

# HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO.

## TENDENCIAS ACTUALES



**Wilson Argenis Coy Sánchez**

# HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

## Huella de carbono y cambio climático. Desafíos de la gestión ambiental

**Wilson Argenis Coy Sánchez**

Primera edición: Septiembre, 2026

Maracay, Venezuela

Depósito Legal: **AR2026000254**

ISBN: **978-980-454-073-8**



Se permite copiar, distribuir, comunicar públicamente y adaptar esta obra, siempre que se reconozca adecuadamente la autoría, no se haga con fines comerciales y las obras derivadas se compartan con la misma licencia.



Portada e ilustraciones elaboradas con Chat GPT

Formato Electrónico: Nohelia Alfonso

Revisión General: Crisálida Villegas

**Libro arbitrado por pares ciegos**

**Colección de Saberes Ambientales**

**Serie Conciencia Ambiental**

**Volumen 1, Número 10, Año 2026**

Es una publicación correspondiente a la colección de libros arbitrados del Sello Editorial Escriba. Escuela de Escritores, dirigida al público general que tiene como propósito divulgar saberes ambientales.



*Escriba* ESCUELA DE ESCRITORES

### **AUTORIDADES**

**Crisálida Villegas**  
**Directora General**  
**Nohelia Alfonso**  
**Directora Académica**  
**Rosa B. Pérez**  
**Secretaria**

### **COMITÉ EDITORIAL**

**Sandra Salazar (FEREDIT, Venezuela)**  
**Rosy León (REDIT, Chile)**  
**Ibaldo Fandiño (UNIATLÁNTICO, Colombia)**  
**Daniel Román (PLAGCIS, Colombia)**  
**Claudia Zuriaga (UIDE, Ecuador)**  
**Arturo Dávila (UNIVERSIS, Ecuador)**  
**Carlos Viltre (CESPE, Cuba)**

# HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

## ÍNDICE GENERAL

|            |                                                           | pp.                       |
|------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|
|            | <b>Presentación</b>                                       | <u><a href="#">7</a></u>  |
| <b>I</b>   | <b>Huella de carbono como indicador crítico</b>           | <u><a href="#">10</a></u> |
|            | Vinculación cambio climático-huella de carbono            | <u><a href="#">12</a></u> |
|            | Una forma de cuantificar el impacto ambiental             | <u><a href="#">19</a></u> |
|            | Causas y efectos de la huella de carbono                  | <u><a href="#">24</a></u> |
| <b>II</b>  | <b>Cambio climático</b>                                   | <u><a href="#">34</a></u> |
|            | Cambio climático y la biodiversidad                       | <u><a href="#">36</a></u> |
|            | Normas ISO y los ODS                                      | <u><a href="#">42</a></u> |
| <b>III</b> | <b>Desafíos y potencialidades de la gestión ambiental</b> | <u><a href="#">53</a></u> |
|            | Desafíos de la gestión ambiental                          | <u><a href="#">53</a></u> |
|            | Potencialidades de la gestión ambiental en Venezuela      | <u><a href="#">83</a></u> |
|            | Referencias                                               | <u><a href="#">91</a></u> |

# HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

## ÍNDICE DE TABLAS

| No. |                                                                  | pp.                |
|-----|------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1   | Medidas en la reducción de la huella de carbono                  | <a href="#">30</a> |
| 2   | Desafíos de la gestión ambiental                                 | <a href="#">54</a> |
| 3   | Comparativa de compromisos internacionales versus ejecución real | <a href="#">59</a> |
| 4   | Criterios de veracidad y salvaguardas técnicas                   | <a href="#">68</a> |
| 5   | Materialidad de la economía digital y dependencias geopolíticas  | <a href="#">73</a> |
| 6   | Efectos secundarios                                              | <a href="#">78</a> |
| 7   | Impacto cruzado. Beneficios vs costos ocultos                    | <a href="#">80</a> |

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

| <b>No.</b> |                                                                                                    | <b>pp.</b>                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>1</b>   | Interrelación de las normas ISO para la gestión de gases de efecto invernadero y huella de carbono | <a href="#"><u>48</u></a> |
| <b>2</b>   | Gestión ambiental                                                                                  | <a href="#"><u>56</u></a> |
| <b>3</b>   | Resiliencia adaptativa                                                                             | <a href="#"><u>65</u></a> |

## **PRESENTACIÓN**

La encrucijada climática que enfrenta el planeta demanda una atención urgente. Los límites de los sistemas naturales están siendo sobrepasados a un ritmo alarmante y las manifestaciones del calentamiento global, cada vez más frecuentes e intensas, evidencian la insostenibilidad del modelo de desarrollo actual.

En el centro de esta crisis se encuentran los gases de efecto invernadero (GEI), cuya acumulación en la atmósfera, producto de actividades humanas, se ha consolidado como el principal motor del cambio climático, representando una amenaza existencial para la biodiversidad y la estabilidad de los ecosistemas terrestres.

Bajo esta perspectiva, la huella de carbono se ha convertido en un elemento clave dentro del estudio del cambio climático, ya que permite cuantificar la cantidad de emisiones de GEI generadas por diversas actividades, desde la

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

producción industrial hasta los hábitos de consumo cotidiano y esto hace que su gestión sea fundamental para diseñar estrategias de mitigación que permitan reducir el impacto ambiental y avanzar hacia modelos de desarrollo más sostenibles.

Sin embargo, en países como Venezuela, donde los desafíos ambientales se entrelazan con factores económicos y sociales, la implementación de políticas efectivas en esta materia enfrenta obstáculos significativos, como la dependencia de una economía basada en la explotación de recursos naturales.

En particular de la industria petrolera, la cual es una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, la falta de diversificación económica y la escasez de inversión en energías renovables han limitado el desarrollo de estrategias sostenibles que permitan reducir la huella de carbono sin comprometer el crecimiento económico. En este sentido, la crisis climática exige un replanteamiento urgente de las dinámicas

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

económicas y sociales que han intensificado el impacto ambiental.

