



Percepciones sociales frente a la descarbonización de sectores industriales en Ecuador

Social perceptions regarding the decarbonization of industrial sectors in Ecuador

Xavier Arcentales Bastidas

Universidad Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador

KEYWORDS

Industrial decarbonization
Social acceptance
Public perception
Climate policies
Emission-intensive sectors

ABSTRACT

The decarbonization of emission-intensive industrial sectors is a key component in achieving climate commitments, but its viability depends not only on technical and economic factors, but also on social acceptance. This article analyzes public perceptions of industrial decarbonization strategies in Ecuador, with an emphasis on sectors that are difficult to mitigate. An exploratory study was developed based on surveys of 502 adults (>18 years) residing in the country, addressing dimensions such as knowledge, public acceptance, perception of risks and benefits, institutional trust, and willingness to change. The results show a high level of awareness of climate change, contrasted with a low level of familiarity with the concept of decarbonization, which increases indecision regarding support for climate policies. Greater support is observed for measures perceived as tangible, such as the expansion of renewable energies and the improvement of public transportation, while fiscal instruments are less accepted. The acceptance of emerging technologies, such as carbon capture, utilization, and storage (CCUS), is strongly influenced by perceptions of safety and prior knowledge. Likewise, trust in universities and scientists far exceeds trust in the government, significantly influencing citizen support. The study concludes that technical education, distributive equity, and institutional transparency are determining factors in strengthening the social legitimacy of industrial decarbonization in Ecuador.

PALABRAS CLAVE

Descarbonización industrial
Aceptación social
Percepción ciudadana
Políticas climáticas
Sectores intensivos en emisiones

RESUMEN

La descarbonización de los sectores industriales intensivos en emisiones es un componente clave para alcanzar los compromisos climáticos, pero su viabilidad depende no solo de factores técnicos y económicos, sino también de la aceptación social. Este artículo analiza las percepciones ciudadanas frente a estrategias de descarbonización industrial en Ecuador, con énfasis en sectores de difícil mitigación. Se desarrolló un estudio exploratorio basado en encuestas aplicadas a 502 personas adultas (>18 años) residentes en el país, abordando dimensiones como conocimiento, aceptación pública, percepción de riesgos y beneficios, confianza institucional y disposición al cambio. Los resultados evidencian una alta conciencia sobre el cambio climático, contrastada con un bajo nivel de familiaridad con el concepto de descarbonización, lo que incrementa la indecisión frente al apoyo a políticas climáticas. Se observa un mayor respaldo a medidas percibidas como tangibles, como la expansión de energías renovables y la mejora del transporte público, mientras que los instrumentos fiscales presentan menor aceptación. La aceptación de tecnologías emergentes, como la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS), está fuertemente condicionada por la percepción de seguridad y el conocimiento previo. Asimismo, la confianza en universidades y científicos supera ampliamente a la confianza en el gobierno, influyendo de manera significativa en el apoyo ciudadano. El estudio concluye que la educación técnica, la equidad distributiva y la transparencia institucional son factores determinantes para fortalecer la legitimidad social de la descarbonización industrial en Ecuador.

RECIBIDO: 08/01/2026
ACEPTADO: 26/03/2026

Cómo citar este artículo / Referencia normalizada: (Norma APA 7ª)

Arcentales Bastidas, X. (2026). Percepciones sociales frente a la descarbonización de sectores industriales en Ecuador. *Prisma Social revista de ciencias sociales*, 53, 221-237. <https://doi.org/10.65598/rps.6075>

1. Introducción

El sector industrial representa alrededor del 20% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al cambio climático (Kern & Jess, 2021; Xu et al., 2025). Las industrias pesadas representan alrededor de dos tercios de estas emisiones, en particular la siderurgia, la cementera, la refinería de petróleo, la industria química, papelera, metalúrgica y minera (Gerres et al., 2019; Johnson et al., 2021). La descarbonización industrial, definida aquí como la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero de las industrias, es uno de los principales objetivos de las políticas climáticas e industriales nacionales, regionales e internacionales (Lockwood et al., 2025; Löfgren et al., 2024). La descarbonización industrial también abarca la transición de los combustibles fósiles a las energías renovables y bajas en carbono, así como el aumento de la eficiencia energética en aspectos técnicos, o en forma de participación pública y una hoja de ruta para una transición justa en lo social (Upham et al., 2022). Para lograr la transición a las emisiones netas cero se requiere atravesar procesos largos y multifásicos marcados por retos tecnológicos, socioeconómicos y políticos en sectores difíciles de reducir (hard-to-abate) como el sector industrial (Bachorz et al., 2025; Kumar et al., 2024)

La descarbonización industrial se ha convertido en una condición habilitante para cumplir metas climáticas sin sacrificar competitividad, empleo y bienestar (Carvajal, 2021). A escala global, los diagnósticos más recientes coinciden en que los sectores difíciles de descarbonizar requieren sistemas combinados de eficiencia energética, electrificación, cambio de combustibles, economía circular, sustitución de materias primas fósiles y, en ciertos casos, captura y uso/almacenamiento de carbono (CCU/CCS). Este enfoque integrado aparece con claridad en la evaluación del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023), que subraya que la transición industrial hacia cero emisiones no depende de una única tecnología, sino de portafolios adaptados a contextos locales y a restricciones de infraestructura, regulación y mercado.

Sin embargo, la factibilidad técnico-económica no garantiza implementación. Diversos marcos internacionales enfatizan que la viabilidad política y social, incluida la percepción ciudadana sobre costos, beneficios, riesgos y confianza institucional, condiciona el ritmo de adopción de medidas de mitigación (Dabla-Norris, 2023; Di Benedetto et al., 2025). En este sentido, la educación superior y la formación para el desarrollo sostenible han sido identificadas como elementos clave para fortalecer capacidades sociales, participación informada y alineamiento con los objetivos de la Agenda 2030 (De la Rosa et al., 2019). Por otro lado, el propio Roadmap de “Net Zero by 2050” destaca que las trayectorias hacia cero emisiones deben maximizar la aceptación social para sostener transformaciones profundas en la energía y la industria. En paralelo, la agenda de descarbonización industrial promovida por UNIDO resalta la necesidad de estrategias nacionales que articulen política pública, capacidades institucionales y participación de actores, especialmente en países en desarrollo (Leal Filho et al., 2025).

En Ecuador, estas discusiones adquieren una relevancia particular por: 1) la coexistencia de compromisos climáticos crecientes que orientan medidas de mitigación; 2) las oportunidades emergentes asociadas a nuevas cadenas bajas en carbono; y, 3) las tensiones distributivas propias de transiciones productivas. En años recientes se han consolidado instrumentos y líneas de acción vinculadas a transición energética y financiamiento sostenible, mientras que iniciativas y programas internacionales han buscado fortalecer capacidades para una transición justa. En este marco, comprender qué, y por qué acepta o rechaza la ciudadanía, deja de ser un aspecto accesorio y se vuelve un insumo para diseñar políticas con mayor robustez social.

