

4. Producción limpia en la política industrial verde: Entre la sostenibilidad y la transformación del modelo productivo



RODRIGO FLORÊNCIO DA SILVA*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.370.04>

Resumen

La emergencia climática, la presión sobre los recursos naturales y las exigencias de competitividad en mercados globales están forzando una revisión de los modelos productivos tradicionales. En este contexto, conceptos como “industria verde” y “sustentabilidad” suelen utilizarse como sinónimos, aunque presentan diferencias fundamentales. Mientras la industria verde se orienta a la reconversión tecnológica, la innovación y la reducción del impacto ambiental en los procesos, la sustentabilidad implica una transformación estructural más amplia, que integra dimensiones sociales, culturales, económicas y ecológicas. Este capítulo analiza la tensión y la complementariedad entre ambos conceptos, proponiendo la producción limpia como puente práctico y estratégico.

La producción limpia, entendida como un enfoque preventivo de gestión ambiental aplicado a procesos, productos y servicios, busca maximizar la eficiencia de recursos y minimizar residuos y emisiones. En México, su adopción ha sido fragmentada, aunque existen casos exitosos que demuestran su viabilidad y beneficios económicos y ambientales. Desde esta perspectiva, se plantea que la producción limpia puede ser una herramienta

* Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo. Profesor-investigador del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9644-7645> ; correo electrónico: rflorenco@ipn.mx

concreta para el diseño e implementación de políticas industriales verdes, superando barreras estructurales y promoviendo prácticas sostenibles.

Este capítulo examina el rol de la producción limpia en la construcción de una política industrial verde en México, evaluando su capacidad para alinear intereses económicos con la agenda de sostenibilidad. La metodología se basa en revisión de literatura científica y técnica (PNUMA, OCDE, CEPAL) y análisis de casos exitosos de empresas mexicanas. Se consideran criterios como impacto ambiental, eficiencia energética, uso responsable del agua, innovación tecnológica y articulación regulatoria. Como resultados, se identifican patrones comunes, limitaciones para su escalamiento y propuestas de política pública que posicionen la producción limpia como pilar de una industria verde, inclusiva y resiliente.

Palabras clave: *producción limpia, industria verde, sustentabilidad, política industrial, innovación ambiental.*

Introducción

La aceleración de la crisis climática, la creciente presión sobre los recursos naturales y las nuevas dinámicas de competitividad global han puesto en tela de juicio la viabilidad de los modelos productivos tradicionales. Frente a este escenario, conceptos como “industria verde” y “sustentabilidad” han ganado terreno en las agendas políticas, académicas y empresariales (Anzolin y Lebdioui, 2021). No obstante, su uso indistinto tiende a diluir sus significados específicos. La industria verde suele centrarse en la reconversión tecnológica, la innovación y la eficiencia ambiental en los procesos industriales, mientras que la sustentabilidad remite a una transformación estructural más profunda, que abarca las dimensiones sociales, culturales, económicas y ecológicas del desarrollo (Ashford y Hall, 2011). Esta distinción no es meramente semántica: refleja diferentes enfoques de intervención y, por ende, distintas estrategias para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

En este contexto, el presente capítulo parte de la hipótesis de que la producción limpia puede fungir como un puente estratégico entre la industria verde y la sustentabilidad integral. Entendida como un enfoque preven-

tivo de gestión ambiental que busca maximizar la eficiencia en el uso de recursos y minimizar residuos, emisiones y riesgos ambientales, la producción limpia ofrece herramientas prácticas para transformar los procesos productivos sin esperar a que ocurran reformas estructurales profundas (Van Hoof et al., 2018). En países como México, donde coexisten sectores altamente tecnificados con unidades productivas informales o de bajo capital, esta estrategia podría representar una vía intermedia viable para avanzar hacia una política industrial verde que sea ambientalmente eficaz, económicamente competitiva y socialmente justa.

La relevancia de esta reflexión se inscribe en una problemática mayor que atraviesa este capítulo: ¿cómo construir una política industrial verde en un país con múltiples prioridades, profundas desigualdades estructurales y limitaciones institucionales?, ¿hasta qué punto el Estado debe intervenir en los mecanismos de mercado para reorientar los sectores productivos hacia la sostenibilidad?, ¿qué criterios deben guiar el diseño, implementación y evaluación de dichas políticas?, ¿existen modelos viables de transformación que puedan adaptarse al contexto mexicano y cuáles han sido sus resultados hasta ahora?

Este capítulo analiza el papel que puede desempeñar la producción limpia en la construcción de una política industrial verde en México. A partir de este enfoque, se pretende *i)* distinguir conceptualmente la industria verde de la sostenibilidad integral; *ii)* evaluar la adopción de esquemas de producción limpia en distintos sectores económicos; *iii)* identificar barreras y oportunidades para su expansión, y *iv)* proponer criterios para políticas públicas que promuevan su adopción de manera transversal. Todo ello con el fin de contribuir a una discusión informada sobre los instrumentos y enfoques que pueden permitir una transición justa hacia modelos productivos más sostenibles.

La metodología adoptada se basa en una revisión documental y bibliográfica que combina fuentes científicas indexadas y literatura técnica proveniente de organismos internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Esta revisión se complementa con el análisis de estudios de caso de empresas mexicanas que han implementado

prácticas de producción limpia, seleccionadas con base en criterios como eficiencia energética, uso responsable del agua y los materiales, innovación tecnológica, reducción de impactos ambientales y grado de articulación con marcos regulatorios nacionales e internacionales. Si bien el desarrollo metodológico detallado será presentado en secciones posteriores, este enfoque permitirá identificar patrones comunes entre los casos exitosos y ofrecer lineamientos que orienten la política industrial verde en el país.

