

Manual de mejores prácticas en sostenibilidad

PARA LA INDUSTRIA EÓLICA



Índice

I. Resumen ejecutivo	7
II. Introducción	3
III. Contexto de la industria de la energía eólica	6
IV. Marco <i>ESG</i> en la Industria Eólica	13
V. Análisis de la cadena de valor	24
VI. <i>Nearshoring</i> y sostenibilidad	34
VII. Resultados del Estudio Mejores Prácticas	38
VIII. Conclusiones y Recomendaciones Mejores Prácticas	60
IX. Glosario	86



I. Resumen Ejecutivo

I. Resumen Ejecutivo

La transición hacia sistemas energéticos sostenibles ha posicionado a la energía eólica como un pilar fundamental en la descarbonización global. En este contexto, la industria eólica enfrenta el desafío de alinear su crecimiento con criterios ambientales, sociales y de gobernanza (*ESG*), no solo para cumplir con regulaciones cada vez más exigentes, sino también para capitalizar oportunidades emergentes, como el *nearshoring*, que están reconfigurando las cadenas de suministro a nivel internacional. México, por su potencial en recursos renovables y su posición geográfica estratégica, se encuentra en un momento clave para fortalecer su sector eólico mediante la adopción de mejores prácticas internacionales y el desarrollo de un marco normativo que impulse la sostenibilidad a lo largo de toda la cadena de valor.

Este documento presenta los resultados de un estudio integral que analiza los aspectos *ESG* en la industria eólica mexicana, evaluando su contexto regulatorio, su alineación con estándares globales y las oportunidades derivadas de tendencias como el *nearshoring*. La metodología combinó un análisis exhaustivo de marcos internacionales con un diálogo estructurado con actores clave, incluyendo generadores, proveedores y asociados de la AMDEE (Asociación Mexicana de Energía Eólica). Mediante encuestas, entrevistas en profundidad y un taller de buenas prácticas, se identificaron los avances, retos y áreas de mejora en la implementación de estrategias *ESG*, así como el potencial del país para integrarse en cadenas de valor globales más sostenibles.

El estudio se estructura en tres ejes principales: primero, un diagnóstico del contexto mexicano frente a referentes internacionales en materia de sostenibilidad eólica; segundo, un análisis de la cadena de valor y su exposición a riesgos y oportunidades *ESG*; y tercero, recomendaciones para el desarrollo de prácticas *ESG* del sector, considerando capacidades locales y barreras regulatorias.

Como aporte final, este documento no solo sistematiza las mejores prácticas identificadas, sino que prioriza acciones y una serie de recomendaciones estratégicas dirigidas a impulsar la competitividad sostenible de la industria. Los resultados buscan contribuir a posicionar a la cadena de valor de la generación de energía eólica como un referente de los principios de justicia ambiental y equidad social.



II. Introducción

II. Introducción

La industria eólica se ha consolidado como un componente esencial en la transición global hacia sistemas energéticos bajos en carbono. Sin embargo, su crecimiento debe ir acompañado de un enfoque integral en sostenibilidad, que considere no solo los aspectos ambientales, sino también los sociales y de gobernanza (*ESG*). En México, el sector enfrenta desafíos y oportunidades únicas, desde la necesidad de alinearse con estándares internacionales hasta el potencial de aprovechar el *nearshoring* para fortalecer su cadena de valor. En este contexto, la AMDEE (Asociación Mexicana de Energía Eólica) requiere un marco estratégico que guíe a sus asociados hacia prácticas más sostenibles, identificando tanto las barreras como las oportunidades clave para el desarrollo del sector.

Objetivo

El presente estudio tiene como **objetivo principal** elaborar un manual de buenas prácticas en sostenibilidad para la industria eólica en México, con el fin de promover una cultura de sostenibilidad integral entre los actores del sector. Adicionalmente, busca ofrecer un análisis detallado de las oportunidades y barreras que enfrenta la industria, así como definir los temas estratégicos prioritarios para la AMDEE, con base en evidencia recopilada a través de un proceso riguroso de investigación y consulta con grupos de interés. Este manual servirá como una herramienta práctica para que empresas generadoras, proveedores y otros actores clave alineen sus operaciones con los más altos estándares *ESG*, contribuyendo así a la competitividad y sostenibilidad a largo plazo del sector eólico mexicano.

Alcance

El **alcance** de este trabajo abarca un análisis exhaustivo de la cadena de valor de la industria eólica, desde la fabricación de componentes hasta la operación y el desmantelamiento de parques, con especial énfasis en los impactos *ESG* asociados a cada etapa. Asimismo, explora el contexto regulatorio mexicano en comparación con marcos internacionales, las tendencias globales en sostenibilidad y el efecto del *nearshoring* en la dinamización del sector. El estudio se centra en los asociados de la AMDEE, pero sus conclusiones son extensibles a otros actores relevantes.

Metodología

El desarrollo de este estudio se sustentó en una metodología completa y estructurada que busca equilibrar el rigor analítico con resultados útiles en la práctica. Organizamos el trabajo en tres etapas, cada una con sus propios objetivos y herramientas de investigación. Este enfoque nos permitió abordar el tema desde múltiples perspectivas, asegurando que nuestras conclusiones fueran tanto académicamente sólidas como relevantes para su aplicación.

1. Análisis de contexto y benchmarking: Se realizó una revisión documental de estándares internacionales (como el *Wind Energy Protocol* de IRENA, las *Wind Industry ESG Reporting Guidelines* de GWEC y los principios de sostenibilidad de *WindEurope*), así como del escenario mexicano en materia eólica. Esto permitió identificar brechas y áreas de oportunidad en la adopción de prácticas *ESG*.

2. Diálogo con grupos de interés: Mediante encuestas y entrevistas a profundidad con actores clave de la industria —incluyendo generadores, proveedores y expertos en sostenibilidad— se recabó información sobre el nivel de adopción de criterios *ESG*, los principales retos operativos y las buenas prácticas ya implementadas en el sector.

3. Taller de validación y priorización: Un taller con participantes estratégicos permitió contrastar los hallazgos preliminares, discutir las barreras más relevantes y consensuar las acciones prioritarias para la AMDEE. Adicionalmente, se elaboró una matriz de materialidad para jerarquizar los temas *ESG* según su impacto y relevancia para la industria.

Nuestros hallazgos se presentan en este, el manual de buenas prácticas, y son una fotografía clara del panorama actual de sostenibilidad en el sector eólico mexicano. Esta información permitirá a la AMDEE promover iniciativas que favorezcan la incorporación de criterios *ESG* en toda la industria, ayudando a posicionar a México como un ejemplo a seguir en la región en materia de energía eólica sostenible.



III. Contexto de la industria de la energía eólica

- Panorama global
- Situación en México
- Tendencias y desafíos

III. Contexto de la industria de la energía eólica

Panorama global

En el panorama energético actual, la energía eólica emerge como una de las fuentes renovables más prometedoras, impulsada por una creciente necesidad de sustituir las fuentes convencionales por alternativas más limpias y sostenibles. El mercado global de energía eólica, valorado en 97,050 millones de dólares en 2024, se proyecta que crezca a una tasa anual compuesta del 4.9% entre 2025 y 2030. Esta expansión se debe en gran medida a la competitividad de costos que ha alcanzado la energía eólica, siendo más asequible hoy respecto a los combustibles fósiles.

Las políticas gubernamentales jugando un papel crucial en este crecimiento, ya que incentivos como créditos fiscales y tarifas de alimentación están fomentando inversiones significativas en el sector. Además, los avances tecnológicos han mejorado sustancialmente la eficiencia de las turbinas eólicas, reduciendo costos y aumentando su competitividad frente a los combustibles fósiles tradicionales. La urgente necesidad de abordar el cambio climático también impulsa la demanda de fuentes de energía limpia, convirtiendo a la energía eólica en una opción cada vez más atractiva.

Sin embargo, el mercado enfrenta desafíos importantes, como la integración a la red, donde la variabilidad de la energía eólica plantea retos técnicos para equilibrar oferta y demanda ya que la dependencia y la disponibilidad del viento puede causar fluctuaciones en la producción de energía. Además, los parques eólicos a menudo están ubicados en áreas remotas o en alta mar, lo que requiere la expansión y modernización de la infraestructura y de las redes de transmisión y distribución para transportar eficientemente la energía generada hasta los centros de consumo.

En cuanto a la segmentación, la energía eólica terrestre lidera el mercado con una participación del 75.52% en 2024, gracias a su bajo costo y facilidad de instalación en comparación con la energía eólica marina. China, en la región Asia-Pacífico, sigue dominando este segmento, seguida de Norteamérica. Por otro lado, países como México y Brasil en América Latina e India y Vietnam en región Asia-Pacífico emergen como mercados potenciales para la energía eólica marina, aunque enfrentan desafíos políticos desiguales que podrían influir en su crecimiento.

En términos de aplicaciones, el sector de servicios públicos es el más prominente, con una participación del 83.5% en 2024. Esto se debe a la instalación de grandes parques eólicos conectados a redes nacionales, que requieren gestión rigurosa y permisos múltiples. Las aplicaciones no relacionadas con servicios públicos, como las instalaciones comerciales y residenciales, representan una menor participación debido a limitaciones de terreno y viabilidad económica.

La energía eólica está en una posición única para liderar la transición energética global hacia fuentes más limpias y sostenibles, impulsado por políticas favorables, avances tecnológicos y una creciente conciencia ambiental. A medida que superemos los desafíos actuales, la energía eólica se consolidará como una de las principales fuentes de energía renovable del futuro.

Situación en México

La industria de la energía eólica en México ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, consolidándose como un pilar fundamental en la transición hacia una economía más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Con una capacidad instalada de 7,782 MW en 2024, que representa el 8.67% de la capacidad nacional, México se ha posicionado como el séptimo mayor productor de energía eólica a nivel mundial, con alrededor de 3,341 aerogeneradores en operación en 74 parques distribuidos en 15 estados. Este desarrollo se debe en gran medida a la riqueza de recursos eólicos en estados como Oaxaca, Yucatán y Tamaulipas, donde las velocidades de viento son óptimas para la generación de energía eléctrica mediante turbinas eólicas.

En el contexto de la sostenibilidad, la energía eólica ofrece una alternativa limpia y renovable que contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, alineándose con los objetivos nacionales de aumentar la participación de las fuentes de energía limpia en la matriz energética. La inversión en este sector ha sido notable, alcanzando más de \$13.4 millones de dólares estadounidenses hasta 2024, de acuerdo con El CEO, (2025) gracias a la reducción del costo nivelado de la energía eólica que se redujo un 64% entre 2009 - 2024, lo que ha impulsado la expansión de la capacidad instalada. Sin embargo, para asegurar un futuro más sostenible y energéticamente diversificado, es esencial fortalecer las políticas de transición energética, mejorar la eficiencia energética y fomentar la colaboración entre el gobierno y el sector privado.

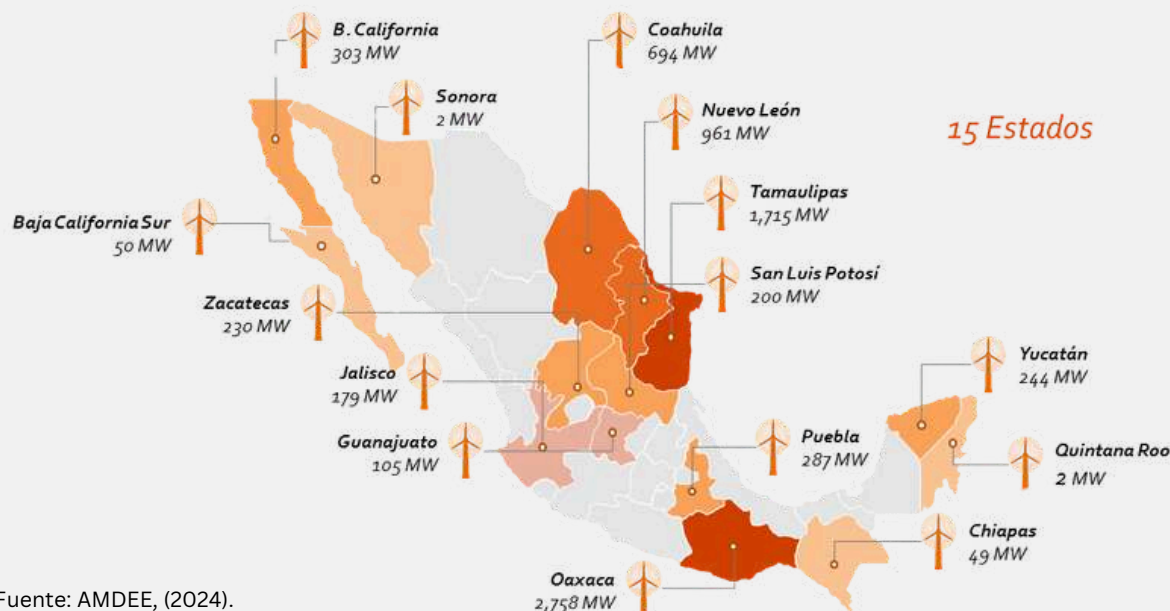
En este sentido, la industria de la energía eólica en México no solo representa una oportunidad para liderar en la generación de energía renovable en la región, sino también un paso crucial hacia la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible del país registrando un total de 9 millones de toneladas de CO₂ equivalente evitadas en 2023, lo que equivale a sacar de circulación a 2.2 millones de autos.

Sin embargo, para maximizar los beneficios de esta industria, es de suma importancia abordar la sostenibilidad en toda la cadena de valor. Esto implica no solo minimizar el impacto ambiental de los proyectos eólicos y garantizar la sostenibilidad económica del sector a largo plazo, asegurando que la inversión, la innovación y el desarrollo tecnológico contribuyan a la viabilidad financiera y la generación de empleos estables en las regiones donde se desarrollan los proyectos, sino también garantizar la inclusión de comunidades locales en el desarrollo de los mismos, promoviendo beneficios sociales y económicos compartidos dando pasos hacia la justicia social al promover la inclusión y participación de las comunidades locales en la toma de decisiones, distribución de beneficios y acceso a oportunidades laborales derivadas del crecimiento de este sector. Abordar la justicia social implica también garantizar que los beneficios lleguen de manera equitativa a diferentes regiones y poblaciones, respetando sus derechos e integrando sus necesidades y aspiraciones en el modelo de desarrollo sostenible de la industria.

La implementación de mejores prácticas en la cadena de valor, como el reciclaje de componentes eólicos puede fortalecer tanto la sostenibilidad económica y ambiental, y la promoción de la participación local en la producción y mantenimiento fomenta la justicia social, generando un círculo virtuoso de prosperidad y equidad en el país, avanzando el camino de la transición energética justa que busca transformar gradualmente el sistema energético basado en combustibles fósiles hacia uno descarbonizado, alineado con la emergencia climática, combinando la reducción de emisiones con la atención a desigualdades sociales, respetando los derechos humanos, promoviendo la igualdad de género, y ofreciendo protección social, acceso a empleo digno y educación.

De esta manera, la energía eólica en México se convierte no solo en un motor para la mitigación del cambio climático, sino también en una oportunidad para construir un futuro donde el crecimiento económico y la equidad social avancen de la mano tomando en consideración el contexto entre las regiones sur, centro y norte de la energía eólica, presentando cada una sus propios retos y oportunidades.

La energía eólica en México



Fuente: AMDEE, (2024).

Región Norte

- Baja California
- Baja California Sur
- Chihuahua
- Coahuila
- Durango
- Nayarit

Región Centro

- Nuevo León
- Sinaloa
- Sonora
- Tamaulipas
- Zacatecas
- Aguascalientes
- San Luis Potosí

Región Sur

- Ciudad de México (CDMX)
- Estado de México
- Guanajuato
- Hidalgo
- Jalisco
- Michoacán
- Morelos
- Puebla
- Querétaro
- Tlaxcala
- Colima

Región Sur

- Campeche
- Chiapas
- Guerrero
- Oaxaca
- Quintana Roo
- Tabasco

- Veracruz
- Yucatán

Región Sur

La región sur, especialmente el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca, es conocida por tener uno de los mayores potenciales eólicos del mundo. En 2019 Oaxaca se consolidó como líder en generación de energía eólica, de acuerdo con el Gobierno del Estado de Oaxaca la zona cuenta con uno de los parques eólicos más grandes en América Latina con capacidad para generar 396 megavatios. Este proyecto avalado por consulta a los pueblos indígenas, incrementó la competitividad y el desarrollo sostenible del Estado con la instalación de 132 aerogeneradores sobre una superficie de 4,500 hectáreas. Con la entrada en operaciones de este parque eólico, sumaron un total de 28, generando 2,756 MW a través de sus mil 583 aerogeneradores en 2019, evitando la emisión de aproximadamente 567,000 toneladas de dióxido de carbono (CO2) a la atmósfera anualmente.

Aunque el potencial es alto, existen desafíos sociales y ambientales relacionados con la implantación territorial de estos proyectos. Además, la región enfrenta limitaciones en infraestructura.

Región Centro

La región centro posee zonas con potencial eólico, sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con la integración de la energía renovable en la red eléctrica existente y la necesidad de políticas que fomenten su desarrollo.

La energía eólica en la región centro de México actualmente está en una etapa de desarrollo y crecimiento, pero aún no es la principal fuente de energía como en otras regiones. A pesar de ello, hay un interés creciente en la energía eólica debido a su potencial para reducir las emisiones de carbono y diversificar la matriz energética.

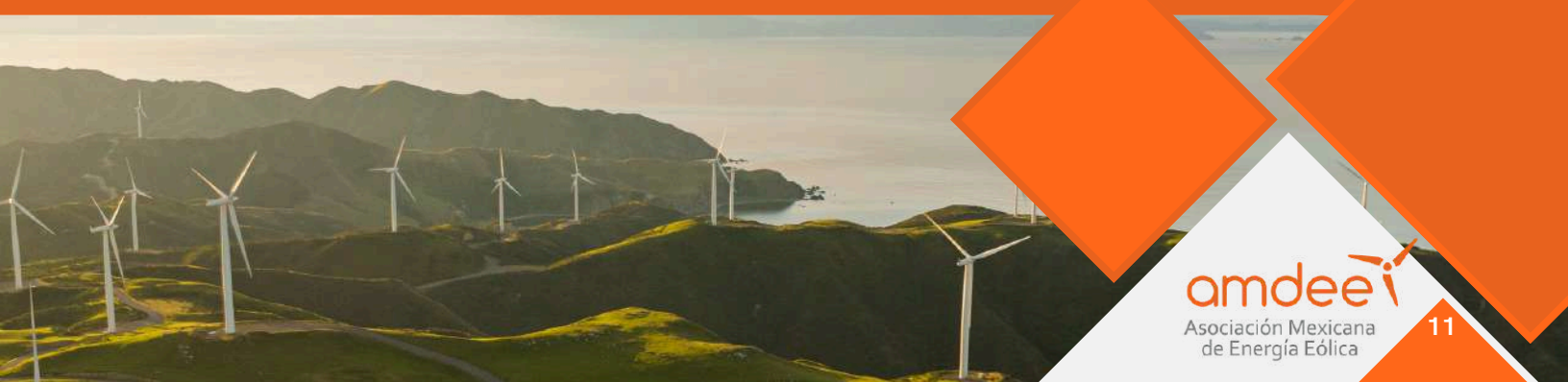
Región Norte

La región norte, especialmente Baja California y Baja California Sur, tiene un potencial eólico significativo, de acuerdo con un análisis de México *Energy*, el Estado podría producir 3,495 MW de energía eólica con grandes inversiones en infraestructura para poder aprovechar los recursos naturales del Estado.

Por otro lado, en marzo de 2024, *Sempra Infrastructure* inició la tercera fase del parque eólico Cimarrón en Baja California con una capacidad total planeada de 320 MW. La energía que producirá Cimarrón equivale al consumo anual de más de 84,000 hogares y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes a 210,000 toneladas métricas de dióxido de carbono (CO₂e) al año. Se espera que la construcción de este nuevo parque genere más de 2,000 empleos directos e indirectos y cuente con una inversión adicional en la comunidad, como parte del compromiso de inversión social y de sustentabilidad de *Sempra Infrastructure*.

Además el Plan Sonora anunciado por el gobierno mexicano incluye inversiones significativas tanto en parques solares como eólicos, con una meta ambiciosa para alcanzar el 35% de energía limpia para finales de 2024. Tamaulipas se encuentra como una zona de interés para futuros proyectos eólicos y Sonora se menciona como una zona con potencial eólico significativo.