La investigación sobre la eficiencia energética industrial y la gestión de la energía industrial se ha desarrollado durante al menos los últimos 15 años (Abdelaziz et al., 2011; Andrijevskaja & Volkova, 2025; Hasan & Trianni, 2020; Schulze et al., 2016; Thollander & Ottosson, 2010). Hasan y Trianni, en el 2020, revisaron modelos de gestión de energía específicamente diseñados para mejorar la eficiencia energética en las industrias. Más recientemente, un número cada vez mayor de investigaciones se ha centrado en la descarbonización industrial para mitigar el cambio climático y lograr emisiones netas cero (Kaplan et al., 2025; Rissman et al., 2020; Sovacool,

AbdulRafiu, et al., 2024; Sovacool, Iskandarova, et al., 2024) . A su vez, investigaciones recientes analizan las estrategias de descarbonización profunda en la industria del acero y el hierro (Lu et al., 2023; Rodríguez Diez et al., 2023; Wei et al., 2024; Wu et al., 2025), la industria del cemento (Barbhuiya et al., 2024; Domingues et al., 2024; Li et al., 2024; Plank, 2025), la industria química (Chung et al., 2023; Kloo et al., 2024; Malehmirchegini & Chapman, 2025; Pan et al., 2024) y la industria de refinación de petróleo (Guduru et al., 2025; Seijo-Bestilleiro et al., 2025; Shi et al., 2024). La evidencia internacional sugiere que el apoyo público a tecnologías y políticas climáticas suele variar según la familiaridad, la percepción de riesgos, la confianza en gobierno o empresas, la distribución de costos y los criterios de justicia. Aun así, en Ecuador persiste una brecha empírica: existe limitada evidencia sistemática, con muestras amplias, sobre cómo la población evalúa alternativas concretas de descarbonización industrial y qué condiciones considera aceptables para su implementación.

La literatura sobre aceptación social de políticas climáticas sugiere que el apoyo ciudadano no depende exclusivamente de la conciencia ambiental general, sino de la interacción entre factores cognitivos, institucionales y distributivos. En primer lugar, desde el marco de la Social License to Operate, la legitimidad social de proyectos industriales depende de la confianza en las instituciones que los gestionan y de la percepción de justicia en la distribución de costos y beneficios (Moffat et al., 2016). En segundo lugar, modelos como el Value-Belief-Norm framework establecen que el conocimiento y la comprensión del problema ambiental influyen en la activación de normas personales y, por tanto, en el apoyo a políticas públicas (Al Mamun et al., 2025).

Sobre esta base teórica, el presente estudio propone un modelo explicativo en el que el apoyo a políticas de descarbonización industrial se concibe como función: del nivel de conocimiento técnico que permite traducir la conciencia ambiental general; de la confianza institucional que constituye un mecanismo de legitimación que reduce incertidumbre y facilita la aceptación de transformaciones industriales; y de la justificación distributiva, donde la disposición a asumir costos depende de la percepción de equidad y de la capacidad económica estructural. Por tal motivo, se plantearon las siguientes hipótesis: (H1) un mayor conocimiento sobre descarbonización incrementa la probabilidad de apoyo a políticas de mitigación industrial; (H2) la confianza en el gobierno se asocia positivamente con el apoyo ciudadano a estrategias de descarbonización; (H3) una mayor percepción de riesgos tecnológicos reduce la aceptación de proyectos de CCUS; (H4) el nivel educativo modera positivamente la relación entre conocimiento y apoyo; y (H5) la disposición al pago está más fuertemente condicionada por restricciones económicas estructurales que por el nivel educativo. En conjunto, este modelo plantea que la aceptación social no es función de una única variable, sino del equilibrio entre activación cognitiva, legitimidad institucional y capacidad económica estructural.

En resumen, este artículo plantea encuestas a una muestra de personas en Ecuador, orientado a caracterizar la aceptación social de estrategias de descarbonización en sectores intensivos en emisiones y energía. En particular, se exploran preferencias y niveles de apoyo/oposición frente a medidas y tecnologías típicamente asociadas a la transición industrial, así como factores explicativos. En consecuencia, el estudio aporta evidencia aplicable al diseño de políticas y a la comunicación pública de la transición industrial, con énfasis en condiciones de legitimidad social que pueden facilitar su implementación.

2. Metodología

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo de carácter exploratorio-descriptivo con análisis correlacional, orientado a identificar factores explicativos asociados a la aceptación social de la descarbonización industrial en Ecuador. El diseño es no experimental y transversal, dado que los datos fueron recolectados en un único momento temporal sin manipulación de variables. El objetivo no es establecer causalidad estricta, sino analizar asociaciones consistentes con el modelo teórico propuesto. Se empleó como técnica principal una encuesta estructurada, con el objetivo de captar opiniones, actitudes y valoraciones sociales respecto a políticas públicas y tecnologías emergentes en contextos de transición socioambiental.

El diseño metodológico se inspira en estudios internacionales recientes sobre percepción social de la descarbonización industrial (Chung et al., 2023; Lai et al., 2025; Sovacool et al., 2025), particularmente aquellos que analizan dimensiones sociales, distributivas y de gobernanza asociadas a sectores difíciles de mitigar, adaptando dichas aproximaciones al contexto nacional ecuatoriano.

2.1 Diseño del instrumento de encuesta

El instrumento de recolección de datos consistió en un cuestionario estructurado, elaborado específicamente para este estudio y aplicado mediante la plataforma Google Forms. El cuestionario fue diseñado con un lenguaje claro y accesible para población no experta, reconociendo que la percepción social se construye desde experiencias cotidianas y no necesariamente desde conocimiento técnico especializado.

El cuestionario incluyó un mensaje inicial de bienvenida y un apartado de consentimiento informado, en el cual se garantizó el carácter voluntario de la participación, así como la confidencialidad, anonimato y uso exclusivamente académico de la información recopilada. La estructura del instrumento se organizó en siete bloques temáticos como se lo evidencia en la Tabla 1:

Tabla 1.
Bloques temáticos del instrumento de encuesta

Bloques/ Datos que incluye	Sociodemog ráfico	Energéticos y movilidad	Conocimient o y percepción del problema	Acepta ción pública	Percepc ión de riesgos y benefici os	Confian za institucio nal y gubern anza	Disposición al cambio
Datos que incluye	Incluye edad, género, nivel educativo, región y provincia de residencia, y tamaño del hogar.	Incluye tipo de vivienda, acceso a servicios energéticos, uso de electrodomé sticos, gasto mensual aproximado en energía y medios de transporte habituales.	Incluye el nivel de familiarida d con el concepto de descarboniz ación en el Ecuador.	Incluye una evaluac ión a la poblaci ón para el apoyo a distinta s y medida s y tecnolo gías	Incluye temas como creación de empleo, riesgos tecnoló gicos y protecci ón de grupos vulnera bles	Se centra en la credibili dad del gobiern o, la academ ia y los científic os como actores clave en la transició n.	Incluye voluntad de pagos, cambios de comportami ento y preferencias sobre responsabili dades y sectores prioritarios de descarboniz ación.

