratégica de la fibra óptica y las vías de comunicación.

Sin embargo, la densidad de estas instalaciones ha provocado un severo estrés hídrico en la región: se estima que hasta un tercio del agua destinada a la zona industrial se encauza hacia estos complejos. Aunque para 2031 se proyecta una expansión fundamentada en el uso de energías limpias, el perjuicio para las comunidades ante el desabasto de agua se acrecienta. Las interrogantes de la población son persistentes y reflejan la falta de audiencias públicas previas: ¿cómo se podrá resarcir el deterioro hídrico en una región tan árida como Querétaro? Es una incógnita que hasta el momento carece de respuesta.

3. Europa

En Europa, el mercado está dominado históricamente por el grupo de ciudades conocido como **FLAP-D**, aunque la región nórdica ha ganado terreno para la IA:

Mercado FLAP-D:

Fráncfort (Alemania): El principal nodo de interconexión del continente (DE-CIX).

Londres (Reino Unido - Slough / Docklands): El mercado financiero y de datos más grande de la región.

Ámsterdam (Países Bajos): Hub logístico y digital clave.

París (Francia): Concentrado en las periferias industriales.

Dublín (Irlanda): Sede de grandes campus de hyperscalers (Google, AWS).

Región Nórdica y Ártica (IA y Free Cooling):

Luleå y Borlänge (Suecia).

Narvik y Hamar (Noruega).

Kajaani y Helsinki (Finlandia).⁴

4. Asia-Pacífico

China:

Beijing-Tianjin-Hebei y Shanghái.

Hohhot (Mongolia Interior) y Guizhou: Nodos estratégicos del programa estatal chino “Data del Este, Cómputo del Oeste”, diseñados para mover el procesamiento pesado a provincias frías o ricas en recursos.

Japón: Tokio (Chiba e Inzai) y Osaka.

Singapur: Hub central para el sudeste asiático (con estrictas regulaciones de eficiencia energética).

India: Bombay (Mumbai) y Chennai.

Australia: Sídney y Melbourne.

5. América Latina (Excluyendo México)

Brasil (Líder regional): Estado de São Paulo (Campinas, Barueri y São Paulo capital), que concentra la mayor parte del tráfico y capacidad de Sudamérica.

Chile: Santiago y la comuna de Quilicura/Lampa.

Colombia: Bogotá.

6. Medio Oriente y África

Medio Oriente:

Emiratos Árabes Unidos (Dubái y Abu Dabi): Epicentro regional de grandes inversiones en supercómputo e IA.

4. Data Center Dynamics (DCD). (2025). Latin America and Global Data Center Markets Report. DCD Media. <https://www.datacenterdynamics.com/>

Arabia Saudita (Riad): Impulsado por planes de transformación digital estatal.

África:

Sudáfrica: Johannesburgo y Ciudad del Cabo (punto de amarre de grandes cables submarinos).

Nigeria: Lagos.

Egipto: El Cairo (punto neurálgico de tránsito para cables submarinos entre Europa y Asia).⁵

La Evolución Acelerada de la IA y la Huella de Carbono

Cada uno de estos territorios cuenta con puntos estratégicos para el establecimiento de data centers. La demanda que la humanidad genera por su uso cotidiano acelera su crecimiento, sin importar cuán superflua sea la consulta. Esta dinámica causa daños irreversibles a la naturaleza, sumándose a las crisis hídricas y energéticas ya señaladas.

La IA dejó de ser una incubadora de exploración para convertirse en un objeto de consumo masivo para cada habitante del planeta. Si bien en sus orígenes se concibió como un soporte para investigaciones científicas y académicas en pro de la humanidad, el proceso se fue desvirtuando. Las fases a las que se sometió la Inteligencia Artificial fueron continuas y aceleradas, marcadas por tres etapas claras:

2020-2021 (Fase Pre-Generativa): La IA se utilizaba principalmente para recomendación de contenido, traducción y tareas predictivas. El consumo era elevado, pero contenido.

2022-2023 (El “Boom” de la Generativa): El lanzamiento masivo de modelos de lenguaje (LLMs) y generación de imágenes disparó la demanda de cómputo. La IA dejó de limitarse a “analizar” para pasar a “crear”.