En términos de resultados esperados, se anticipa que el estudio permitió establecer conexiones claras entre la adopción de la producción limpia y el mejoramiento del desempeño ambiental y económico de las empresas, especialmente aquellas que operan en contextos de alta presión regulatoria o de acceso a mercados internacionales. También se detectaron obstáculos estructurales, como la falta de incentivos fiscales, financiamiento adecuado o capacidades técnicas locales, que dificultan su implementación a mayor escala. A partir de estos hallazgos, se propondrán recomendaciones para el diseño de instrumentos de política pública que integren la producción limpia como componente clave de una estrategia de desarrollo industrial verde en México.

Así, el capítulo se vincula directamente con los objetivos de este libro al explorar una vía intermedia y viable de transformación productiva que reconcilia la competitividad económica con la protección del medio ambiente, frente a un escenario en el que la acción estatal debe ser estratégica, pero limitada y en el que los sectores productivos presentan una alta heterogeneidad, la producción limpia emerge como un punto de encuentro entre lo deseable y lo posible. De este modo, se abre una discusión fundamental para el diseño de políticas industriales en el siglo XXI: ¿cómo pasar del diagnóstico a la acción concreta sin perder de vista la equidad, la innovación y la resiliencia?

Marco teórico y conceptual

Esta sección profundiza en los conceptos clave, su evolución y su aplicación en el contexto mexicano.

Industria verde y sustentabilidad: convergencias y tensiones

En las últimas décadas, el concepto de industria verde ha emergido como un eje clave dentro de las agendas de innovación, cambio estructural y transición ecológica (Ersin et al., 2024). Su origen está ligado a los esfuerzos por reconvertir sectores industriales altamente contaminantes mediante la introducción de nuevas tecnologías limpias, procesos más eficientes en el uso de recursos, y una mayor responsabilidad corporativa frente a la presión social y normativa por reducir el impacto ambiental (Taj-Taj, 2025). Desde este enfoque, la industria verde representa un intento por compatibilizar crecimiento económico e innovación tecnológica con objetivos ambientales, apelando a la lógica de mercado y a la modernización productiva como motores del cambio.

En este marco, el desarrollo de la industria verde se ha articulado alrededor de nociones como ecoeficiencia, economía circular, tecnologías limpias y descarbonización de la producción (Khan et al., 2025). Es decir, se trata de introducir mejoras en los procesos sin alterar necesariamente la estructura general del sistema económico. Este enfoque tecnocrático se ha traducido, en muchos casos, en estrategias de mitigación y adaptación promovidas desde organismos multilaterales, agencias estatales y grandes conglomerados empresariales, que han adoptado discursos de responsabilidad ambiental, mientras mantienen prácticas orientadas a la rentabilidad y competitividad (Wilshusen, 2019).

En paralelo, el concepto de sustentabilidad, particularmente en su formulación a partir del Informe Brundtland (1987), ha planteado un horizonte más amplio e integrador. La definición clásica de desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas ha permitido que el término se convierta en una referencia transversal en políticas públicas, acuerdos internacionales y programas educativos (Álvarez-Véliz y Barton, 2024). Sin embargo, su dimensión estructural es lo que lo distingue de enfoques más limitados o instrumentales como el de la industria verde. La sustentabilidad busca articular las dimensiones ambiental, económica y social (Gómez Contreras, 2014). Esto implica no sólo mitigar impactos negativos, sino revisar de forma crítica los fundamentos del mo-

delo de desarrollo dominante, las formas de consumo, las relaciones de poder en la producción y distribución de bienes, y las desigualdades estructurales que afectan tanto a países como a comunidades dentro de ellos (Ptak et al., 2025).

Según Riosvelasco (2015), aunque la industria verde y la sustentabilidad usan herramientas parecidas, como la innovación, el ahorro de energía o la reducción de residuos, tienen enfoques distintos. La industria verde busca hacer mejoras poco a poco dentro del mismo modelo de producción. En cambio, la sustentabilidad impulsa un cambio más profundo, mejorando los procesos productivos mientras nos hace pensar en el propósito y las consecuencias de lo que producimos (Vizcarra, 2023).

Esta diferencia se refleja claramente en la manera en que cada enfoque entiende la relación entre economía y medio ambiente. La industria verde parte de la premisa de que es posible “crecer verde”, es decir, continuar expandiendo la actividad económica mientras se reduce su huella ecológica. Esta idea ha sido central en las políticas de transición energética, en las regulaciones sobre emisiones industriales y en los mecanismos de mercado, como los bonos de carbono o los incentivos fiscales para tecnologías limpias (Tiwari et al., 2024). Sin embargo, múltiples estudios han cuestionado la viabilidad de un crecimiento verde sostenido, señalando que los límites biofísicos del planeta, la crisis de materiales y la desigual distribución de los costos ambientales ponen en duda esa posibilidad (Pineda Ramírez, 2021).

Desde la perspectiva de la sustentabilidad, el problema va más allá de cómo producimos, también incluye para qué lo hacemos, a quién beneficia y en qué condiciones se lleva a cabo (Giovannoni y Fabietti, 2013). Por ello, junto a las herramientas tecnológicas y de gestión, se enfatiza la necesidad de un enfoque territorial, participativo y basado en la justicia ambiental (Jatobá et al., 2009). Esta corriente crítica ha propuesto alternativas como el postdesarrollo, el buen vivir o la economía del cuidado, que colocan en el centro de la discusión al medio ambiente junto con las comunidades, las culturas locales y las relaciones de poder globales (Solón, 2019).

En contextos como el mexicano, donde coexisten realidades productivas altamente divergentes, desde industrias de alta tecnología insertadas en cadenas globales hasta pequeños talleres artesanales con limitada capacidad de inversión, la distinción entre industria verde y sustentabilidad no es úni-

camente teórica, ya que también tiene implicaciones prácticas en el diseño de políticas públicas (Rahman y Hossain, 2024). Una política industrial basada exclusivamente en la industria verde podría privilegiar a los sectores más tecnificados y con mayor acceso a financiamiento, reproduciendo desigualdades estructurales y dejando fuera a amplios sectores de la economía informal o comunitaria. En cambio, una política orientada por principios de sustentabilidad buscaría incorporar mecanismos redistributivos, fortalecer capacidades locales, y articular las transformaciones tecnológicas con procesos sociales inclusivos (Scoones et al., 2020).