La región norte enfrenta desafíos relacionados con la conectividad a la red eléctrica y la necesidad de inversión en infraestructura para aprovechar plenamente su potencial eólico.



Tendencias y desafíos

Tendencias

La energía eólica sigue siendo una de las principales fuentes de energía renovable en el mundo, impulsando la transición hacia un futuro más sostenible. A nivel global, la capacidad instalada de energía eólica sigue creciendo a pasos agigantados.

De acuerdo con las Administración Nacional de Energía de China, en 2024 este país expandió su capacidad eólica en unos 80 MW, también más que el año anterior (76 GW). Con esto, la capacidad instalada total de energía eólica queda 521 GW, un 15% por encima del objetivo de 1.200 GW fijado para 2030. Este avance refleja el compromiso global con la expansión de las energías renovables.

Aunque los países en desarrollo enfrentan desafíos financieros, se están impulsando iniciativas internacionales para cerrar esta brecha. Banco Mundial estima que en países en desarrollo las naciones deben multiplicar por siete sus inversiones en energías renovables para cumplir con los objetivos climáticos y señala que se requieren inversiones anuales entre 1 y 2 billones de dólares hasta 2030, con un aumento sustancial respecto a los niveles actuales.

Desafíos

En México, uno de los grandes obstáculos es la falta de infraestructura e inversión en líneas de transmisión. Sin estas redes, es difícil llevar la energía generada por los parques eólicos a las empresas y hogares que la necesitan transportar. La infraestructura en vías de transporte de elementos para la construcción de parques eólicos con torres de mayor tamaño por ende mayor capacidad. Esto plantea un reto significativo para garantizar la viabilidad del sector.

La capacidad eólica instalada en México se redujo un 39% en 2023 respecto a los 158 MW en 2022. Este descenso pone en riesgo las metas establecidas por la Ley de Transición Energética y plantea preguntas sobre el futuro del sector en el país.

Por otro lado los retos técnicos y científicos para optimizar la captura de energía eólica requiere entender mejor los fenómenos meteorológicos y atmosféricos. Estos desafíos científicos son clave para desarrollar tecnologías más eficientes y adaptadas a diferentes entornos.

La colaboración público-privada es fundamental para diseñar mecanismos que fomenten la cooperación entre gobiernos y empresas privadas, lo cual es esencial para desbloquear el potencial del viento.

IV. Marco *ESG* en la Industria Eólica

- Estándares internacionales
- Regulación mexicana
- Mejores prácticas

IV. Marco *ESG* en la Industria Eólica

El desarrollo sostenible de la industria eólica requiere una colaboración efectiva entre organismos reguladores, instituciones especializadas y empresas con prácticas avanzadas. Esta sección explora los actores clave que dan forma al panorama de sostenibilidad del sector, tanto en México como internacionalmente, proporcionando una referencia para implementar mejores prácticas.

A escala global, se estudia la influencia de organizaciones internacionales como el *Global Wind Energy Council (GWEC)*, que establece lineamientos sectoriales; y los Principios de Sostenibilidad de la Cadena de Suministro de *WindEurope*, pionero en estándares de sostenibilidad para la industria eólica. Estas entidades representan fuentes autorizadas de conocimiento y normativas que orientan el desarrollo responsable del sector.

Esta sección presenta una visión general de los principales estándares internacionales y regulaciones mexicanas que configuran el desarrollo responsable de la industria eólica. Desde los ampliamente adoptados *GRI Standards* para reportes de sostenibilidad hasta las normativas técnicas específicas como la IEC 61400, estos marcos proporcionan directrices fundamentales para la integración de criterios ambientales, sociales y de gobernanza. En el contexto nacional, la Ley de Transición Energética y otros instrumentos regulatorios establecen las bases para un desarrollo sectorial que equilibra el crecimiento económico con el compromiso medioambiental. Este panorama normativo constituye la columna vertebral para la implementación efectiva de mejores prácticas sostenibles en la industria eólica mexicana.

Estándares e instrumentos internacionales



Wind Industry ESG Reporting Guidelines (GWEC)

Las **Wind Industry ESG Reporting Guidelines** de la *Global Wind Energy Council* (GWEC) son directrices diseñadas para ayudar a las empresas del sector eólico a informar sobre sus criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG). Estas guías facilitan la transparencia y la comparabilidad en la presentación de información ESG, lo que es crucial para atraer inversores y cumplir con las expectativas de sostenibilidad.



WindEurope Industry Principles for Supply Chain Sustainability

Los **Principios de Sostenibilidad de la Cadena de Suministro** de *WindEurope* son un conjunto de directrices que promueven prácticas sostenibles en toda la cadena de suministro del sector eólico europeo. Estos principios abarcan aspectos como el respeto a los derechos humanos, el cumplimiento de normas laborales, la protección del medio ambiente y la lucha contra la corrupción. Su objetivo es garantizar que los componentes y servicios utilizados en la industria eólica sean producidos de manera responsable.



International Renewable Energy Agency (IRENA)

IRENA adopta un enfoque integral que articula el desarrollo energético con objetivos socioeconómicos. Sus directrices promueven modelos de crecimiento económico vinculados a la creación de empleo y el acceso energético en comunidades marginadas. El organismo hace especial énfasis en la cooperación internacional como mecanismo para transferir conocimiento técnico y evitar duplicidades, al tiempo que fomenta la adaptación de políticas renovables a contextos locales considerando variables ambientales y de seguridad energética.



American Wind Energy Association (AWEA)

La AWEA centra sus recomendaciones en aspectos técnicos y operativos, estableciendo estándares de ingeniería para garantizar la integridad estructural de los proyectos a lo largo de su ciclo de vida. Sus lineamientos enfatizan la importancia de procesos de permisos consistentes y basados en evidencia técnica, así como la implementación de protocolos rigurosos para la gestión de riesgos ambientales y operativos.



World Wind Energy Association (WWEA)

La WWEA propone un modelo de evaluación integral que considere las dimensiones ambientales, sociales y económicas de cada proyecto de forma contextualizada. Se estructura en cinco ejes fundamentales: la evaluación integral ESG de cada proyecto; la gestión ambiental que optimiza resultados mediante evaluaciones de impacto, sistemas de gestión y estrategias de mitigación; la gestión social y consulta que involucra activamente a comunidades y grupos de interés desde etapas tempranas para promover la aceptación social; el marco institucional y económico que identifica adecuadamente costos, beneficios y mecanismos para su distribución equitativa; y finalmente, el compromiso sectorial con la sostenibilidad que fomenta entre los miembros la adhesión al desarrollo sostenible y la mejora continua de prácticas en toda la industria.



Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD)

La **Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD)** es un grupo de trabajo establecido por el *Financial Stability Board (FSB)* para desarrollar un marco voluntario que ayude a las empresas a informar sobre los riesgos y oportunidades relacionados con el clima. Las recomendaciones del TCFD se centran en cuatro áreas principales: gobernanza, estrategia, gestión de riesgos y oportunidades, y métricas y objetivos. Estas directrices son relevantes para el sector eólico, ya que ayudan a las empresas a evaluar y comunicar su exposición a los riesgos climáticos.



GRI Standards

Los **GRI Standards** (*Global Reporting Initiative*) son un marco ampliamente utilizado para la presentación de informes de sostenibilidad. Estos estándares proporcionan una estructura para que las organizaciones informen sobre su desempeño económico, ambiental y social de manera transparente y comparable. Los *GRI Standards* son aplicables a todas las industrias, incluyendo el sector eólico, y ayudan a las empresas a comunicar su compromiso con la sostenibilidad.



ISO 14001

Esta norma internacional establece los requisitos para un sistema de gestión ambiental (SGA) que permite a las organizaciones identificar y controlar los impactos ambientales de sus actividades, productos o servicios. Es relevante para el sector eólico, ya que ayuda a las empresas a minimizar su huella ambiental y cumplir con las regulaciones ambientales.



ISO 50001

Esta norma se centra en la gestión de la energía y proporciona un marco para que las organizaciones mejoren su eficiencia energética, reduzcan el consumo de energía y mitiguen el cambio climático. En el sector eólico, la ISO 50001 puede ayudar a optimizar el uso de la energía en las operaciones y reducir costos.



IEC 61400

Esta norma de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) es un estándar ampliamente reconocido para las turbinas eólicas. La IEC 61400-1 se centra en los requisitos de diseño para garantizar la seguridad de los aerogeneradores, mientras que la IEC 61400-3 se enfoca en las turbinas eólicas marinas.

Tabla comparativa de enfoques *ESG*

Tabla 1. Enfoque *ESG* de las empresas analizadas identificando prioridades ambientales, sociales y de gobernanza.

Empresa	Ambiente	Sociedad	Gobernanza
<i>GWEC</i>	Descarbonización, eliminación de subsidios fósiles, protección ambiental	Acceso a energía renovable para consumidores	Regulación adecuada, estabilidad de proyectos, transparencia
<i>IRENA</i>	Protección ambiental, uso sostenible de recursos	Inclusión social, reducción de pobreza, acceso a energía	Colaboración internacional, difusión de buenas prácticas
<i>WindEurope</i>	Descarbonización de la cadena de suministro, economía circular	Apoyo y capacitación a proveedores, relaciones sólidas	Transparencia <i>ESG</i> , evaluación y mejora continua
<i>AWEA</i>	Seguridad y gestión de riesgos ambientales	Seguridad laboral, calidad de vida	Estándares de cumplimiento, procesos de permisos claros
<i>WWEA</i>	Evaluación y gestión de impactos, sistemas ambientales	Consulta y aceptación social, distribución de beneficios	Marco institucional, compromiso con la sostenibilidad

Fuente: Elaboración propia con información pública, (2025)

En México, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece las bases para la regulación del sector energético, en sus artículos 25, 27, y 28. La industria de la energía eólica se regula principalmente por la Ley de Transición Energética (LTE), la Norma NMX-J-673-25-1-ANCE-2021, y la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Ley de Transición Energética (LTE)

- Define las obligaciones para reducir emisiones contaminantes y aprovechar la energía de manera sostenible
- Establece un Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE)
- Crea la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
- Define a las energías renovables, entre ellas la eólica.

Ley del Sector Eléctrico (Reforma 2025)

- Publicada el 18 de marzo de 2025, esta ley abroga la Ley de la Industria Eléctrica anterior y regula el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) con un enfoque en confiabilidad, seguridad y sostenibilidad. Establece que la Comisión Nacional de Energía (CNE) gestionará permisos para generación, almacenamiento y comercialización, diferenciando permisos según capacidad instalada, y regula la generación distribuida, autoconsumo y generación centralizada. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) debe generar al menos el 54% de la electricidad inyectada a la red nacional, mientras que el sector privado puede generar el resto.

Norma NMX-J-673-25-1-ANCE-2021

- Norma técnica que regula aspectos específicos de la generación eólica, incluyendo supervisión y control de plantas, aunque detalles específicos no se encuentran en los resultados, se integra dentro del marco regulatorio para asegurar prácticas sostenibles.

Comisión Nacional de Energía (CNE)

- A partir de marzo de 2025 la nueva Comisión Nacional de Energía (CNE) asume la responsabilidad de supervisión y regulación del sector, alineada con la política pública de la Secretaría de Energía, competencia anterior de la Comisión Reguladora de Energía (CRE). Entre sus funciones se encuentra la de supervisar y regular la producción y operación del sector energético.

La legislación mexicana actual en materia eólica está alineada con un marco constitucional y legal que promueve la sostenibilidad, la eficiencia energética y la reducción de emisiones contaminantes, con reformas recientes que fortalecen la regulación, la participación estatal y privada, y establecen metas claras para la transición hacia una matriz energética más limpia y sostenible.

Prácticas y obligaciones en sostenibilidad

- La legislación establece obligaciones claras para los participantes del sector eléctrico en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes, eficiencia en el uso de energía y aprovechamiento de fuentes renovables, con énfasis en energías limpias, entre ellas la eólica.
- El marco legal promueve la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables para contribuir al desarrollo sostenible y la mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), alineándose con metas nacionales para 2030 y 2050.
- La reforma energética de 2025 fortalece la rectoría del Estado, prioriza la seguridad del suministro y la sostenibilidad, y establece mecanismos para la vigilancia y sanción en caso de incumplimiento, incluyendo la transparencia en la información y la lucha contra prácticas ilegales en el sector.

Contexto reciente y proyecciones

- México proyecta que para 2030, entre el 32% y 45% de su capacidad de generación eléctrica provenga de fuentes limpias, incluyendo la eólica, como parte de su transición energética.*
- Se planean 51 proyectos para aumentar la capacidad de generación en 22,674 MW entre 2025 y 2030, con un incremento significativo en energía limpia para alcanzar una capacidad instalada total de 176,516 MW.**

*Energía a Debate. (s.f.). Energía eólica y la transición energética en México. Energía a Debate. <https://energiaadebate.com/diario/energia-eolica-y-la-transicion-energetica-en-mexico/>

**Basham. (2025). Reforma energética 2025. <https://basham.com.mx/reforma-energetica-2025/>

Nuevo marco normativo energético e implicaciones para el marco ESG en la industria de energía eólica

El 18 de marzo de 2025 se publicó en el Diario Oficial de la Federación un conjunto integral de ocho leyes que redefinen el panorama energético mexicano. Esta reforma legislativa establece un nuevo paradigma que integra principios de sostenibilidad, equidad social y justicia energética como ejes centrales de la política energética nacional.

Al cierre de esta edición, fueron publicadas la Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad; la Ley de la Empresa Pública del Estado, Petróleos Mexicanos; la Ley del Sector Eléctrico; la Ley del Sector Hidrocarburos; la Ley de Planeación y Transición Energética; la Ley de Biocombustibles; la Ley de Geotermia y, la Ley de la Comisión Nacional de Energía.

La nueva estructura prioriza la cobertura universal y la **justicia energética**, garantizando que CFE mantenga al menos el 54% de la energía eléctrica inyectada al Sistema Eléctrico Nacional. Además, las empresas públicas deberán desarrollar planes específicos de sostenibilidad con objetivos de reducción de emisiones y transición hacia energías limpias.*

La incorporación del concepto de **"justicia energética"** en el marco legal mexicano representa un avance significativo para la dimensión social de los criterios ESG. La Ley del Sector Eléctrico define la justicia energética como la reducción de la pobreza energética, atención a desigualdades sociales y de género, e impulso del desarrollo regional mediante acceso confiable, asequible y limpio a la energía.**



*Chevez-Ruiz-Zamarripa (2025) Flash informativo: legal administrativo. Publicación Reformas Sector Energético.
https://www.chevez.com/upload/files/FlashLA_2025-2.pdf

**Orocio-Alcántara (2025). Justicia Energética, ¿Qué Significa y Por Qué Es Importante?
Ibero. <https://ibero.mx/prensa/opinion-justicia-energetica-que-significa-y-por-que-es-importante>

La aplicación del principio de justicia energética transformará la cadena de valor eólica en México. En el desarrollo de proyectos, ahora es obligatorio demostrar cómo se contribuye a la reducción de la pobreza energética local. En la construcción e instalación, se debe garantizar la participación de mano de obra local y el respeto a los derechos laborales. Durante la operación y mantenimiento, los proyectos deben generar beneficios continuos para las comunidades donde operan los parques eólicos.*

La Ley de Planeación y Transición Energética establece metas ambiciosas para alcanzar un 45% de energía limpia para 2030. Esta meta implicaría la instalación de 46 GW de energía solar y eólica, lo que representa un aumento significativo desde el 22% actual. Para cumplir este objetivo, se requiere la instalación de 46 GW de nueva capacidad solar y eólica, incluyendo 10 GW específicamente de energía eólica.**

La nueva legislación establece cuatro instrumentos de planificación obligatorios que integran criterios de sostenibilidad***:

- Estrategia Nacional de Transición Energética (ENTE): Define las políticas de largo plazo para la transición hacia energías limpias, incluyendo metas específicas para energía eólica.
- Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico (PLADESE): Establece la planificación vinculante para el desarrollo de infraestructura eólica, garantizando que los proyectos contribuyan a la justicia energética.
- Plan para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PLATEASE): Integra criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica en el desarrollo de proyectos eólicos.
- Sistema Nacional de Información Energética: Proporciona transparencia sobre el desempeño sostenible de los proyectos eólicos, incluyendo sus impactos ambientales y sociales.

*Presidencia de la República. (2025, 18 de marzo). Decreto por el que se expiden la Ley de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad; la Ley de la Empresa Pública del Estado, Petróleos Mexicanos; la Ley del Sector Eléctrico; la Ley del Sector Hidrocarburos; la Ley de Planeación y Transición Energética; la Ley de Biocombustibles; la Ley de Geotermia y, la Ley de la Comisión Nacional de Energía; se reforman diversas disposiciones de la Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo y, se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5752329&fecha=18/03/2025#gsc.tab=0

**Suarez, W. (2025). Las renovables, el camino hacia la seguridad energética en México

Ember: <https://ember-energy.org/es/analisis/las-renovables-el-camino-hacia-la-seguridad-energetica-en-mexico/>

*** Garrigues (2025). México apuesta por un nuevo modelo de planeación energética con un enfoque social y climático.

Mejores prácticas

Al examinar los diversos marcos propuestos por los organismos internacionales, se evidencian patrones complementarios que conforman un ecosistema integral de mejores prácticas. Mientras que el *GWEC* y la *AWEA* priorizan la estabilidad regulatoria y los aspectos técnico-operativos, organizaciones como *IRENA* y la *WWEA* amplían el enfoque hacia dimensiones socioeconómicas. Por su parte, *WindEurope* destaca por su abordaje sistémico de la cadena de suministro y la economía circular ofreciendo un enfoque integral y coordinado desde el diseño, producción, uso y reciclaje de componentes, para minimizar residuos y maximizar la reutilización de materiales.

Dimensión Ambiental

Los estándares convergen en la necesidad de:

- Implementar evaluaciones de impacto ambiental rigurosas.
- Desarrollar modelos de economía circular.
- Establecer protocolos para la gestión de riesgos ambientales.

Dimensión Social

En el ámbito social, los estándares enfatizan:

- La creación de empleo local y acceso energético en comunidades marginadas.
- Procesos de consulta comunitaria significativos.
- Mecanismos equitativos para la distribución de beneficios.
- Programas de capacitación para desarrollar capacidades locales.

Dimensión de Gobernanza

Los organismos coinciden en la importancia de:

- Marcos regulatorios estables que proporcionen certidumbre a largo plazo.
- Transparencia en reportar de manera sistemática temas de sostenibilidad.
- Procesos de permisos consistentes y basados en evidencia técnica.
- Cooperación internacional para transferencia de conocimiento.



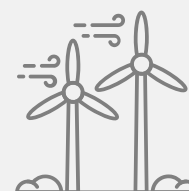
V. Análisis de la Cadena de Valor

- Mapeo de actores
- Impactos *ESG*
- Oportunidades de mejora

V. Análisis de la Cadena de Valor

Mapeo de actores

Para el presente análisis en la cadena de valor de las empresas que participan en la industria de la energía eólica en México, se contó con la participación de tres grupos de organizaciones que actualmente tienen presencia en México y son parte de los miembros asociados de la AMDEE.



**Desarrolladores
de proyectos
eólicos**

**Proveedores
de servicios**

**Fabricantes
de equipos**



Impactos ESG del sector eólico en México

Como parte de la investigación documental para la identificación de las mejores prácticas, se identificaron algunos de los impactos que generan las actividades de los desarrolladores de proyectos eólicos, proveedores y fabricantes en los ámbitos ambiental, social y de gobernanza. La Tabla 1 presenta una síntesis de los impactos identificados, tanto positivos como negativos, así como recomendaciones para su atención y mitigación.

Tabla 1. Identificación de impactos positivos y negativos en lo ambiental, social y gobernanza y sus mecanismos de atención.