La huella de carbono es un indicador fundamental para comprender el grado de afectación del clima y los ecosistemas, y su análisis en el contexto venezolano permitirá identificar tanto los desafíos como las oportunidades para avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible

Por lo tanto, el texto que presentamos a la comunidad en general tiene como objetivo analizar la huella de carbono y el cambio climático en los ecosistemas del contexto venezolano; así como el papel de la gestión ambiental para abordar los desafíos de manera integral.

En función a lo señalado, el libro está estructurado en tres capítulos que se señalan, a continuación. El primero, La huella de carbono como indicador crítico. El segundo, El cambio climático. Por último, el tercero, Desafíos y potencialidades de la gestión ambiental. Espero que su lectura pueda generar múltiples debates y reflexiones.

## I.HUELLA DE CARBONO COMO INDICADOR CRÍTICO



La huella de carbono, más que una simple métrica, se ha consolidado como un indicador crítico de la presión que la actividad humana ejerce sobre el sistema climático. Su cálculo integral abarca no solo el dióxido de carbono, sino también otros gases de efecto invernadero relevantes, ofreciendo una visión completa del impacto climático asociado a diversas escalas, desde individuos hasta naciones enteras.

Esta amplitud de medición subraya la responsabilidad compartida en la crisis climática, impulsando la búsqueda de estrategias de

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

mitigación efectivas y la adopción de prácticas sostenibles en todos los niveles, esto dio origen al nacimiento de la huella de carbono con el objetivo de dar respuesta a esta necesidad.

Actualmente es un área de investigación activa en la que se están desarrollando importantes avances y propuestas, tanto en el ámbito técnico como científico y político (Peters 2010; Wiedmann et al. 2011)

En este sentido, el cambio climático se erige como la principal amenaza ambiental, social y económica que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. Desde la era preindustrial, la temperatura media global ha ascendido aproximadamente  $1.1^{\circ}\text{C}$  y la evidencia científica atribuye inequívocamente este calentamiento a las actividades humanas, especialmente la quema de combustibles fósiles, la agricultura intensiva, los cambios en el uso del suelo y la deforestación, con un foco crítico en la expansión y el metabolismo de los centros urbanos (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, 2021).

En tal sentido, el objetivo del capítulo es analizar la huella de carbono como un indicador crítico. Se estructura en tres partes: vinculación cambio climático huella de carbono, una forma de cuantificar el impacto ambiental y causas y efectos de la huella de carbono.

### **Vinculación cambio climático-huella de carbono**

El cambio climático se manifiesta como una alteración global de los patrones climáticos y de temperatura, resultado de una compleja interacción entre factores naturales y antropogénicos,

Las variaciones en la órbita terrestre, la actividad solar y los eventos volcánicos inciden en el clima de manera natural, la evidencia científica señala a las actividades humanas como el principal motor del calentamiento global observado durante el último siglo (Díaz, 2012).

La quema de combustibles fósiles, la deforestación, las prácticas agrícolas intensivas y la expansión industrial, entre otros procesos, generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que intensifican el efecto invernadero natural,

provocando un aumento sostenido de la temperatura media global.

Lo planteado, desequilibra el sistema climático, desencadenando una serie de consecuencias adversas, como el aumento de la temperatura global, que se refleja en la intensificación de eventos climáticos extremos, la alteración de los patrones de precipitación, el aumento del nivel del mar y la acidificación de los océanos.

En este contexto, el cambio climático actual es un proceso de anormal calentamiento térmico de la troposfera terrestre generado por la emisión de gases de efecto invernadero procedentes, principalmente, de la combustión de fuentes de energía fósil (IPCC, 2022).

Este fenómeno, se institucionaliza, oficialmente, a finales de los años ochenta del pasado siglo, aunque desde finales del siglo XIX algunos autores ya señalaban la relación entre la presencia de CO<sub>2</sub> en la atmósfera terrestre y su posible efecto en la temperatura del aire.

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

Bajo esta perspectiva, el cambio climático se ha consolidado como uno de los desafíos más apremiantes de este tiempo, con implicaciones profundas para la sostenibilidad del planeta y el bienestar de las generaciones futuras (IPCC, 2021). La huella de carbono, como indicador clave de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se ha convertido en un foco central de atención en la lucha contra el calentamiento global (Wiedmann & Minx, 2008).

En el contexto actual, marcado por acuerdos internacionales como el Acuerdo de París, la huella de carbono emerge como un factor determinante en la trayectoria del cambio climático, exigiendo una atención urgente y estrategias de mitigación efectivas (UNFCCC,2015).

Este problema remonta su origen a la revolución industrial, un período de transformación radical caracterizado por el aumento exponencial en la quema de combustibles fósiles (Steffen et al., 2015). En ese momento este era el patrón de consumo energético, impulsado por el crecimiento

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

económico y la industrialización, que ha persistido y se ha intensificado en la era actual de consumo masivo y globalización.

Los principales sectores emisores de GEI incluyen la industria energética, el transporte, la agricultura y la deforestación (Olivier & Peters, 2020). Asimismo, los patrones de consumo insostenibles, arraigados en la cultura del consumismo y la obsolescencia programada, junto con la falta de conciencia ambiental, han exacerbado el problema (Jackson, 2009).

El efecto invernadero, un proceso natural vital para mantener la temperatura del planeta, se ha intensificado debido al aumento de las concentraciones de GEI, atrapando más calor y contribuyendo al calentamiento global (Lacis et al., 2010).

Es de hacer notar que las causas que subyacen en el aumento de la huella del carbono son diversas entre las cuales se encuentra: el crecimiento poblacional, la urbanización acelerada y la expansión de la producción industrial, que han

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

aumentado la demanda de energía y recursos. Por su parte, la globalización y las cadenas de suministro internacionales han dispersado las emisiones de GEI a lo largo de la producción y el consumo de bienes y servicios.