Producción limpia: principios, alcances y evolución

Para Van Hoof et al. (2018), la producción limpia surge como una respuesta proactiva a los desafíos ambientales que enfrentan las actividades productivas en todo el mundo. Su propuesta central consiste en anticiparse a los problemas ambientales desde el diseño y la operación de procesos, productos y servicios, a diferencia de las estrategias tradicionales de control y mitigación, que intervienen una vez que los daños ya se han producido. En este sentido, la producción limpia se presenta como una herramienta de gestión ambiental preventiva, orientada a optimizar el uso de recursos, minimizar residuos y emisiones, reducir riesgos para la salud humana y mejorar la competitividad de las organizaciones (Jansen, 2013).

Figuerola et al. (2016) argumentan que el concepto fue desarrollado y promovido inicialmente por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a finales de la década de 1980, en un momento en que comenzaba a consolidarse la conciencia internacional sobre la insostenibilidad de los modelos de producción y consumo imperantes. El PNUMA definió la producción limpia como “la aplicación continua de una estrategia preventiva integrada aplicada a procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente” (Fonseca, 2017, p. 47). Esta definición estableció un marco de acción que trasciende la mera mejora tecnológica y se vincula con una visión más integral de la sostenibilidad en la industria.

Para Luken y Navratil (2004), los principios rectores de la producción limpia incluyen:

- La eficiencia energética y de materiales, es decir, hacer más con menos.
- La reducción en la generación de residuos y contaminantes en la fuente.
- El reúso, reciclaje y rediseño de productos y procesos.
- La sustitución de insumos peligrosos por alternativas más seguras.
- La mejora continua de procesos con un enfoque de ciclo de vida.
- La integración de la gestión ambiental en la cultura organizacional y en la toma de decisiones estratégicas.

A diferencia de otros enfoques más limitados, como el control de emisiones al final de la línea (*end-of-pipe*), la producción limpia actúa desde el origen del problema, buscando cambios estructurales en la forma de producir (Huhtala, 2003). Esto la convierte en una estrategia ambiental, económica y organizacional, ya que puede traducirse en reducciones de costos, mejoras en la imagen corporativa, cumplimiento normativo y acceso a nuevos mercados con estándares ambientales más exigentes.

El enfoque de producción limpia ha evolucionado en las últimas décadas, integrándose con otros marcos como la ecoeficiencia, la química verde, la economía circular y las estrategias de desmaterialización (Rahaman y Khan, 2024). En la práctica, estas aproximaciones se complementan; la producción limpia se enfoca en acciones concretas dentro de la organización, mientras que la economía circular amplía la mirada al ciclo de vida del producto y a los sistemas productivos en su conjunto (Melendez et al., 2021). Sin embargo, en todos los casos, se parte de la premisa de que la sostenibilidad no es un límite al crecimiento, sino una oportunidad para la innovación y la mejora del desempeño.

En América Latina, la producción limpia ha sido incorporada progresivamente en las políticas públicas, aunque con grados variables de profundidad y continuidad. Países como Brasil, Chile y Colombia han desarrollado estrategias nacionales de producción más limpia, en algunos casos con

apoyo de cooperación internacional y alianzas con el sector privado (Núñez, 2003). Estas políticas han incluido instrumentos como:

- centros nacionales de producción limpia (CPL),
- líneas de crédito específicas,
- normas técnicas voluntarias,
- esquemas de certificación y
- programas de capacitación y transferencia tecnológica.

En el caso de México, la incorporación de la producción limpia ha sido más fragmentada (Medina Jiménez y Medellín Milán, 2006). Aunque existen lineamientos enmarcados en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley de Transición Energética y el Plan Nacional de Desarrollo, la ausencia de una política industrial sólida ha dificultado una aplicación sistemática. La producción limpia ha sido promovida principalmente a través de iniciativas de la Semarnat, con programas como el Reconocimiento a la Excelencia Ambiental o el fomento de sistemas de gestión ambiental ISO 14001 (Semarnat, s/f). No obstante, la adopción ha dependido en gran medida de la voluntad de las empresas y de incentivos dispersos, sin una articulación estratégica con el desarrollo productivo nacional.

Pese a ello, se han documentado casos exitosos de adopción de producción limpia en sectores como alimentos y bebidas, automotriz, químico y textil (Restrepo Gallego, 2006). Estas experiencias demuestran que, cuando se alinean la regulación, el financiamiento y la capacitación, es posible lograr mejoras significativas en eficiencia, cumplimiento ambiental y rentabilidad. Por ejemplo, empresas que han rediseñado sus procesos para reducir el consumo de agua o energía han reportado ahorros operativos considerables, al mismo tiempo que cumplen con normativas ambientales y acceden a certificaciones internacionales (Ávila y Paiva, 2006).

Uno de los desafíos más relevantes para ampliar el impacto de la producción limpia en México es su escalabilidad, particularmente en el caso de las pequeñas y medianas empresas (pymes), que representan más del 90% de las unidades económicas del país. Estas empresas suelen enfrentar barreras como la falta de acceso al crédito, el desconocimiento tecnológico, la

debilidad institucional o la ausencia de acompañamiento técnico, según Van Hoof et al. (2018). Por ello, uno de los principales aportes de este capítulo es identificar mecanismos de política pública que ayuden a superar estos obstáculos y conviertan la producción limpia en un pilar accesible y útil para sectores diversos.

Política industrial verde en México: retos y avances

En México, la discusión sobre una política industrial verde ha cobrado mayor relevancia en los últimos años, impulsada tanto por compromisos internacionales en materia ambiental como por la necesidad de reactivar sectores productivos estratégicos en un contexto de transición ecológica (Svampa y Viale, 2020). No obstante, esta agenda enfrenta múltiples retos históricos, estructurales e institucionales que dificultan su diseño e implementación efectiva.