Impactos positivos	Tipo	Mecanismos de atención recomendados
Reducción significativa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).	Ambiental	Continuar con el seguimiento y reporte de huella de carbono.
Producción de energía 100% renovable y limpia.	Ambiental	Asegurar a través de certificaciones y auditorías ambientales que no exista contaminación por la generación de energía.
Contribución a la mitigación del cambio climático.	Ambiental	Establecer políticas corporativas de acción climática; mantener planes de reducción de emisiones; integración de la cadena de valor.
Generación de empleo y desarrollo económico local, especialmente en comunidades vulnerables.	Social	Fomentar la contratación local e indígena; desplegar programas de desarrollo y evaluación de proveedores; brindar apoyo social comunitario.
Implementación de políticas ESG y cláusulas en contratos para asegurar prácticas responsables en la cadena de valor.	Gobernanza	Inclusión de cláusulas ESG en contratos; firma de cartas compromiso para ser más sostenibles.
Evaluaciones y monitoreo continuo de proveedores para asegurar cumplimiento ESG.	Gobernanza	Auditorías, visitas in situ, seguimiento de planos de acción y reconocimiento público.
Programas de desarrollo de proveedores	Social	Otorgar incentivos, capacitaciones y reconocimientos a proveedores que desarrollen capacidades y competencias ESG.
Medidas para minimizar impactos a la fauna	Ambiental	Uso de sensores y tecnología para detección de fauna; apagado preventivo de turbinas; altavoces ultrasónicos para desviar murciélagos.
Planificación ambiental para evitar emplazamientos sensibles.	Gobernanza	Elaboración de planos eólicos con áreas de exclusión vinculantes; Evaluación Ambiental Estratégica independiente y pública.
Impactos negativos	Tipo	Mecanismos de atención recomendados
Daños a flora y fauna nativa por cambio de uso de suelo	Ambiental	Planificación estratégica de ubicación; recuperación y restauración ecológica; monitoreo ambiental post-operacional.
Muerte y colisión de aves y murciélagos con las aspas de turbinas.	Ambiental	Estudios de impacto ambiental; implementación de tecnología para detección y mitigación; informes públicos de mortalidad; detención temporal de las turbinas si es necesario.
Contaminación acústica (ruido) que afecta a comunidades locales.	Ambiental	Diseño y ubicación estratégica de parques; barreras acústicas; atención y monitoreo de los decibeles permitidos; monitoreo y atención a quejas comunitarias.
Contaminación visual y alteraciones del paisaje natural.	Ambiental	Planificación territorial; comunicación y diálogo con comunidades; diseño estético y minimización de impacto visual.
Barreras para rutas migratorias y desplazamiento de fauna.	Ambiental	Estudios previos de rutas migratorias; áreas de exclusión; medidas compensatorias y restauración de hábitats.
Incremento de temperatura a nivel local por grandes parques eólicos.	Ambiental	Monitoreo ambiental; evaluación continua de impactos climáticos locales.
Emisiones de CO2 asociadas a la fabricación y construcción de aerogeneradores.	Ambiental	Optimización de procesos industriales; uso de materiales sostenibles; compensación de emisiones.
Ocupación de grandes extensiones de terreno para instalación.	Social	Uso compartido del suelo (agricultura y ganadería); planificación para minimizar el impacto territorial.

Principales barreras en la industria

La energía eólica se ha consolidado como una de las fuentes renovables con mayor potencial para contribuir a la transición energética mundial. Sin embargo, a pesar de sus evidentes beneficios ambientales y su creciente competitividad económica, la industria eólica enfrenta múltiples desafíos que limitan su desarrollo y expansión. Estos obstáculos se manifiestan en diversas dimensiones, desde el marco regulatorio hasta la aceptación social, y varían en intensidad y características según el contexto geográfico y político.

Aspectos regulatorios

En el ámbito global, uno de los principales impedimentos para el crecimiento sostenido de la energía eólica es la falta de políticas energéticas claras, coherentes y estables. Muchos países carecen de un marco regulatorio robusto que incentive la inversión en energías renovables y que garantice la continuidad de proyectos a largo plazo. Esta incertidumbre normativa genera desconfianza en los inversionistas y ralentiza la implementación de nuevas instalaciones eólicas. Además, en numerosos casos, los modelos energéticos tradicionales basados en combustibles fósiles siguen recibiendo subsidios significativos, lo que distorsiona el mercado y dificulta la competencia justa para las energías limpias.

En México, estas barreras regulatorias adquieren características particulares. Aunque el país ha avanzado en la creación de un marco legal para promover las energías renovables, persisten obstáculos jurídicos y políticos que limitan su pleno desarrollo. La legislación vigente tiende a favorecer la participación del capital privado en la generación eléctrica, pero al mismo tiempo reduce el papel del Estado en la garantía del servicio eléctrico nacional. Esta dinámica, sumada a la dependencia del financiamiento externo para proyectos eólicos, condiciona las políticas energéticas y puede afectar la soberanía energética. Asimismo, la orientación hacia la exportación de energía eólica, impulsada por intereses privados, plantea interrogantes sobre la prioridad que se otorga a las necesidades energéticas internas frente a los beneficios económicos externos.

Barreras técnicas

Desde el punto de vista técnico, la energía eólica enfrenta desafíos relacionados principalmente con su naturaleza variable de viento, lo que genera incertidumbre en la producción eléctrica, lo que requiere sofisticados sistemas de gestión y almacenamiento para garantizar la estabilidad del suministro.

A nivel global, existe además una carencia de personal altamente capacitado para diseñar, instalar y mantener los parques eólicos, lo que limita la velocidad y calidad de los proyectos. En México, esta problemática se agrava debido a la dependencia tecnológica que el país mantiene con respecto a proveedores internacionales. La mayoría de los aerogeneradores y tecnologías asociadas se fabrican en países desarrollados, lo que implica no solo costos elevados por licencias y servicios técnicos, sino también una vulnerabilidad ante posibles restricciones comerciales o políticas. La integración de la energía eólica a la red nacional también presenta retos técnicos importantes, dado que la infraestructura eléctrica debe adaptarse para manejar la variabilidad y garantizar la confiabilidad del sistema.

Barreras de mercado y financieras

El desarrollo de la energía eólica requiere inversiones significativas, y el acceso a financiamiento adecuado es una barrera crucial a nivel global. La percepción de riesgo en proyectos eólicos, junto con la competencia de fuentes fósiles, limita la disponibilidad de capital y encarece el costo del financiamiento. Por otro lado, la volatilidad en los precios de los combustibles fósiles también puede afectar la estabilidad del sistema eléctrico, ya que en momentos de baja producción renovable se depende de fuentes fósiles para respaldo, lo que puede generar picos de precios y aumentar la incertidumbre en el mercado. Esta incertidumbre puede frenar las inversiones en energías renovables, ya que los inversores prefieren entornos con costos más predecibles y estables.

En el caso mexicano, el financiamiento externo ha sido fundamental para impulsar la industria eólica, pero esta dependencia también condiciona la orientación de los proyectos. Frecuentemente, las inversiones se destinan a la exportación de energía para obtener ganancias rápidas, en lugar de priorizar la cobertura y estabilidad del suministro eléctrico nacional. La falta de políticas públicas claras que incentiven la inversión doméstica y la competencia con fuentes fósiles que aún reciben subsidios representan obstáculos significativos para consolidar un mercado eólico robusto y sostenible.

Barreras sociales

La aceptación social es un factor determinante en la viabilidad de proyectos eólicos. A nivel global, aunque la conciencia sobre los beneficios ambientales de la energía eólica ha crecido, persisten resistencias locales vinculadas a impactos ambientales específicos, como el ruido, la alteración del paisaje o efectos sobre la fauna. La falta de educación y comunicación efectiva sobre las ventajas y mitigaciones de estos impactos contribuye a generar conflictos sociales.

En México, estos desafíos sociales se manifiestan con particular intensidad en comunidades donde los proyectos eólicos son percibidos como imposiciones externas a los usos y costumbres que no responden a las necesidades o intereses locales. La ausencia de mecanismos efectivos de consulta y participación ciudadana puede derivar en rechazo y conflictos, poniendo en riesgo la continuidad de las inversiones. Además, la percepción de que la energía generada se destina principalmente a mercados internacionales, sin beneficios claros para las poblaciones locales, alimenta cuestionamientos éticos y sociales sobre la distribución justa de los recursos.

Las empresas asociadas a la AMDEE han llevado a cabo acciones para fortalecer la colaboración con las comunidades y otros actores del sector que contribuyen a mitigar la pobreza y mejorar el bienestar social, como la mejora de infraestructura comunitaria, donación de apoyos para reducir desigualdades, construcción y rehabilitación de escuelas, centros de salud, y jornadas de salud para prevenir enfermedades. Entre 2018 y 2021, estas acciones beneficiaron a más de 400 mil personas con una inversión superior a 580 millones de pesos.

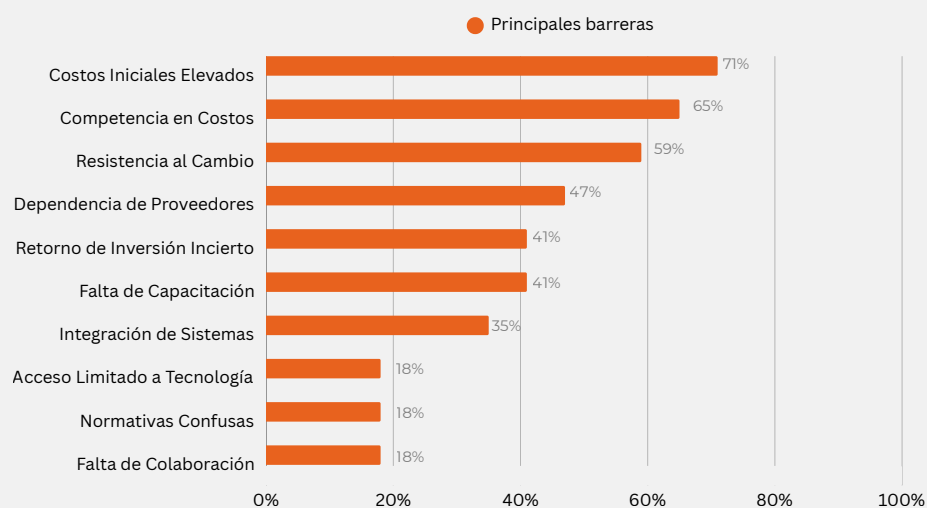
Barreras de confiabilidad

La confiabilidad del suministro eléctrico es un aspecto crítico que condiciona la integración de la energía eólica en los sistemas eléctricos. La variabilidad inherente a esta fuente renovable genera incertidumbre sobre la estabilidad y continuidad del servicio, lo que obliga a desarrollar soluciones técnicas avanzadas, como sistemas de almacenamiento energético, redes inteligentes y complementación con otras fuentes.

En México, aunque la capacidad instalada de energía eólica ha crecido considerablemente en los últimos años, la dependencia tecnológica y la orientación hacia mercados externos pueden poner en riesgo la seguridad energética a largo plazo. La falta de infraestructura adecuada para gestionar la variabilidad y la limitada capacidad de respuesta ante fluctuaciones en la generación dificultan garantizar un suministro confiable y estable para la demanda nacional.

En general, persisten barreras significativas, como los costos iniciales, la resistencia al cambio organizacional, la dependencia de ciertos proveedores, la incertidumbre en el retorno de inversión, la escasez de capacitación especializada, la integración limitada de la sostenibilidad en la cultura empresarial y las dificultades en el acceso a recursos financieros, y normativas actualizadas.

Principales barreras para la implementación de prácticas sostenibles en la cadena de valor



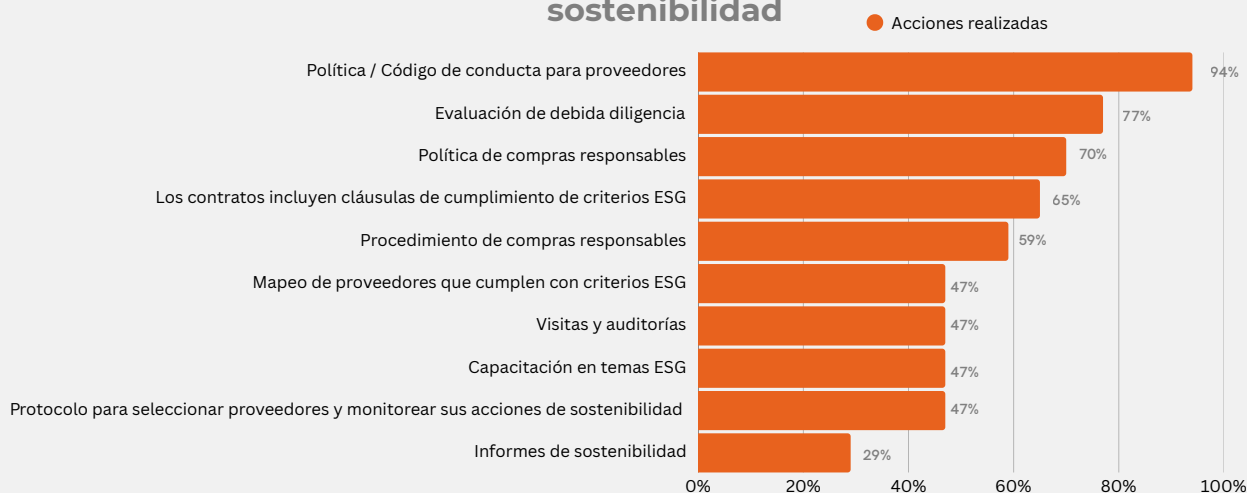
Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

Para mitigar estos obstáculos, es esencial implementar programas de capacitación integral, diversificación de la cadena de suministro, métricas claras para evaluar el retorno de inversión, programas de desarrollo de habilidades especializadas, estrategias para integrar la sostenibilidad en el ADN de la empresa y facilitar el acceso a información relevante y actualizada.

Oportunidades de mejora

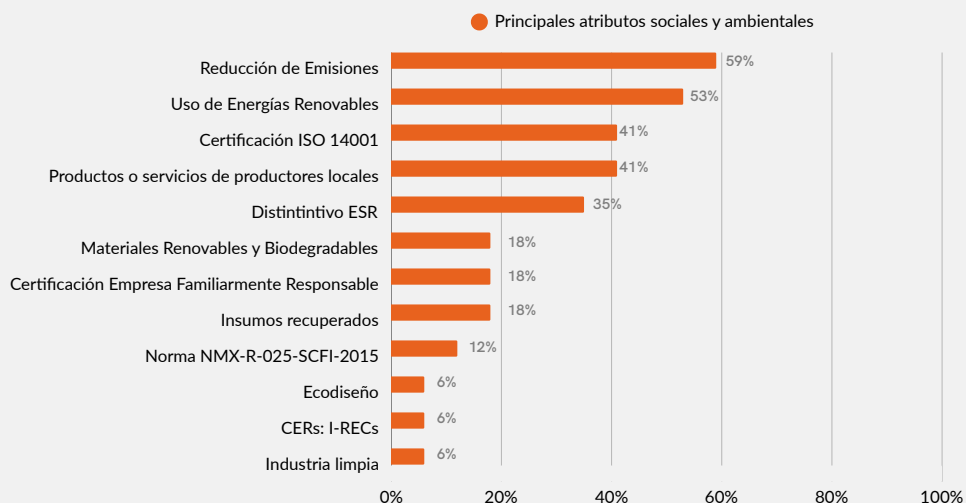
Bajo el dinámico panorama actual en México, las empresas que integran la industria de la energía eólica incluidas las de su cadena de valor, se encuentran ante una oportunidad estratégica: consolidar su papel protagónico en uno de los sectores más sostenibles. Para ello, es imperativo intensificar las acciones de sostenibilidad en sus operaciones, mediante oportunidades como la adopción de análisis energéticos avanzados, invirtiendo en fuentes renovables, obteniendo certificaciones de prestigio, innovando en productos y servicios ecoeficientes, participando activamente en iniciativas de sostenibilidad y priorizando materiales reciclados, así como el ecodiseño.

Acciones para gestionar a los proveedores en relación con las prácticas de sostenibilidad



Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

Principales atributos sociales o ambientales que se buscan en los productos y servicios en la industria de la energía eólica



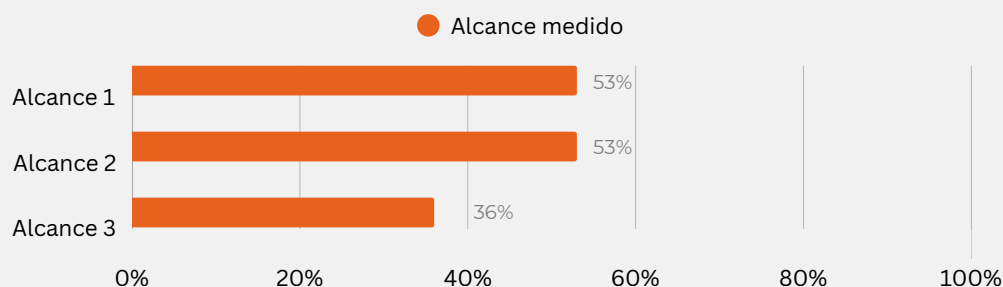
Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

Considerando el creciente énfasis en la transparencia y la rendición de cuentas que marca el año 2025, las empresas deben enfocarse en establecer métricas sólidas y comunicarlas de manera efectiva a sus grupos de interés.

Además, es fundamental optimizar la medición y gestión de las emisiones, particularmente las de alcance 3, y fomentar una estrecha colaboración entre empresas y proveedores para desarrollar soluciones innovadoras.

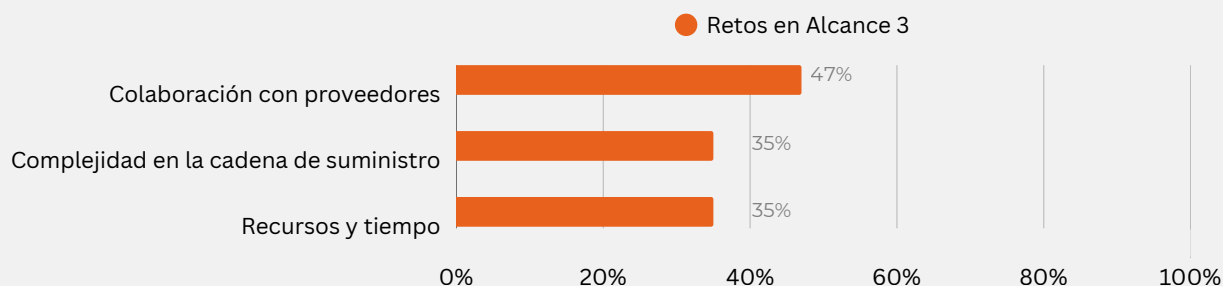
La colaboración estratégica y la transparencia proactiva son, en definitiva, elementos clave para prosperar en un entorno regulatorio y social en constante evolución.

Empresas del sector que realizan medición de huella de carbono



Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

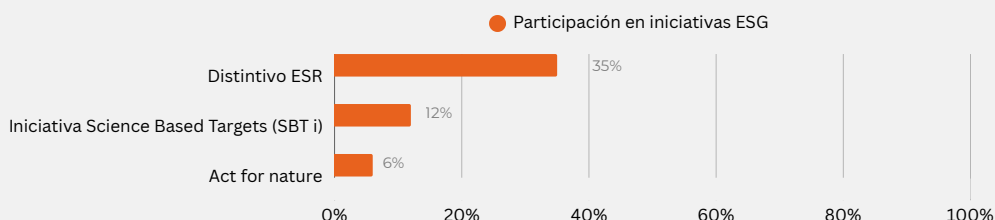
Retos han tenido las empresas del sector para la medición de huella de carbono en Alcance 3



Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

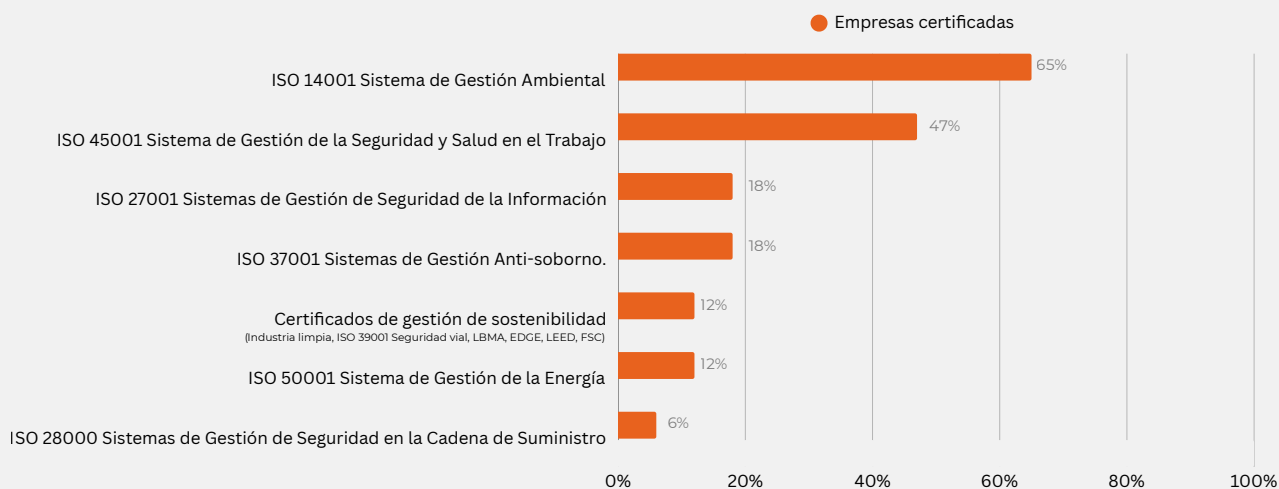
La adhesión formal a iniciativas globales como *Science Based Targets (SBTi)* y la acreditación de certificaciones sostenibles no solo fortalecerá la competitividad y la reputación empresarial, sino que también consolidará el compromiso con un mercado cada vez más consciente y exigente.

