

Introducción



DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.370.00.01>

En la presente obra proponemos la integración de algunos factores clave que influyen en la política industrial verde en México, con la intención de identificar el pasado, presente y futuro para México en la materia, porque consideramos que debemos estar preparados para enfrentar esta nueva ola de lineamientos económicos que supuestamente contemplan lo ambiental en la cadenas de producción, de suministro, y que es un juego al cual México no puede llegar tarde, sin embargo, esta preparación no puede estar basada en falsas acciones, queremos que nuestro país se integre preparado con todos los elementos que conlleva la producción verde, mediante políticas bien diseñadas y pensadas verdaderamente a largo plazo, unas políticas industriales sustentables, con todo lo que implica la palabra sustentable y nos sólo verde como se ha estado manejando en el mundo en general.

Para ello pensamos en temas vanguardistas para que el lector conociera con amplitud lo que implicarían estos factores clave; es así como a lo largo de diez capítulos pretendemos dar a conocer las oportunidades que México tiene para integrarse a esta nueva economía que está integrando lo verde como un requisito para seguir participando en la producción de bienes y servicios.

El primer capítulo lo pensamos para dar un panorama general en la materia y lo hemos denominado: Tendencias globales de la industria verde: un análisis bibliométrico y lecciones para México, con el objetivo de comprender cómo distintos países diseñan políticas y estrategias de transición

hacia modelos productivos bajos en carbono. Este trabajo examina la evolución de la literatura científica sobre industria verde, sostenibilidad y políticas públicas, identificando tendencias, enfoques conceptuales, distribución geográfica y lecciones aplicables al contexto mexicano. Se destaca que la industria verde constituye un espacio en consolidación y con alto potencial para guiar la transición hacia un desarrollo sostenible.

Analizando bajo el contexto de sustentabilidad, hemos abordado el tema del agua. Sin agua nada existe y es un elemento estratégico que en estos momentos, en varias latitudes, muestra severos problemas, por su extracción, suministro, escasez, por su gestión en general, y pensando que sin agua no hay producción es necesario, incorporar temas de vanguardia, como el que tocamos en nuestro capítulo dos: Avances en el tratamiento sostenible del agua: innovación tecnológica, competitividad económica e impacto ambiental, en el cual analizamos los avances en el tratamiento sostenible del agua considerando la innovación tecnológica, la competitividad económica y el impacto ambiental, debido a la creciente importancia del tratamiento eficiente del agua y a la escasez de recursos hídricos, el rápido crecimiento de la población mundial y los crecientes problemas ambientales.

Los hallazgos indican, a través del análisis temático, que la filtración por membrana, los procesos de oxidación avanzada y los tratamientos basados en nanotecnología tienen altas eficiencias de eliminación, pero enfrentan desafíos por el costo, la energía y problemas de ensuciamiento. Incorporar estrategias de recuperación de recursos en los modelos de negocios crea oportunidades para mejorar la viabilidad económica, al reducir los costos operativos.

Los estudios destacan la importancia de las métricas de sostenibilidad, como la huella de carbono o las evaluaciones del ciclo de vida en la orientación de decisiones sobre adopción de tecnología. Nuevas tendencias están surgiendo aplicaciones de inteligencia artificial (IA) para la optimización en tiempo real, sistemas descentralizados y pilotos que demuestran la viabilidad en el mundo real, pero las métricas inconsistentes, los datos limitados a largo plazo y las políticas siguen siendo lagunas urgentes.

El análisis finaliza con un llamamiento a la investigación interdisciplinaria, a desarrollar metodologías adaptadas a las necesidades y regulaciones

propicias para promover estos estudios disruptivos y lograr una seguridad hídrica equitativa.

Otro sector que hace competitivo a nuestro país es el aeronáutico, cuya contribución con respecto a la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) es desestimada por algunos gobiernos. En algunos países se opta por campañas que eviten el uso del transporte aéreo como una medida para disminuir los GEI, sin embargo esto no se puede generalizar debido a las pocas alternativas que se tienen en México como su incipiente desarrollo del transporte ferroviario; es por ello que se analiza en el tercer capítulo la: Transición Sustentable en el desarrollo de biocombustibles para la industria aeronáutica en México.