El establecimiento de políticas gubernamentales sin cumplimiento y la falta de regulación también desempeñan un papel importante en la exacerbación del problema. Igualmente, la ausencia de incentivos para la adopción de tecnologías limpias y la persistencia de subsidios a los combustibles fósiles.

Lo planteado genera consecuencias evidentes como mayores emisiones de GEI, dificultad para la atribución de responsabilidad y la implementación de medidas de mitigación efectivas, aumento del nivel del mar, la intensificación de eventos climáticos extremos como sequías, inundaciones y huracanes y la pérdida de biodiversidad. En lo social y geopolítico, la migración climática y el aumento de conflictos por recursos amenazan con desestabilizar regiones enteras.

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

En el contexto venezolano el impacto de la huella de carbono y el cambio climático se evidencia de diversas formas, tales como: aumento de temperatura promedio lo que afecta las especies y el ciclo de vida de plantas y animales. También, han ocurrido incendios forestales con mayor frecuencias en zonas áridas y semiáridas del país.

Por otra parte, se han observado cambios en las precipitaciones donde después de periodos de sequía prolongados se producen eventos de lluvias intensos. Adicionalmente, se generan problemas en la agricultura, lo que de alguna manera compromete la soberanía alimentaria del país y pérdida de la resiliencia en los ecosistemas.

En lo que respecta a las empresas, José Solano, director de Sostenibilidad de la empresa consultora Innotica, aclaro que en el país su medición se ha realizado de forma voluntaria, para cumplir los compromisos globales previstos en la Agenda 2030 y el Acuerdo de París (Rodríguez, 2024).

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

La huella de carbono y el cambio climático están generando una cascada de impactos en los ecosistemas, con consecuencias potencialmente graves para la biodiversidad, la salud humana y el funcionamiento del planeta. De no tomarse medidas de mitigación con acciones significativas el pronóstico que se avizora es de catástrofes.

En el corto plazo se intensificarían los eventos climáticos extremos como sequías, inundaciones y huracanes, afectando la seguridad alimentaria y desplazando a millones de personas. A mediano plazo, el aumento del nivel del mar inundaría ciudades costeras, la pérdida de biodiversidad sería irreversible y la escasez de agua provocaría conflictos.

A largo plazo, el planeta se volvería inhabitable para muchas especies, incluyendo la humana, con ecosistemas colapsados y un clima extremadamente hostil, generando migraciones masivas y conflictos globales sin precedentes.

### **Una forma de cuantificar el impacto ambiental**

La huella de carbono se definió como una métrica que permite evaluar la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) liberados al medio ambiente como consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa o indirecta, abarcando desde acciones individuales hasta las realizadas por organizaciones, productos o eventos. Esta medida proporcionó una forma de cuantificar el impacto ambiental en términos de su contribución al calentamiento global.

La huella de carbono es esencial para conocer la cantidad de GEI que se emiten como resultado de las acciones cotidianas del hombre, contribuyendo así al calentamiento global (Valderrama et al, 2019). Asimismo, este concepto puede compararse con una "huella" que las actividades humanas dejan en el planeta, reflejando la magnitud de los gases que afectan el clima global (Luna, 2023).

En este contexto, para comprender plenamente el alcance y la importancia de la huella de carbono, es necesario diferenciarla de otros indicadores

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

ambientales clave, como la huella hídrica y la huella ecológica. La **huella hídrica** se refiere la cantidad total de agua utilizada por una persona o empresa, tanto en el consumo directo como en la producción de bienes; mientras que la **huella ecológica**, calcula cuántos recursos naturales se necesitan para mantener una actividad o población, expresado en hectáreas de tierra.

Desde lo expresado, la justificación práctica de la huella de carbono radica en su capacidad para medir, gestionar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta permite evaluar el impacto directo de las actividades humanas en el calentamiento global, proporcionando datos concretos para la toma de decisiones en políticas ambientales, estrategias empresariales y hábitos de consumo sostenible. Facilita el diseño de planes de mitigación, la optimización del uso energético y la transición hacia economías bajas en carbono, contribuyendo así a la lucha contra el cambio climático.

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

En este contexto, Gálvez (2023) estudió de qué manera los factores asociados a las características de los hogares y del entorno urbano inciden en la huella de carbono por consumo de calefacción y energía en cuatro ciudades del centro-sur de Chile previo, durante y posterior a las medidas de confinamiento por COVID19.

El estudio señala que las ciudades generan gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales afectan directamente en el cambio climático global. Pese a que se ha demostrado que las GEI globales disminuyeron durante la pandemia, las emisiones locales vieron un fuerte aumento en este período.

Se demostró que la calefacción a leña, bajas temperaturas, viviendas más grandes y con mayor número de habitantes, explican en general el aumento de la huella de carbono, especialmente en confinamiento. Se discute sobre la urgencia de desarrollar políticas públicas integradas que consideren eficiencia energética de las viviendas,

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

pobreza energética del hogar y el arraigo cultural al uso de la leña en estas ciudades

Por su parte, Tigmasa (2020) estudio los efectos percibidos por los agricultores de la parroquia Izamba en Ecuador frente al cambio climático. Entre sus conclusiones destaca que debido al cambio climático el sector agrícola a nivel mundial es el más afectado por las alteraciones que se ha presentado en el clima, ya que estos cambios provocan diferentes impactos, entre estos, el estrés hídrico de las plantas por la falta del agua en las épocas de sequía o por los derrumbes provocados por el exceso de lluvias en las zonas por donde se encuentran las obras de conducción del recurso.

Por su parte, González (2020) analiza los principales efectos de las alteraciones bruscas ambientales del planeta, lluvias, olas de calor, deslaves, tsunamis, catástrofes naturales, en la salud de las personas y el ambiente.

Se concluye que el cambio climático afectará a todos los habitantes en la tierra y los efectos sobre la salud serán desproporcionadamente mayores en

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

las poblaciones vulnerables, lo que incluye a los más jóvenes, a los adultos mayores y a quienes ya tienen comprometida la salud.