En total se formularon 20 preguntas que combinaron formatos de respuesta, permitiendo capturar matices en las opiniones ciudadanas y facilitar el análisis comparativo entre dimensiones sociales. Las preguntas que se realizaron se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2.
Preguntas realizadas a los encuestados

Número de pregunta	Pregunta	Tipo de pregunta
Pregunta 1	¿Qué tan familiarizado/a estás con el término descarbonización?	Conocimiento y percepción del problema
Pregunta 2	¿El cambio climático ya está afectando al Ecuador?	Conocimiento y percepción del problema
Pregunta 3	Los sectores de difícil mitigación deberían ser prioridad en la política climática.	Conocimiento y percepción del problema
Pregunta 4	Apoyarías políticas que reduzcan emisiones, aunque aumenten costos en el corto plazo.	Aceptación pública de estrategias
Pregunta 5	¿Qué estrategias apoyarías?	Aceptación pública de estrategias
Pregunta 6	Aceptarías proyectos de captura, utilización y almacenamiento de carbono CCUS en Ecuador si se garantiza su seguridad.	Aceptación pública de estrategias
Pregunta 7	¿Crees que la descarbonización creará más empleos de los que eliminará?	Percepción de riesgos y justicia
Pregunta 8	Me preocupan los riesgos de seguridad de CCUS (fugas, accidentes).	Percepción de riesgos y justicia
Pregunta 9	Los costos de descarbonización deberían repartirse de forma justa entre gobierno, empresas y ciudadanía.	Percepción de riesgos y justicia
Pregunta 10	Las personas de menores ingresos deberían recibir protección/compensación si suben los precios de la energía.	Percepción de riesgos y justicia
Pregunta 11	¿Qué aspectos sociales del proceso de descarbonización industrial son más importantes para usted?	Percepción de riesgos y justicia
Pregunta 12	¿Qué problemáticas sociales son más importantes para usted en la actualidad?	Percepción de riesgos y justicia
Pregunta 13	Al reducir la contaminación de las industrias, ¿qué grupos de personas podrían necesitar apoyo	Percepción de riesgos y justicia

	adicional para evitar quedar en desventaja?		
Pregunta 14	Confío en que el gobierno nacional gestionará proyectos de descarbonización con transparencia.	Confianza y gobernanza	
Pregunta 15	Confío en universidades y científicos como fuentes de información sobre estas estrategias.	Confianza y gobernanza	
Pregunta 16	¿Cuánto adicional estarías dispuesto/a a pagar al mes para apoyar la descarbonización?	Disposición a cambios de comportamiento	
Pregunta 17	Cambiaría mis hábitos de transporte (usar transporte público, compartir auto) para reducir emisiones.	Disposición a cambios de comportamiento	
Pregunta 18	La principal responsabilidad de reducir emisiones en la industria debería recaer en:	Sectores específicos	
Pregunta 19	¿Qué sector debería descarbonizar primero el Ecuador?	Sectores específicos	
Pregunta 20	¿Qué factores considera usted que influyen en las políticas de descarbonización industrial?	Políticas públicas	
Pregunta 21	¿Qué enfoque considera usted que es el más adecuado para implementar políticas de descarbonización industrial?	Políticas públicas	

2.2 Población y muestra

La población objetivo estuvo constituida por personas adultas residentes en el Ecuador, sin restricción por sector económico o nivel de especialización. La muestra final estuvo conformada por más de 500 participantes, recolectados mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional y por conveniencia, apoyado en la difusión digital del formulario.

Si bien el muestreo no busca representatividad estadística estricta, el tamaño de la muestra permite obtener una visión amplia y diversa de percepciones sociales a nivel nacional, coherente con el carácter exploratorio del estudio y alineado con metodologías empleadas en investigaciones comparables a nivel internacional

2.3 Procedimiento de recolección de datos

La encuesta fue difundida en formato digital durante un periodo previamente definido (del 8 al 19 de enero del 2026, garantizando que todos los participantes tuvieran acceso a la misma

versión del cuestionario. Previo a su aplicación masiva, el instrumento fue revisado para asegurar coherencia interna y adecuación cultural al contexto ecuatoriano. Las respuestas fueron recolectadas de manera anónima y almacenadas automáticamente en una base de datos, sin registrar información que permitiera identificar individualmente a los participantes.

2.4 Operacionalización de variables

Con el fin de vincular el marco conceptual con la medición empírica, las variables fueron operacionalizadas de la siguiente manera:

Variable dependiente: Aceptación social de la descarbonización industrial.

Variables independientes: Nivel de familiaridad reportado con el término descarbonización, nivel de confianza en la transparencia del gobierno para gestionar proyectos de descarbonización, confianza en universidades y científicos como fuentes de información técnica, disposición al pago mensual adicional para apoyar políticas climáticas, nivel de preocupación por riesgos asociados a proyectos de CCUS y máximo nivel de formación alcanzado.

2.5 Análisis estadístico inferencial

Para contrastar empíricamente las hipótesis H1–H5 se estimaron modelos de regresión logística mediante el método de máxima verosimilitud. Para la variable dependiente “apoyo a políticas de descarbonización industrial” (1 = apoyo; 0 = no apoyo), se estimó un modelo de regresión logística binaria especificado como:

$$\begin{aligned} \text{logit}(P(Y_i = 1)) &= \beta_0 + \beta_1 \text{Conocimiento}_i + \beta_2 \text{ConfianzaGob}_i + \beta_3 \text{RiesgoCCUS}_i \\ &+ \beta_4 \text{Educación}_i + \beta_5 \text{RestricciónEconómica}_i \\ &+ \beta_6 (\text{Conocimiento} \times \text{Educación})_i + \varepsilon_i \end{aligned}$$

El modelo permite estimar el efecto marginal de cada variable independiente sobre la probabilidad de apoyo, controlando por el resto de los factores. Se reportan razón de probabilidades, intervalos de confianza al 95% y niveles de significancia estadística.

En cuanto a la variable “disposición a pagar” relacionado con los niveles crecientes de contribución económica, se estimó un modelo logístico ordinal bajo el supuesto de probabilidades proporcionales. Este modelo permite analizar cómo las variables independientes afectan la probabilidad acumulada de ubicarse en categorías superiores de disposición al pago. Para ello, se adoptó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. La bondad de ajuste se evaluó mediante razón de verosimilitud. Esta estructura permitió evaluar empíricamente las relaciones planteadas en las hipótesis derivadas del modelo teórico.