2024-2026 (Procesamiento Multimodal y Agentes): Las peticiones ya no son solo texto; incluyen análisis de video, voz fluida en tiempo real y flujos automatizados (“agentes”) que realizan múltiples

6



5. DatacenterMap. (2026). Global Data Center Directory and Colocation Markets. DatacenterMap. <https://www.datacentermap.com/>

6. johnemac72 / Getty Images

tareas consecutivas. El número de consultas diarias pasó de millones a miles de millones.⁷

Al analizar esta evolución, se percibe que el proceso comenzó eficientando el trabajo de oficina con un uso moderado. Sin embargo, la herramienta se extendió hasta convertirse en una interfaz de interacción cotidiana, generando la falsa noción de ser una necesidad básica. La inmediatez de sus respuestas generó un *boom* social, desplazando su propósito original de resolver problemas esenciales de la humanidad.

La aceleración de estos centros de datos parece inevitable, lo que exige buscar soluciones al desabasto hídrico, reduciendo la huella de carbono y el consumo energético que en algunas regiones ya ha provocado apagones masivos. En términos estrictamente energéticos, entrenar un modelo masivo como GPT-3 consumió aproximadamente **1,287 MWh de electricidad**, generando unas **552 toneladas de CO₂ equivalente** (el equivalente a conducir un automóvil de gasolina durante más de 2 millones de kilómetros). Las versiones más recientes requieren más de 10 veces esa potencia computacional, a lo que se suma la evaporación de millones de litros de agua dulce para la refrigeración.⁸

La Encrucijada de Groenlandia: ¿Industrialización Verde o Ecocidio?

Frente a este escenario, la respuesta de los gobiernos y las corporaciones no ha sido restringir el uso de esta herramienta a investigaciones prioritarias, sino buscar regiones gélidas para seguir expandiendo la infraestructura. La respuesta inmediata ha sido **Groenlandia**.

Este territorio destaca por su refrigeración natural (*Free Cooling*). No obstante, la infraestructura

que requiere impacta ecosistemas locales altamente sensibles, reabriendo el debate entre la preservación estricta del territorio y la llamada industrialización verde.

Groenlandia se caracteriza por una política que prioriza la salud colectiva y el entorno por encima de los beneficios económicos. Esto quedó demostrado en la controversia arbitral **Energy Transition Minerals / Greenland Minerals v. Gobierno de Groenlandia y Dinamarca (2021-2025)**. El conflicto surgió cuando el Parlamento de Groenlandia aprobó la **Ley del Uranio (Uranium Act)**, prohibiendo la minería con concentraciones de uranio superiores a 100 ppm. La empresa minera australiana promovió un arbitraje internacional alegando expropiación indirecta y exigiendo una indemnización millonaria.

El resultado jurisprudencial confirmó el **Derecho a Regular (Right to Regulate)** del Estado por razones ambientales y de salud pública, anteponiendo la conservación de la vida y el



7. Gartner. (2023, 1 de agosto). Gartner identifies top trends in generative AI for 2023. Gartner Newsroom. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-08-01-gartner-identifies-top-trends-in-generative-ai-for-2023>

8. Patterson, D., Gonzalez, J., Le, Q., Liang, C., Munguia, L. M., Rothchild, D., So, D., Texier, M., & Dean, J. (2021). Carbon emissions and large neural network training. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.10350>

9. Tapia Sandoval, A. (8 de mayo de 2024). Estos son los mejores MEMES que dejaron los apagones por la ola de calor en México. Infobae. <https://www.infobae.com/mexico/2024/05/08/estos-son-los-mejores-memes-que-dejaron-los-apagones-por-la-ola-de-calor-en-mexico/>

territorio sobre las expectativas económicas de los inversionistas extranjeros.¹⁰

Más allá de la gestión de recursos, este caso ratifica la soberanía del territorio y su autonomía para gestionar asuntos de relevancia local. Groenlandia posee minerales estratégicos (como uranio, zinc y litio) esenciales para la industria tecnológica. Ahora, las grandes potencias no solo buscan extraer estos insumos para baterías, vehículos eléctricos o turbinas eólicas, sino también implantar centros de datos masivos.

A pesar de los precedentes judiciales y la evidencia del costo irreparable para los ecosistemas, la creciente economía globalizada vuelve sumamente complejo frenar estos impactos. Si bien la figura de “**ecocidio**” no figura en el plano estrictamente jurídico por no estar tipificada en un tratado vinculante como el Estatuto de Roma (y cuyas iniciativas para incluirlo como un quinto crimen internacional no han sido ratificadas por los Estados parte), el concepto describe fielmente la magnitud del daño.