Al respecto, la Organización Mundial de Salud (OMS), afirma que el clima mundial está cambiando debido al calentamiento de la Tierra y este cambio puede afectar a la salud humana de diversas maneras. Por ejemplo, alterando el ámbito geográfico y la estacionalidad de algunas enfermedades infecciosas, perturbando los ecosistemas de producción de alimentos y aumentando la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos como los huracanes.

Sánchez (2017) por su parte, evalúa la eficiencia de las políticas públicas de los países de Latinoamérica como contribución al control de las emisiones de gases de efecto invernadero. Se determinó el Índice de Malmquist (IM) para determinar el cambio de productividad a lo largo del tiempo.

Los resultados muestran que los países que se ubican en la frontera eficiente tienen en común las

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

políticas: incremento de la participación de energías renovables y diversificación de la matriz energética, lo cual significa un mejor control de las emisiones de GEI, siendo el caso de Paraguay, Brasil, Venezuela, México y Guatemala. El IM indica que Brasil, Guatemala y México incrementaron su productividad, mientras que Paraguay y Venezuela la contraen.

El modelo de evaluación desarrollado se lleva a cabo de manera metódica, objetiva y sistémica, pudiendo ser utilizado para el mismo propósito en otras regiones del mundo, siendo una propuesta universal. Como conclusión se tiene que los países que se ubican en la frontera eficiente son los que generan energía eléctrica con fuentes predominantemente renovables o que en su defecto utilizan en mayor proporción gas natural como combustible.

### **Causas y efectos de la huella de carbono**

La huella de carbono, básicamente, se trata de un indicador ambiental que mide la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos directa o

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

indirectamente por actividades humanas, productos, servicios, organizaciones o eventos. Se utiliza para evaluar el impacto ambiental y promover estrategias para reducir o compensar estas emisiones, como la reforestación o el uso de energías renovables. (Espindola y Valderrama (2012).

La huella de carbono se define como la cantidad total de gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera como resultado de la producción o el consumo de bienes y servicios. Es una herramienta clave para medir estas emisiones. Los GEI, establecidos en el Protocolo de Kioto de 1997, forman una capa en la atmósfera que retiene el calor solar, lo que provoca un aumento de la temperatura global.

En los últimos años, se han desarrollado diversas metodologías para calcular las emisiones de GEI de individuos, empresas y territorios, siendo la HdC una de estas. Esta métrica ha ganado relevancia en el debate público sobre el cambio climático, atrayendo la atención de consumidores, empresas, gobiernos y organizaciones

internacionales.

La utilidad de la HdC ha trascendido al comercio internacional, especialmente entre los países comprometidos con la reducción de emisiones según el Protocolo de Kioto. Estos países temen perder competitividad frente a productores de naciones con menores restricciones climáticas.

No obstante, los autores, señalan que, en los países en desarrollo, como los de América Latina, se requiere un modelo de exportación que promueva el desarrollo sostenible y sea menos vulnerable a las exigencias climáticas.

Esto implica que los sectores productivos deben avanzar en la medición y reducción de sus emisiones para mantener su competitividad. No obstante, es crucial comprender las complejidades metodológicas de los diferentes enfoques de HdC para asegurar la precisión y validez de los cálculos.

La, HdC nace huérfana, sin un concepto claro ni una metodología definida, lo que ha posibilitado que surjan diferentes interpretaciones del indicador. Una de estas diferencias se relaciona con los gases

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

incluidos en el análisis Algunos estudios optan porque la HdC incluya varios gases de efecto invernadero, expresando la huella del carbono en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, otros prefieren limitarse exclusivamente a un único gas, el CO<sub>2</sub> (Carballo et al, 2009).

Los GEI considerados usualmente son los establecidos en el Protocolo de Kioto, los siguientes: dióxido de carbono metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, hidrocarburos perfluorados), y hexafluoruro de azufre. Esto no significa que no haya otros gases contaminantes, pero éstos son los criterios actuales; incluso hay criterios de cálculo que no consideran todos estos gases y esto es también parte del debate (Kioto, 1997).

Sin embargo, existe un consenso creciente entre científicos, empresas y gobiernos de que el cambio climático es causado por la actividad humana y representa un desafío importante para el desarrollo sostenible. Las altas concentraciones de GEI en la atmósfera son responsables del aumento

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

de la temperatura global (Espindola y Valderrama, 2012).

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha impulsado a gobiernos y organizaciones internacionales a tomar medidas, como la creación de entidades especializadas, el desarrollo de herramientas tecnológicas y financieras, y la formulación de métodos para cuantificar las emisiones de GEI.

Existen diversas causas y efectos de la huella de carbono y casi todos los autores coinciden en incluir algunos elementos comunes. Las principales causas, las siguientes

- Uso de combustibles fósiles. La quema de combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón para la energía es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero.

- Transporte. Los vehículos de motor, aviones y barcos emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero.

- Producción de alimentos. La producción de carne y productos lácteos es una de las principales

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero.

-Energía utilizada en hogares y edificios. El uso de energía eléctrica para calentar y enfriar hogares y edificios es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero.

-Industria. Las fábricas y plantas industriales emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero.

En este sentido, reducir la huella de carbono mediante el uso de energías renovables, el transporte sostenible, la optimización del consumo energético y la adopción de prácticas agrícolas menos contaminantes es esencial para mitigar el impacto ambiental y frenar el cambio climático.

Ya ha quedado establecido que la huella de carbono es un indicador que estima la cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero. Estas emisiones pueden ser directas, como la quema de combustibles fósiles para el transporte o la generación de energía, o indirectas, como la producción y transporte de bienes y servicios. Así, la

**HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO.  
DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

HdC tiene un impacto significativo en los ecosistemas y el medio ambiente en general.

Reducir la huella de carbono es fundamental para mitigar el cambio climático y proteger los ecosistemas, en tal sentido, todos pueden contribuir a esta causa, tanto a nivel individual como empresarial y gubernamental (Flores, 2023). A continuación, se sugiere algunas acciones que, entre muchas otras más, podrían ponerse en práctica para reducir la huella de carbono.