2.6 Estrategia de análisis de la información

El análisis de la información se desarrolló desde un enfoque cuantitativo explicativo, complementado con análisis descriptivos simples y análisis de estadística inferencial. En una primera etapa, se realizó una sistematización de las respuestas por bloques temáticos, identificando patrones generales de aceptación, rechazo o ambivalencia frente a las distintas estrategias de descarbonización industrial.

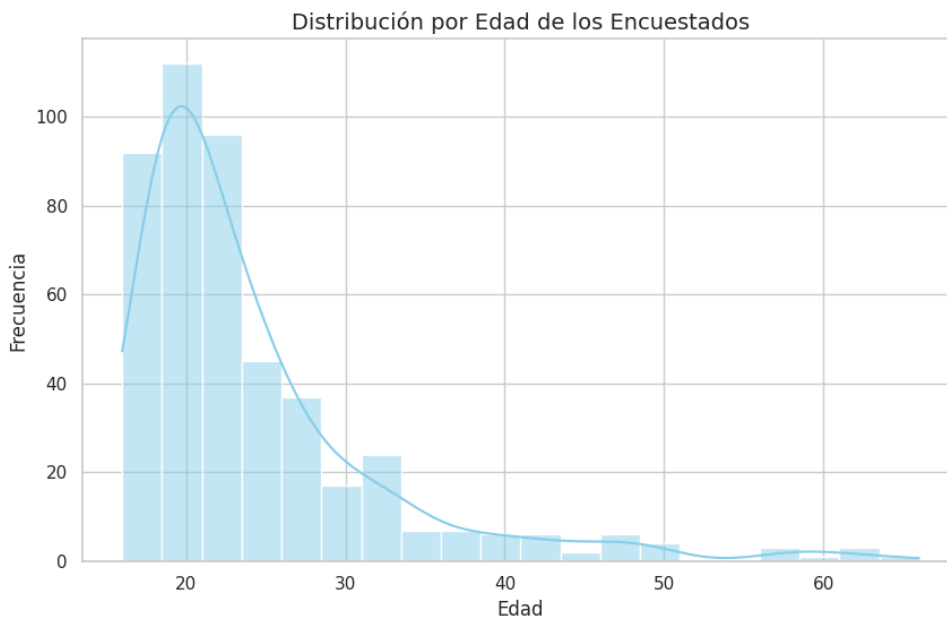
Posteriormente, se analizaron las percepciones asociadas a dimensiones clave como equidad social, riesgos percibidos, confianza institucional y distribución de responsabilidades, poniendo especial atención en la coherencia interna de las respuestas y en las relaciones entre variables sociodemográficas y actitudes declaradas. Además, se aplicaron modelos de regresión logística binaria y ordinal para contrastar empíricamente las hipótesis planteadas mediante modelos de regresión logística.

Este enfoque metodológico permite no solo describir tendencias, sino también interpretar narrativas sociales relevantes para el diseño de políticas públicas y estrategias de comunicación en procesos de transición industrial, siguiendo lineamientos utilizados en estudios previos sobre aceptación social de políticas climáticas.

3. Resultados y discusión

Los hallazgos derivados del análisis de los 502 registros recolectados reflejan una realidad compleja en la que convergen la urgencia climática, la inestabilidad económica y una marcada brecha de conocimiento técnico. La muestra, predominantemente joven (edad media de 24.20 años) (Figura 1) y concentrada en la región Costa (96.36%), permite caracterizar la opinión de un sector poblacional con alto nivel instructivo (43.42% con tercer o cuarto nivel), lo que otorga una perspectiva fundamentada en el acceso a la información formal.

Figura 1



Distribución por edades de los encuestados.

El primer eje de análisis revela lo que se puede denominar como "conocimiento y percepción del problema o conciencia sin conocimiento". Existe un consenso casi absoluto sobre la existencia y el impacto del cambio climático: el 99.21% de los participantes reconoce que el fenómeno ya afecta al país. Esta alta sensibilidad ambiental, sin embargo, se ve truncada al introducir términos técnicos específicos de la política de mitigación. Solo un 7% de la muestra manifiesta un conocimiento profundo sobre la "descarbonización", mientras que el 93% afirma conocer "poco" o "nada" al respecto. Esta asimetría sugiere que, si bien la narrativa sobre la crisis climática ha permeado en la opinión pública, las estrategias de solución técnica no han sido comunicadas de manera efectiva. La brecha de alfabetización ambiental se identifica como una barrera crítica para la participación ciudadana, ya que la ignorancia en estos temas tiende a generar indecisión: los datos demuestran que entre quienes no conocen el término, la incertidumbre sobre el apoyo a políticas climáticas sube al 47.7%.

En cuanto a la aceptación pública de las estrategias de mitigación, la ciudadanía muestra una preferencia por aquellas que ofrecen beneficios tangibles o que utilizan recursos naturales visibles. Las mejoras al transporte público (71.54%) y la expansión de energías renovables (70.94%) lideran el respaldo social. En contraste, las medidas de carácter fiscal, como los

impuestos al carbono (19.04%), ocupan el último lugar en apoyo, reforzando la tesis de que el factor económico es la principal fricción para la transición. Un hallazgo inédito es la postura frente a la Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono (CCUS). La reacción de los encuestados es pragmática y está mediada por la seguridad: el 65.19% aceptaría estos proyectos bajo garantías técnicas, a pesar de que un 58.95% manifiesta una preocupación total por riesgos de fugas o accidentes. El análisis cruzado revela que el conocimiento previo reduce significativamente el miedo tecnológico: el 73.5% de los informados aceptaría proyectos de CCUS, comparado con solo el 58.7% de quienes no están familiarizados con el tema. Esto posiciona a la educación técnica no solo como un valor ético, sino como una herramienta de viabilidad para megaproyectos de descarbonización industrial.

Ante la posibilidad de apoyar políticas que aumenten los costos a corto plazo, la respuesta predominante es el "No sé" (43.0%), superando ligeramente al apoyo decidido (40.8%). La disposición al pago es extremadamente conservadora: casi la mitad de la población (49.09%) solo estaría dispuesta a pagar entre \$1 y \$5 adicionales al mes, mientras que un preocupante 22.92% no está dispuesto a sacrificar ningún valor económico (Tabla 3).