Recordemos que el transporte aéreo se enfrenta actualmente a la búsqueda de convertirse en un transporte sustentable a largo plazo, ya que todavía mantiene una fuerte dependencia de combustibles fósiles con grandes emisiones contaminantes del medio ambiente. La situación actual presenta desafíos y cambios complejos con relación a la sustentabilidad.

Estos cambios en beneficio del medio ambiente son llamados transiciones sustentables (TS). La idea central es que las TS implican cambios a largo plazo hacia modos de producción y consumo más sustentables en múltiples dimensiones (social, ambiental y económica), por lo tanto, el propósito del presente capítulo es analizar la transición sustentable en el desarrollo de biocombustibles para la industria aeronáutica en México. A través del desarrollo de la metodología de estudio de caso y análisis funcional se revelaron debilidades dentro de las funciones evaluadas para la adecuada transición sustentable.

Repasando lo que debemos de cubrir para tener una lista de estos factores clave que lleven a México a una política verde, se propuso el capítulo cuatro sobre: Producción limpia en la política industrial verde: entre la sostenibilidad y la transformación del modelo productivo.

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 sostenibilidad 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. Desde esta perspectiva, se plantea que la producción limpia puede ser una herramienta concreta para el diseño e implementación de políticas industriales verdes, superando barreras estructurales y promoviendo prácticas sostenibles. Se 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. 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.

En el desarrollo de los temas, nos dimos cuenta que a las nuevas tecnologías que están apareciendo, que nos están invadiendo, podemos utilizarlas para ayudar a paliar algunos problemas con los que nos enfrentamos; el quinto capítulo se enfoca a los: Avances en tecnologías de aprendizaje automático e inteligencia artificial para procesos y desastres hidrológicos, el avance del aprendizaje automático y la Inteligencia Artificial se han convertido en avances tecnológicos pioneros que han transformado el campo de la hidrología, con sus ofertas sin precedentes de herramientas nuevas que se pueden utilizar para modelar procesos hidrológicos complejos y administrar catástrofes hidrológicas.

En esta revisión de la literatura se resumen los avances pertinentes en aplicaciones relativas a pronóstico de inundaciones, predicción de sequías e hidrología, para informar sobre la precisión de predicción, la escala de las aplicaciones y la capacidad en tiempo real del monitoreo de los desarrollos más recientes.

Las técnicas emergentes como las arquitecturas de aprendizaje profundo, incluido las redes neuronales recurrentes con unidades (LSTM), las redes neuronales convolucionales (CNN) y otras, modelos de conjunto y marcos híbridos, muestran una mejora significativa en comparación con los modelos hidrológicos tradicionales, al conseguir dinámicas no lineales y tiempos

significativamente mejorados para la prevención de las intervenciones y medidas de desastre. Además de la integración mejorada de sensores de internet de las cosas (IoT), datos de teledetección y marcos de *big data* para la implementación de monitoreo en tiempo real y sistemas de alerta temprana. La revisión señala brechas críticas, que incluyen la falta de evaluación a largo plazo y la contextualización y falta de escala de implementación de IA. El capítulo concluye con recomendaciones para futuras investigaciones, que incluyen la exploración de enfoques híbridos, la promoción de plataformas de colaboración intersectorial y la integración de herramientas de IA en marcos políticos y de gobernanza.

Otro de los temas que elegimos para la obra fue el de movilidad y las diferentes propuestas en el mundo, como un panorama general, y en nuestro país cómo se está enfrentando esta propuesta internacional, siendo que nuestro país es petrolero, qué opciones se están aplicando y cómo está llevando a cabo esta transición; el capítulo seis toca: La electromovilidad en México, una estrategia de transición energética hacia una industria de movilidad verde, México enfrenta el desafío global de la transición energética, la adopción de energías alternativas se vuelve ahora una de las tareas prioritarias, no solamente para satisfacer la demanda energética, sino también para el sector movilidad y transporte que pueda funcionar con vehículos eléctricos y se construya una industria de movilidad más sustentable.