**Tabla 1.**  
**Medidas en la reducción de la huella de carbono**

| A Nivel    | Acciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Individual | <ul style="list-style-type: none"><li>-Utilizar formas de transporte sostenibles, como caminar, usar la bicicleta o utilizar el transporte público en lugar del automóvil.</li><li>-Reducir el consumo de energía en el hogar, apagando luces y electrodomésticos cuando no se estén utilizando y utilizando bombillas de bajo consumo energético.</li><li>-Optar por una dieta más sostenible, reduciendo el consumo de carne y productos lácteos y aumentando el consumo de alimentos de origen vegetal.</li><li>-Ahorrar agua, utilizando tecnologías eficientes y evitando el desperdicio de agua en actividades diarias.</li><li>-Reciclar y reducir la generación de residuos, separando los materiales</li></ul> |

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | <p>reciclables y evitando el uso de productos de un solo uso.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Empresarial   | <p>-Implementar medidas de eficiencia energética en las instalaciones, como el uso de iluminación LED y la optimización del uso de equipos y sistemas.</p> <p>-Promover la utilización de energías renovables, como la instalación de paneles solares o la compra de energía limpia.</p> <p>-Optimizar la gestión de residuos, implementando políticas de reciclaje y reducción de residuos en las operaciones diarias.</p> <p>-Fomentar la movilidad sostenible entre los empleados, ofreciendo incentivos para utilizar transporte público o vehículos eléctricos.</p> |
| Gubernamental | <p>-Implementar políticas de energías renovables, fomentando la inversión en proyectos de generación de energía limpia.</p> <p>-Establecer impuestos al carbono, que incentiven la reducción de emisiones y fomenten la adopción de tecnologías más limpias.</p> <p>-Regular las emisiones industriales, estableciendo límites y normas estrictas para reducir la contaminación.</p> <p>-Promover la educación y concienciación sobre la importancia de reducir la huella de carbono y el cambio climático.</p>                                                          |

Fuente: Adaptado de Flores (2023)

Otras acciones para reducir la huella de carbono, incluye las siguientes:

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

-Reducir el uso de combustibles fósiles. Esto puede incluir la adopción de energías renovables como la energía solar y la energía eólica, así como la reducción del uso de automóviles y aviones.

-Adoptar un estilo de vida más sostenible, como la compra de productos locales y de temporada o la reducción del consumo de carne.

-Mejorar la eficiencia energética de hogares y edificios.

-Innovación tecnológica mediante el desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles.

Es crucial que todos, desde individuos hasta empresas y gobiernos, tomen las medidas pertinentes, incluyendo reducir el uso de energía, fomentar el transporte ecológico, promover el uso de energías renovables y controlar las emisiones de las industrias. Al hacerlo, todos podrían ayudar a proteger los ecosistemas y luchar contra el cambio climático.

Desde esta perspectiva, reducir la huella de carbono es una responsabilidad compartida que requiere acciones individuales y colectivas. Adoptar

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

un estilo de vida más sostenible y apoyar iniciativas ambientales contribuirá a mitigar el cambio climático y proteger el planeta para las generaciones futuras.

## II.CAMBIO CLIMÁTICO



Diversos autores coinciden en que el cambio climático se refiere a las alteraciones significativas y sostenidas en los patrones climáticos del planeta, generalmente atribuidas a la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la agricultura intensiva.

En este sentido, para las Naciones Unidas, el cambio climático se refiere a las alteraciones a largo plazo en las temperaturas y los patrones climáticos

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

del planeta. Si bien estas variaciones pueden ocurrir de forma natural, como resultado de la actividad solar o grandes erupciones volcánicas, desde el siglo XIX, la actividad humana se ha convertido en el principal impulsor de este fenómeno, principalmente a través de la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas.

Igualmente, la combustión de estos combustibles libera gases de efecto invernadero a la atmósfera, que actúan como una capa aislante que atrapa el calor del sol y eleva la temperatura global.

Estos gases se generan a partir de actividades cotidianas como la conducción de automóviles, la calefacción de edificios, la deforestación y la agricultura.

De esta manera, el cambio climático es un problema complejo impulsado principalmente por la actividad humana, con la quema de combustibles fósiles como su principal causa. De ahí que el objetivo de este capítulo es analizar el impacto del cambio climático. A tales efectos se estructura en dos

grandes temáticas, el cambio climático y la biodiversidad, así como las normas ISO y los ODS.

### **Cambio climático y la biodiversidad**

El cambio climático es una de las mayores amenazas para la biodiversidad en planeta, ya que a medida que las temperaturas aumentan y los patrones climáticos cambian, los ecosistemas se ven afectados de múltiples maneras, lo que tiene un impacto directo en las especies que los habitan.

En este sentido, el calentamiento global está alterando drásticamente la vida en la Tierra. Un efecto principal es la destrucción de los hogares naturales de muchas especies, ya que dependen de climas específicos para vivir. Por ejemplo, el derretimiento del hielo ártico obliga a los osos polares a buscar comida en tierra, poniendo en riesgo su supervivencia (Ecología Cotidiana, 2024).

De igual manera, este fenómeno interrumpe las relaciones entre las especies. Los ciclos naturales que guían la reproducción, migración y alimentación de los animales están cambiando, lo

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

que puede causar desequilibrios, como la disminución de polinizadores y, por lo tanto, la producción de alimentos.

Aunado a esto, origina los fenómenos climáticos extremos, como sequías, inundaciones y tormentas, que son cada vez más frecuentes e intensos, devastando ecosistemas enteros. Igualmente, la falta de agua durante las sequías y la destrucción de hábitats por inundaciones, son ejemplos de cómo estos eventos afectan a la flora y fauna.

Por su parte, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe afirma que el cambio climático intensificará la desaparición de especies de flora y fauna, degradará los ecosistemas y disminuirá los beneficios que estos proporcionan (CEPAL, 2017).