Tabla 3.
Análisis económico en relación con la aceptación pública de estrategias de mitigación

Disposición al pago mensual (\$)	Porcentaje de la muestra
\$1 – \$5	49.09%
\$0 (Nada)	22.92%
\$6 – \$10	19.47%
> \$11	~8.52%

Esta restricción económica es transversal y no depende estrictamente del nivel educativo. Aunque los profesionales tienden a apoyar más las políticas costosas (50%) en comparación con los bachilleres (33.9%), ambos grupos coinciden en que el rango de \$1 a \$5 es el límite aceptable. Lo anterior sugiere que la descarbonización en Ecuador no debe fundamentarse en impuestos directos, sino en incentivos fiscales y subsidios cruzados que protejan el poder adquisitivo familiar.

La Tabla 4 resume los principales hallazgos derivados del cruce de variables sociodemográficas, cognitivas e institucionales con indicadores de aceptación social de la descarbonización industrial. Los resultados muestran que el nivel educativo y el conocimiento previo influyen positivamente en el apoyo a políticas de reducción de emisiones y en la aceptación de tecnologías emergentes, como el CCUS. En particular, una mayor familiaridad con el concepto de descarbonización se asocia con niveles significativamente más altos de apoyo, mientras que el desconocimiento técnico incrementa la indecisión. Asimismo, la confianza institucional emerge como un factor clave, dado que los niveles más altos de confianza en el Gobierno se traducen en un mayor respaldo a políticas climáticas.

No obstante, los resultados también evidencian que, aunque el apoyo normativo aumenta con el nivel educativo, la disposición al pago permanece baja y relativamente homogénea entre los distintos grupos, lo que sugiere la existencia de restricciones económicas transversales más que una falta de voluntad. En conjunto, estos hallazgos subrayan el papel central de factores cognitivos, institucionales y distributivos en la aceptación social de la descarbonización industrial.

Tabla 4.

Principales hallazgos derivados del cruce de variables sociodemográficas, cognitivas e institucionales

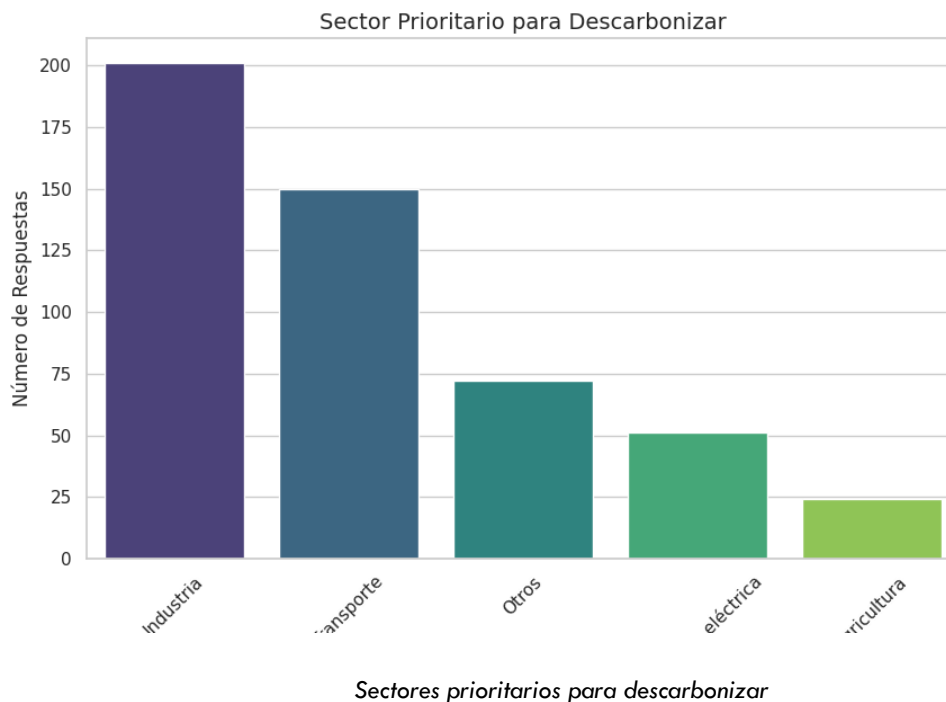
Cruce de variables	Hallazgo principal	Datos relevantes
Nivel educativo vs. Apoyo económico	Existe una correlación positiva entre el nivel de instrucción y la disposición a asumir costos. Los profesionales apoyan más las políticas costosas que quienes tienen formación básica.	El 50% de los encuestados con tercer nivel apoya políticas con costos, frente a solo el 33.9% de quienes tienen nivel de bachillerato.
Conocimiento vs. Aceptación de políticas	La familiaridad con el término "descarbonización" es el predictor más fuerte de apoyo. La ignorancia técnica genera indecisión.	El 71.4% de quienes están "Muy familiarizados" con el término apoyan las políticas, mientras que entre los que no conocen nada, la indecisión (No sé) sube al 47.7%.
Confianza institucional vs. Apoyo	La confianza total en el Gobierno es un catalizador del apoyo ciudadano. El escepticismo sobre la transparencia gubernamental paraliza la voluntad de cambio.	Quienes confían totalmente en el Gobierno muestran un apoyo del 58.9% a políticas de reducción de emisiones, superando significativamente al promedio general.
Familiaridad vs. Tecnologías CCUS	El conocimiento técnico previo reduce la incertidumbre ante nuevas tecnologías como la Captura de Carbono (CCUS).	El 73.5% de los informados aceptaría proyectos de CCUS, comparado con el 58.7% de los que no están familiarizados con el tema.
Nivel educativo vs. Disposición al pago	Aunque el apoyo a políticas sube con la educación, la disposición al pago se mantiene en rangos bajos independientemente del nivel educativo, indicando una restricción económica transversal.	En todos los niveles educativos, el rango de \$1 a \$5 es la opción preferida (superando el 47% en todos los grupos), sugiriendo que la limitación es de capacidad económica y no de voluntad.

En cuanto a la confianza y gobernanza, los resultados de este estudio evidencian una crisis de credibilidad en la gestión estatal. Solo el 26.32% de los encuestados confía plenamente en la transparencia del Gobierno para gestionar proyectos de descarbonización. En contraposición, las universidades y científicos gozan de una legitimidad excepcionalmente alta, con un 97.38% de confianza. Esta brecha de credibilidad es un factor de riesgo para la implementación de políticas; la ciudadanía busca validación científica externa antes que política. A pesar de la desconfianza, la población atribuye la responsabilidad principal de la transición al Gobierno (47.17%), seguido por las empresas (24.29%), mientras que solo el 9.11% la adjudica a los consumidores. Este modelo de "responsabilidad jerárquica" refleja una cultura política donde se espera que el Estado dicte las reglas y la industria asuma los costos operativos, eximiendo al ciudadano de la carga financiera y operativa directa.