El interés tecnológico global y la saturación de los centros en el Norte de Virginia o Europa Continental han vuelto la mirada hacia el Ártico bajo la premisa de reducir la huella de carbono. Sin embargo, no se ha ponderado que alimentar estas supercomputadoras requerirá

energía hidroeléctrica derivada de los deshielos, lo que implica el **tendido masivo de cables submarinos de fibra óptica y la canalización hídrica en las cabeceras de los fiordos**, poniendo en riesgo el delicado equilibrio de uno de los últimos reductos vírgenes del planeta.¹²

Las señales están presentes y los antecedentes hablan por sí solos: la humanidad está mirando hacia el futuro con la intención de expandirse junto a la IA, pero ¿a qué costo?

Bibliografía

Asociación Mexicana de Data Centers (MEXDC). (2024). Informe de la industria de Data Centers en México: Infraestructura y perspectivas. MEXDC. <https://mexdc.com/>

Cushman & Wakefield. (2024). Global Data Center Market Comparison 2024. Cushman & Wakefield Research. <https://www.cushmanwakefield.com/en/insights/global-data-center-market-comparison>

Data Center Dynamics (DCD). (2025). Latin America and Global Data Center Markets Report. DCD Media. <https://www.datacenterdynamics.com/>

DatacenterMap. (2026). Global Data Center Directory and Colocation Markets. DatacenterMap. <https://www.datacentermap.com/>

Gartner. (1 de agosto de 2023). Gartner identifies top trends in generative AI for 2023. Gartner Newsroom. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-08-01-gartner-identifies-top-trends-in-generative-ai-for-2023>

Google. (2024). Gemini (Versión de septiembre de 2026) [Modelo de lenguaje grande]. <https://gemini.google.com/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate (H.-O. Pörtner & D. C. Roberts et al., Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>

johnmac72 / Getty Images. (Fotografía/Imagen).

Patterson, D., Gonzalez, J., Le, Q., Liang, C., Munguia, L. M., Rothchild, D., So, D., Texier, M., & Dean, J. (2021). Carbon emissions and large neural network training. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.10350>

Tapia Sandoval, A. (8 de mayo de 2024). Estos son los mejores MEMES que dejaron los apagones por la ola de calor en México. Infobae. <https://www.infobae.com/mexico/2024/05/08/estos-son-los-mejores-memes-que-dejaron-los-apagones-por-la-ola-de-calor-en-mexico/>

Viajes Arctic Yeti. (s. f.). Fiordo de la Independencia, Groenlandia. <https://maps.arcticyeti.com/es/groenlandia/resource/r/fiordo-de-la-independencia#1789093809614>

10. Google. (2024). Gemini (septiembre de 2026) <https://gemini.google.com/>

11. <https://maps.arcticyeti.com/es/groenlandia/resource/r/fiordo-de-la-independencia#1789093809614>

12. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate (H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, et al., Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>





Visítanos en nuestro

NUEVO
LinkedIn



@Academia Mexicana de
Impacto Ambiental, A.C.

Síguenos

**Conecta con la
comunidad de
especialistas en
impacto ambiental.**



Por **Jesús Enrique
Pablo-Dorantes**



Dr. en Ecología y Gestión Ambiental. Expresidente AMIA 2017-2019. Perito en Impacto Ambiental (2000), Contaminación del Suelo y del Aguas Subterránea (2003) por el Colegio de Biólogos de México. A.C. Persona que puede actuar como perito ante los órganos del Poder Judicial desde el 2006.



¿QUIÉN EVALÚA A QUIÉN? INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ASIMETRÍAS DE CAPACIDAD EN EL PEIA MEXICANO

Resumen



El artículo examina cómo la inteligencia artificial generativa puede ampliar la asimetría entre consultores que producen Manifestaciones de Impacto Ambiental y autoridades que deben evaluarlas dentro del Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental. Advierte que documentos extensos, elaborados con rapidez o ingresados con información incompleta, no equivalen a evaluaciones rigurosas y pueden trasladar incertidumbre, costos y retrasos a la autoridad y al promovente. Sostiene que el elaborador de una MIA no es un tramitador, sino un profesional responsable de construir sólidamente la factibilidad ambiental de un proyecto, identificar alternativas y proponer medidas verificables. Propone emplear la IAG para organizar evidencia, revisar congruencia y fortalecer trazabilidad, sin sustituir trabajo de campo, modelos predictivos, participación social, juicio experto ni responsabilidad humana. Finalmente, plantea fortalecer capacidades públicas, seguridad de información y principios éticos para una EIA más preventiva y verificable.