Así como el cambio climático genera efectos sobre la biodiversidad, esta última genera efectos sobre el clima, de esta manera, por ejemplo, la pérdida de bosques puede generar una reducción en las lluvias a nivel regional y a nivel local. Igualmente, los ecosistemas ya afectados por la actividad

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

humana sufrirán aún más. Los efectos directos del cambio climático en la biodiversidad se manifestarán en tres niveles.

Nivel individual. El desarrollo, las funciones vitales y el comportamiento de cada especie se verán alterados. Por ejemplo, las aves de montaña tropicales, al migrar a mayores altitudes debido al aumento de temperatura, encontrarán menos recursos para sobrevivir.

Nivel poblacional. Los patrones de lluvia y el aumento de temperatura modificarán la distribución, el tamaño, la estructura y la abundancia de las poblaciones. Por ejemplo, los embriones del sapo occidental serán más vulnerables a infecciones por microorganismos, aumentando su mortalidad.

Nivel ecosistémico. La alteración de los ciclos naturales afectará a los ecosistemas. Por ejemplo, la pérdida de glaciares en páramos y bosques andinos cambiará el ciclo del agua, afectando a las poblaciones.

Además, la pérdida de biodiversidad influye en el clima. La deforestación reduce las lluvias a nivel

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

regional y local. Por ejemplo, en la cuenca del Amazonas, la evaporación y la transpiración de la vegetación generan el 50% de las lluvias; la reducción de la cobertura boscosa podría disminuir las lluvias en un 20% y aumentar la temperatura superficial.

Es crucial entender que el impacto no se limita a la tierra, ya que los océanos también están sufriendo por el aumento de temperatura, la acidificación y la pérdida de costas, lo que pone en peligro la vida marina, desde peces hasta corales. Igualmente, este fenómeno está asociado con consecuencias como el derretimiento de glaciares, la subida del nivel del mar y cambios en los ecosistemas.

La importancia económica, social y ambiental de la conservación de la biodiversidad radica, principalmente, en los bienes y servicios que ésta aporta para generar bienestar social y estabilidad de los ecosistemas, convirtiéndose en un pilar fundamental directa o indirectamente, de la economía en muchos países.

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

Al respecto, hay cuatro tipos de servicios esenciales que los ecosistemas ofrecen para brindar beneficios (CEPAL, 2017).

-De aprovisionamiento. Son los productos que se obtienen directamente de la naturaleza. Por ejemplo, la pesca proporciona alimento y sustento económico a millones de personas, especialmente en Latinoamérica. La salud de los ecosistemas costeros es clave para mantener esta actividad.

-De regulación. Son los procesos naturales que mantienen el equilibrio del planeta. Esto incluye la formación del suelo, el ciclo de nutrientes y la producción de oxígeno, que son fundamentales para la vida.

-Culturales. Son los beneficios intangibles que se reciben de la naturaleza, como la inspiración, la belleza y las oportunidades de recreación. El ecoturismo, por ejemplo, aprovecha la belleza de la biodiversidad y representa una parte importante del turismo mundial.

-De soporte. Son los procesos naturales que sustentan los demás servicios. Incluyen la

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

purificación del agua, la regulación del clima y el control de la erosión. La vegetación y los microorganismos, junto con el suelo, juegan un papel crucial en la calidad del agua y los flujos hídricos, lo que a su vez beneficia a sectores económicos vitales como la agricultura, la energía y el turismo.

La conservación de la biodiversidad es esencial para el equilibrio ambiental, social y económico, ya que los servicios ecosistémicos que provee contribuyen directamente al bienestar humano y a la estabilidad de los sistemas productivos.

Sin embargo, el cambio climático amenaza estos servicios al alterar los ecosistemas y reducir su capacidad de regulación natural por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, afectando la formación del suelo, el ciclo de nutrientes y la calidad del agua, lo que pone en riesgo la producción agrícola, la pesca y la estabilidad de los ecosistemas costeros.

Además, la pérdida de biodiversidad debilita la capacidad de los ecosistemas para capturar

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

carbono y regular el clima, exacerbando aún más el impacto del cambio climático. El deterioro de estos servicios también afecta sectores económicos como el turismo ecológico y la agricultura, que dependen de la estabilidad de los ecosistemas. Por lo tanto, reducir la huella de carbono es una estrategia clave para mitigar el cambio climático y garantizar la conservación de la biodiversidad, asegurando así el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que sustentan la vida y la economía global.

### **Normas ISO y los ODS**

El cambio climático no es solo un fenómeno biofísico, sino el mayor desafío sistémico que enfrenta la civilización contemporánea. Al respecto, señala el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, que la influencia humana ha calentado la atmósfera, el océano y la tierra a un ritmo sin precedentes en los últimos 2000 años (IPCC, 2023).

En este escenario, la huella de carbono (HC) surge como el indicador metabólico por excelencia para cuantificar el impacto de las actividades humanas en términos de emisiones de gases de

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

efecto invernadero (GEI), expresadas en toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Para abordar esta problemática, la estandarización internacional se ha vuelto imperativa, y en este sentido, la familia de normas ISO 14060 proporciona un marco técnico que permite a las organizaciones, gobiernos e individuos medir, reportar y verificar sus emisiones con transparencia y consistencia. Cabe acotar, que estas normas no solo responden a una necesidad técnica, sino que se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas para proteger los ecosistemas y asegurar la resiliencia climática.

La Organización Internacional de Normalización (ISO, 2018) ha desarrollado un conjunto de herramientas que permiten transitar desde la gestión ambiental genérica hacia la contabilidad climática específica.

Entre las principales normas ISO para la huella de carbono y cambio climático se cuenta con las series **ISO 14064**, que es la cuantificación y reporte

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

de GEI en organizaciones/proyectos) y la **ISO 14067**, huella de carbono de productos, permiten medir, verificar y reducir emisiones bajo estándares internacionales, integrándose a menudo con la gestión ambiental **ISO 14001** (1,2,3,4,5).