Históricamente, México ha carecido de una política industrial sostenida y articulada (Casas y Dettmer, 2007). Desde la apertura económica iniciada en los años ochenta, la estrategia nacional ha estado más centrada en la liberalización comercial y la atracción de inversión extranjera directa que en el fortalecimiento de capacidades industriales locales (Pacheco López, 2005). Esto ha provocado una fragmentación del aparato productivo, donde conviven sectores altamente integrados a cadenas globales (como el automotriz, el electrónico o el aeroespacial) con actividades de bajo valor agregado y escasa innovación tecnológica (Jaimurzina, 2017). Esta heterogeneidad constituye una barrera significativa para la implementación de una política industrial verde con alcance nacional y enfoque inclusivo.

Además, la política ambiental en México ha tendido a funcionar de manera desconectada del aparato productivo, concentrándose en aspectos regulatorios y sancionadores, sin integrar plenamente los incentivos y mecanismos de transformación productiva necesarios para una transición ecológica (Micheli, 2002). Aunque existen leyes y programas relacionados con la sostenibilidad, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Transición Energética, la Estrategia Nacional de Cambio Climático o el Programa Especial de Producción y Con-

sumo Sustentable, estos han tenido alcance limitado, especialmente en lo que respecta a la articulación con políticas industriales, tecnológicas o de desarrollo económico (CEPAL, 2017).

En los últimos años, sin embargo, se han registrado algunos avances importantes. A nivel institucional, ha habido esfuerzos por incluir criterios ambientales en el diseño de planes sectoriales, como el Programa Sectorial de Energía, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, o el Plan Nacional de Infraestructura (Semarnat, 2024). Asimismo, se han generado espacios de diálogo entre actores públicos y privados en torno a temas como economía circular, transición energética, electromovilidad y sostenibilidad industrial (Gobierno de la Ciudad de México, 2023). Algunos estados y municipios han comenzado a experimentar con normativas locales que promueven procesos productivos más limpios o incentivos para empresas verdes (Álvarez Pascual, 2025).

A nivel internacional, México se ha comprometido con metas ambiciosas a través de acuerdos como el Acuerdo de París, la Agenda 2030 de la ONU, y el esquema CORSIA en el sector aéreo. Estos compromisos implican no sólo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sino también la transformación de patrones de producción y consumo, la inversión en innovación sostenible y el fortalecimiento de capacidades institucionales para la evaluación y monitoreo del desempeño ambiental (Semarnat, 2016). Estos marcos internacionales pueden actuar como catalizadores para el desarrollo de una política industrial verde más robusta, siempre que se traduzcan en acciones concretas y articuladas con la realidad local.

No obstante, persisten retos estructurales que dificultan el avance hacia una política industrial verde efectiva en México. Flores Kelly (2024) destaca:

- La fragmentación institucional, que genera duplicidad de esfuerzos, falta de coordinación y vacíos regulatorios.
- La escasez de instrumentos financieros adecuados para apoyar a empresas, especialmente pymes, en procesos de reconversión tecnológica, eficiencia energética o innovación verde.
- La falta de capacidades técnicas locales, tanto en el sector público como en el privado, para implementar, monitorear y evaluar prácticas de producción sostenible.

- La debilidad en la vigilancia ambiental y la aplicación desigual de las normas, lo que genera incertidumbre y desigualdad de condiciones entre empresas.
- La ausencia de una visión de largo plazo que permita orientar el desarrollo industrial con criterios de resiliencia ecológica, equidad territorial y justicia social. (p. 1)

En este escenario, la producción limpia aparece como una alternativa viable y estratégica para avanzar hacia una política industrial verde desde un enfoque gradual, realista y adaptable a las condiciones del país (Van Hoof et al., 2018). Su flexibilidad permite que sea adoptada tanto por grandes industrias como por pymes, y su enfoque preventivo se alinea con la necesidad de reducir costos ambientales y económicos en el mediano plazo. Además, al estar basada en la mejora continua, puede ser escalada y adaptada de acuerdo con la capacidad tecnológica, la disponibilidad de recursos y el contexto normativo de cada región (Díaz Coutiño y Escárcega Castellanos, 2009).

Asimismo, la producción limpia puede actuar como un punto de encuentro entre políticas sectoriales actualmente dispersas. Por ejemplo, puede vincularse con estrategias de eficiencia energética impulsadas por la Secretaría de Energía; con iniciativas de economía circular promovidas por gobiernos estatales; con programas de educación ambiental desarrollados por la SEP; y con acciones de mitigación del cambio climático lideradas por la Semarnat. Según Marrero y Asuaga (2021), esta capacidad de articulación intersectorial la convierte en un instrumento útil no sólo para las empresas, sino también para la planificación pública.

En términos de política pública, integrar la producción limpia en una estrategia nacional requiere diseñar incentivos adecuados, tanto regulatorios como económicos. Para Van Hoof et al. (2018), esto incluye:

- líneas de financiamiento verde accesibles,
- reconocimientos a empresas líderes en sostenibilidad,
- programas de formación técnica para trabajadores y gestores,
- desarrollo de estándares nacionales de producción limpia,
- mecanismos de seguimiento, evaluación y mejora continua.

Para que una política industrial verde sea legítima y efectiva, debe basarse en criterios de equidad, inclusión y sostenibilidad territorial. La producción limpia, al centrarse en la eficiencia y la prevención, puede contribuir a estos objetivos cuando se aplica con un enfoque integral y articulado entre sectores (Marrero y Asuaga, 2021).