La nueva asimetría

La inteligencia artificial generativa (IAG) ya forma parte del trabajo cotidiano de quienes participan en la evaluación de impacto ambiental (EIA). Un consultor puede pedir a una herramienta que resuma normas, compare documentos, redacte una matriz de impactos, convierta una guía en lista de verificación, ordene una bibliografía, identifique aparentes contradicciones o produzca un borrador de Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). A la vez, modelos de aprendizaje automático, análisis geoespacial y programas de simulación amplían la posibilidad de procesar imágenes, clasificar coberturas, detectar patrones y representar escenarios de contaminación, inundación, erosión, afectación de hábitat o vulnerabilidad de acuíferos.

Este cambio no se distribuye de manera homogénea entre los profesionales del sector. En una encuesta realizada con motivo del V Congreso Nacional de Impacto Ambiental, arrojó que el 40 % de las personas que respondieron la encuesta señaló que no utiliza la Inteligencia Artificial. Entre quienes reportaron utilizarlas, la redacción fue el uso más frecuente, con 63%, mientras que el análisis y la modelación alcanzaron 35%;

la gestión contractual representó 10%, y la generación de mapas y la limpieza o validación de datos, 28% cada una (AMIA, 2025).

Sin perjuicio de las limitaciones de una encuesta de alcance profesional, estos resultados sugieren una adopción desigual y predominantemente documental. La cuestión no es menor: la mayor oportunidad de la tecnología para la EIA no está en producir más texto, sino en fortalecer análisis, trazabilidad, predicción y verificación.

La asimetría se amplía cuando se traslada la discusión a la capacidad de evaluación pública. Frente a restricciones presupuestales recurrentes, cargas de trabajo, expedientes cada vez más extensos, infraestructura digital desigual, acceso limitado a software especializado, desafíos de ciberseguridad y rotación de personal, cabe preguntar si las autoridades ambientales cuentan con herramientas y condiciones equivalentes para verificar la evidencia, reconstruir el razonamiento técnico y emitir resoluciones dentro de los plazos legales.

No se trata de atribuir la situación a una insuficiencia individual de las personas evaluadoras. Se trata de reconocer una condición institucional: la IAG puede aumentar con rapidez



la capacidad de los consultores para producir y reformular expedientes, sin que necesariamente crezcan al mismo ritmo las capacidades de la Autoridad para analizarlos, contrastarlos y darles seguimiento.

La carga de trabajo, el tiempo disponible por expediente, los recursos presupuestales, la infraestructura digital, el acceso a software especializado, la seguridad de la información, la calidad de bases de datos, la capacitación especializada y la continuidad de los equipos, se ven como obstáculos en una cuesta muy empinada para que la Autoridad responda ante la posibilidad de un alud de MIAs preparadas al vapor con un uso indiscriminado de la IAG por parte de determinados gestores.

La discusión adquiere relevancia con la Guía 2026 para la presentación y entrega de la MIA, que exige información georreferenciada, datos de obras principales, complementarias y temporales, consumos de agua y energía, emisiones, residuos, descargas, superficies, la justificación y caracterización de la región ecológica funcional para el proyecto, estudios específicos, memorias de cálculo, identificación y cuantificación de impactos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales, medidas y parámetros de verificación de eficacia. La exigencia es pertinente: una MIA debe estar sustentada en información analizada, mapas, planos, estudios y otros elementos técnicos, no sólo en afirmaciones narrativas.

En este punto vale la pena hacer un alto, sin olvidar el eje central de la presente contribución, y recordar que la MIA es la forma de presentación de una argumentación **fundada y motivada** de la factibilidad ambiental del proyecto, misma que construyó previamente el consultor. En otras palabras, es nuestro deber ético y profesional, ofrecer los elementos que permitirán a la SEMARNAT autorizar la MIA sin temor a cuestionamientos de terceros. Para ello, ofrecemos nuestra cédula profesional como garantía cuando declaramos bajo protesta de decir verdad que, utilizamos las mejores herramientas disponibles para sostener que el proyecto encuadra bajo la denominación de “Desarrollo Sustentable”, en los términos

de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Desafortunadamente, en un mercado de compleja regulación, encontramos a gestores que creen que su responsabilidad termina con construir una MIA conforme está planteada la Guía y que, después, ya “la SEMARNAT dictaminará”.

El expediente y la evaluación

Las MIAs han aumentado su extensión de una manera, prácticamente incontenible. No se pretende negar que existen razones legítimas para describir proyectos de mayor complejidad, disponibilidad de cartografía, anexos digitales, bases de datos, requerimientos sectoriales, estudios de biodiversidad, análisis de riesgo y modelos de simulación. Sin embargo, es posible encontrar MIAs con miles de páginas que omitieron, en la estimación de la magnitud de los impactos, el uso de herramientas digitales para definir superficies de influencia directa e indirecta del proyecto evaluado y, en su lugar, se simplificó la estimación de la magnitud y extensión de los impactos a una simple apreciación subjetiva, de “mucho”, “poco” o “nada”, para incluir un número insulso en las fórmulas de Conesa o Bojórquez.