Bajo esta perspectiva, podría afirmarse que la norma ISO 14064 constituye el pilar de la cuantificación y se divide en tres partes esenciales que cubren todo el espectro de la gestión de GEI:

- ISO 14064-1. Se centra en las organizaciones, y establece los principios para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de GEI, por lo que es fundamental para definir los límites de la organización y los límites operativos, permitiendo identificar qué emisiones son directas e indirectas.

- ISO 14064-2. Se orienta a los proyectos de mitigación, y proporciona una guía para cuantificar la reducción de emisiones o el aumento de la eliminación de carbono (secuestro).

- ISO 14064-3. Define los procesos de validación y verificación, asegurando que las declaraciones climáticas sean veraces y

comparables.

Por otra parte, mientras que la 14064 mira a la entidad, la ISO 14067 (2018) se enfoca en el ciclo de vida o huella de carbono del producto (HCP) y es crucial porque permite analizar las emisiones desde la extracción de materias primas hasta el fin de vida del producto, **enfoque de la cuna a la tumba**.

La huella de carbono debe entenderse como la cantidad total de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente causadas directa e indirectamente por una actividad o acumuladas a lo largo de las etapas de vida de un producto (Viedmann y Minx, 2017).

En este punto, se ha considerado crucial señalar que, aunadas a las anteriores Normas, la Norma ISO 14001 (Sistemas de Gestión Ambiental) actualmente incorpora requisitos actualizados relacionados con el cambio climático, obligando a las empresas a evaluar su impacto (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Así como que los objetivos de estas normas internacionales están relacionados con diferentes aspectos, tales como: credibilidad (veracidad a los reportes de emisión de GEI, reducción (identificar

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

oportunidades para mejorar la eficiencia energética), consistencia (estandarizar la medición de la huella de carbono a nivel internacional,1,2,3,4).

De igual manera, ISO ha impulsado la Declaración de Londres (2021) asegurando que las nuevas normas integren la ciencia del clima y apoyen los objetivos del Acuerdo de París.

La figura 1 proporcionada por Carbón Neutral+ (2003) presenta de manera sistémica la arquitectura técnica y operativa de la familia de normas ISO orientadas a la gestión de los gases de efecto invernadero (GEI) y la huella de carbono. Este esquema es fundamental para comprender cómo interactúan los diferentes estándares en la creación de una declaración climática sólida y verificable.

El flujo de la información comienza con tres pilares de cuantificación diferenciados en la parte superior de la imagen, los cuales definen el objeto de estudio. En primer lugar, la ISO 14064-1 se enfoca en el diseño y desarrollo de inventarios de GEI para organizaciones, lo que genera como producto final un inventario e informe de GEI. Este enfoque es

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

macroestructural, permitiendo a las empresas entender su impacto climático global (ISO, 2018a).

En paralelo, para acciones específicas de intervención, se sitúa la ISO 14064-2, orientada a la cuantificación, seguimiento e informe de la reducción de emisiones o el aumento de remociones. Este estándar produce la documentación e informes del proyecto de GEI, esenciales para el mercado de bonos de carbono.

Finalmente, la ISO 14067 aborda la microescala mediante el desarrollo de la Huella de Carbono de Producto (HCP), ya sea por unidad funcional o parcial, resultando en un Informe del estudio sobre HCP (ISO, 2018b).

Estos tres procesos convergen en un punto crítico, la Declaración de GEI y de acuerdo con el esquema de Carbón Neutral+ (2003). Esta declaración no posee validez aislada, sino que debe estar sujeta a un nivel de aseguramiento coherente con las necesidades del usuario previsto. Aquí es donde entra en juego la infraestructura de calidad

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

que sostiene la veracidad de los datos, al respecto señala que:

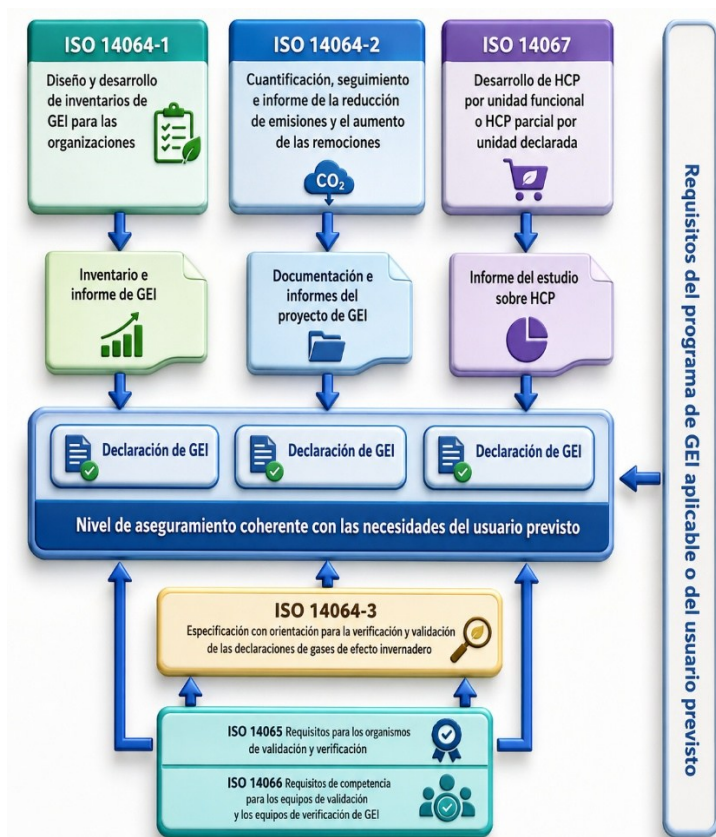


**Figura 1. Interrelación de las normas ISO para la gestión de gases de efecto invernadero y huella de carbono**

Fuente: Tomado de: <https://shre.ink/GtiP>

-ISO 14064-3. Actúa como la norma de proceso, especificando la orientación para la

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

verificación y validación de las declaraciones mencionadas.