Metodología

Este capítulo se construye a partir de una metodología cualitativa de carácter exploratorio-analítico, cuyo objetivo es examinar el papel de la producción limpia como herramienta para el diseño e implementación de una política industrial verde en México. Se optó por esta estrategia metodológica debido a la necesidad de comprender los marcos conceptuales y normativos que sustentan la producción limpia, sus condiciones reales de aplicación, sus limitaciones estructurales y las oportunidades detectadas en experiencias concretas.

Revisión de literatura científica y técnica

La primera fase del trabajo consistió en una revisión documental de literatura especializada sobre producción limpia, industria verde y política industrial sostenible. Se consultaron bases de datos científicas reconocidas como Scopus, Web of Science, Google Scholar y repositorios institucionales de organismos internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Esta revisión permitió:

- Sistematizar los principales conceptos y enfoques asociados a la producción limpia.
- Identificar criterios técnicos y operativos utilizados internacionalmente para evaluar su aplicación.

- Recoger evidencias sobre los beneficios económicos y ambientales reportados por su implementación en diversos contextos.
- Revisar las propuestas de política pública orientadas a incentivar su adopción en países con características similares a México.

Análisis de casos exitosos en México

La segunda fase se centró en el análisis de estudios de caso de empresas mexicanas que han adoptado esquemas de producción limpia. La selección se realizó a partir de informes públicos, documentos técnicos, evaluaciones de programas ambientales, boletines institucionales y notas de prensa verificadas. Se priorizaron casos representativos de distintos sectores (como alimentos y bebidas, automotriz, químico y textil), y con evidencias concretas de mejora ambiental y/o económica.

Los criterios para la selección y análisis de los casos incluyeron:

- *Reducción de impacto ambiental*: cambios verificables en la disminución de residuos, emisiones, uso de insumos tóxicos o generación de aguas residuales.
- *Eficiencia energética*: implementación de tecnologías o procesos que redujeron el consumo energético por unidad producida.
- *Uso responsable del agua y materiales*: mejoras en los sistemas de captación, recirculación, o reducción de desperdicios de materias primas.
- *Innovación tecnológica aplicada*: incorporación de nuevas tecnologías, rediseño de procesos o sustitución de insumos por alternativas sostenibles.
- *Articulación con marcos normativos o programas públicos*: alineación con regulaciones ambientales o participación en programas federales o estatales relacionados con la sostenibilidad.

Enfoque interpretativo

El abordaje metodológico adoptado no busca ofrecer una medición cuantitativa del impacto de la producción limpia a escala nacional, sino más bien interpretar su rol potencial dentro de una política industrial verde, a partir de evidencia empírica y conceptual. La perspectiva interpretativa permite explorar el sentido práctico y estratégico de la producción limpia en distintos contextos industriales y su posible escalabilidad bajo condiciones estructurales específicas de México.

Este enfoque resulta particularmente útil dado que:

- La política industrial verde en México aún se encuentra en construcción y carece de un marco consolidado de indicadores.
- Las experiencias empresariales son heterogéneas y muchas de ellas no están sistematizadas en bases de datos oficiales.
- La producción limpia opera como una estrategia transversal, cuya efectividad depende de múltiples factores: económicos, normativos, culturales y tecnológicos.

Limitaciones

Entre las principales limitaciones metodológicas se encuentran:

- La falta de datos públicos sistematizados sobre el número de empresas que han adoptado producción limpia en México.
- La escasez de evaluaciones oficiales de impacto a largo plazo, lo que obliga a complementar la revisión con fuentes alternativas.
- La dispersión de políticas públicas relacionadas, que dificulta una lectura integral desde el diseño gubernamental.
- A pesar de estas limitaciones, la triangulación de fuentes científicas, técnicas y empíricas permite sostener un análisis riguroso, orientado a la generación de propuestas viables para la política pública y la identificación de buenas prácticas replicables.

Resultados y discusión

La revisión documental, junto con el análisis de casos representativos de empresas mexicanas, permitió identificar patrones comunes, limitaciones estructurales y posibilidades reales de integración de la producción limpia en una política industrial verde más coherente e inclusiva para México. Aquí se presenta los hallazgos más relevantes, agrupados en tres dimensiones: beneficios observados, barreras para su escalamiento y propuestas para políticas públicas sostenibles e integradas.

Beneficios comunes en los casos exitosos

Los casos analizados, Grupo Bimbo, Cemex, La Costeña, Grupo Hérdez y varias pymes del sector textil, evidencian que la producción limpia es una estrategia viable desde el punto de vista técnico y económico, además de alinearse con los estándares actuales de competitividad global (Van Hoof et al., 2018). A pesar de las diferencias de tamaño, sector y alcance, se identificaron cinco beneficios clave:

Reducción efectiva del impacto ambiental

Todas las empresas lograron disminuciones verificables en sus emisiones, residuos o consumo de recursos.

- Cemex redujo significativamente sus emisiones de CO₂ mediante coprocesamiento de residuos.
- Bimbo implementó parques eólicos y sistemas de eficiencia energética.
- La Costeña modernizó sus sistemas de tratamiento de aguas, reutilizando recursos hídricos.

Ahorros económicos y mejoras en eficiencia operativa

En la mayoría de los casos, la inversión en tecnologías limpias se recuperó en pocos años mediante ahorros en consumo de energía, agua o materias primas.

- Empresas como Grupo Hérdez reportan disminuciones en el costo energético gracias a paneles solares.
- Pymes textiles, con cambios simples como sustitución de colorantes tóxicos y reutilización de insumos, lograron optimizar procesos.

Cumplimiento normativo y posicionamiento reputacional

Las empresas participantes mejoraron su cumplimiento con regulaciones ambientales nacionales e internacionales, lo que les permitió acceder a certificaciones (ISO 14001, LEED) y mejorar su imagen ante consumidores y socios comerciales.

Fortalecimiento de la cultura organizacional en sostenibilidad

Innovación e integración tecnológica

Aunque con alcances distintos, todas las empresas implementaron nuevas tecnologías o adaptaron sus procesos existentes con el objetivo de reducir su huella ambiental, evidenciando que la innovación actuó como un motor clave en sus estrategias de producción limpia.