La electromovilidad emerge como una estrategia central en este proceso, ofreciendo la oportunidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles, disminuir las emisiones contaminantes en los centros urbanos y fomentar el desarrollo de una industria verde nacional. El objetivo de este capítulo es explorar el panorama actual de la electromovilidad en México por medio del análisis del potencial para impulsar la transición en términos de marco legal, infraestructura y preferencia por utilizar vehículos eléctricos.

La metodología utilizada para este trabajo fue de tipo mixta, examinando aspectos cuantitativos en términos de puntos de carga, vehículos eléctricos en circulación en México y el consumo energético nacional, también aspectos cualitativos como la percepción de la movilidad eléctrica y las tendencias de movilidad de las personas y las mercancías. Los resultados muestran que la adopción de vehículos eléctricos en México va en aumen-

to y que el desarrollo de la infraestructura de carga tiene diversas áreas de oportunidad lo que ocasiona una percepción social dividida sobre la electromovilidad como estrategia de industria verde para la movilidad.

El avance hacia una política industrial verde nos lleva al uso de diferentes opciones, para lograrlo pensamos en las: Innovaciones en simulación y evaluación de impacto para la gestión integrada de los recursos hídricos, que establecemos en el capítulo siete; teniendo el acceso al agua dulce como un desafío, la gestión integrada de los recursos hídricos es vital para abordar la sequía, el cambio climático y la degradación ambiental.

Durante el periodo de 2021 a 2025, los estudios prominentes se definen, entre ellos las innovaciones con relación a las herramientas de simulación y evaluación del impacto de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). La simulación presenta modelos de escenarios cambiantes, opuestos a la evaluación del impacto que mide recompensas y fomenta la sostenibilidad de las políticas; sin embargo, las brechas regionales persisten en términos socioculturales, de integración y de datos, además de ser mínimas, especialmente en regiones en vías de desarrollo.

Aspectos emergentes identificados son el riesgo climático modelado, *big data* y métricas de sostenibilidad codificadas. La discusión ocurrió entre lo que es ser complejo o accesible, expertos en o frente a expertos, en términos de enfoque coactual, de prioridades políticas frente a prioridades científicas. Este capítulo demuestra la importancia de herramientas emergentes y la investigación interdisciplinaria y el seguimiento a largo plazo para la equidad y la GIRH resiliente del flujo de agua. La investigación a futuro debe abordar las deficiencias metodológicas, asegurando diversidad y el establecimiento de cuadros adaptados al entorno global donde se encuentren.

Otro sector que incluimos en la obra por su aporte al Producto Interno Bruto, que se toma como un indicador constante de la vida económica de un país es el sector de la construcción; para ello el capítulo ocho nos ofrece: La hoja de ruta hacia la descarbonización de la industria del cemento en México.

El cemento es un producto primordial para el desarrollo de muchos países debido a que es utilizado en la mayoría de las construcciones civiles como aeropuertos, puentes, carreteras, fábricas, viviendas, entre otras obras. Los impactos ambientales generados por la operación de plantas product-

ras de cemento han propiciado el surgimiento de movimientos sociales alrededor del mundo, que reivindican la lucha por el derecho a un medio ambiente sano, la defensa del territorio, sus recursos y las formas de vida tradicionales de la población. Ente las prioridades de la industria del cemento está llevar a cabo estrategias sostenibles e innovadoras más eficientes para reducir emisiones de NO_x , SO_x , CO_2 , polvos de SiO_2 y otros elementos tóxicos, a fin de mejorar la competitividad de esta actividad industrial. Esta nueva visión deberá contemplar: 1) mejorar la eficiencia energética; 2) cambiar a combustibles alternativos (combustibles carbono neto cero); 3) reducir la relación de clínker a cemento e integrar la captura de carbono en la producción de cemento como el eje principal de mitigación de carbono en este sector industrial y 4) priorizar las alternativas de producción del cemento, a fin de no afectar el medio ambiente y la salud humana.