Participación en iniciativas ESG



Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

Certificaciones



Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

Este análisis de la cadena de valor en la industria eólica mexicana revela un panorama de oportunidades significativas para impulsar la sostenibilidad, al mismo tiempo que se identifican barreras que requieren atención estratégica. Al abordar estos desafíos y capitalizar las tendencias emergentes en materia de transparencia y colaboración, las empresas del sector no podrán solo mitigar sus impactos negativos y maximizar sus contribuciones positivas, sino también fortalecer su resiliencia y asegurar su éxito a largo plazo en un entorno cada vez más competitivo y consciente.



VI. *Nearshoring* y Sostenibilidad

- Impacto en la industria eólica
- Oportunidades para México
- Retos y recomendaciones

VI. *Nearshoring* y Sostenibilidad

Impacto en la industria eólica

En el contexto actual, el *nearshoring* se posiciona como un motor clave para la inversión en energía eólica en México, impulsado por la creciente demanda de empresas transnacionales que buscan cumplir con ambiciosos objetivos *ESG* (ambientales, sociales y de gobernanza). Esta coyuntura demanda una expansión de la infraestructura energética, lo que presenta oportunidades favorables para el desarrollo de proyectos eólicos.

Se estima que México recibirá una inversión cercana a los 30 mil millones de dólares en proyectos vinculados al *nearshoring*, con un crecimiento anual esperado del 8.5% en sectores estratégicos como el automotriz, electrónico, aeroespacial, tecnológico y, de manera destacada, la energía renovable.

Oportunidades para México

En el período 2024-2025, los estados fronterizos del norte y bajío mexicano, se han posicionado como destinos preferentes para inversiones debido a su ubicación estratégica. Proyecciones actuales indican que el *nearshoring* podría movilizar hasta 70,000 millones de dólares en inversiones hacia América Latina, con México y Brasil captando entre 40% y 45% de estos recursos. Para la economía mexicana, esto significa una oportunidad histórica de crecimiento, aunque plantea retos significativos para su infraestructura energética*.

El *nearshoring* optimiza costos logísticos y de transporte, aumentando la competitividad de los proyectos eólicos, especialmente en regiones clave como el norte del país, Baja California y Coahuila, donde se prevé un incremento en la capacidad instalada de energía eólica de aproximadamente 5,000 MW gracias a inversiones estimadas en 5 mil millones de dólares relacionadas con esta dinámica.

Este auge requiere un ecosistema robusto que incluya incentivos gubernamentales claros, un marco regulatorio eficiente, infraestructura energética adecuada, fomento a la manufactura local y generación de empleo calificado. La disponibilidad de energía limpia, confiable y asequible será fundamental para sostener el crecimiento y maximizar los beneficios económicos y sociales derivados de estos proyectos, incluyendo la contratación de mano de obra local y el fortalecimiento del mercado laboral.

*Quartux (s/f). *Nearshoring* y almacenamiento de energía en México: una dupla estratégica
<https://quartux.com/blog/nearshoring-almacenamiento-de-energia-mexico-dupla-estrategica/>

Plan México y oportunidades para el sector a través del *nearshoring*

El Plan México 2025 es una estrategia integral del gobierno federal, liderado por la presidenta Claudia Sheinbaum, diseñada para impulsar el crecimiento económico, la inversión y el desarrollo industrial, con metas ambiciosas como promover inversiones con prácticas *ESG*, entre ellas la inversión en energía limpia, y atraer inversiones equivalentes al 25% del PIB anual. De manera muy relevante para el sector y su cadena de valor, entre las metas incluidas en el Plan México se encuentra alcanzar el 45% de generación a través de energía limpia al 2030.*

El Plan México incluye **polos de bienestar industrial** (PODECOBIS) con incentivos fiscales para empresas que inviertan en energías renovables, atrayendo a corporaciones globales.

La estrategia gubernamental para atraer capital extranjero a través del *nearshoring* incluye un programa de desarrollo de parques industriales distribuidos en 10 corredores estratégicos, cada uno con especialización sectorial regional. Estos corredores están concebidos para captar inversiones en áreas prioritarias como la industria automotriz, semiconductores, energías renovables, agroindustria y turismo.**

El Plan México exige que el **65% de las compras públicas** sean de proveedores locales, lo que impulsa la manufactura nacional de componentes eólicos al interior de país, beneficiando a la cadena de valor nacional. Asimismo, adelanta que el Plan Nacional de Energía incluirá nuevas inversiones en transmisión, generación y un programa ambicioso de transición energética hacia fuentes renovables de energía, las cuales contribuirán al desarrollo de la cadena de valor de la industria eólica en México. De manera específica, se contemplan 51 proyectos que apuntan a generar 22,674 MW adicionales para 2030, asegurando que hasta el 45% de la energía provenga de fuentes limpias, siendo esta una oportunidad muy grande para el sector eólico.***

*Plan México: Estrategia de Desarrollo Económico Equitativo y Sustentable para la Prosperidad Compartida.
<https://www.planmexico.gob.mx/>

** Méndez, M. 2024. México traza ruta económica 2025: Nearshoring y parques industriales clave para atraer inversiones
<https://mexicoindustry.com/noticia/mexico-traza-ruta-economica-2025-nearshoring-y-parques-industriales-clave-para-atraer-inversiones>

*** Garrigues. 2025. México: Publicado el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, con énfasis en la soberanía energética y la transición sustentable. https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/mexico-publicado-plan-nacional-desarrollo-2025-2030-enfasis-soberania-energetica-transicion

Retos y recomendaciones

No obstante, la expansión de los proyectos de energía eólica en el contexto del *nearshoring* enfrenta desafíos considerables, entre los que destacan la deficiencia de infraestructura adecuada, como líneas de transmisión y subestaciones, y la capacidad limitada de la red de interconexión. La incertidumbre derivada de un marco político volátil y regulaciones en constante evolución, aunada a la inestabilidad política, genera una falta de certidumbre jurídica y trámites burocráticos prolongados.

La seguridad pública, la disponibilidad de mano de obra calificada, las exigencias socioambientales de las comunidades locales y los trabajos en el proceso de interconexión, las gestiones gubernamentales y los permisos de generación, representan obstáculos adicionales que exigen una atención prioritaria. Resulta alentador que el 77% de los principales actores del sector participantes en este estudio, anticipan un incremento en el cumplimiento de los criterios *ESG* como consecuencia del *nearshoring*.

El *nearshoring* vislumbra un futuro prometedor para el sector de energía eólica, caracterizado por un aumento significativo en la demanda de productos y servicios, impulsado por la potencial relocalización de proveedores y empresas a México.

Sin embargo, no se deben minimizar los riesgos asociados a la certidumbre de las políticas públicas, la seguridad pública y la imperiosa necesidad de cumplir con las metas de energía renovable para lograr una transición efectiva hacia una economía baja en carbono.



VII. Resultados del Estudio Mejores Prácticas

- Metodología
- Mejores prácticas *ESG*
- *Benchmarking*

VII. Resultados del Estudio Mejores Prácticas

Las organizaciones más avanzadas del sector cuentan con estrategias de sostenibilidad formalizadas, sistemas de gestión ambiental y de seguridad laboral, así como procesos claros para evaluar riesgos *ESG* y promover la ética empresarial. En consecuencia, han incorporado criterios de sostenibilidad en la selección y gestión de proveedores, para asegurar que toda su cadena de valor se encuentre alineada a estándares de sostenibilidad que los ayuden a mitigar riesgos y aprovechar oportunidades.

La integración de criterios *ESG* es hoy un requisito clave para la competitividad y sostenibilidad de los proveedores de servicios en la industria eólica. Esta guía, dirigida a empresas asociadas proveedoras de servicios en la industria de la energía eólica, presenta un camino claro y práctico para alinear sus operaciones con las mejores prácticas reconocidas a nivel nacional e internacional.

Las mejores prácticas fueron identificadas a través de un proceso de análisis comparativo, consulta a grupos de interés y talleres participativos. Para el análisis de las buenas prácticas en la cadena de valor de las empresas que participan en la industria de la energía eólica en México, se contó con la participación de tres grupos de organizaciones que actualmente tienen presencia en México y son parte de los miembros asociados de la AMDEE.



Grupos de organizaciones que son miembros asociados de la AMDEE. Fuente: AMDEE, 2025

Metodología



Para llevar a cabo el Estudio de Mejores Prácticas ESG en el sector de la energía eólica, se realizó un análisis interno mediante entrevistas con líderes y ocupantes de puestos clave en el sector de la energía eólica, centrados en identificar las mejores prácticas de sostenibilidad en la cadena de valor. Posteriormente se realizó un análisis externo a través de un *benchmarking* con las mejores prácticas ESG en el sector de la energía eólica y finalmente se llevó a cabo un taller con actores estratégicos para la valorización y priorización de las buenas prácticas.

Una vez identificadas las mejores prácticas, se establecieron los criterios para la valorización y priorización de buenas prácticas ESG. Durante el taller, los participantes compartieron sus experiencias y complementaron la documentación de las buenas prácticas identificadas, lo que permitió enriquecer y sistematizar el conocimiento colectivo.

Objetivo

Revisión y validación de criterios para evaluar las buenas prácticas ESG.

Participantes

Durante el desarrollo del presente manual se contó con la participación de los desarrolladores, fabricantes y proveedores del sector de la energía eólica asociados a la AMDEE.

- Entrevistas: 30% de los desarrolladores, fabricantes y proveedores
- Encuestas: 34% de los desarrolladores y proveedores
- Taller : 28% de los desarrolladores, fabricantes y proveedores

Criterios de análisis, valorización y priorización

Tabla 3. Criterios utilizados durante el taller para el análisis, valoración y priorización de las mejores prácticas identificadas.

ANÁLISIS		
Aplicabilidad	TODOS LOS SECTORES SECTORES ESPECÍFICOS	La aplicabilidad de una buena práctica se refiere a la capacidad de esa práctica para ser implementada y adaptada exitosamente a las condiciones y necesidades específicas de la empresa o entorno.
Alcance	TODA LA ORGANIZACIÓN ALGUNAS SEDES	El alcance, se refiere a la dimensión del impacto que tiene la práctica, considerando la cantidad de personas afectadas o la extensión de la afectación.
VALORIZACIÓN		
Nivel de complejidad	ALTO, MEDIO, BAJO	Evaluar la complejidad implica un análisis que abarca aspectos técnicos y la experiencia requerida, los recursos disponibles y los riesgos potenciales involucrados. Indicar el nivel de complejidad percibido para aplicar la buena práctica
Plazo	CORTO, MEDIANO, LARGO	Indicar el plazo en el que podría quedar totalmente adoptada e esta buena práctica según tu contexto organizacional. Corto plazo: de 3 a 12 meses Mediano plazo: de 2 a 5 años Largo plazo: más de 5 años.
PRIORIZACIÓN		
Prioridad	ALTA, MEDIA, BAJA	Indicar la prioridad asignada para la adopción de esta buena práctica: Alta: Es un asunto muy importante que requiere acción inmediata Media: Es un asunto importante que requiere atención en el corto o mediano plazo Baja: Es un asunto importante pero no es prioridad atenderlo en el corto plazo
Orden de aplicación	DE 1 AL 9 DONDE 1 ES MÁS PRIORITARIO	El orden de aplicación depende del contexto organizacional, dónde 1 es mucho más prioritario de acuerdo con los recursos y capacidad y 9 el menos prioritario de atender en este momento

Mejores prácticas *ESG* recomendadas

1

Estrategia de sostenibilidad formalmente documentada

2

Gestión de riesgos *ESG*

6

Ética y Prevención de la Corrupción

3

Sistemas de gestión ambiental y Salud y Seguridad en el Trabajo

7

Sensibilización y Capacitación Continua

4

Integración de la sostenibilidad en los procesos de producción

8

Identificación de riesgos climáticos y soluciones basadas en la naturaleza

5

Gestión de proveedores con criterios *ESG*

9

Canal de denuncias y comunicación abierta con la comunidad

¿Qué es una buena práctica?

Las buenas prácticas *ESG* deben integrar aspectos técnicos, ambientales, sociales y regulatorios para garantizar la sostenibilidad, eficiencia y aceptación de los proyectos.

Análisis de resultados

1. Análisis

Tabla 4. Alcance y aplicabilidad identificados para la implementación de las mejores prácticas expresado en porcentaje de respuesta de los participantes.

Buena Práctica ESG	Alcance	Aplicabilidad
Ética y Prevención de la Corrupción	Toda la organización	Todos los sectores
Sensibilización y Capacitación Continua	Toda la organización	Todos los sectores
Sistemas de gestión ambiental y SST	Algunas sedes	Sectores específicos
Canal de denuncias y comunicación con la comunidad	Toda la organización	Todos los sectores
Gestión de riesgos ESG	Algunas sedes	Sectores específicos
Estrategia de sostenibilidad formalmente documentada	Toda la organización	Todos los sectores
Integración de la sostenibilidad en los procesos de prod.	Algunas sedes	Sectores específicos
Identificación de riesgos climáticos y soluciones naturales	Algunas sedes	Sectores específicos
Gestión de proveedores con criterios ESG	Algunas sedes	Sectores específicos

Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

En el análisis de las buenas prácticas en la industria eólica, destacan la “ética y prevención de la corrupción” y la “sensibilización y capacitación continua” por su amplio impacto en la reputación y sostenibilidad de la empresa. Los “sistemas de gestión ambiental y salud y seguridad en el trabajo” son esenciales para el bienestar de los empleados y la reducción del impacto ambiental, centrándose en el entorno laboral.

La aplicabilidad de la “ética y prevención de la corrupción”, la “sensibilización y capacitación continua” y la “estrategia de sostenibilidad” es crucial, ya que se pueden adaptar a las necesidades de cualquier empresa del sector eólico, manteniendo la confianza de las partes interesadas y asegurando la sostenibilidad a largo plazo.

2. Valorización

2.1 Plazo

Tabla 5. Plazos identificados para la implementación de las mejores prácticas expresado en porcentaje de respuesta de los participantes.

Buena práctica <i>ESG</i>	Corto plazo: de 3 a 12 meses	Mediano plazo: de 2 a 5 años	Largo plazo: más de 5 años
Estrategia de sostenibilidad formalmente documentada	58%	42%	0%
Gestión de riesgos <i>ESG</i>	50%	42%	8%
Identificación de riesgos climáticos y soluciones basadas en la naturaleza	46%	38%	16%
Integración de la sostenibilidad en los procesos de producción	23%	54%	23%
Sistemas de gestión ambiental y SST	50%	33%	17%
Sensibilización y Capacitación Continua	62%	31%	8%
Ética y Prevención de la Corrupción	92%	8%	0%
Gestión de proveedores con criterios <i>ESG</i>	31%	62%	8%
Canal de denuncias con la comunidad	77%	23%	0%

Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

En cuanto al plazo en el que podría quedar totalmente adoptada cada una de las buenas prácticas según el contexto organizacional de cada participante, se muestra que, las prácticas con mayor adopción en el corto plazo se centran en la **ética y prevención de la corrupción**, en establecer **canales de denuncias con la comunidad** y la **sensibilización y capacitación continua**, mientras que en el mediano plazo se enfocan en la **gestión de proveedores con criterios *ESG*** y en la **integración de la sostenibilidad en los procesos**. A largo plazo, la identificación de **riesgos climáticos** resulta ser un factor clave para asegurar la sostenibilidad en el tiempo aún cuando sea compleja su adopción.

2.2 Complejidad

	Complejidad	Impacto
1 Estrategia de sostenibilidad formalmente documentada	Media	Medio
2 Gestión de riesgos ESG	Alta	Alto
3 Sistemas de gestión ambiental y Salud y Seguridad en el Trabajo	Media	Alto
4 Integración de la sostenibilidad en los procesos de producción	Media	Medio
5 Gestión de proveedores con criterios ESG	Media	Alto
6 Ética y Prevención de la Corrupción	Media	Bajo
7 Sensibilización y Capacitación Continua	Alta	Bajo
8 Identificación de riesgos climáticos y soluciones basadas en la naturaleza	Media	Medio
9 Canal de denuncias y comunicación abierta con la comunidad	Media	Bajo

La valorización de cada práctica depende significativamente de los recursos disponibles para cada organización. Sin embargo, existen acciones que pueden generar altos impactos positivos con un nivel de complejidad variable.

Algunas percepciones clave de los participantes del estudio respecto a la implementación de buenas prácticas ESG en la industria eólica mexicana, reconocen que las prácticas con mayor complejidad técnica y organizacional, aunque de alto impacto, requieren más tiempo y recursos, por lo que su adopción se distribuye hacia el mediano y largo plazo. Esto evidencia una industria en transición, con avances rápidos en aspectos culturales y de gobernanza, pero con retos estructurales para acelerar la transformación ambiental y de gestión integral de riesgos.

3. Priorización

Prioridad y orden de aplicación

En esta sección se presentan, en orden de aplicación sugeridas por los participantes, según su contexto organizacional, donde el número 1 representa la mayor prioridad y el 9 la menor.

- | | | |
|---|--|---|
| 1 Estrategia de sostenibilidad formalmente documentada | 4 Integración de la sostenibilidad en los procesos de producción | 7 Ética y Prevención de la Corrupción |
| 2 Gestión de riesgos ESG | 5 Sistemas de gestión ambiental y Salud y Seguridad en el Trabajo | 8 Gestión de proveedores con criterios ESG |
| 3 Identificación de riesgos climáticos y soluciones basadas en la naturaleza | 6 Sensibilización y Capacitación Continua | 9 Canal de denuncias y comunicación abierta con la comunidad |

Las conclusiones derivadas del grupo reflejan que, para la industria eólica, la implementación de prácticas de sostenibilidad debe comenzar priorizando la estrategia y la gestión de riesgos ESG como base fundamental. En primer lugar, se destaca la “Estrategia de Sostenibilidad Formalmente Documentada”, la cual establece un marco claro y estructurado que orienta todas las acciones en materia de sostenibilidad, garantizando que estas estén alineadas con los objetivos corporativos. Esta estrategia se complementa con la “Gestión de Riesgos ESG”, que permite identificar y mitigar los riesgos que podrían comprometer la sostenibilidad a largo plazo, y con la “Identificación de Riesgos Climáticos y Soluciones Basadas en la Naturaleza”, que aborda de manera proactiva los desafíos climáticos mediante el desarrollo de soluciones sostenibles y adaptativas.

El grupo señala la importancia de integrar la sostenibilidad en los procesos operativos, mediante la implementación de “Sistemas de Gestión Ambiental y de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)”, así como el fomento de la “Sensibilización y Capacitación Continua” para fortalecer la cultura organizacional en torno a estos temas. Finalmente, se priorizan prácticas que refuercen la ética y la transparencia, tales como la “Ética y Prevención de la Corrupción”, la “Gestión de Proveedores con criterios ESG” y la implementación de un “Canal de Denuncias con la Comunidad”, herramientas clave para promover la participación activa y la rendición de cuentas.

Benchmarking de mejores prácticas

Objetivo

Implementar un proceso de investigación comparativa que permita analizar exhaustivamente las prácticas ambientales, sociales y de gobernanza, de los líderes de la industria de la energía eólica.

Metodología

Comprensión del contexto respecto a SASB y GRI	Comprender los asuntos materiales SASB y GRI relevantes para el sector eólico en materia de mercado, ambiente, sociedad y gobernanza.
Identificación de empresas referentes en el sector	Empresas referentes en sector: - Vestas - Siemens Gamesa - Iberdrola - Enel Green Power - Acciona Energía - EDP Renewables - Ørsted
Investigación de mejores prácticas ESG	Criterios de análisis: Detección de buenas prácticas ESG de empresas referentes, análisis cuantitativo y cualitativo.