En los cinco casos, las empresas integraron criterios ambientales en sus procesos de toma de decisiones, incluyendo capacitación del personal, rediseño de procesos y alianzas con proveedores más sostenibles.

Estos resultados confirman la hipótesis del capítulo la producción limpia puede operar como puente estratégico entre la lógica tecnocrática de la

industria verde y el enfoque estructural de la sostenibilidad, generando beneficios concretos, medibles y escalables.

Limitaciones estructurales para su escalamiento

A pesar de los beneficios, los casos también evidenciaron barreras significativas que impiden su adopción masiva, especialmente entre las pequeñas y medianas empresas, que representan más del 90% del aparato productivo mexicano. Las principales limitaciones identificadas fueron:

- *Acceso restringido a financiamiento.* Muchas pymes carecen de capital de inversión para tecnologías limpias o mejoras en infraestructura. Los programas de crédito verde disponibles son escasos, poco accesibles o desconocidos por la mayoría de las empresas.
- *Falta de capacidades técnicas locales.* Aun con tecnologías viables disponibles, su implementación demanda capacidades técnicas que no siempre se encuentran accesibles, particularmente en zonas periféricas, donde la asistencia y la formación especializada suelen ser limitadas o discontinuas.
- *Débil articulación institucional.* En México, las políticas ambientales, industriales, tecnológicas y educativas continúan funcionando de manera desarticulada, sin una estrategia nacional unificada que incorpore la producción limpia como eje transversal en el desarrollo de una política industrial sostenible.
- *Ausencia de incentivos diferenciados.* Las normativas vigentes tienden a ignorar la heterogeneidad del aparato productivo, imponiendo a las pymes exigencias similares a las de las grandes empresas, pese a que no cuentan con los mismos recursos ni mecanismos de apoyo.
- *Desconocimiento y baja difusión de experiencias exitosas.* El desconocimiento por parte de empresarios y responsables técnicos sobre los casos exitosos y los beneficios de la producción limpia, junto con la ausencia de plataformas efectivas de difusión e intercambio, dificulta la replicación y escalamiento de buenas prácticas en el ámbito productivo.

Estas limitaciones refuerzan la necesidad de diseñar instrumentos de política pública específicos y adaptados a la realidad nacional, que puedan fomentar una transición amplia, inclusiva y con visión de largo plazo (Díaz Coutiño y Escárcega Castellanos, 2009).

Producción limpia como estrategia de política pública

Los resultados permiten afirmar que la producción limpia puede ser una herramienta concreta de política industrial verde, especialmente si se articula con una visión territorial, multisectorial y participativa. A partir del análisis realizado, se identifican tres áreas estratégicas para su incorporación efectiva en la política pública:

Diseño de instrumentos financieros accesibles y flexibles

- Crear fondos verdes destinados a pymes, con tasas preferenciales y acompañamiento técnico.
- Establecer esquemas de cofinanciamiento público-privado para modernización de procesos.

Fortalecimiento de capacidades técnicas y formación especializada

- Implementar programas de capacitación en producción limpia a nivel local, en colaboración con universidades tecnológicas, centros de innovación y gobiernos estatales.
- Incorporar contenidos sobre gestión ambiental preventiva en carreras de ingeniería, administración y tecnología.

Generación de marcos normativos integradores y progresivos

- Establecer estándares técnicos voluntarios por sectores, acompañados de incentivos para su adopción.
- Promover certificaciones nacionales de producción limpia como reconocimiento oficial.

Además, se propone que la producción limpia se integre en el diseño de una política industrial verde con enfoque territorial y equidad social, de modo que se prioricen sectores estratégicos según su impacto ambiental, potencial de innovación y nivel de vulnerabilidad socioeconómica. Esta perspectiva permitiría dirigir apoyos diferenciados a regiones rezagadas, empresas de base comunitaria o sectores de alto impacto como el textil, agroindustrial y transporte (Van Hoof et al., 2018).

Implicaciones para el diseño de una política industrial verde en México

Los hallazgos de este capítulo contribuyen a la discusión general de este libro respecto a cómo diseñar una política industrial verde realista y efectiva en un país desigual y con recursos limitados. Desde esta perspectiva, la producción limpia ofrece una hoja de ruta gradual y técnicamente viable, que puede:

- Reducir el impacto ambiental de sectores clave, sin comprometer la competitividad.
- Democratizar el acceso a tecnologías sostenibles, incorporando a las pymes en la transición.
- Estimular la innovación y la reconversión productiva sin recurrir exclusivamente a grandes reformas estructurales.
- Servir como instrumento de articulación entre objetivos económicos, sociales y ecológicos.

Sin caer en visiones reduccionistas ni en discursos de *engaño verde* (*greenwashing*), la producción limpia se presenta como un puente operativo entre lo posible y lo necesario, que puede acompañar, aunque no sustituyendo, otras transformaciones más profundas hacia la sostenibilidad estructural.

Conclusiones y recomendaciones

La revisión conceptual, el análisis de experiencias empresariales en México y la sistematización de beneficios y limitaciones de la producción limpia permiten afirmar que este enfoque constituye una herramienta estratégica para avanzar hacia una política industrial verde realista, inclusiva y eficaz. En lugar de postularse como una solución única o definitiva, la producción limpia ofrece una vía práctica, escalable y tecnológicamente viable que puede actuar como puente entre la reconversión productiva tecnocrática y la transformación estructural que exige la sostenibilidad integral.

En un contexto como el mexicano, caracterizado por una alta desigualdad productiva, capacidades técnicas fragmentadas y limitaciones institucionales, resulta fundamental priorizar instrumentos que combinen viabilidad económica con impacto ambiental. La producción limpia cumple con este criterio que permite reducir residuos, emisiones y consumos sin detener la producción ni exigir transformaciones radicales inmediatas. Al mismo tiempo, promueve la innovación, mejora la eficiencia operativa y fortalece la cultura organizacional hacia la sostenibilidad.