La soberanía alimentaria es una parte importante de un país, y la política de ciencia y tecnología del nuestro lo propone como un tema a trabajar, es por ello que el pensar en la industria de los alimentos como una industria que debe transitar a una producción sustentable, se incluye la innovación como algo impostergable, el capítulo nueve escribe sobre: Tecnologías no térmicas en alimentos: innovación para una industria verde y sostenible. El uso de tecnologías no térmicas en la industria alimentaria es una estrategia clave para avanzar hacia un sistema sostenible y eficiente. En un contexto en el cual la demanda de alimentos seguros y nutritivos crece junto con la necesidad de reducir el impacto ambiental, estas tecnologías ofrecen soluciones innovadoras. Su aplicación permite reducir el consumo energético y la generación de residuos, conservando la calidad sensorial y nutricional de los alimentos al evitar la aplicación de altas temperaturas que pueden degradar compuestos bioactivos.

En la ciencia y tecnología de alimentos, el ultrasonido, las altas presiones hidrostáticas y campos electrostáticos de alto voltaje han demostrado ser herramientas eficaces para asegurar la calidad microbiológica, prolongar la vida útil y conservar/mejorar propiedades funcionales. Su integración en la industria no sólo responde a exigencias regulatorias y comerciales, sino que también impulsa la competitividad del sector al alinearse con principios de sustentabilidad e innovación. En este capítulo se explorarán las ventajas ambientales, nutricionales y económicas de estas tecnologías, así como su

papel en la transición hacia una producción alimentaria más responsable en México.

La soberanía alimentaria también se considera como un elemento clave la conservación de los recursos naturales; en este caso incluimos al suelo, ya que si no hay suelo no hay alimentos, por ello cerramos nuestra obra con el capítulo 10 que aborda el tema: El uso sustentable del suelo y la agricultura sustentable de México. Los desafíos ambientales y sociales.

La sustentabilidad es un principio con estrecha relación entre la economía, la sociedad, el medio ambiente y la conservación de la biodiversidad. La agricultura sustentable, bajo este principio, se centra en satisfacer las necesidades alimentarias actuales sin comprometer la de las futuras generaciones.

Las técnicas de sustentabilidad agrícola desarrollan programas de conservación y protección del suelo, con el agravante de que su implementación es atomizada, origina problemáticas del suelo que se manifiestan en tipos de degradación física (erosión), química (sales y compuestos tóxicos) y biológica (pérdida de flora y fauna). Lo anterior supone que estos tipos de degradación limitan el desarrollo de una agricultura sustentable.

Con el fin de mostrar que en México la agricultura sustentable no se ha desarrollado plenamente en la actualidad, se llevó a cabo una recopilación de información, caracterización y una etapa de análisis. Por lo tanto, la superficie agrícola en México es 32.1 millones de hectáreas, el 26.8% es de riego y el 73.2% es de temporal; un aspecto adicional consiste en que el 85% de los suelos presenta degradación física y el 95%, degradación química: la superficie dedicada a la agricultura orgánica es de 169 000 ha y 47 795 ha suelen considerarse sustentables. Si los suelos se encuentran en fase de degradación física y química, la agricultura sustentable no existe, por lo tanto, necesitamos crear una serie de políticas que nos ayuden a la conservación de este vital recurso, estableciendo planes de acción con base en las características de deterioro del suelo, es inminente que trabajemos para lograrlo.

Es así como hemos diseñado esta obra para abonar al conocimiento de los factores clave que influyen en la política industrial verde en México y con ello estar preparados para seguir participando de una economía global, preparándose localmente para no ser excluidos de estos nuevos lineamien-

tos que escudándose en la sustentabilidad están diseñando una serie de políticas para la producción de bienes y servicios.

MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ

DULCE MARÍA MONROY BECERRIL