Alcance

- En este apartado se evalúan las iniciativas y compromisos de las empresas referentes del sector - Vestas, Siemens, Iberdrola, Enel Green Power, Acciona Energía, EDP Renewables y Ørsted - en materia ambiental, social y de gobernanza, como se señala a continuación:

Mercado

- Descripción del negocio
- Productos y servicios
- Alcance geográfico

Ambiental

- Acción climática
- Estrategias en materia de acción climática
- Inventario de GEI
- Estrategias de descarbonización
- Gestión de la cadena de suministro (abastecimiento responsable)
- Economía circular
- Biodiversidad y gestión del territorio
- Gestión de la energía
- Gestión de residuos
- Gestión del agua

Social

- Condiciones laborales y derechos humanos
- Relación con la comunidad
- Afiliación a asociaciones

Gobernanza

- Gobernanza en sostenibilidad
- Innovación y tecnología sostenible
- Certificaciones
- Alineación a estándares y marcos *ESG*
- Anticorrupción y ética
- Métricas de desempeño *ESG*



Mercado

Tabla 6. Comparativa de empresas identificadas durante el análisis donde se compara su fundación, los productos y servicios ofrecidos y el alcance de su oferta comercial.

	Fundada en Dinamarca - Más de 40 años en el mercado de la energía eólica (desde 1945 como empresa de herramientas, se enfocó en energía eólica en 1980)	Productos y servicios: Energía eólica - Turbinas eólicas terrestres - Turbinas eólicas marinas - Servicio (Mantenimiento, repuestos y reparaciones, optimización de flotas, servicios digitales) - Desarrollo de proyectos	Alcance: - Base instalada total de Vestas: +188 GW - Capacidad total combinada en servicio: 155 GW - Países con aerogeneradores instalados: 88 - Colaboradores : 30,000
	Fundada en España - 40 años en el mercado de la energía eólica (fundada como Siemens Gamesa en 2017)	Productos y servicios: Energía eólica - Turbinas eólicas terrestres (líder global) - Turbinas eólicas marinas - Soluciones de almacenamiento de energía - Mantenimiento - Digitalización	Alcance: - Base instalada total de Siemens: +143 GW - Capacidad total combinada en servicio: 155 GW - Países con aerogeneradores instalados: 79 - Colaboradores: 23,000
	Fundada en España en 1992	Productos y servicios: Generación y distribución de electricidad Renovable - Energía eólica - Energía solar - Energía hidroeléctrica No renovable - Gas natural	Alcance: - Base instalada total: 42 GW renovable - Capacidad total: 42 GW renovable - Países con aerogeneradores eólicos instalados: Más de 40 - Colaboradores: 42,246
	Fundada en Italia en 2008	Productos y servicios: Renovable - Energía eólica - Energía solar - Energía hidroeléctrica - Energía geotérmica	Alcance: - Base instalada total: 64.7 GW - Capacidad total: 64.7 GW - Países con aerogeneradores eólicos instalados: Más de 30 - Colaboradores: 9,000
	Fundada en España en 2001	Productos y servicios: Renovable - Energía eólica - Energía solar fotovoltaica - Energía hidroeléctrica - Energía biomasa - Energía termosolar	Alcance: - Base instalada total: 13.5 GW - Capacidad total: 13.5 GW - Países con aerogeneradores eólicos instalados: 25 países - Colaboradores: 45,892
	Fundada en Portugal en 2007	Productos y servicios: Energía eólica - Turbinas eólicas terrestres - Turbinas eólicas marinas - Soluciones de almacenamiento de energía - Hidrógeno verde	Alcance: - Base instalada total: 14.7 GW - Capacidad total: 14.7 GW - Países con aerogeneradores eólicos instalados: 28 - Colaboradores: 3043
	Fundada en Dinamarca en 2006, renombrada en 2017.	Productos y servicios: - Energía eólica marina	Alcance: - Base instalada total: 15 GW - Capacidad total: 15 GW - Países con aerogeneradores eólicos instalados: Más de 10 - Colaboradores: 8300

Fuente: Elaboración propia con información pública, (2025)

Vestas

En el ámbito ambiental, Vestas se compromete a reducir sus emisiones de GEI en un 100% para Alcance 1 y 2 para 2030, y en un 45% para Alcance 3 por MWh entregado. La empresa utiliza energía 100% renovable en sus operaciones y promueve la economía circular con iniciativas como el reciclaje de palas de turbinas eólicas y el objetivo de aerogeneradores sin residuos para 2040. Además, colabora con proveedores para reducir emisiones en la cadena de suministro y emplea acero de bajas emisiones.

En el aspecto social, Vestas cuenta con políticas de diversidad, equidad e inclusión, así como un marco de derechos humanos y seguridad laboral. Realiza evaluaciones de impacto social en comunidades donde opera, aunque no detalla acciones locales específicas.

En gobernanza, la empresa tiene un Comité de Sostenibilidad y un modelo de gobernanza matricial para integrar la sostenibilidad en todas sus áreas. Publica informes alineados con SASB y el Pacto Global, y ha emitido bonos sostenibles vinculados a objetivos ambientales.

SIEMENS Gamesa

RENEWABLE ENERGY

Siemens Gamesa, con sede en España, es líder en turbinas eólicas terrestres y marinas. Opera en 79 países y alcanzó la neutralidad de carbono en 2019 y busca ser climáticamente positiva para 2040. Sus prácticas incluyen reciclaje de palas para 2030 y uso de microalgas para absorber CO₂.

Socialmente, la empresa promueve la diversidad con un objetivo del 30% de mujeres en su plantilla para 2040 y cuenta con políticas de inclusión LGBTI. Realiza voluntariado en comunidades, beneficiando a millones de personas.

En gobernanza, sigue estándares GRI y tiene certificaciones ISO en gestión ambiental, calidad y seguridad. Participa en iniciativas como el Pacto Global y desarrolla objetivos de reducción de emisiones validados por SBTi.



Iberdrola, española, genera energía renovable (eólica, solar, hidroeléctrica) y no renovable (gas). Opera en más de 40 países y apunta a cero emisiones para 2030. Invierte en biomasa y economía circular. Socialmente, promueve igualdad con empleados de 90 nacionalidades y políticas de derechos humanos.

Invierte en energías renovables, almacenamiento y electrificación del transporte. También impulsa proyectos de biomasa y economía circular, como el reciclaje de componentes eólicos.

Invierte en proyectos comunitarios a través de fundaciones, destinando más de 20 millones de euros en 2023. En gobernanza, Iberdrola sigue estándares GRI y SASB, es líder en índices como *DJSI*. Cuenta con un Código de Ética y políticas anticorrupción, además de reportar su desempeño *ESG* de manera transparente.



Enel Green Power, empresa de origen italiano, se destaca por su dedicación al desarrollo de proyectos de energía renovable, abarcando tecnologías eólicas, solares y geotérmicas. La compañía ha establecido un compromiso ambicioso de alcanzar cero emisiones netas para el año 2040, implementando principios de economía circular en todos sus proyectos. En el ámbito medioambiental, la organización centra sus esfuerzos en la descarbonización mediante el desarrollo de proyectos de energía renovable. Su enfoque en economía circular se materializa en iniciativas concretas como el reciclaje de paneles solares y sistemas de almacenamiento energético.

Respecto a su responsabilidad social, Enel Green Power prioriza la seguridad en el entorno laboral y promueve la diversidad en su fuerza de trabajo. La empresa realiza inversiones en proyectos de desarrollo social, aunque no se detallan iniciativas específicas en materia de derechos humanos.

En cuanto a gobernanza corporativa, la compañía demuestra transparencia mediante la publicación de informes alineados con los estándares del *Global Reporting Initiative (GRI)*. Su desempeño en criterios *ESG* ha sido reconocido con calificaciones destacadas por parte de entidades evaluadoras como *MSCI* y *S&P*. Adicionalmente, Enel Green Power es signataria del Pacto Global de las Naciones Unidas y ha establecido objetivos de reducción de emisiones validados por la iniciativa *SBTi*.

Acciona Energía, compañía de origen español, desarrolla su actividad en el sector de las energías renovables, con operaciones especializadas en tecnología eólica, solar y biomasa. La organización ha adoptado un compromiso medioambiental de alto nivel, compensando la totalidad de sus emisiones de GEI e implementando principios de economía circular en su modelo operativo.

En materia ambiental, la empresa destaca por la compensación integral de su huella de carbono, así como por la promoción activa de modelos de economía circular en sus proyectos eólicos y solares. Sus iniciativas específicas incluyen programas de reciclaje de componentes como las palas de aerogeneradores y la implementación de estrategias para la optimización del consumo hídrico.

Ha establecido políticas orientadas a la promoción de la igualdad y el mantenimiento de rigurosos estándares de seguridad en el entorno laboral. En el ámbito de la gobernanza corporativa, la organización cuenta con una estructura que incluye un Comité de Sostenibilidad y ha obtenido diversas certificaciones conforme a los estándares ISO. Su Plan Maestro de Sostenibilidad 2025 establece como objetivo estratégico la generación de impactos regenerativos en el desarrollo de infraestructuras, evidenciando un compromiso con la creación de valor sostenible a largo plazo.

EDP Renewables, empresa de origen portugués, concentra su actividad en el desarrollo de energía eólica, con especialización tanto en proyectos terrestres como marinos. La compañía ha establecido un compromiso ambiental ambicioso con el objetivo de alcanzar la neutralidad en emisiones de carbono para el año 2030, junto con la minimización de residuos generados en sus procesos operativos. Su estrategia incorpora el desarrollo de proyectos de hidrógeno verde y programas específicos para el reciclaje de componentes de instalaciones eólicas.

Respecto a su responsabilidad social, EDP Renewables implementa un sistema riguroso de auditorías a su cadena de suministro, garantizando el cumplimiento de estándares éticos y ambientales. La empresa ha formalizado estas exigencias mediante un Código de Conducta específico para proveedores y mantiene políticas activas para la promoción de la diversidad en su entorno laboral.

En materia de gobernanza corporativa, la compañía adopta los estándares internacionales del *Global Reporting Initiative (GRI)* y ha logrado su inclusión en índices de sostenibilidad de prestigio como el *FTSE4Good*. Su compromiso con la transparencia se materializa en informes detallados sobre su desempeño en criterios ambientales, sociales y de gobernanza, complementados con iniciativas en el ámbito de las finanzas sostenibles.

Ørsted

Ørsted, compañía de origen danés, es líder mundial en el desarrollo de energía eólica marina, estableciendo objetivos ambiciosos de carbono neutralidad para 2025 y cero emisiones netas para 2040. La organización destaca por su compromiso en el desarrollo de tecnologías innovadoras orientadas al reciclaje de componentes críticos como las palas de aerogeneradores, así como por la implementación de programas específicos para la protección y conservación de la biodiversidad en entornos marinos.

Implementa políticas corporativas dirigidas a la promoción de la igualdad y el mantenimiento de rigurosos estándares de seguridad en el ámbito laboral, aunque presenta oportunidades de mejora en la articulación detallada de sus políticas relacionadas con derechos humanos. Ørsted ha establecido mecanismos de colaboración activa con comunidades locales para el desarrollo conjunto de proyectos orientados a la transición energética, demostrando su compromiso con el desarrollo social sostenible.

Respecto a su estructura de gobernanza, Ørsted ha recibido el reconocimiento de *Corporate Knights* como la empresa con mayor desempeño en sostenibilidad a nivel global. Su marco de actuación corporativa se alinea con estándares internacionales de referencia como el *Global Reporting Initiative (GRI)*, la iniciativa *SBTi* y los principios del Pacto Global de las Naciones Unidas. La compañía mantiene un compromiso con la transparencia mediante la publicación periódica de informes exhaustivos sobre su desempeño en criterios *ESG*.

Comparativa de enfoques *ESG* del benchmark

El sector de energías renovables avanza hacia un modelo *ESG* integral, a continuación se resumen los principales hallazgos:

Ambiental

Las empresas analizadas demuestran un compromiso sólido con la sostenibilidad ambiental, centrado en:

- Descarbonización: Todas tienen metas claras de reducción de emisiones (cero emisiones netas entre 2030 y 2040), con enfoques innovadores como el uso de acero bajo en carbono (Vestas), microalgas absorbentes de CO₂ (Siemens Gamesa) y transición a energías 100% renovables (Ørsted).
- Economía circular: Priorizan el reciclaje de componentes, especialmente palas de turbinas eólicas (Vestas, Siemens Gamesa, Ørsted), y la reutilización de materiales en proyectos solares e hidroeléctricos (Iberdrola, Enel Green Power).
- Biodiversidad: Implementan medidas para minimizar impactos en ecosistemas, como tecnologías de detección de aves (Siemens Gamesa) y protección de hábitats marinos (Ørsted).

Social

Las empresas destacan en inclusión y responsabilidad comunitaria, pero con diferencias en profundidad:

- Diversidad y derechos humanos: Políticas robustas en Vestas (marco de derechos humanos) e Iberdrola (90 nacionalidades en plantilla), mientras otras como EDP Renewables aparentemente cuentan con enfoques menos detallados.
- Relaciones comunitarias: Proyectos sociales destacados en Vestas (Fondo Oaxaca - AMDEE) e Iberdrola (20M euros en fondos sociales).
- Seguridad laboral: Todas cumplen con estándares básicos (ISO 45001), pero Siemens Gamesa y Ørsted sobresalen en metas cuantificables (30% de mujeres para 2040).

Gobernanza

La transparencia y alineación con estándares globales son clave:

- Estructuras de sostenibilidad: Comités dedicados (Vestas, Iberdrola) y vinculación de bonos a metas *ESG* (Vestas, Ørsted).
- Reportes y certificaciones: Iberdrola y Ørsted lideran en reportes *GRI* y *SASB*; Siemens Gamesa y Vestas destacan en certificaciones ISO y *SBTi*.
- Ética y anticorrupción: Políticas claras en Iberdrola (Código de Ética) y Vestas (tolerancia cero al soborno).

Relevancia *ESG* para la cadena de valor

Las empresas analizadas (Vestas, Siemens Gamesa, Iberdrola, Enel Green Power, Acciona Energía, EDP Renewables y Ørsted) comparten un fuerte compromiso con la sostenibilidad, pero sus estrategias y niveles de implementación varían significativamente, lo que tiene implicaciones directas en sus cadenas de valor.

Ambiental

La integración de estrategias de descarbonización y economía circular requiere una reestructuración profunda de los procesos productivos y las relaciones con proveedores:

- Los fabricantes de aerogeneradores implementan iniciativas pioneras en la utilización de acero con bajas emisiones de carbono y materiales reciclables, estableciendo nuevos estándares que sus proveedores deben adoptar mediante tecnologías innovadoras y procesos productivos de menor impacto ambiental.
- Han desarrollado sistemas avanzados de trazabilidad en su cadena de suministro, garantizando el cumplimiento de estrictos estándares de sostenibilidad. Este enfoque, si bien puede incrementar los costos operativos iniciales, fortalece la resiliencia organizacional ante fluctuaciones del mercado y cambios regulatorios.
- Los desarrolladores de proyectos renovables articulan alianzas estratégicas con socios tecnológicos para implementar soluciones de economía circular, especialmente en el reciclaje de componentes críticos como paneles fotovoltaicos y palas de aerogeneradores, contribuyendo a la optimización del ciclo de vida de las instalaciones.

Análisis de riesgos para la cadena de valor:

- Vulnerabilidad operativa debido a la dependencia de proveedores que no han adaptado sus procesos a objetivos de neutralidad en carbono. En este sentido, la dependencia de proveedores no alineados con la sostenibilidad puede poner en riesgo la continuidad, eficiencia y resiliencia de las operaciones, afectando directamente la capacidad de la empresa para cumplir con sus compromisos ambientales y estratégicos.

Oportunidades estratégicas para la cadena de valor:

- Mitigación de riesgos regulatorios mediante la anticipación a marcos normativos más exigentes en materia ambiental.
- Posicionamiento preferente para la captación de capital procedente de inversores con criterios *ESG* y acceso privilegiado a instrumentos de financiación verde.

Social

Las políticas corporativas en materia de diversidad, derechos humanos y vinculación con comunidades locales determinan la capacidad de atracción y retención de talento, así como la obtención de licencia social para operar:

- Las organizaciones más avanzadas han implementado programas estructurados en materia de diversidad e inclusión y políticas específicas de derechos humanos, lo que fortalece su reputación corporativa y contribuye a la reducción de conflictos laborales.
- Las compañías más innovadoras priorizan estrategias de inclusión de género y diversidad, factores que potencian su capacidad para atraer talento diverso y fomentar entornos de mayor creatividad.
- Algunas entidades destinan recursos significativos a inversiones sociales, aunque la limitada divulgación de acciones específicas podría comprometer su percepción pública y transparencia corporativa.

Análisis de riesgos para la cadena de valor:

- Potenciales conflictos con comunidades locales derivados del tipo de gestión actual que se da a los impactos sociales asociados a los proyectos.
- Dificultades en la retención de talento cualificado ante el incumplimiento de expectativas en materia de equidad e inclusión laboral.

Oportunidades estratégicas para la cadena de valor:

- Incremento en productividad y optimización del clima organizacional mediante el desarrollo de entornos laborales diversos e inclusivos.
- Mejora en la aceptación social de proyectos de infraestructura renovable mediante la incorporación activa de las comunidades locales desde las fases iniciales de planificación.

Gobernanza

Las empresas líderes del sector mantienen posiciones destacadas en materia de informes *ESG*, facilitando así su acceso preferencial a mercados de capitales orientados a la sostenibilidad. La adopción de marcos internacionales de reporte (GRI, SASB, SBTi) y la transparencia en la divulgación de información no financiera influyen decisivamente en la confianza de los grupos de interés y la eficiencia operativa:

- Los actores más innovadores han establecido mecanismos de financiación vinculados al cumplimiento de objetivos de sostenibilidad, incentivando a todos los eslabones de su cadena de valor a alcanzar indicadores clave de desempeño ambiental y social.
- Diversas organizaciones disponen de estructuras de gobernanza robustas, aunque presentan oportunidades de mejora en la divulgación detallada de impactos específicos en su red de proveedores.

Análisis de riesgos para la cadena de valor:

- Exposición a posibles sanciones o exclusión de índices bursátiles de sostenibilidad ante incumplimientos en estándares de reporte.
- Presión creciente por parte de inversores institucionales para incrementar la transparencia respecto a la gestión sostenible de la cadena de suministro.

Oportunidades estratégicas para la cadena de valor:

- Identificación de ineficiencias operativas mediante procesos de auditoría *ESG*, contribuyendo a la optimización de costos.
- Desarrollo de ventajas competitivas mediante la demostración de alineamiento con marcos globales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Desafíos, problemáticas, impacto y recomendaciones.

Tabla 7. Desafíos clave identificados en el benchmark y sus implicaciones estratégicas para las cadenas de valor sostenibles

Desafío	Problemática	Impacto	Solución potencial
Dependencia de proveedores con prácticas no alineadas	Muchas empresas enfrentan dificultades al integrar proveedores que no cumplen con sus estándares ESG, especialmente en mercados emergentes donde las regulaciones ambientales y laborales son menos estrictas.	Esto genera riesgos reputacionales, incumplimiento de metas de descarbonización y posibles sanciones por no garantizar una cadena de valor sostenible.	Implementar programas de capacitación para proveedores, establecer cláusulas contractuales vinculantes e incentivos económicos para adoptar prácticas sostenibles.
Altos costos iniciales en tecnologías limpias y materiales sostenibles	La transición hacia energías renovables y materiales bajos en carbono requiere inversiones significativas en I+D, infraestructura y capacitación.	Puede limitar la adopción masiva, especialmente en empresas más pequeñas o en regiones con menos acceso a financiamiento verde.	Colaborar con gobiernos e instituciones financieras (BID, Banco Mundial, FOTEA, FIDE) para acceder a subsidios, créditos verdes o esquemas de financiamiento mixto que reduzcan la carga inicial.
Armonizar políticas globales con impactos locales tangibles	Las estrategias ESG suelen diseñarse a nivel corporativo, pero su implementación local puede ser inconsistente debido a diferencias culturales, regulatorias o socioeconómicas.	Esto puede generar desconexión entre los objetivos globales y los resultados reales en comunidades, afectando la legitimidad social de los proyectos.	Adoptar enfoques participativos que involucren a actores locales en la planificación y ejecución de iniciativas, asegurando que sean culturalmente pertinentes y escalables.

Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio e información pública realizado en 2025

Desafío	Problemática	Impacto	Solución potencial
Falta de transparencia en inversión social y cadena de suministro ética	Algunas empresas no divulgan detalles sobre cómo asignan recursos a proyectos sociales o cómo auditan a sus proveedores en temas como trabajo infantil o condiciones laborales justas en su cadena de valor (p.e. en la extracción de minerales como cobalto, litio, polisilicio, indio y níquel).	Reduce la credibilidad ante inversionistas y comunidades, y aumenta el riesgo de controversias públicas.	Publicar informes anuales detallados con métricas verificables, para tener trazabilidad y participar en iniciativas como la <i>Iniciativa de Transparencia en las Cadenas de Suministro</i> .
Integración superficial de ESG en la cadena de valor	Muchas empresas limitan sus esfuerzos ESG a operaciones propias, sin extenderlos a proveedores críticos.	Socava los esfuerzos de sostenibilidad al perpetuar prácticas insostenibles en eslabones clave de la cadena.	Realizar auditorías ESG obligatorias para proveedores estratégicos, desarrollar programas de mejora continua y priorizar partners con certificaciones reconocidas

Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio e información pública realizado en 2025

En este *benchmarking* y su relación con la cadena de valor se observa que lo que antes era una preocupación secundaria —la sostenibilidad— se ha convertido en un factor decisivo para la competitividad empresarial. Las organizaciones que logren convertir estos desafíos en oportunidades no solo ganarán la confianza de la sociedad, sino que también se posicionarán con ventaja en la nueva economía de bajo carbono que está emergiendo con fuerza.

Estos retos nos muestran que para construir empresas verdaderamente sostenibles necesitamos tender puentes entre sectores, trabajando mano a mano con proveedores, desde la corresponsabilidad, para amplificar soluciones que funcionen permitan medir con precisión el impacto socioambiental y garantizar la transparencia de las operaciones.

VIII. Conclusiones y Recomendaciones Mejores Prácticas

Recomendaciones y mejores prácticas

La industria eólica se ha consolidado como un pilar esencial en la transición energética global, impulsando no solo la descarbonización de la matriz eléctrica, sino también la transformación sostenible de sus cadenas de valor. A medida que el sector crece, enfrenta desafíos complejos que exigen un enfoque integral en materia ambiental, social y de gobernanza (*ESG*). Las empresas líderes ya han demostrado que la integración estratégica de la sostenibilidad en sus operaciones y relaciones comerciales no solo mitiga riesgos, sino que genera eficiencias, fortalece la reputación y abre nuevas oportunidades en mercados cada vez más exigentes.

Este manual recoge las mejores prácticas identificadas a través de un proceso de análisis comparativo, consulta a grupos de interés y talleres participativos. Las organizaciones más avanzadas del sector cuentan con estrategias de sostenibilidad formalizadas, sistemas de gestión ambiental y de seguridad laboral, así como procesos claros para evaluar riesgos *ESG* y promover la ética empresarial. Además, han incorporado criterios de sostenibilidad en la selección y gestión de proveedores, establecido canales de diálogo con las comunidades y desarrollado capacidades internas mediante programas continuos de sensibilización y formación.

Riesgos y oportunidades en el contexto del *nearshoring*

La reconfiguración de las cadenas globales de suministro, impulsada por el *nearshoring*, representa una ventana de oportunidad para la cadena de valor de la industria eólica, sobre todo en regiones altamente atractivas por sus ventajas geográficas y competitivas como México.

El *nearshoring* trae consigo riesgos emergentes asociados a las limitaciones regulatorias y políticas en materia energética en la industria privada que generan incertidumbre en el sector. La falta de infraestructura adecuadas limita el abastecimiento de manera confiable en algunas regiones. Sin embargo, también hay oportunidades para el sector, el *nearshoring* y el desarrollo de otras industrias en México pueden incrementar la demanda de energía limpia para las grandes empresas, en especial aquellas con compromisos climáticos.

Esto representa una oportunidad y un reto para todos los proveedores del sector eólico, ya que deberán mantenerse a la vanguardia de las crecientes exigencias globales en sostenibilidad hacia las cadenas de valor. Implementar políticas, certificaciones y otras buenas prácticas *ESG* para cumplir con estos requisitos permitirá a las pequeñas y medianas empresas en México facilitar su acceso a mercados globales cada vez más competitivos.

Como resultado del taller colaborativo con actores clave de la industria eólica, se identificaron y priorizaron las nueve mejores prácticas *ESG* y de sostenibilidad para fortalecer la cadena de valor. Estas prácticas reflejan los consensos alcanzados entre empresas, proveedores, comunidades e inversionistas, destacando la necesidad de integrar la sostenibilidad de manera transversal en todas las operaciones. Su implementación no solo asegurará el crecimiento responsable del sector, sino que también posicionará a la industria eólica como un referente en la transición energética justa e inclusiva.

Priorización de mejores prácticas

- | | | |
|---|--|---|
| 1 Estrategia de sostenibilidad formalmente documentada | 4 Integración de la sostenibilidad en los procesos de producción | 7 Ética y Prevención de la Corrupción |
| 2 Gestión de riesgos <i>ESG</i> | 5 Sistemas de gestión ambiental y Salud y Seguridad en el Trabajo | 8 Gestión de proveedores con criterios <i>ESG</i> |
| 3 Identificación de riesgos climáticos y soluciones basadas en la naturaleza | 6 Sensibilización y Capacitación Continua | 9 Canal de denuncias y comunicación abierta con la comunidad |

1

Estrategia de sostenibilidad formalmente documentada



Acción

Desarrollar y aprobar una política de sostenibilidad alineada con los objetivos de la empresa y los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas).



Cómo

Involucrar a la alta dirección, definir metas claras y comunicar la estrategia a todo el personal.



Plazo

Plazo recomendado: Corto a mediano (3-24 meses).

Contar con una estrategia de sostenibilidad documentada se ha vuelto esencial para las empresas, ya que les permite:

- Alinear sus operaciones con estándares internacionales.
- Acceder a oportunidades comerciales y mejorar su resiliencia.
- Fortalecer su reputación ante clientes, inversionistas y reguladores.

Una estrategia formalizada actúa como evidencia de que la empresa ha identificado sus impactos y diseñado un plan de acción, facilitando su integración en cadenas de valor globales y licitaciones de proyectos eólicos.

Además, ayuda a mitigar riesgos regulatorios, especialmente en un entorno normativo en evolución en México, donde se anticipan exigencias más estrictas en emisiones y derechos laborales.

El acceso a financiamiento también se ve beneficiado, ya que bancos e inversionistas prefieren proyectos con buenas credenciales *ESG*. Una estrategia documentada brinda transparencia y confianza, facilitando recursos para expansión.

2

Gestión de riesgos ESG

Acción



Identificar, evaluar y mitigar riesgos ambientales, sociales y de gobernanza en todas las operaciones.

Cómo



Implementar procesos de gestión de riesgos, auditorías internas y planes de contingencia.

Plazo



Plazo recomendado: Corto a mediano (3-24 meses).

La cadena de valor eólica enfrenta numerosos riesgos ESG que pueden afectar su viabilidad operativa y financiera.

- **Riesgos Ambientales:** México es vulnerable a fenómenos climáticos extremos y presiones regulatorias sobre la huella de carbono. Proveedores que ignoran riesgos como la escasez hídrica o la dependencia de energías fósiles pueden comprometer su continuidad. Clientes globales exigen reportes detallados de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- **Riesgos Sociales:** La industria eólica enfrenta problemas relacionados con derechos laborales y relaciones comunitarias. Ignorar estos riesgos puede llevar a la paralización de obra por conflictos con comunidades locales hasta la pérdida de contratos por incumplimientos en estándares laborales y derechos humanos. Un sistema robusto de gestión de riesgos ESG permite mapear estas vulnerabilidades, establecer protocolos de debida diligencia y crear mecanismos de remediación temprana.
- **Riesgos de Gobernanza:** La gestión proactiva de riesgos de corrupción, falta de transparencia y deficiencias en seguridad de datos pueden tener consecuencias legales y financieras severas, la gestión proactiva de estos riesgos contribuye a prevenir sanciones y construye confianza con inversionistas.

La volatilidad geopolítica y las interrupciones en las cadenas de suministro resaltan la importancia de un sistema robusto de gestión de riesgos ESG para adaptarse y aprovechar nuevas oportunidades.

3

Identificación de riesgos climáticos y soluciones basadas en la naturaleza

Acción



Evaluar la exposición a riesgos climáticos y promover soluciones basadas en la naturaleza como la restauración de ecosistemas y conservación de la biodiversidad.

Cómo



Diagnóstico ambiental, alianzas con expertos y ONGs.

Plazo



Plazo recomendado: Largo (+ 5 años).

En el contexto geográfico y climático de México, es crucial identificar riesgos climáticos y aplicar soluciones basadas en la naturaleza para asegurar la resiliencia de la cadena de valor eólica. Los proveedores enfrentan vulnerabilidades debido a fenómenos como huracanes y sequías. Con un aumento proyectado de 2-4°C en la temperatura media, sus operaciones corren el riesgo de interrupciones y daños a la infraestructura.

Las soluciones basadas en la naturaleza, como la restauración de manglares y ecosistemas, pueden ofrecer protección frente a eventos climáticos adversos y beneficios adicionales, incluyendo mejoras en relaciones comunitarias y acceso a financiamiento climático. Implementar estas estrategias debe verse como una inversión, evitando costos futuros por rediseños y cumplimiento de estándares climáticos.

4

Integración de la sostenibilidad en los procesos de producción

Acción



Incorporar criterios de economía circular, eficiencia energética, reducción de residuos y uso responsable de recursos en la operación diaria.

Cómo



Revisar procesos, establecer metas de reducción de emisiones GEI y medir avances.

Plazo



Plazo recomendado: Mediano (2 a 5 años).

Los proveedores nacionales de partes, refacciones y servicios tienen a su alcance oportunidades de crecimiento económico traídas por el *nearshoring*, pero a su vez se enfrentan a las crecientes exigencias de estos clientes globales en materia de sostenibilidad y trazabilidad del origen y disposición final de los materiales.

Para hacer frente a estos requisitos se sugiere que en el ámbito operativo se busque la integración de sostenibilidad en los procesos productivos, como la adopción de principios de economía circular en la fabricación de componentes eólicos, el rediseño de piezas para facilitar su desmontaje y la reutilización. Todos estos procesos contribuyen a reducir costos de materiales y minimizar pérdidas por residuos. De igual forma, contar con sistemas de eficiencia energética permiten reducir costos asociados.

Los proveedores con procesos productivos alineados a criterios *ESG* tienen mayor acceso a líneas de crédito verdes, bonos sostenibles y capital de impacto. Instituciones financieras como la Banca de Desarrollo o fondos internacionales ofrecen tasas preferenciales a proyectos que demuestren reducción de huella ambiental o inclusión laboral.

5

Sistemas de gestión ambiental y de salud y seguridad en el trabajo

Acción



Adoptar sistemas certificados (ISO 14001, ISO 45001) para minimizar impactos ambientales y proteger la salud de los trabajadores.

Cómo



Capacitar al personal, monitorear indicadores y mejorar continuamente.

Plazo



Plazo recomendado: Mediano (2-5 años).

Los sistemas de gestión ambiental son esenciales en la industria eólica, que busca generar energía limpia pero cuyos procesos pueden tener impactos ambientales significativos. Los desarrolladores eólicos dan preferencia cada vez más sus proveedores certificaciones como ISO 14001, gestión ambiental, e ISO 45001 sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, lo que permite a proveedores mexicanos participar en licitaciones internacionales. En el contexto del *nearshoring*, esta ventaja es crítica, ya que empresas norteamericanas y europeas buscan proveedores regionales que cumplan con sus políticas de sostenibilidad y derechos laborales.

La gestión de salud y seguridad laboral es vital en un sector con procesos complejos y puede atraer y retener talento calificado, reduciendo costos por rotación. Los proveedores deben adaptar sus sistemas de salud y seguridad a realidades locales, combinando estándares internacionales con soluciones regionales. La implementación de estos sistemas ayuda a gestionar riesgos ambientales, reduce interrupciones y prepara a los proveedores para la expansión de la energía eólica en México, posicionándolos como socios estratégicos en la transición energética. Su valor radica en representar una transformación cultural hacia la excelencia operativa con sostenibilidad en el centro del negocio.

6

Sensibilización y capacitación continua

Acción



Desarrollar programas de formación en material ambiental, social y de gobernanza para todos los niveles de la organización.

Cómo



Cursos, talleres, campañas internas.

Plazo



Plazo recomendado: Corto (3-12 meses).

La capacitación en criterios ambientales, sociales y de gobernanza (*ESG*) es esencial para que las organizaciones, especialmente las medianas y pequeñas empresas, internalicen principios de sostenibilidad y se adapten a un entorno regulatorio cambiante. Esta formación debe ser práctica y relevante a las realidades locales.

Los criterios *ESG* son complejos y requieren que todos los niveles de la organización desarrollen capacidades especializadas. La alta dirección debe integrar la sostenibilidad en la estrategia, mientras que los mandos intermedios necesitan herramientas para implementar estos criterios y el personal operativo debe seguir protocolos específicos.

Invertir en capacitación *ESG* aporta beneficios como mayor transparencia, innovación y compromiso, lo que es crucial para atraer talento en un mercado competitivo. En un entorno global donde los criterios *ESG* son clave para la competitividad, la formación continua es una inversión estratégica en el conocimiento y competencias del personal para lograr una transición efectiva hacia la sostenibilidad.

7 Ética y prevención de la corrupción



Acción

Implementar un Código de Ética y mecanismos de prevención, detección y sanción de prácticas corruptas.



Cómo

Capacitar a colaboradores, establecer políticas claras y canales de denuncia.



Plazo

Plazo recomendado: Corto (3-12 meses).

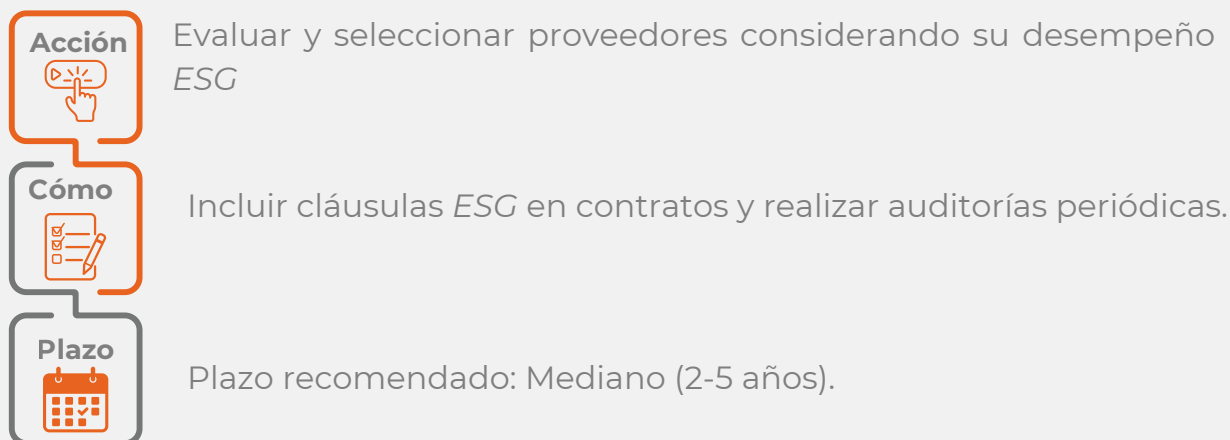
En el sector eólico mexicano, la implementación de principios éticos y mecanismos anticorrupción es crucial para la sostenibilidad del negocio, protegiendo la integridad corporativa y generando ventajas competitivas. Debido a las altas inversiones y la interacción con entidades gubernamentales, los riesgos de malas prácticas son elevados.

La ética empresarial fortalece las relaciones comerciales, genera confianza y permite detectar vulnerabilidades antes de que se conviertan en crisis reputacionales. Ante desafíos de aceptación social en algunas regiones, la operación ética ayuda a construir legitimidad comunitaria, estableciendo relaciones genuinas con las poblaciones locales.

La efectiva implementación de estos principios requiere adaptar políticas para prevenir los riesgos específicos del sector eólico, incluyendo procesos de debida diligencia, capacitación práctica y monitoreo continuo para detectar señales de alerta temprana.

8

Gestión de proveedores con criterios ESG



Las empresas que integran la sostenibilidad en su cadena de suministro reducen riesgos operativos y reputacionales, y construyen ventajas competitivas. Esto es crucial en México, donde muchas empresas, en especial miPyMEs se encuentran aún en proceso de maduración y enfrentan desafíos particulares en términos de capacidades técnicas, estándares laborales y prácticas ambientales.

Las empresas que implementan procesos rigurosos de *due diligence* para sus proveedores, incluyendo verificaciones y evaluación de prácticas *ESG*, construyen cadenas más transparentes y resilientes. Esto es especialmente recomendado cuando se participa en proyectos con financiamiento internacional, donde los requisitos de *compliance* son particularmente estrictos.

La implementación efectiva de estos criterios requiere un enfoque gradual y colaborativo, especialmente cuando se trabaja con PYMES locales que pueden necesitar apoyo para alcanzar los estándares requeridos. Para alcanzar estos estándares, se requiere un enfoque colaborativo y programas de capacitación y mentoría para fortalecer el ecosistema eólico nacional.

9

Canal de denuncias y comunicación abierta con la comunidad



Acción

Establecer mecanismos accesibles y confidenciales para reportar irregularidades y recibir retroalimentación de la comunidad



Cómo

Línea telefónica, buzón digital, reuniones públicas.



Plazo

Plazo recomendado: Corto (3-12 meses).

En la industria eólica mexicana, algunos proyectos se desarrollan en territorios con dinámicas sociales y ambientales complejas. La implementación de canales de denuncia y comunicación abierta ayuda a construir confianza y anticipar conflictos. Esto es especialmente relevante para proveedores que interactúan con las comunidades donde se desarrollan los proyectos, o se encuentran en el sitio realizando el acompañamiento con servicios de operación y mantenimiento.

La confidencialidad y protección de denunciantes son cruciales para fomentar la confianza, especialmente en contextos de poder asimétrico. Sistemas que aseguren el anonimato y protocolos claros de no represalias son esenciales.

La efectividad de estos mecanismos depende de su accesibilidad y adaptación al contexto comunitario, requiriendo múltiples vías de comunicación que reconozcan la diversidad cultural y geográfica de México. La participación de expertos en mediación puede aportar legitimidad.

Desde la perspectiva empresarial, estos sistemas proporcionan información sobre percepciones comunitarias, mejorando estrategias de relacionamiento y programas de inversión social. A largo plazo, mecanismos de diálogo construyen legitimidad social y capacidad de adaptación, marcando la diferencia entre proyectos exitosos y los que enfrentan resistencia.

Ruta para la integración ESG

Paso 1: Diagnóstico inicial

- Realizar un autodiagnóstico de la situación actual respecto a ESG.
- Identificar brechas y áreas de oportunidad.

Paso 2: Definición de prioridades y plan de acción

- Priorizar las prácticas según el contexto y recursos de la empresa.
- Elaborar un plan de acción con responsables y plazos.

Paso 3: Implementación progresiva

- Iniciar por las prácticas de mayor impacto y menor complejidad.
- Documentar avances y ajustar el plan según resultados.

Paso 4: Medición y reporte

- Establecer indicadores clave (KPIs) para cada práctica.
- Reportar avances a la alta dirección, clientes y grupos de interés.

Paso 5: Mejora continua y comunicación

- Revisar y actualizar periódicamente las estrategias ESG.
- Comunicar logros y aprendizajes a empleados, clientes y la comunidad.

Estándares y marcos para la adopción ESG

SASB (Sustainability Accounting Standards Board)

Es una organización internacional que desarrolla estándares sectoriales para la divulgación de riesgos y oportunidades de sostenibilidad. Estos estándares permiten a las empresas informar sobre sus impactos ambientales, sociales y de gobernanza de manera relevante y comparable para inversionistas y otras partes interesadas.