Los casos documentados demuestran que tanto grandes empresas como pymes pueden beneficiarse de la adopción de estrategias de producción limpia. No obstante, su implementación masiva requiere superar obstáculos estructurales, especialmente en lo que respecta al acceso al financiamiento, la asistencia técnica y la articulación institucional. Sin políticas públicas claras, sostenidas y con enfoque diferenciado por sectores y territorios, los avances seguirán siendo aislados y desiguales.

Este capítulo sostiene que la producción limpia debe ser considerada un componente central y transversal dentro del diseño de una política industrial verde para México. Para ello, se proponen las siguientes recomendaciones:

- a) *Institucionalizar la producción limpia como política nacional.* Es necesario desarrollar una estrategia nacional de producción limpia articulada con los planes de desarrollo industrial, medioambiental y científico-tecnológico. Esta estrategia debe tener objetivos claros, financiamiento asignado y coordinación entre Semarnat, Secretaría

de Economía, Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), Sener y gobiernos estatales.

- b) *Crear mecanismos de apoyo diferenciados para pymes.* Los incentivos deben considerar las desigualdades estructurales del aparato productivo nacional. Las pymes requieren instrumentos financieros accesibles, capacitación técnica local y esquemas de reconocimiento progresivo que les permitan transitar hacia modelos más limpios sin afectar su viabilidad económica.
- c) *Fomentar la formación técnica y la innovación aplicada.* Incluir contenidos de producción limpia en planes de estudio de educación técnica, tecnológica y superior. Crear laboratorios de innovación productiva sustentable en coordinación con universidades, centros tecnológicos y cámaras empresariales para apoyar la adaptación de procesos a contextos específicos.
- d) *Fortalecer la articulación intersectorial y la gobernanza.* La política industrial verde no puede construirse desde un solo sector o secretaría. Se requiere una gobernanza horizontal e inclusiva, que incorpore al sector empresarial, académico, comunidades locales y organizaciones de la sociedad civil. La producción limpia puede ser el eje articulador de esta gobernanza, al permitir enfoques técnicos comunes y metas compartidas.
- e) *Desarrollar un sistema de monitoreo y evaluación.* Todo programa de política pública necesita indicadores y mecanismos de seguimiento. Se recomienda establecer un sistema de monitoreo de desempeño ambiental y económico para las empresas que implementen producción limpia, con indicadores sectoriales y territoriales que permitan evaluar su efectividad y guiar procesos de mejora continua.

Este capítulo reafirma que, en el tránsito hacia una política industrial verde en México, la producción limpia no debe verse como una estrategia menor o auxiliar, sino como una herramienta clave para acercar los discursos de sostenibilidad a la práctica cotidiana de las empresas, especialmente en contextos de alta heterogeneidad productiva y presupuestaria. Su potencial reside precisamente en su flexibilidad, adaptabilidad y capacidad para

generar beneficios múltiples, ambientales, económicos y sociales, sin necesidad de esperar reformas estructurales profundas.

Frente a los desafíos globales del cambio climático y la urgencia de transformación de los modelos productivos, la producción limpia representa una oportunidad concreta para avanzar en el diseño de políticas públicas sostenibles, centradas en la innovación, la equidad y la resiliencia. México cuenta con la capacidad, el conocimiento y la experiencia necesarios para dar este paso, pero requiere una decisión política clara y una estrategia coherente que articule los esfuerzos existentes hacia un futuro más justo y ambientalmente responsable.

Referencias

- Álvarez Pascual, N. (2025, 12 de mayo). Así puedes aprovechar los incentivos fiscales verdes que proporciona el Estado de México. *El Sol de Toluca*. <https://oem.com.mx/elsoldetoluca/local/asi-puedes-aprovechar-los-incentivos-fiscales-verdes-que-proporciona-el-estado-de-mexico-21076492>
- Álvarez-Véliz, R. y Barton, J. R. (2024). The historical geography of an idea: sustainable development in Latin America, 1972-2022. *Journal of Historical Geography*, 86, 175-186.
- Anzolin, G. y Lebdioui, A. (2021). Three dimensions of green industrial policy in the context of climate change and sustainable development. *The European Journal of Development Research*, 33(2), 371-405.
- Ashford, N. A. y Hall, R. P. (2011). *Technology, globalization, and sustainable development: Transforming the industrial state*. Yale University.
- Ávila, G. J. y Paiva, E. L. (2006). Processos operacionais e resultados de empresas brasileiras após a certificação ambiental ISO 14001. *Gestão & Produção*, 13, 475-487.
- Casas, R. y Dettmer, J. (2007). *Construyendo un paradigma de política científico-tecnológica para México: Educación, ciencia, tecnología y competitividad México*, D.F. Miguel Ángel Porrúa.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2017). *Políticas industriales y tecnológicas en América Latina*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42363-politicas-industriales-tecnologicas-america-latina>
- Díaz Coutiño, R. y Escárcega Castellanos, S. (2009). *Desarrollo sustentable: Una oportunidad para la vida*. McGraw-Hill Interamericana.
- Ersin, Ö. Ö., Ustabaş, A. y Usman, O. (2024). The role of environmental innovation on ecologic footprint in nations with high technology exports concentrations in international trade. *Technological Forecasting and Social Change*, 208, 123703.