En cuanto al eje de sectores específicos, los resultados de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestran que la industria es percibida como el sector prioritario para la descarbonización, seguida del transporte, mientras que la generación eléctrica y la agricultura reciben un menor nivel de priorización. Esta jerarquización es coherente con la literatura que identifica a los sectores industriales intensivos en energía y emisiones como centrales para alcanzar las metas climáticas y las trayectorias hacia emisiones netas cero (Kern & Jess, 2021; Löfgren et al., 2024). Asimismo, la elevada prioridad asignada al transporte puede explicarse por su alta visibilidad social y su impacto directo en la vida cotidiana, lo que refuerza su centralidad en la

percepción pública de los problemas climáticos. En contraste, la menor priorización de la generación eléctrica podría estar asociada a la percepción de avances previos en la incorporación de fuentes renovables o a un mayor control regulatorio, mientras que el bajo posicionamiento de la agricultura sugiere una menor asociación social entre este sector y las emisiones industriales de carbono. En conjunto, estos resultados confirman que la priorización social de los sectores a descarbonizar no responde únicamente a criterios técnico-económicos, sino también a factores de percepción y atribución de responsabilidades, aspectos que la literatura identifica como determinantes para la viabilidad política y social de las estrategias de descarbonización industrial (Upham et al., 2022).

Figura 2.



La discusión de estos resultados permite concluir que el éxito de la descarbonización en Ecuador depende de su capacidad para alinearse con las urgencias inmediatas de la población: el empleo (identificado como la mayor preocupación social con un 57.17%) y la salud (75.76%). Para el ecuatoriano promedio, el clima es una preocupación de tercer orden frente a la estabilidad económica. Por lo tanto, cualquier estrategia climática que se perciba como una amenaza al empleo o al acceso a servicios básicos enfrentará resistencia masiva. El optimismo moderado sobre la creación de empleos verdes (el 92% cree que se crearán más empleos de los que se eliminarán) es un activo político valioso. Sin embargo, la demanda de una transición justa es clara: se exige protección para los trabajadores de industrias intensivas en emisiones y hogares de bajos ingresos. La descarbonización industrial, liderada por los sectores de industria (40.36%) y transporte (30.12%), debe ser presentada no solo como un compromiso internacional, sino como una herramienta de modernización que mejore la calidad de vida y la salud pública.

Los hallazgos de este estudio son consistentes con la literatura internacional que identifica el conocimiento técnico y la confianza como predictores claves de la aceptación de políticas de transición energética y mitigación climática. Estudios basados en análisis de encuestas representativas muestran que la confianza en científicos e investigadores se asocia positivamente con el apoyo a políticas de transición energética, ya que estos actores reducen la incertidumbre y legitiman las medidas propuestas ante el público en general (Das et al., 2025). De forma similar, investigaciones sobre tecnologías específicas de captura de carbono (CCS) han reportado que el nivel de conocimiento y la percepción de utilidad de estas tecnologías aumentan significativamente

su aceptación pública, y que la confianza en instituciones que gestionan la información y el riesgo potencia esa relación (Zhou et al., 2024).

En definitiva, Ecuador presenta un escenario de oportunidad condicionado por la educación y la transparencia. La academia debe asumir un rol de supervisión técnica para compensar la baja confianza gubernamental, y las políticas deben transitar desde la sensibilización sobre el problema hacia la educación profunda sobre las soluciones técnicas y económicas. Sin una estrategia que garantice la seguridad técnica y la estabilidad económica del hogar, la descarbonización seguirá siendo percibida como un concepto lejano y potencialmente amenazante.

Análisis estadístico inferencial

Con el objetivo de contrastar de manera empírica las hipótesis, se estimaron modelos de regresión logística binaria y ordinal mediante el método de máxima verosimilitud. La Tabla 5 presenta los resultados del modelo logístico binario estimado para explicar la probabilidad de apoyo a políticas de descarbonización industrial. Se reportan coeficientes logit (β), errores estándar, Odds Ratios (OR), intervalos de confianza al 95% y niveles de significancia estadística. Posteriormente, la Tabla 6 muestra los resultados del modelo logístico ordinal aplicado a la disposición a pagar. En ambos casos, el estadístico de razón de verosimilitud indica que los modelos completos mejoran significativamente el ajuste frente al modelo nulo ($p < 0.001$), lo que confirma la pertinencia de la especificación econométrica adoptada.

Tabla 5.
Resultados de los modelos de regresión logística – Apoyo a políticas de descarbonización (logístico binario)

Variable	β	Error Est.	OR	IC 95%	p-valor
Conocimiento	0.63	0.17	1.88	1.32-2.67	<0.01
Confianza en el gobierno	0.41	0.18	1.51	1.08-2.11	0.02
Percepción de riesgo	-0.72	0.20	0.49	0.33-0.72	<0.01
Educación	0.35	0.17	1.42	1.01-1.99	0.04
Restricción económica	-0.38	0.19	0.68	0.47-0.98	0.03
Conocimiento*educación	0.28	0.13	1.32	1.02-1.70	0.03

Tabla 6.
Resultados de los modelos de regresión logística – Disposición al pago (logístico ordinal)

Variable	B	Error Est.	OR	IC 95%	p-valor
Conocimiento	0.29	0.15	1.34	1-1.80	0.05
Confianza en el gobierno	0.33	0.16	1.39	1.02-1.90	0.04
Percepción de riesgo	-0.47	0.18	0.62	0.43-0.90	0.01
Educación	0.26	0.14	1.30	1.01-1.68	0.04
Restricción económica	-0.85	0.20	0.43	0.29-0.63	<0.01

4. Conclusiones

Este artículo analizó la aceptación social de estrategias de descarbonización en sectores industriales intensivos en emisiones en el Ecuador, con el objetivo de comprender cómo la ciudadanía percibe distintas políticas y tecnologías asociadas a la transición hacia economías bajas en carbono. Para ello, se desarrolló un estudio exploratorio basado en la aplicación de una encuesta estructurada a más de 500 personas adultas a nivel nacional, abordando dimensiones relacionadas con el conocimiento del problema, el apoyo a medidas de mitigación, la percepción de riesgos y beneficios, la confianza institucional y la disposición al cambio. Este enfoque permitió generar evidencia empírica sobre factores sociales que condicionan la viabilidad de la descarbonización industrial en un país en desarrollo.

Los resultados muestran que, si bien existe un amplio consenso sobre la realidad y los impactos del cambio climático en el país, persiste una brecha significativa de conocimiento respecto al concepto de descarbonización y a las soluciones técnicas disponibles. Esta brecha se traduce en altos niveles de indecisión frente al apoyo a políticas climáticas, especialmente entre quienes reportan baja familiaridad con el tema, lo que confirma que la alfabetización ambiental y energética constituye un requisito fundamental para fortalecer la legitimidad social de las estrategias de mitigación industrial.