GRI (Global Reporting Initiative)

Es una organización que ha desarrollado los Estándares GRI, reconocidos globalmente, que permiten a las organizaciones reportar sus impactos económicos, ambientales y sociales de manera estructurada y comparable. Los Estándares GRI son el marco más utilizado para la presentación de información no financiera a nivel mundial.

La Taxonomía Sostenible de México

Es un sistema de clasificación de actividades con impactos ambientales y sociales positivos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Acuerdo de París, define qué actividades económicas son sostenibles, estableciendo criterios claros para orientar inversiones responsables y evitar prácticas de *greenwashing*.

NIS (Normas de Información sobre Sostenibilidad)

Las NIS emitidas por el CINIF (Consejo Mexicano para la Investigación y Desarrollo de Normas de Información Financiera), buscan estandarizar la presentación de información no financiera relacionada con sostenibilidad, permitiendo que las empresas reportar datos ambientales, sociales y de gobernanza con rigor similar al financiero, facilitando la toma de decisiones responsables por parte de inversionistas y reguladores. Incluyen normas como la NIS A-1 (Marco Conceptual) y la NIS B-1 (Indicadores Básicos de Sostenibilidad), alineadas con tendencias internacionales pero adaptadas al contexto mexicano

ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible)

Los ODS son los Objetivos de Desarrollo Sostenible, son un conjunto de 17 objetivos globales adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como parte de la Agenda 2030. Abordan temas como la pobreza, el hambre, la salud, la educación, la igualdad de género, el agua limpia, la energía, el trabajo decente, la innovación, la reducción de desigualdades, la sostenibilidad urbana, el consumo responsable, la acción climática, la vida submarina y terrestre, la paz y las alianzas globales.

Principales indicadores

A continuación se muestran los principales indicadores relacionados a energía eólica dentro de los marcos y estándares ESG: SASB, GRI, ODS, NIS y Taxonomía sostenible de México.

Dimensión Ambiental

- Emisiones a la atmósfera
- Sustancias y productos químicos que agotan la capa de ozono (SAO)
- Biodiversidad
- Prevención y control de la contaminación
- Economía circular
- Energía
- Gestión del agua
- Cambio climático
- Actividades sostenibles

Dimensión Social

- Inversión en capital humano
- Salud y seguridad en el trabajo
- Igualdad de Género

Dimensión de Gobernanza

- Consejo de administración
- Órgano de vigilancia
- Política de administración de riesgos
- Estrategia de sostenibilidad
- Código de integridad y ética
- Política de seguridad de la información
- Política implementada de protección y privacidad de datos personales de terceros

Tabla 2. Indicadores ESG dentro de marcos y estándares SASB, GRI, ODS, NIS y Taxonomía sostenible de México para la industria eólica.

Tema	Indicador	SASB	GRI	ODS	NIS	Taxonomía sostenible de México
Emisiones a la atmósfera	Alcance 1	x	x	x	x	
	Alcance 2	x	x	x	x	
	Alcance 3		x		x	
	Intensidad de emisiones de GEI *Queda exenta de la evaluación de huella de carbono. Sin embargo, se podrá hacer una revisión de acuerdo con el umbral de 100 gCO ₂ e/kWh	x	x	x		x*
	Porcentaje de emisiones sujeto a: -Regulaciones que limitan emisiones de GEI -Sujetas a regulaciones de reporte	x		x		
	Emisiones asociadas a la entrega de energía (Alcance 1 tonCO ₂ eq / energía entregada)	x		x		
	Estrategia y plan para gestionar y reducir emisiones de alcance 1	x	x	x		
Sustancias y productos químicos que agotan la capa de ozono (SAO)	Dependencia de sustancias y productos químicos que agotan la capa de ozono (kg)		x	x	x	
Biodiversidad	Nivel de cumplimiento de instrumentos de planeación territorial			x		x
	Nivel de cumplimiento de requisitos y condicionantes de evaluación ambiental (MIA, cambio de uso de suelo, energía térmica y lumínica)			x		x
	Uso del suelo dentro de, o cercano a, zonas de riesgo para la biodiversidad (Predios)		x	x	x	

Tema	Indicador	SASB	GRI	ODS	NIS	Taxonomía sostenible de México
Prevención y control de la contaminación	Nivel de cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisiones de contaminantes (aire, agua, suelo, ruido y vibraciones)			x		x
	Cantidad en toneladas de los siguientes contaminantes emitidos a la atmósfera: NOx, SOx, PM10, Pb y Hg.	x	x	x		
Economía circular	Nivel de cumplimiento del plan de gestión de residuos (generación, disponibilidad de infraestructura, plan de desmantelamiento)		x	x		x
	Porcentaje de materiales reciclados/reutilizados al finalizar el proyecto o en proceso de desmantelamiento		x	x		x
	Residuos generados (kg)		x	x	x	
	Residuos reaprovechados (kg)		x	x	x	
	Residuos peligrosos (kg)		x	x	x	
Energía	Consumo de energía (kWh)		x	x	x	
	Consumo de energía renovable (kWh)		x	x	x	
Gestión de agua	Nivel de cumplimiento del Programa Nacional Hídrico 2020-2024 y legislación mexicana en materia de agua (incluye permisos y autorizaciones de			x		x
	Monitoreo de la temperatura del agua			x		x
	Riesgos de contaminación de agua y estrategia para mitigarlos	x		x		x
	Agua ingresada (m3)	x	x	x	x	x
	Reaprovechamiento del agua (m3)		x	x	x	

Tema	Indicador	SASB	GRI	ODS	NIS	Taxonomía sostenible de México
Gestión de agua	Descarga de aguas residuales (m3)	x	x	x	x	
	Descarga de aguas residuales tratadas (m3)		x	x	x	
	Agua ingresada proveniente de zonas con estrés hídrico (m3)		x	x	x	x
	Número de incidentes de incumplimiento asociados con permisos, estándares y regulaciones de calidad del agua.	x	x	x		
Cambio climático	Estrategia de gestión de riesgos y de adaptación al cambio climático *Para las NIS está contemplada en una segunda etapa		x	x	x*	x
Actividades sostenibles	Inversión sostenible (MXN)			x	x	
Inversión en capital humano	Horas de capacitación		x	x	x	
Salud y seguridad en el trabajo	Número de accidentes que causaron incapacidad y muerte	x	x	x	x	
	Frecuencia de lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo (trabajadores y subcontratistas)	x	x	x		
	Frecuencia de eventos que pudieron haber resultado en lesión o enfermedad pero se previnieron (trabajadores y subcontratistas)	x	x	x		
	Política implementada para la gestión para la gestión de la salud y seguridad en el trabajo		x	x	x	

Tema	Indicador		SASB	GRI	ODS	NIS	Taxonomía sostenible de México
Gobernanza	Consejo de administración			x	x	x	
	Órgano de vigilancia			x	x	x	
	Política de administración de riesgos			x	x	x	
	Estrategia de sostenibilidad			x	x	x	
	Código de integridad y ética			x	x	x	
	Política de seguridad de la información		x	x	x	x	
	Política implementada de protección y privacidad de datos personales de terceros			x	x	x	
Igualdad de género	Trabajo digno	Igualdad salarial			x		
		Igualdad en el acceso y el desarrollo laboral			x		
		Cuidados y corresponsabilidad			x		
	Bienestar	Acceso igualitario a bienes y servicio			x		
		Salud con perspectiva de género			x		
		Empoderamiento económico y social			x		
	Inclusión social	Habilitación de contextos de paz			x		x
		Inclusión en la cadena de valor		x	x		x
		Participación social de las mujeres		x	x		x

Mejores prácticas: ventajas y desafíos

Tabla 3. Mejores prácticas para la cadena de valor: ventajas, desafíos y recomendaciones para su implementación.

Mejor práctica	Ventajas competitivas	Desafíos en la implementación	Recomendaciones para su implementación
Estrategia de sostenibilidad formalmente documentada	Integra en la estrategia del negocio los temas relevantes de sostenibilidad. Facilita el acceso a financiamiento verde, mejora la reputación corporativa y permite una alineación con los requerimientos de clientes globales.	Requiere recursos para su desarrollo y seguimiento, así como un compromiso de la alta dirección.	1. Realizar un diagnóstico inicial de materialidad ESG. 2. Definir objetivos medibles y plazos concretos. 3. Integrar la estrategia en los planes de negocio y reportar avances anualmente.
Gestión de riesgos ESG	Reduce potenciales pérdidas económicas, reputacionales y suspensión de operaciones debido a la mitigación temprana de riesgos y mejora la resiliencia ante crisis regulatorias o climáticas.	Falta de datos históricos y capacidades técnicas para evaluar riesgos emergentes (ej. transición energética).	1. Priorizar riesgos materiales mediante metodologías como COSO e ISO 31000. 2. Mapear y priorizar los riesgos ESG por impacto y probabilidad. 3. Implementar planes de acción con responsables definidos.
Identificación de riesgos climáticos y soluciones basadas en la naturaleza	Una identificación temprana de riesgos permite hacer planes de acción para la mitigación y la prevención de riesgos. Facilita también el acceso a fondos climáticos y diferenciación en licitaciones con criterios de adaptación.	Complejidad en la valuación de riesgos físicos y de transición, y falta de expertise técnico al interior de la organización.	1. Utilizar herramientas como TCFD para evaluar escenarios climáticos. 2. Implementar infraestructura verde (ej. reforestación en zonas de operación). 3. Participar en iniciativas sectoriales (ej. <i>Science Based Targets initiative</i>).
Integración de la sostenibilidad en los procesos de producción	Eficiencia energética y circularidad reducen costos y atraen compradores con metas de carbono neutralidad.	Inversión en tecnologías limpias y resistencia al cambio cultural, falta de opciones o la necesidad de innovación en materiales y procesos.	1. Adoptar metodologías de eco-diseño y análisis de ciclo de vida. 2. Fomentar innovación en logística inversa y reutilización de materiales. 3. Colaborar con clientes en proyectos de economía circular.

Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

Mejor práctica	Ventajas competitivas	Desafíos en la implementación	Recomendaciones para su implementación
Sistemas de gestión ambiental y salud y seguridad en el trabajo	Implementar certificaciones (ISO 14001, ISO 45001) abren mercados internacionales y reducen sanciones legales.	Costos iniciales de implementación y necesidad de capacitación constante.	1. Desarrollar sistemas de gestión integrados a la estrategia del negocio 2. Realizar auditorías de línea base. 3. Establecer protocolos de monitoreo y mejora continua.
Sensibilización y capacitación continua ESG	Capacitar al personal en estándares ESG (ej. seguridad laboral, ética anticorrupción) mejora la toma de decisiones y minimiza sanciones legales y multas por incumplimiento.	Contenidos deben adaptarse a distintos niveles (ej. operarios vs. gerentes) y formatos (ej. idiomas, educación digital).	1. Diseñar programas segmentados (operativo, mandos medios, alta dirección). 2. Utilizar herramientas digitales (ej. plataformas e-learning). 3. Medir impacto mediante encuestas e indicadores de desempeño.
Ética y prevención de la corrupción	Cumplimiento con regulaciones permite participar en licitaciones de clientes multinacionales y proyectos financiados por organismos internacionales (Banco Mundial, BID)	Costos de implementación de sistemas de denuncias, y necesidad de capacitar equipos multinivel (desde junta directiva hasta personal operativo)	1. Adoptar políticas anticorrupción y canales de denuncia anónimos. 2. Capacitar a empleados y socios comerciales en compliance. 3. Realizar due diligence en alianzas y adquisiciones.
Gestión de proveedores con criterios ESG	Atractivo para clientes globales que priorizan proveedores con puntajes ESG altos. Protección de marca ante riesgos reputacionales en cadena de suministro (trabajo infantil, daños ambientales)	Monitoreo de proveedores a través de cuestionarios o debida diligencia	1. Desarrollar un código de conducta para proveedores. 2. Implementar evaluaciones periódicas con criterios ESG. 3. Crear programas de capacitación para PYMES proveedoras.
Canal de denuncias y comunicación abierta con la comunidad	Previene conflictos sociales y fortalece la licencia social para operar.	Garantizar confidencialidad y respuesta efectiva a reclamos.	1. Establecer mecanismos de denuncia confidenciales. 2. Realizar mesas de diálogo periódicas con líderes locales. 3. Publicar informes de transparencia sobre quejas resueltas.

Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

Mejor práctica	Ventajas competitivas	Desafíos en la implementación	Recomendaciones para su implementación
Digitalización de procesos y automatización	Herramientas digitales permiten monitorear eficiencia energética y mantenimiento predictivo en componentes eólicos, reduciendo hasta un 20% los costos operativos. La digitalización de procesos (ej. logística) permite a PYMES suministrar a corredores industriales especializados en energías limpias	La adopción de nuevas tecnologías puede ser un proceso de cambio importante para la empresa.	1. Utilizar plataformas digitales (ej. blockchain) y la integración de Inteligencia Artificial en los procesos relevantes de la empresa. 2. Realizar capacitaciones dirigidas a todo el personal operativo y de ventas para utilizar este diferenciador como ventaja competitiva.
Transparencia en el reporteo ESG	Elaborar reportes de sostenibilidad alineados a estándares reconocidos como GRI, SASB, o NIS de CINIF mejoran la credibilidad ante fondos verdes y corporaciones globales.	Puede ser retador para una organización elaborar su primer informe, en especial para delimitar los alcances y definir los indicadores prioritarios.	1. Revisar el estándar SASB correspondiente al sector donde se opera para identificar los indicadores más relevantes para el sector. 2. También se puede optar por revelar los Indicadores Básicos de Sostenibilidad del CINIF.
Integración de los derechos humanos en proyectos eólicos	Las PYMES con políticas robustas de derechos humanos califican mejor para licitaciones internacionales y fondos verdes, que cada vez exigen mayores estándares ESG. Esta perspectiva reduce además posibles riesgos por conflicto con las comunidades donde se opera.	Las PYMES suelen carecer de equipos especializados en derechos humanos, dificultando la evaluación de impactos y el diseño de remediaciones efectivas.	1. Realizar evaluaciones de impacto o debida diligencia a los derechos humanos, especialmente en proyectos que afecten comunidades indígenas o zonas rurales vulnerables. 2. Mapear riesgos específicos: desde trabajo infantil hasta afectaciones a medios de vida tradicionales. 3. Crear comités mixtos empresa-comunidad para monitoreo continuo, como buenas prácticas.
Inclusión y equidad	Equipos diversos generan soluciones más innovadoras , clave en un sector tecnológico como la eólica. Además, estudios muestran que empresas con diversidad de género en liderazgo tienen un 21% más de probabilidad de superar a sus pares en rentabilidad*.	Persiste la percepción de que la energía eólica es un sector "masculino", dificultando la contratación de mujeres en roles técnicos. Turnos prolongados en parques eólicos y viajes frecuentes dificultan la conciliación familiar, afectando especialmente a mujeres.	1. Ofrecer horarios flexibles, teletrabajo para roles administrativos y apoyo en guarderías. 2. Promover licencias de paternidad igualitarias para distribuir responsabilidades familiares. 3. Publicar informes anuales de diversidad de género, con métricas claras (ejemplo: % de mujeres en puestos técnicos, brecha salarial).

Mejor práctica	Ventajas competitivas	Desafíos en la implementación	Recomendaciones para su implementación
Implementar políticas integrales de igualdad, diversidad y derechos humanos, promoviendo la representación femenina y diversidad cultural	- Mejorar de la reputación corporativa - Atraer y retener talento diverso - Incrementar la innovación y creatividad	- Resistencia al cambio cultural - Falta de liderazgo comprometido	1. Involucrar a la alta dirección y establecer métricas claras 2. Comunicar beneficios y casos de éxito 3. Revisar y actualizar políticas periódicamente
Fomentar programas de liderazgo femenino como el “Programa de Liderazgo Global de Mujeres en la Energía Eólica” (GWEC) y la Red Global de Mujeres para la Transición Energética (GWNET) (GWEC, GWNET)	- Acelerar las carreras femeninas - Desarrollar redes globales - Mayor representación en puestos de liderazgo	- Falta de mentoras y modelos a seguir - Dificultad para mantener la participación	1. Promover la mentoría y el <i>networking</i> 2. Medir el impacto en el desarrollo profesional 3. Difundir los logros alcanzados 4. Alineación con estándares internacionales como los Principios para el Empoderamiento de las Mujeres de la ONU (WEPs)
Integrar capacitaciones en igualdad, diversidad e inclusión al personal interno y en la cadena de suministro	- Ambiente laboral más seguro y respetuoso - Reducción de conflictos y rotación - Cumplimiento normativo - Fortalecimiento de relaciones con proveedores	- Necesidad de formación continua - Falta de compromiso de proveedores - Diversidad de contextos culturales - Limitaciones logísticas	1. Hacer la formación interactiva y relevante 2. Evaluar el impacto y retroalimentar 3. Reforzar con campañas internas 4. Incluir cláusulas de diversidad en contratos
Identificar posible existencia de brechas salariales de género y establecer objetivos con plazos concretos para cerrar la brecha	- Mejora de la equidad interna - Transparencia y confianza organizacional - Cumplimiento de estándares internacionales	- Complejidad en la revisión salarial - Resistencia a la transparencia	1. Realizar auditorías salariales periódicas 2. Comunicar avances de forma transparente 3. Ajustar políticas según resultados

Fuente: Elaboración propia con datos de estudio propio realizado en 2025

A continuación se mencionan recomendaciones de alto nivel para los desafíos clave identificados en el *benchmarking* junto con las mejores prácticas y su implementación:

1. Dependencia de proveedores con prácticas no alineadas a estándares ESG

- Desarrollo de programa de capacitación para proveedores: se sugiere implementar módulos de capacitación en temas relevantes ESG como gestión de residuos, derechos laborales, huella de carbono, ética empresarial, entre otros. Así como en temas de financiamiento verde.
- Cláusulas contractuales vinculantes con enfoque ESG: desarrollar un modelo de cláusulas que incluyan compromisos claros ESG de la organización. Se deberán especificar cómo se evaluará el desempeño de los proveedores, mecanismos de autoría y consecuencias en caso de incumplimiento.
- Programa de reconocimiento para la sostenibilidad de proveedores: en dicho programa se podrán establecer incentivos económicos para proveedores que demuestren mejoras significativas en sus prácticas ESG. Dentro de los beneficios se podrían considerar bonificaciones por desempeño, reconocimiento público y prioridad en proyectos clave.

2. Altos costos iniciales en tecnologías limpias y materiales sostenibles

- Convenios sectoriales: llevar a cabo convenios sectoriales con entidades como FOTEASE, FIDE o BID que permitan acceso prioritario a línea de crédito verde, subsidios o esquemas de financiamiento mixto.
- Financiamiento colaborativo: impulsar la formación de alianzas entre organizaciones del sector eólico para la adquisición conjunta de tecnologías limpias y materiales sostenibles, lo que podría reducir los costos individuales.

3. Armonizar políticas globales con impactos locales y tangibles

- Fomentar mesas de diálogo comunitario: desarrollar un protocolo para el diálogo participativo en las comunidades (representantes de la sociedad civil, líderes comunitarios, autoridades locales, etc.). Su objetivo será identificar las necesidades locales y co-diseño de estrategias.
- Promover proyectos de beneficio compartido: estos proyectos se realizarán a partir de las prioridades identificadas en las comunidades. Podrán incluir desarrollo de infraestructura local, empleo local, programas educativos, entre otros. Se recomienda generar indicadores de impacto social local dentro del enfoque ESG.

4. Falta de transparencia en inversión social y cadena de suministro ética

- Trazabilidad en la cadena de suministro: implementar sistemas de trazabilidad digital para verificar origen instalación, procesos y cumplimiento de estándares *ESG*.
- Participación activa en iniciativas de transparencia global: Unirse a esfuerzos colaborativos como la Iniciativa de Transparencia en las Cadenas de Suministro, adoptar marcos internacionales de reporte como GRI o los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y participar en evaluaciones de sostenibilidad tipo EcoVadis y auditorías éticas como SMETA.

5. Integración de *ESG* en la cadena de valor

- Implementar auditorías *ESG* a proveedores clave: estas auditorías deberán ser realizadas por auditores externos calificados, además los resultados podrán ser utilizados para identificar áreas de mejora y establecer planes de acción correctivos.
- Implementar la mejora continua: a través de certificaciones internacionales como ISO 14001, ISO 45001 además de certificaciones de cadena de suministro sostenibles. Para asegurar esta mejora continua, es crucial establecer procesos rigurosos de selección de proveedores que integren desde el inicio criterios *ESG*.