En esta lógica, una EIA sólida puede expresarse mediante una cadena básica de trazabilidad:

Proyecto → presión → ruta de afectación
→ receptor → efecto → impacto →
medida → indicador de eficacia

El proyecto genera presiones: ocupación del territorio, demanda de recursos, emisiones, descargas, ruido, vibración, residuos, fragmentación, extracción o riesgo de accidentes. Éstas se desplazan o manifiestan por rutas físicas, ecológicas y sociales. Los receptores incluyen suelos, agua superficial y subterránea, aire, vegetación, fauna, hábitat, servicios ecosistémicos, comunidades, actividades productivas, infraestructura y áreas de conservación. Los efectos deben ser medibles, observables o razonablemente predecibles. Finalmente, las medidas deben estar vinculadas con los impactos que pretenden controlar y con indicadores que permitan demostrar si funcionan.



La IAG resulta de gran ayuda para estructurar este andamiaje que, después, el consultor debe validar y refinar con base en su experiencia. La oportunidad de la IAG está en hacer visible esta cadena y revisar sus rupturas. Puede detectar, por ejemplo, que una descarga declarada en la descripción del proyecto no aparece en la matriz de impactos; que una superficie de afectación no coincide con el polígono anexado; que una especie en categoría de riesgo no tiene medida asociada; o que un impacto identificado no cuenta con indicador de seguimiento. La herramienta no sustituye la interpretación, pero puede apoyar un control de coherencia que hoy depende en exceso de revisiones manuales bajo presión de tiempo.

El riesgo, a la inversa, es que la IAG se use para producir capítulos que repiten fórmulas plausibles, pero no verificables. Un texto generado con una instrucción breve puede describir medidas estándar de “rescate de flora y fauna”, “manejo adecuado de residuos” o “monitoreo de calidad ambiental” sin establecer una relación demostrable con la ubicación, el diseño, la temporalidad y los receptores concretos de un proyecto. Una MIA así puede parecer completa y, sin embargo, hacer más difícil la tarea de identificar lo que falta.

Del texto a la predicción

La inteligencia artificial generativa puede ser útil en la EIA cuando se combina con datos verificables, Sistemas de Información Geográfica, monitoreo y modelos predictivos. Esta afirmación requiere una precisión: los modelos de simulación ambiental no son, por el simple hecho de ser digitales, inteligencia artificial generativa.

AERMOD y CALPUFF para dispersión atmosférica; HEC-HMS, HEC-RAS y SWMM para hidrología, hidráulica y drenaje; WASP para calidad de agua; MODFLOW y DRASTIC para agua subterránea; InVEST y MaxEnt para servicios ecosistémicos y hábitat; así como RUSLE para erosión, son herramientas con objetivos, datos de entrada, hipótesis, parámetros, escalas y límites de validez propios. Su resultado no puede sustituirse por una respuesta de lenguaje natural ni por una tabla generada con una instrucción breve.

La utilidad de la IAG consiste en apoyar, sin reemplazar, el trabajo técnico alrededor de esos modelos: ordenar información de entrada, documentar supuestos, preparar matrices de escenarios, identificar inconsistencias entre resultados y la EIA, resumir salidas técnicas





para su comunicación, y relacionar los resultados con impactos, medidas e indicadores de seguimiento. La validación debe permanecer en quienes poseen competencia en la disciplina correspondiente.

DRASTIC permite ilustrar la distinción. Integrado con un SIG, puede clasificar la vulnerabilidad intrínseca de un acuífero conforme a profundidad al agua, recarga, medio acuífero, suelo, topografía, zona vadosa y conductividad hidráulica. Sirve para orientar decisiones de localización, ingeniería y monitoreo. No predice por sí solo concentración, trayectoria ni tiempo de llegada de una pluma contaminante; tales preguntas requieren un modelo conceptual hidrogeológico y, cuando sea pertinente, modelos de flujo y transporte. El valor de la herramienta no está en producir un mapa atractivo, sino en respaldar una decisión ambiental verificable.

La diferencia es decisiva: una MIA puede estar bien escrita y seguir siendo débil si no utiliza evidencia proporcional al impacto. La IAG puede hacer más clara la argumentación; no puede reemplazar la información de campo, los datos de entrada, los modelos de proceso, el análisis de incertidumbre ni el juicio profesional que sostienen una predicción ambiental.