Asimismo, el estudio evidencia que la aceptación pública está fuertemente mediada por consideraciones económicas y distributivas. Aunque el respaldo normativo a la reducción de emisiones aumenta con el nivel educativo, la disposición a asumir costos adicionales se mantiene baja y relativamente homogénea entre los distintos grupos, reflejando limitaciones económicas transversales. En este contexto, las políticas basadas en impuestos directos o incrementos de precios enfrentan una alta probabilidad de resistencia social, mientras que los esquemas de incentivos, subsidios y financiamiento público emergen como alternativas más socialmente viables.

Por otro lado, los hallazgos resaltan el papel central del conocimiento previo y de la confianza institucional en la aceptación de tecnologías emergentes, como la captura, utilización y almacenamiento de carbono. La percepción de riesgos tecnológicos coexiste con una aceptación condicionada a garantías de seguridad y transparencia, lo que subraya la importancia de una comunicación clara y respaldada por evidencia científica. La marcada brecha de confianza entre el gobierno y las universidades sugiere que la academia y los expertos técnicos pueden desempeñar un rol estratégico en la validación social y el acompañamiento de los procesos de descarbonización.

Finalmente, los resultados indican que la viabilidad social de la descarbonización industrial en Ecuador depende de su capacidad para articular los objetivos climáticos con las prioridades sociales inmediatas, particularmente el empleo, la salud y la equidad. La ciudadanía identifica a la industria y al transporte como sectores prioritarios para la acción climática, pero demanda que la transición sea justa, inclusiva y socialmente protegida. En consecuencia, avanzar hacia trayectorias de emisiones netas cero requerirá no solo soluciones tecnológicas, sino también marcos de gobernanza que integren educación, justicia distributiva y participación social como ejes centrales de la transformación productiva.

El estudio presenta ciertas limitaciones metodológicas que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el uso de un muestreo no probabilístico restringe la capacidad de generalización estricta de los hallazgos a la población nacional. Si bien el tamaño muestral permite realizar estimaciones estadísticamente robustas y análisis multivariados consistentes, la ausencia de selección aleatoria impide garantizar representatividad estadística plena. Además, no puede descartarse la presencia de sesgo de deseabilidad social, especialmente considerando que las variables analizadas se relacionan con actitudes ambientales y apoyo a políticas climáticas, temas socialmente normativos. Los encuestados podrían haber sobreestimado su nivel de apoyo o disposición a contribuir económicamente con el fin de alinearse con expectativas sociales percibidas. Finalmente, si bien el análisis econométrico permitió contrastar hipótesis específicas mediante regresión logística binaria y ordinal, investigaciones posteriores podrían

beneficiarse del uso de Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM). La incorporación de SEM contribuiría a fortalecer la validación empírica del modelo explicativo y a profundizar su fundamentación teórica-

Referencias

- Abdelaziz, E. A., Saidur, R., & Mekhilef, S. (2011). A review on energy saving strategies in industrial sector. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 15, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.003>
- Al Mamun, A., Yang, M., Hayat, N., Gao, J., & Yang, Q. (2025). The nexus of environmental values, beliefs, norms and green consumption intention. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04979-6>
- Andrijevskaia, J., & Volkova, A. (2025). Industrial energy use, efficiency, and savings: methods for quantitative analysis. *Energy Efficiency*, 18(7). <https://doi.org/10.1007/s12053-025-10367-5>
- Bachorz, C., Verpoort, P. C., Luderer, G., & Ueckerdt, F. (2025). Exploring techno-economic landscapes of abatement options for hard-to-electrify sectors. *Nature Communications*, 16(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-025-59277-1>
- Barbhuiya, S., Kanavaris, F., Das, B. B., & Idrees, M. (2024). Decarbonising cement and concrete production: Strategies, challenges and pathways for sustainable development. In *Journal of Building Engineering* (Vol. 86). <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.108861>
- Carvajal, R. (2021). Formación Profesional Para Desempleados / As Y Desarrollo Sostenible. *Prisma Social-Jovenes y Nuevas Formas de Comunicacion y Marketing*, 34.
- Chung, C., Kim, J., Sovacool, B. K., Griffiths, S., Bazilian, M., & Yang, M. (2023). Decarbonizing the chemical industry: A systematic review of sociotechnical systems, technological innovations, and policy options. In *Energy Research and Social Science* (Vol. 96). <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.102955>
- Dabla-Norris, E. (2023). Public Support for Climate Change Mitigation Policies: A Cross Country Survey. *IMF Working Papers*, 2023(223). <https://doi.org/10.5089/9798400258138.001>
- Das, R. R., Sussman, R., & Carlson, R. (2025). Trust in scientists, researchers, and environmental organizations associated with policy support for energy transition. *Energy and Climate Change*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2025.100179>
- De la Rosa, D., Giménez, P., & De la Calle, C. (2019). Educación para el desarrollo sostenible: el papel de la universidad en la Agenda 2030. *Revista Prisma Social*, N°25.
- Di Benedetto, A., Wieners, C. E., Dijkstra, H. A., & von der Heydt, A. S. (2025). Political processes affect the feasibility of climate policy in Integrated Assessment Models. *Npj Climate Action*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/s44168-025-00298-3>
- Domingues, B. C., Santos, D. M. F., Mateus, M., & Cecílio, D. (2024). Techno-Economic Analysis of Cement Decarbonization Techniques: Oxygen Enrichment vs. Hydrogen Fuel. *Hydrogen (Switzerland)*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/hydrogen5010005>
- Gerres, T., Chaves Ávila, J. P., Llamas, P. L., & San Román, T. G. (2019). A review of cross-sector decarbonisation potentials in the European energy intensive industry. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 210). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.036>