Conclusiones

En el contexto actual de la transición energética global y la reorganización de las cadenas de suministro, la implementación de prácticas de sostenibilidad es una necesidad estratégica para los participantes de la industria eólica en México, especialmente para los proveedores que buscan establecerse en este sector. Tendencias como la relocalización industrial, el incremento de financiamiento verde y los compromisos de descarbonización de las corporaciones está redefiniendo los parámetros competitivos, posicionando la sostenibilidad como un requisito fundamental para la operación y competitividad empresarial.

Los desarrolladores eólicos globales, muchos adheridos a iniciativas como los Objetivos Basados en la Ciencia para la descarbonización (*SBTi* por sus siglas en inglés), están trasladando sus requerimientos de sostenibilidad a sus cadenas de suministro. Esta situación genera una demanda de proveedores capaces de demostrar trayectorias de reducción de impacto ambiental, prácticas laborales adecuadas y estructuras de gobernanza transparentes. Simultáneamente, instituciones financieras y programas gubernamentales están dirigiendo capital hacia proyectos que cumplen con criterios *ESG* verificables, ofreciendo condiciones preferenciales para empresas con desempeño demostrable en estos ámbitos.

El fenómeno del *nearshoring* añade una dimensión adicional de oportunidad. México tiene el potencial de establecerse como centro regional para la manufactura de componentes eólicos, potencial que se materializará principalmente para los proveedores capaces de satisfacer los estándares éticos y ambientales requeridos por empresas comprometidas con la sostenibilidad. Para implementar estos principios efectivamente, se recomienda un enfoque sistemático que inicie con diagnósticos de cumplimiento ambiental y social al interior de la organización, e integrar los principios de sostenibilidad materiales a la estrategia del negocio.

Las recomendaciones documentadas en esta guía fueron cuidadosamente identificadas para asegurar que la integración de estas prácticas en la estrategia del negocio sean técnicamente viables y desarrollen una ventaja competitiva. El desafío consiste en extenderlas a toda la cadena de valor, aprovechando la colaboración entre participantes. La implementación efectiva de los estándares *ESG* documentados en el manual requiere inversiones en sistemas de gestión, desarrollo de capacidades y la coordinación entre asociaciones industriales, gobierno y empresas, para facilitar esta transición, particularmente a pequeñas y medianas empresas.

Glosario

A

- **Acuerdo de Escazú:** Tratado regional sobre acceso a información ambiental en América Latina.
- **Aerogeneradores:** Turbinas que convierten energía cinética del viento en electricidad.
- **Alcance 1:** Emisiones directas de GEI generadas por una empresa (ej. combustión en instalaciones propias).
- **Alcance 2:** Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica adquirida.
- **Alcance 3:** Emisiones indirectas de toda la cadena de valor (proveedores, transporte, uso de productos).
- **AMDEE:** Asociación Mexicana de Energía Eólica.
- **AWEA:** American Wind Energy Association (Asociación Estadounidense de Energía Eólica).

B

- **Bancomext:** Banco Mexicano de Comercio Exterior.
- **Banca de Desarrollo:** Instituciones financieras públicas que financian proyectos sostenibles.
- **Benchmarking:** Análisis comparativo de estándares de desempeño.
- **Blockchain:** Tecnología de registro descentralizado para transacciones transparentes.

C

- **Cadena de suministro:** Proceso de producción y distribución de bienes.
- **Cadena de valor:** Etapas que añaden valor a un producto o servicio.
- **Capacidad instalada:** Potencia máxima que puede generar una central eléctrica.
- **CAGR:** Tasa de crecimiento anual compuesto (métrica financiera).
- **CERs / I-Recs:** Certificados de energía renovable.
- **CFE:** Comisión Federal de Electricidad (México).
- **Cambio climático:** Alteración global del clima por emisiones humanas de gases de efecto invernadero.
- **CNE:** Comisión Nacional de Energía.
- **CO₂:** Dióxido de carbono (gas de efecto invernadero).
- **CO₂ equivalente:** Medida que unifica el impacto de todos los GEI en términos de CO₂.
- **Combustibles fósiles:** Petróleo, carbón y gas natural.
- **Comisión Reguladora de Energía (CRE):** Órgano supervisor del sector eléctrico en México.

D

- **Descarbonización:** Reducción de emisiones de carbono en la economía.
- **Distintivo ESR:** Reconocimiento a empresas socialmente responsables en México.
- **DJSI:** Dow Jones Sustainability Index (índice bursátil de sostenibilidad).

E

- **Ecodiseño:** Diseño de productos con mínimo impacto ambiental.
- **E-learning:** método de aprendizaje electrónico que utiliza tecnologías digitales para impartir educación a través de internet.
- **Energía eólica:** Electricidad generada mediante aerogeneradores.
- **Energía eólica marina:** Parques eólicos instalados en alta mar.
- **Energía eólica terrestre:** Parques eólicos en tierra.
- **Energía renovable:** Fuentes inagotables como solar, eólica e hidroeléctrica.
- **ESG:** Criterios Ambientales, Sociales y de Gobernanza.

F

- **Financiamiento verde:** Créditos o inversiones para proyectos sostenibles.
- **Flora y fauna autóctona:** Especies nativas de un ecosistema.
- **FTSE4Good:** Índice bursátil de empresas con prácticas ESG destacadas.

Glosario

G

- **GEI:** Gases de Efecto Invernadero (CO₂, metano y otros gases) que contribuyen al calentamiento global.
- **Global Wind Energy Council (GWEC):** Consejo Global de Energía Eólica.
- **GRI:** Global Reporting Initiative (estándar para reportes de sostenibilidad).
- **GW:** Gigavatio (1.000 MW).

H

- **Huella de carbono:** Total de GEI emitidos por una actividad.

I

- **I+D:** Investigación y desarrollo.
- **INECC:** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (México).
- **IRENA:** Agencia Internacional de Energías Renovables.
- **ISO:** Organización Internacional de Estandarización.

L

- **Ley de la Industria Eléctrica:** Legislación que regula el sector eléctrico en México.
- **Ley de Transición Energética (LTE):** Marco legal mexicano para energías limpias.
- **LGBTI:** Colectivo de diversidad sexual y de género (Lesbiana, Gay, Bisexual, Transgénero, Intersexual).

M

- **MSCI:** Índice financiero con criterios ESG.
- **MW:** Megavatio (unidad de potencia).
- **MWh:** Megavatio-hora (unidad de energía).
- **miPyMEs:** Micro, pequeñas y medianas empresas.

N

- **NAFIN:** Nacional Financiera (banco de desarrollo mexicano).
- **Nearshoring:** Relocalización de operaciones a países cercanos geográficamente.
- **Norma NMX-J-673-25-1-ANCE-2021:** Estándar técnico mexicano para energía.

O

- **Objetivos de Desarrollo Sostenible:** 17 objetivos globales de la ONU para 2030.

P

- **Pacto Global:** Iniciativa de la ONU para alinear empresas con derechos humanos y medio ambiente.
- **PRONASE:** Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (México).
- **PYMES:** Pequeñas y medianas empresas.

S

- **S&P:** Índice financiero con análisis ESG.
- **SASB:** Consejo de Normas de Contabilidad de Sostenibilidad.
- **SBTi:** Science Based Targets initiative (metas climáticas alineadas con el Acuerdo de París).
- **SEN:** Sistema Eléctrico Nacional (México).
- **Sostenibilidad:** Desarrollo que satisface necesidades presentes sin comprometer futuras generaciones.
- **SST:** Seguridad y Salud en el Trabajo (contexto ESG).

T

- **Tarifas de alimentación:** Precios regulados para comprar energía renovable.

W

- **Wind Energy Protocol de IRENA:** Guía técnica para proyectos eólicos (no detallado en fuentes previas).
- **Wind Industry ESG Reporting Guidelines de GWEC:** Estándares para reportes ESG en energía eólica.
- **WWEA:** World Wind Energy Association (Asociación Mundial de Energía Eólica).

Referencias

- AIDA Américas. (2022). ¿Qué es la transición energética justa? Recuperado de <https://aida-americas.org/es/blog/que-es-la-transicion-energetica-justa>
- Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE). (s.f.). Proyectos. https://amdee.org/es_es/07-proyectos/
- Asociación Mexicana de Energía Eólica. (2022). Informe Anual AMDEE 2021. <https://amdee.org/wp-content/uploads/INFORME-AMDEE-2022.pdf>
- Banco Mundial. (2023). Scaling up to phase down financing energy transition in developing countries. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2023/04/20/scaling-up-to-phase-down-financing-energy-transition-in-developing-countries>
- Cámara de Diputados. (s.f.). Ley de Transición Energética. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>
- Climate Central. (2025). Solar and Wind 2025. <https://www.climatecentral.org/climate-matters/solar-and-wind-2025?lang=es>
- Climate Tracker. (s.f.). Parques eólicos en México y transición justa. <https://climatetrackerlatam.org/historias/parques-eolicos-en-mexico-y-transicion-justa/>
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). (s.f.). Normatividad aplicable estados y municipios. <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normatividad-aplicable-estados-y-municipios?state=published>
- Comisión Reguladora de Energía (CRE). (s.f.). La CRE aprueba instrumentos regulatorios aplicables a centrales eléctricas de generación distribuida (paneles solares). <https://www.gob.mx/cre/prensa/la-cre-aprueba-instrumentos-regulatorios-aplicables-a-centrales-electricas-de-generacion-distribuida-paneles-solares>
- Cuerva Energía. (2025). Tendencias energéticas para este 2025. <https://cuervaenergia.com/es/comunidad/innovacion/tendencias-energeticas-para-este-2025/>
- Deloitte. (s.f.). Los 7 desafíos ESG. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cl/Documents/energy-resources/cl-Los-7-desafios_ESG.pdf
- La cita en formato APA para el artículo donde se menciona la reducción del costo nivelado de energía eólica en un 64% entre 2009 y 2024 es:
- El CEO. (2025). Capacidad instalada en energía eólica crece, pero falta inversión. El CEO. <https://elceo.com/negocios/capacidad-instalada-en-energia-eolica-crece-pero-falta-inversion/>
- Ember. (2025). Global Electricity Review 2025. <https://ember-energy.org/es/analisis/global-electricity-review-2025/>
- Energía Estratégica. (s.f.). Informe IEA: la demanda de electricidad crecerá 4% en 2024, uno de los niveles más altos en 20 años. <https://www.energiastراتيجية.com/informe-iea-la-demanda-de-electricidad-crecera-4-en-2024-uno-de-los-niveles-mas-altos-en-20-anos/>
- Energía Hoy. (2021). Cadena de suministro de renovables enfrenta grandes desafíos. <https://energiayahoy.com/2021/07/09/cadena-de-suministro-de-renovables-enfrenta-grandes-desafios/>
- Energía Hoy. (2021). Conoce los desafíos científicos del sector eólico: UNAM. <https://energiayahoy.com/2021/05/27/conoce-los-desafios-cientificos-del-sector-eolico-unam/>
- Energía Hoy. (2021). Costos de energía eólica se reducirían 49% para 2050. <https://energiayahoy.com/2021/04/20/costos-de-energia-eolica-se-reducirian-49-para-2050/>
- Energía Hoy. (2021). Energías renovables y eficiencia energética avanzan en el mundo. <https://energiayahoy.com/2021/05/24/energias-renovables-y-eficiencia-energetica-avanzan-en-el-mundo/>
- Energía Hoy. (2024). En México, tan solo 6% de la matriz energética renovable es eólica: AMDEE. <https://energiayahoy.com/2024/11/04/en-mexico-tan-solo-6-de-la-matriz-energetica-renovable-es-eolica-amdee/>
- Energía Hoy. (2024). Generación de energía limpia para cerrar el año con broche de oro: Enel México. <https://energiayahoy.com/2024/09/26/generacion-de-energia-limpia-para-cerrar-el-ano-con-broche-de-oro-enel-mexico/>
- Energía Hoy. (2024). Mantiene crecimiento sostenido energía eólica en México, revela informe. <https://energiayahoy.com/2024/11/29/mantiene-crecimiento-sostenido-energia-eolica-en-mexico-revela-informe/>
- Energía Hoy. (2025). Aumenta participación de energías renovables en el mundo: 92.5%, con China a la cabeza. <https://energiayahoy.com/2025/03/28/aumenta-participacion-de-energias-renovables-en-el-mundo-92-5-con-china-a-la-cabeza/>
- Energía Hoy. (2025). El mundo avanza en renovables, pero la brecha financiera sigue creciendo: IRENA. <https://energiayahoy.com/2025/01/31/el-mundo-avanza-en-renovables-pero-la-brecha-financiera-sigue-creciendo-irena/>
- Energía Hoy. (2025). El reto de la transición energética en México: el almacenamiento y estabilidad en la red. <https://energiayahoy.com/2025/03/28/el-reto-de-la-transicion-energetica-en-mexico-el-almacenamiento-y-estabilidad-en-la-red/>
- Energía Hoy. (2025). Retos de la energía eólica en México: un futuro impulsado por el viento. <https://energiayahoy.com/2025/01/21/retos-de-la-energia-eolica-en-mexico-un-futuro-impulsado-por-el-viento/>
- ESG News. (s.f.). Energía eólica. <https://esgnews.com/es/etiqueta/energ%C3%ADa-e%C3%B3lica/>
- European Patent Office (EPO) & International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). Offshore wind: A patent insight report. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Nov/EPO_IRENA_Offshore_wind_patent_insight_report_2023.pdf

- ExpokNews. (s.f.). ¿Qué impacto ambiental tiene la energía eólica? <https://www.expoknews.com/que-impacto-ambiental-tiene-la-energia-eolica/>
- Fix-Fierro, H., & Valencia Carmona, S. (s.f.). Las energías renovables y el derecho. Archivos Jurídicas UNAM. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/12/5846/7.pdf>
- Fundación Repsol. (2023, 7 de noviembre). Transición justa, qué es y quiénes son los agentes implicados. Recuperado de <https://openroom.fundacionrepsol.com/es/contenidos/transicion-justa-que-es-agentes-implicados/>
- García, B. (s.f.). ESG: Reinventando la visión de los proyectos energéticos. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/esg-reinventando-la-visi%C3%B3n-de-los-proyectos-energ%C3%A9ticos>
- Global Market Insights. (s.f.). Mercado de turbinas eólicas. <https://www.gminsights.com/es/industry-analysis/wind-turbine-market>
- Gobierno de México. (s.f.). Eólico. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31621/eolico.pdf>
- Gobierno del Estado de Oaxaca. (2019). Oaxaca, líder indiscutible en generación de energía eólica y seguro para inversionistas: Alejandro Murat. <https://www.oaxaca.gob.mx/comunicacion/oaxaca-lider-indiscutible-en-generacion-de-energia-eolica-y-seguro-para-inversionistas-alejandro-murat/>
- Gómez, L. B. (2009). El mercado de la energía eólica en México. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Monterrey. <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Gomez-L.B.-2009-El-mercado-de-la-energ--a-eolica-en-M--xico.-Oficina-Economica-y-Comercial-de-la-Embajada-de-Espa--a-en-Monterrey.pdf>
- Iniciativa Climática. (2024, 1 de octubre). ¿Cómo entendemos la Transición Energética Justa? Recuperado de <https://www.iniciativaclimatica.org/como-entendemos-la-transicion-energetica-justa-2/>
- Iniciativa Climática. (2023, 13 de octubre). Transición energética justa en México. Recuperado de <https://www.iniciativa>
- IMARC Group. (s.f.). Mercado de energía eólica de América Latina. <https://www.imarcgroup.com/report/es/latin-america-wind-energy-market>
- InnContext. (s.f.). Aumento histórico en la demanda global de electricidad para 2024 y 2025. <https://inncontext.net/aumento-historico-en-la-demanda-global-de-electricidad-para-2024-y-2025/>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (s.f.). La energía eólica en México. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Instituto-para-la-Diversificacion-y-Ahorro-de-la-Energ--a-La-energ--a-eolica-en-M--xico-.pdf>
- International Renewable Energy Agency (IRENA) & Global Wind Energy Council (GWEC). (2013). GWEC analysis. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2013/GWEC/GWEC_Analysis.pdf?la=en&hash=D0AD5228218A02FCDE50C39C49A90C3BAD52E7B3
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). Low-cost finance for the energy transition. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/May/IRENA_Low_cost_finance_energy_transition_2023.pdf
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2025). Record-Breaking Annual Growth in Renewable Power Capacity. <https://www.irena.org/News/pressreleases/2025/Mar/Record-Breaking-Annual-Growth-in-Renewable-Power-Ca>
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (s.f.). Wind energy. <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Wind-energy>
- ISMedioAmbiente. (s.f.). Defensa de la biodiversidad ante la rápida expansión de las energías renovables. <https://www.ismedioambiente.com/defensa-de-la-biodiversidad-ante-la-rapida-expansion-de-las-energias-renovables/>
- King's Research. (2024). Mercado de energía eólica. <https://www.kingsresearch.com/es/wind-power-market-145>
- Mariano, E. (2024). Potencial de crecimiento de la energía eólica en México. Energy & Commerce. <https://energyandcommerce.com.mx/potencial-de-crecimiento-de-la-energia-eolica-en-mexico/>
- Martínez, A. L. (s.f.). El aprovechamiento de la energía eólica en México: retos y oportunidades para el desarrollo regional. Elementos. <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000002155.pdf>
- Mexico Energy LLC. (2024). Energy outlook for Baja California. <https://mexicoenergyllc.com.mx/es/blogs/mexico-energy-insights/energy-outlook-for-baja-california>
- Mexico Energy Partners LLC. (s.f.). Claves del éxito de la energía eólica en México. Mexico Energy Partners LLC. <https://mexicoenergyllc.com.mx/es/blogs/mexico-energy-insights/keys-to-success-for-wind-energy-in-mexico>
- México Evalúa. (s.f.). La transición energética en México por regiones. <https://www.mexicoevalua.org/la-transicion-energetica-en-mexico-por-regiones/>
- MINT for People. (s.f.). Impacto ambiental de la energía eólica. <https://mintforpeople.com/noticias/impacto-ambiental-de-la-energia-eolica/>
- Mordor Intelligence. (s.f.). Mercado global de energía eólica. <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/global-wind-power-market>
- Negocio Sostenible. (s.f.). La energía eólica hacia una transición energética sostenible. Cámara Valencia. <https://negociosostenible.camaravalencia.com/ambiental/tendencias/la-energia-eolica-hacia-una-transicion-energetica-sostenible/>

- Nkomo, F. (2018). Germany. World Wind Energy Association. https://www.wwindea.org/wp-content/uploads/2018/06/Germany_Full.pdf
- Research and Markets. (2024). Mexico Wind Energy Market Share Analysis, Industry Trends & Statistics, Growth Forecasts (2024 - 2029). <https://www.researchandmarkets.com/reports/5025490/mexico-wind-energy-market-share-analysis>
- Sánchez, G. I. C., & Carrillo, A. L. (2016). Evaluación multicriterio de proyectos eólicos en México. Problemas del desarrollo, 47(184), 65-88. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-62862016000100065
- Secretaría de Economía. (2021). NMX-J-673-25-1-ANCE-2021. <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-j-673-25-1-ance-2021/>
- Secretaría de Energía. (2012). Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2012-2026.pdf
- Sempra Infrastructure. (2024, 14 de marzo). Sempra Infrastructure launches Cimarron wind project. <https://semprainfrastructure.com/es/noticias-y-eventos/comunicados-de-prensa/sempra-infrastructure-launches-cimarron-wind-project/>
- Sigma Earth. (s.f.). ESG in energy: What is it and why is it important? <https://sigmaearth.com/es/esg-in-energy-what-is-it-and-why-is-it-important/>
- Swissinfo.ch. (2025). China batió en 2024 un récord en la instalación de energías renovables. <https://www.swissinfo.ch/spa/china-bati%C3%B3-en-2024-un-r%C3%A9cord-en-la-instalaci%C3%B3n-de-energ%C3%ADas-renovables/88757639>
- Terra Nuova Internacional. (2025). Transición Energética Justa, la transición que buscan los pueblos. Recuperado de <https://www.tni.org/es/p%C3%B3dcast/transicion-energetica-justa-la-transicion-que-buscan-los-pueblos>

Este Manual se terminó de escribir en abril de 2025.
Elaborada por Ilunka, ESG Estrategia y Sostenibilidad



2025

Asociación Mexicana de Energía Eólica

www.amdee.org | info@amdee.org