Capacidad pública y confianza

El Plan Nacional de Inteligencia Artificial ofrece una referencia constructiva para esta discusión. Propone que la IA fortalezca las capacidades del Estado para analizar información, anticipar riesgos, tomar decisiones, mejorar servicios y responder a necesidades públicas. Reconoce que el Estado no debe ser un usuario pasivo de soluciones externas: requiere datos de calidad, estandarización, curaduría, acceso seguro, talento, software público, infraestructura estratégica y mecanismos de gobernanza.

Una aplicación inicial en SEMARNAT y autoridades estatales no exige un “dictaminador automático”. Puede comenzar con una arquitectura más modesta y útil: repositorios documentales y geoespaciales con control de versiones; OCR para documentos escaneados; búsqueda semántica que remita a páginas,

tablas y anexos de origen; listas de verificación conforme a guías sectoriales; motores de consistencia entre superficies, polígonos, obras, consumos, emisiones, descargas, impactos y medidas; y tableros que conecten autorización, condicionantes, informes de cumplimiento, monitoreo e inspección.

Un repositorio curado podría enlazar predicciones de una MIA con lo ocurrido posteriormente: concentraciones modeladas y monitoreo atmosférico; caudales e inundaciones observadas; evolución de calidad del agua; niveles piezométricos; eficacia de restauración; mortalidad de fauna; desempeño de medidas; y cumplimiento de condicionantes.

Esa memoria institucional permitiría que las futuras evaluaciones aprendan de las anteriores. La IA tendría entonces una base de evidencia más útil que el texto repetitivo de miles de expedientes y la discusión pasa a ser cómo construir un sistema capaz de aprender si las predicciones, medidas y decisiones fueron correctas.

La confidencialidad debe formar parte de la arquitectura; sin embargo, la protección de información legítimamente confidencial no justifica versiones públicas que oculten la ubicación, impactos, medidas, resultados de modelos o información ambiental necesaria para participación informada. El desafío es separar y proteger lo reservable, manteniendo pública la información ambiental sustantiva.

Una responsabilidad compartida

La consultoría que utilice IA tiene una obligación ética reforzada de informar a su cliente cómo usa estas herramientas, qué información se procesará, qué ambiente tecnológico se utilizará, qué tareas no serán delegadas, cómo se validarán los resultados y quién asumirá responsabilidad por el contenido final. Debe establecer que la IAG no sustituye muestreos, identificaciones taxonómicas, análisis de laboratorio, datos de campo, modelos de proceso, interpretación de especialistas ni la responsabilidad del responsable técnico. También debe incluir reglas de confidencialidad, minimización de datos, prohibición de cargar información sensible en





entornos no autorizados, trazabilidad de usos sustantivos y revisión de fuentes, cálculos, coordenadas y citas.

Los lineamientos del Boletín de la Academia Mexicana de Impacto Ambiental permiten usar IA como apoyo para redacción, organización o análisis, siempre que el control intelectual y la validación correspondan al autor; además, solicitan transparencia cuando el uso sea sustantivo. El mismo criterio puede trasladarse a la práctica de la EIA: la herramienta asiste; el profesional responde.

La responsabilidad también es institucional. El Estado debe evitar que la falta de herramientas, datos, tiempo o capacitación obligue a los evaluadores a enfrentar documentos automatizados sin medios equivalentes de verificación. La respuesta tiene que ver con desarrollar herramientas públicas, seguras y explicables; formar equipos interdisciplinarios; establecer protocolos de uso y auditoría; proteger información; conservar acceso público significativo; y asegurar que los sistemas apoyen, pero nunca reemplacen, la decisión ambiental motivada.

Conclusión

La pregunta “¿quién evalúa a quién?” no plantea una confrontación entre consultores y autoridades. Señala una condición básica de legitimidad del uso de la IAG en el contexto del PEIA, la capacidad aumentada de producir expedientes no debe superar la capacidad pública de verificarlos críticamente.

Las personas asociadas a la AMIA podrán utilizar IAG como herramienta de apoyo en la EIA y en la integración de MIAs, siempre que su uso fortalezca la prevención, la calidad técnica, la trazabilidad, la transparencia y la responsabilidad profesional.

La IAG no sustituye el trabajo de campo, los estudios especializados, los modelos ambientales, la participación social, el juicio técnico ni la responsabilidad de quien elabora y suscribe una MIA.