- Figueroa, A. A. B., Parada, C. J. B. y Márquez, A. F. M. (2016). Producción más limpia: una revisión de aspectos generales. *I3+*, 3(2), 66-85.
- Flores Kelly, J. (2024, 2 de agosto). Redefinición de la política industrial en México: Retos y oportunidades. *El Economista*. <https://www.eleconomista.com.mx/economia/Redefinicion-de-la-politica-industrial-en-Mexico-Retos-y-oportunidades-20240802-0050.html>
- Fonseca, H. F. (2017). La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 4(8).
- Giovannoni, E. y Fabietti, G. (2013). What is sustainability? A review of the concept and its applications. *Integrated reporting: Concepts and cases that redefine corporate accountability*, 21-40.
- Gobierno de la Ciudad de México. (2023, 12 de septiembre). *Impulsamos la transición energética*. <https://gobierno.cdmx.gob.mx/noticias/impulsamos-la-transicion-energetica/>
- Gómez Contreras, J. L. (2014). Del desarrollo sostenible a la sustentabilidad ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 22(1), 115-136.
- Huhtala, A. (2003). Promoting financing of cleaner production investments: UNEP experience. *Journal of Cleaner Production*, 11(6), 615-618.
- Jaimurzina, A., Muñoz, C. y Pérez, G. (2017). *Género y transporte: Experiencias y visiones de política pública en América Latina*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/28f7de50-7e39-44d7-878b-e71a45b9e685/content>
- Jansen, C. S. (2013). *Aplicação da produção mais limpa como ferramenta para melhoria contínua do sistema de gestão de saúde, segurança e meio ambiente*.
- Jatobá, S. U. S., Cidade, L. C. F. y Vargas, G. M. (2009). Ecologismo, ambientalismo e ecología política: Diferentes visões da sustentabilidade e do território. *Sociedade e Estado*, 24, 47-87.
- Khan, R. Z., Razak, L. A. y Premaratne, G. (2025). Green growth and sustainability: A systematic literature review on theories, measures and future directions. *Cleaner and Responsible Consumption*, 100274.
- Luken, R. A. y Navratil, J. (2004). A programmatic review of UNIDO/UNEP national cleaner production centers. *Journal of Cleaner Production*, 12(3), 195-205.
- Marrero, A. S. V. y Asuaga, C. (2021). Gestión ambiental en las organizaciones: una revisión de la literatura. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 1(8), 5.
- Medina Jiménez, A. y Medellín Milán, P. (2006). La experiencia de adopción de la producción más limpia en el sector de la fundición de México. *Innovar*, 16(28), 173-186.
- Melendez, J. R., Delgado, J. L., Chero, V. y Rodríguez, J. F. (2021). Economía circular: Una revisión desde los modelos de negocios y la responsabilidad social empresarial. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(6), 560-573. <https://doi.org/10.52080/rvg-luz.26.e6.34>
- Micheli, J. (2002). Política ambiental en México y su dimensión regional. *Región y Sociedad*, 14(23), 129-170.
- Núñez, G. (2003, noviembre). *La responsabilidad social corporativa en un marco de de-*

- sarrollo sostenible* (serie Medio Ambiente y Desarrollo, 72). CEPAL, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4fa567cb-d58f-454e-8d10-9c08b922cc86/content>
- Pacheco López, P. (2005). Liberalización de la política comercial y crecimiento económico de México. *Economía UNAM*, 2(4), 84-93.
- Pineda Ramírez, C. E. (2021). Límites y contradicciones del capital en la naturaleza. *Problemas del desarrollo*, 52(207), 157-178.
- Ptak, T., Brooks, J. y Stock, R. (2025). A systematic review and typology of power outage literature: Critical infrastructure, climate change and social impacts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 218, 115778.
- Rahaman, T. y Khan, S. H. (2024, marzo). Green merchandising of textiles and apparel in a circular economy: Recent trends, framework, challenges and future prospects towards sustainability. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(1), 100457.
- Rahman, M. M. y Hossain, M. E. (2024). Green technology, policy and sustainable finance nexus with SDG-12: Moderating effects of stakeholder awareness. *Sustainable Futures*, 8, 100405.
- Restrepo Gallego, M. (2006). *Producción más limpia en la industria alimentaria*. <https://repositorio.unilasallista.edu.co/items/6c21116b-d214-4488-a20a-4d2f3f02df18>
- Riosvelasco, P. O., Argüelles, V. T., Morales, S. A. N., Martínez, E., Castaño, V. M. y Solís, S. S. (2015). Conceptos de una industria verde: revisión de literatura. *Cultura Científica y Tecnológica*, 12(55), 40-51.
- Scoones, I., Stirling, A., Abrol, D., Atela, J., Charli-Joseph, L., Eakin, H., ... y Yang, L. (2020). Transformations to sustainability: Combining structural, systemic and enabling approaches. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 42, 65-75.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2016, 21 de septiembre). *Ratificación de México ante la ONU del Acuerdo de París*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/ratificacion-de-mexico-ante-la-onu-del-acuerdo-de-paris>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2024). *Avance y resultados enero 2023 - junio 2024: Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (Promarnat)*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/946747/16_PS_PROMARNAT_AyR2324.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (s/f). *Normas ISO 14001 y desempeño ambiental*. <https://shorturl.at/ip42x>
- Solón, P. (2019). Alternativas sistêmicas: *Bem viver, decrescimento, comuns, ecofeminismo, direitos da Mãe Terra e desglobalização*. Elefante.
- Svampa, M. y Viale, E. (2020). *El colapso ecológico ya llegó: una brújula para salir del (mal) desarrollo*. Siglo XXI.
- Taj-Taj, J. I. (2025). *Chile sostenible: Diversificación, innovación y transición verde en el siglo XXI*.
- Tiwari, S., Shahzad, U., Alofaysan, H., Walsh, S. T. y Kumari, P. (2024). How do renewable

energy, energy innovation and climate change shape the energy transition in USA? Unraveling the role of green finance development. *Energy Economics*, 140, 107947.

Van Hoof, B., Monroy, N. y Saer, A. (2018). *Producción más limpia: Paradigma de gestión ambiental*. Alfaomega.

Vizcarra, G. A. (2023). Economía circular en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible, una oportunidad para la sinergia social. *Telos*, 25(3), 868-889.

Wilshusen, P. R. (2019). Environmental governance in motion: Practices of assemblage and the political performativity of economistic conservation. *World Development*, 124, 104626.