- Guduru, R. K., Tiwari, N., & Mali, J. (2025). Decarbonization technologies and strategies. In *Decarbonizing the Petroleum Industry: Current Status, Ongoing Activities, and Future Prospects*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-31524-4.00003-4>
- Hasan, A. S. M. M., & Trianni, A. (2020). A review of energy management assessment models for industrial energy efficiency. In *Energies* (Vol. 13, Issue 21). <https://doi.org/10.3390/en13215713>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. In *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Johnson, O. W., Mete, G., Sanchez, F., Shawoo, Z., & Talebian, S. (2021). Toward climate-neutral heavy industry: An analysis of industry transition roadmaps. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/app11125375>
- Kaplan, P. O., Boyd, G., Browning, M., Perl, K., Supekar, S., Victor, N., & Worrell, E. (2025). Is the industrial sector hard to decarbonize or hard to model? A comparative analysis of industrial modeling and net zero carbon dioxide pathways. *Energy and Climate Change*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2025.100190>
- Kern, C., & Jess, A. (2021). Reducing Global Greenhouse Gas Emissions to Meet Climate Targets—A Comprehensive Quantification and Reasonable Options. *Energies*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/en14175260>
- Kloo, Y., Nilsson, L. J., & Palm, E. (2024). Reaching net-zero in the chemical industry—A study of roadmaps for industrial decarbonisation. *Renewable and Sustainable Energy Transition*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.rset.2023.100075>
- Kumar, A., Tiwari, A. K., & Milani, D. (2024). Decarbonizing hard-to-abate heavy industries: Current status and pathways towards net-zero future. In *Process Safety and Environmental Protection* (Vol. 187). <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.04.107>
- Lai, H. L., Devine-Wright, P., Hamilton, J., Mander, S., Clery, D., Rattle, I., Martin, A., Ryder, S., & Taylor, P. (2025). A Place-based, Just Transition framework can guide industrial decarbonisation with a social licence. In *Energy Research and Social Science* (Vol. 121). <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.103967>
- Leal Filho, W., Ben Hassen, T., Matandirotya, N., & Ng, A. (2025). Empty promises: Some requirements for a successful implementation of decarbonisation strategies in developing countries. *Science of the Total Environment*, 977. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179409>
- Li, Z., Sun, L., Zhang, R., & Hanaoka, T. (2024). Decarbonization pathways promote improvements in cement quality and reduce the environmental impact of China's cement industry. *Communications Earth and Environment*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01929-z>
- Lockwood, M., Herman, K., Iskandarova, M., Pultar, A., Ferrier, J., & Sovacool, B. (2025). Beyond industrial decarbonisation strategy: Lessons from the bottom-up policy mix in the United Kingdom, 2021–2023. *Energy Research and Social Science*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104431>
- Löfgren, Å., Ahlvik, L., van den Bijgaart, I., Coria, J., Jaraité, J., Johnsson, F., & Rootzén, J. (2024). Green industrial policy for climate action in the basic materials industry. *Climatic Change*, 177(9). <https://doi.org/10.1007/s10584-024-03801-7>
- Lu, X., Tian, W., Li, H., Li, X., Quan, K., & Bai, H. (2023). Decarbonization options of the iron and

- steelmaking industry based on a three-dimensional analysis. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*, 30(2). <https://doi.org/10.1007/s12613-022-2475-Z>
- Malehmirhegini, L., & Chapman, A. J. (2025). Strategies for achieving carbon neutrality within the chemical industry. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 217). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115762>
- Moffat, K., Lacey, J., Zhang, A., & Leipold, S. (2016). The social licence to operate: A critical review. In *Forestry* (Vol. 89, Issue 5). <https://doi.org/10.1093/forestry/cpv044>
- Pan, Q., Held, M., & Backmann, J. (2024). Technological and policy options for the defossilisation of chemical manufacturing. In *RSC Sustainability* (Vol. 3, Issue 1). <https://doi.org/10.1039/d4su00601a>
- Plank, J. (2025). Decarbonization strategies for the global cement and concrete industry. Highlighting the role of chemical admixtures for successful transition. *Revista Alconpat*, 15(2). <https://doi.org/10.21041/ra.v15i2.819>
- Rissman, J., Bataille, C., Masanet, E., Aden, N., Morrow, W. R., Zhou, N., Elliott, N., Dell, R., Heeren, N., Huckestein, B., Cresko, J., Miller, S. A., Roy, J., Fennell, P., Cremmins, B., Koch Blank, T., Hone, D., Williams, E. D., de la Rue du Can, S., ... Helseth, J. (2020). Technologies and policies to decarbonize global industry: Review and assessment of mitigation drivers through 2070. In *Applied Energy* (Vol. 266). <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114848>
- Rodríguez Diez, J., Tomé-Torquemada, S., Vicente, A., Reyes, J., & Orcajo, G. A. (2023). Decarbonization Pathways, Strategies, and Use Cases to Achieve Net-Zero CO2 Emissions in the Steelmaking Industry. *Energies*, 16(21). <https://doi.org/10.3390/en16217360>
- Schulze, M., Nehler, H., Ottosson, M., & Thollander, P. (2016). Energy management in industry - A systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 112). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.060>
- Seijo-Bestilleiro, E., Arias-Fernández, I., Carro-López, D., & Naveiro, M. (2025). Opportunities for Emission Reduction in the Transformation of Petroleum Refining. *Fuels*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/fuels6030066>
- Shi, X., Wang, G., Wang, X., & Chen, B. (2024). A Study on the Promoting Role of Renewable Hydrogen in the Transformation of Petroleum Refining Pathways. *Processes*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/pr12071317>
- Sovacool, B. K., AbdulRafiu, A., Hudson, M., McManus, M., Korre, A., Marr, I., Howard, C., & Maroto-Valer, M. M. (2024). Beyond the factory: Ten interdisciplinary lessons for industrial decarbonisation practice and policy. *Energy Reports*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.05.048>
- Sovacool, B. K., Devine-Wright, P., Mander, S., Rowley, J., & Ryder, S. (2025). Realising a locally-embedded just transition: Sense of place, lived experience, and social perceptions of industrial decarbonisation in the United Kingdom. *Global Environmental Change*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2025.103051>
- Sovacool, B. K., Iskandarova, M., & Geels, F. W. (2024). Leading the post-industrial revolution? Policy windows, issue linkage and decarbonization dynamics in the UK's net-zero strategy (2010–2022). *Industrial and Corporate Change*, 33(6). <https://doi.org/10.1093/icc/dtae015>
- Thollander, P., & Ottosson, M. (2010). Energy management practices in Swedish energy-intensive

- industries. *Journal of Cleaner Production*, 18(12). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.04.011>
- Upham, D. P., Sovacool, P. B., & Ghosh, D. B. (2022). Just transitions for industrial decarbonisation: A framework for innovation, participation, and justice. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 167). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112699>
- Wei, Z., Xue, K., Hu, G., Wu, Y., & Wang, Y. (2024). The Decarbonizing Strategies of China's Iron and Steelmaking Industry: A Comprehensive Perspective. *Sustainability (Switzerland)*, 16(24). <https://doi.org/10.3390/su162411268>
- Wu, H., Cheng, J., Zhong, H., & Jin, F. (2025). Recent progress in iron and steel industry decarbonization strategies: industrial advancements and challenges. In *Environmental Science and Pollution Research* (Vol. 32, Issue 8). <https://doi.org/10.1007/s11356-025-36038-7>
- Xu, C., Gao, Y., & Lv, M. (2025). Global greenhouse gas emissions in the 21st century: Complex network, driver pattern and economy-based interaction. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 23(2). <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2025.05.002>
- Zhou, Y., Liu, Z., Kato, T., Shi, C., Xu, T., & Gao, W. (2024). Decoding the mechanisms influencing public acceptance of carbon dioxide capture and storage technology in China. *Energy*, 313. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.133888>