Por ello se proponen los siguiente **Principios de uso ético de la IAG:**

- 1. Prevención antes que rapidez:** La IAG deberá emplearse para comprender mejor el proyecto, identificar vacíos, comparar alternativas, anticipar impactos y definir medidas eficaces; nunca para generar una apariencia de completitud, justificar el ingreso de una MIA incompleta o trasladar información previsible a la etapa de Información Adicional.
- 2. Responsabilidad humana indelegable:** El promovente, el responsable técnico y los especialistas conservan plena responsabilidad por la veracidad, suficiencia, congruencia y fundamento de los estudios, conclusiones y recomendaciones. Ninguna salida de IAG constituye por sí misma evidencia técnica ni dictamen de factibilidad ambiental.
- 3. Transparencia proporcional:** El uso sustantivo de IAG deberá informarse al promovente y documentarse. La declaración debe señalar, al menos, finalidad, tipo de herramienta, categoría de información procesada, medidas de confidencialidad y persona que validó el resultado.
- 4. Verificación y trazabilidad:** Todo dato, cita, coordenada, interpretación normativa, resultado de modelo, mapa o afirmación técnica apoyada por IAG deberá contrastarse con su fuente primaria. Las referencias, datos y resultados incorporados en una MIA deben ser identificables, comprobables y reproducibles.
- 5. Prohibición de fabricar evidencia:** Está prohibido utilizar IAG para inventar, alterar o completar sin respaldo registros de campo, especies, fotografías, coordenadas, resultados de laboratorio, emisiones, descargas, modelaciones, memorias de cálculo, entrevistas, acuerdos comunitarios, citas bibliográficas o información normativa.
- 6. Competencia y revisión especializada:** La IAG complementa, pero no reemplaza, a especialistas en ecología, hidrología, hidrogeología, calidad del aire, riesgo, geotecnia, SIG, derecho ambiental, ciencias sociales e ingeniería y demás, involucrados en la EIA. Las decisiones de alto impacto



deben ser revisadas por profesionales competentes, con título y cédula profesional, conforme a la Ley Reglamentaria del Artículo 5° Constitucional.

- 7. Confidencialidad y protección de datos:** No deberán cargarse secretos industriales, datos personales, información sensible, diseños propietarios, credenciales o información de seguridad en plataformas no autorizadas. El uso de entornos externos requerirá autorización previa del promovente y controles de acceso, retención, seguridad y no entrenamiento de datos.
- 8. Transparencia ambiental:** La confidencialidad debe ser excepcional y justificada. No debe utilizarse para ocultar información ambiental sustantiva sobre ubicación, impactos, medidas, riesgos, resultados de modelación o programas de seguimiento.
- 9. IAG no equivale a modelación ambiental:** Las herramientas generativas no sustituyen modelos como AERMOD, HEC-RAS, MODFLOW, DRASTIC, SWMM, WASP, InVEST o MaxEnt, entre otros. Todo modelo debe contar con datos de entrada verificables, supuestos, metodología, resultados, incertidumbre y responsable técnico.
- 10. Mejora continua:** La IAG debe apoyar la comparación entre predicciones de la MIA y resultados de monitoreo, cumplimiento y restauración, para fortalecer futuras evaluaciones.

Estos principios son congruentes con el énfasis de la *International Association for Impact Assessment* en supervisión humana, transparencia, competencia y atención a limitaciones de IA, así como con los Principios de Chapultepec relativos a responsabilidad humana, explicabilidad, protección de datos y ampliación de derechos.

Fuentes consultadas:

Academia Mexicana de Impacto Ambiental, A. C. (2025, 22–24 de octubre). Consultores para consultores [Sesión de congreso]. 5° Congreso Nacional de Impacto Ambiental, Ciudad Universitaria, Ciudad de México.

Agencia de Transformación Digital y Telecomunicaciones. (2026, abril). Plan Nacional de Inteligencia Artificial. Gobierno de México.

Bingham, C., Bond, A., Dusík, J., Bellows, K., Cavanna, V., Hart, T., Howard, R., Lata, K., Magro, G., Medonos, S., Melazzama, R., Rasmusen, L., Sardo, L., Almasi, I., Joo, H., & Bloch, C. (2025). Principles for use of AI in IA (Special Publication Series No. 16). International Association for Impact Assessment.

Bond, A., & Dusík, J. (2025). Artificial intelligence in impact assessment: The state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*. <https://doi.org/10.1080/14615517.2025.2594274>

Jha-Thakur, U., & Jiricka-Pürner, A. (2025). Emerging role of artificial intelligence in the future of impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 43(4), 251–252. <https://doi.org/10.1080/14615517.2025.2540745>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2026a). ACUERDO por el que se dan a conocer las medidas de simplificación administrativa aplicadas, se expiden y modifican los formatos de los trámites a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental. *Diario Oficial de la Federación*, (077/2026), 82–125.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s. f.). Anexos de la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental. https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/IMPACTO/Guia_MIA_Anexos.zip

Declaración de uso de inteligencia artificial generativa. El autor del presente artículo utilizó herramientas de inteligencia artificial generativa únicamente como apoyo para organizar materiales, estructurar el borrador y revisar claridad de redacción. El planteamiento del problema, las opiniones, el análisis, las conclusiones y las recomendaciones fueron revisados, validados y asumidos bajo responsabilidad exclusiva del autor.





Síguenos en redes sociales



Conecta para recibir
nuestras últimas noticias
y actualizaciones

**ACADEMIA MEXICANA DE IMPACTO
AMBIENTAL, A.C.**

☎ (56) 1838-9419

☎ (55) 5688-1014

✉ membresia@amia.org.mx

🌐 www.amia.org.mx



en X @AMIAac_MX



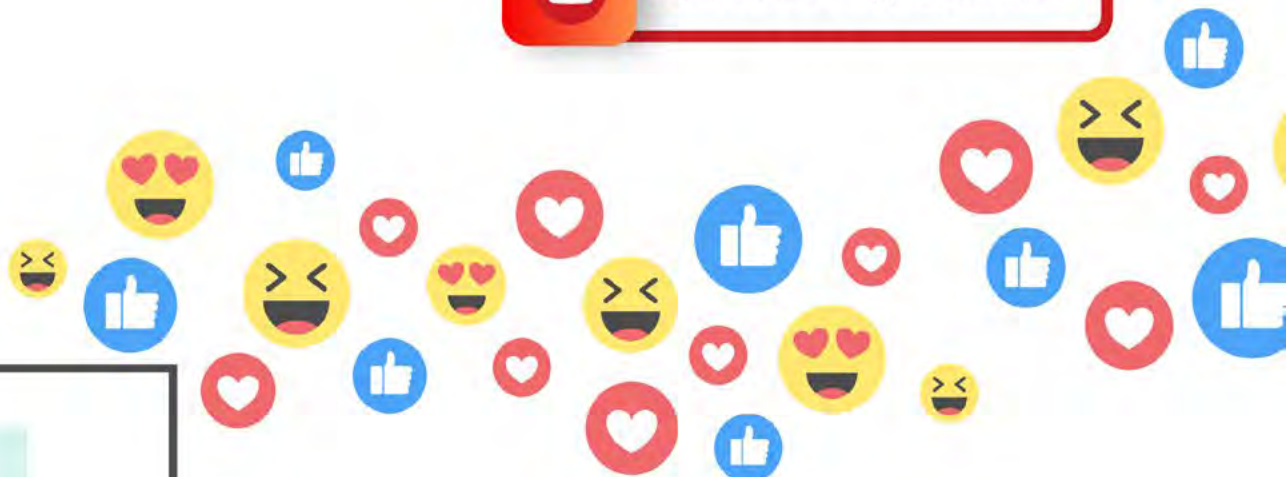
en LinkedIn @Academia Mexicana
de Impacto Ambiental A.C.



en Instagram @amiaac



en YouTube @amiaac



¡AFÍLIATE!

La **Academia Mexicana de Impacto Ambiental** (AMIA) asociación gremial sin fines de lucro:

¡Te invita a formar parte de este grupo multidisciplinario!

Disfruta éstos y otros **BENEFICIOS** con tu membresía AMIA:

CONTÁCTANOS



(56) 1838-9419



(55) 5688-1014



membresia@amia.org.mx

¡SÍGUENOS EN REDES SOCIALES!



Recepción quincenal del **AMIActualiza** con novedades del sector



Convocatorias de participación en el proceso de **Evaluación de Impacto Ambiental** que emite la SEMARNAT



Acceso a las grabaciones de **eventos virtuales** especiales



Acceso al **Repositorio AMIA**, con materiales exclusivos compartidos



Beneficios derivados por afiliación de la AMIA a la *International Association for Impact Assessment* (IAIA)



Oportunidad de participar en los diferentes **comités internos** de la AMIA



Incorporación en el chat exclusivo de **socios AMIA** donde existe constante retroalimentación



Recepción bimestral del **Boletín institucional** con colaboraciones de diferentes especialistas



Registro en nuestro directorio web de consultores y trámite de **credencial física o digital**



Cuota preferencial en inserción publicitaria sobre tus servicios como consultor



Capacitación profesional con hasta **30% de descuento** con la AMIA y/o instituciones con las que se suscriba convenio



Notificaciones de información de interés como capacitaciones, noticias, avisos, infografías, etc.