-ISO 14065 e ISO 14066. Funcionan como normas de competencia y requisitos para los actores. La primera establece los requisitos para los organismos que realizan la validación y verificación; mientras que la segunda define las competencias necesarias para los equipos humanos que integran dichos organismos.

Finalmente, todo este ecosistema normativo está circunscrito por una barra lateral que indica los requisitos del programa de GEI aplicable o del usuario previsto. Esto implica que la aplicación de las normas ISO no ocurre en un vacío, sino que responde a marcos regulatorios específicos o a las demandas de transparencia de las partes interesadas (stakeholders), asegurando que la huella de carbono medida sea una herramienta útil para la toma de decisiones y la mitigación del cambio climático.

Las tendencias actuales se alejan de la simple medición para centrarse en la neutralidad de

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

carbono (Net Zero) y en cuanto al reto no es solo emitir menos, sino equilibrar las emisiones con la eliminación de carbono. Entre los retos tecnológicos y sociales, cabe mencionar:

1.Digitalización de la Huella. El uso de Blockchain e IA para rastrear emisiones en tiempo real bajo estándares ISO.

2.Descarbonización profunda. Ir más allá de la eficiencia energética y transformar la matriz productiva.

3.Justicia climática. Hay que asegurar que la transición hacia una baja huella de carbono no profundice las desigualdades entre el Norte y el Sur global.

En la política del cambio climático, el reto reside en superar la paradoja de Giddens: como los peligros del cambio climático no son tangibles en el día a día, la gente no actúa; pero cuando sean tangibles, será demasiado tarde para intervenir. En tal sentido, las normas ISO actuarían como el puente que hace visible lo invisible (el carbono), permitiendo la gestión antes de la crisis total (Giddens,2008).

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

La implementación de las normas ISO para la gestión del carbono es un motor directo para la Agenda 2030 por cuanto la relación es intrínseca y multidimensional:

-ODS 13 (Acción por el Clima). Es el vínculo más directo, y en tal sentido, la norma ISO 14064 actúa como la metodología técnica para que los países y empresas cumplan con sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) derivadas del Acuerdo de París.

-ODS 7 (Energía asequible y no contaminante). La cuantificación de la HC revela que la mayoría de las emisiones provienen de la quema de combustibles fósiles, lo cual impulsa la transición hacia energías renovables.

-ODS 12 (Producción y consumo responsables). Aquí la ISO 14067 juega un papel estelar y al etiquetar la huella de carbono de los productos, se empodera al consumidor para elegir opciones con menor impacto ambiental, fomentando la economía circular.

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

-ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres). Al gestionar la huella de carbono y reducir el calentamiento global, se mitiga la pérdida de biodiversidad y la desertificación.

De lo expuesto se concluye que la familia de normas ISO relacionadas con la huella de carbono constituye el lenguaje universal necesario para enfrentar la crisis climática, ya que, al integrar estos estándares en el análisis de los ecosistemas, se pasa de la retórica ambiental a la acción climática cuantificable. Igualmente, el cumplimiento de los ODS depende, en gran medida, de la capacidad para reducir la carga de carbono que se impone a la biosfera.

De esta manera, el análisis detallado de estas normas demuestra que la sostenibilidad no es un destino, sino un proceso de mejora continua basado en la ciencia, la transparencia y la responsabilidad compartida.

### **III. DESAFÍOS Y POTENCIALIDADES DE LA GESTIÓN AMBIENTAL**



El objetivo de este capítulo es analizar los desafíos y potencialidades de la gestión ambiental. En tal sentido, se estructura en dos partes: desafíos y potencialidades de la gestión ambiental en Venezuela.

#### **Desafíos de la gestión ambiental**

La Tabla y figura 2, a continuación, presenta un marco integrador que visualiza las desafíos derivados del análisis crítico desarrollado de la revisión documental de las diferentes fuentes revisadas para dar respuestas a las temáticas planteadas.

# HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

**Tabla 2.**  
**Desafíos de la gestión ambiental**

| Desafíos                                                            |    | Aspectos críticos                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Brecha de Implementación                                            | de | -Fragmentación metodológica<br>-Falta de armonización normativa                                                      |
| -Gestión de emisiones y adaptación                                  | de | -Sesgo antropocéntrico en la definición de huella                                                                    |
| Resiliencia adaptativa (ética)                                      |    | -Invisibilización de emisiones de gases de efecto invernadero ocultas<br>-Desajuste temporal entre emisión e impacto |
| Eficacia Tecnológica vs Greenwashing (lavado verde)                 | vs | -Desigualdad ecológica en la distribución de impactos                                                                |
| Huella digital y Geopolítica (Transparencia)                        | y  | -Tecnologías de compensación: entre innovación y riesgo                                                              |
| Externalidades de la descarbonización (Impacto en el Ciclo de Vida) |    | -Interacciones sinérgicas con otros estresores ambientales                                                           |
| Tendencias y Retos Actuales                                         | y  | -Brecha de implementación entre compromisos globales y acción local                                                  |

Fuente: Coy (2026)

En la tabla 2, se observa las dimensiones y los aspectos críticos más evidentes en cada una. Así cuando se propone medir las emisiones de gases de efecto invernadero, rápidamente se evidencia que existe una distancia considerable entre saber qué se debería hacer y realmente hacerlo.

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

Se evidencia enfoques relacionados con la huella de carbono y el cambio climático con fragmentación de conocimientos porque hay una segmentación metodológica y falta de armonización normativa y además un sesgo antropocéntrico en la definición de huella.

En este sentido, la norma ISO 14064 surge precisamente para cerrar esa brecha de implementación que tanto frena, “estableciendo requisitos claros para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel organizacional” (Martínez-Díaz y Trujillo-González, 2024:112).

Dado que no es suficiente con tener buenas intenciones o discursos bien elaborados sobre sostenibilidad; se requiere herramientas concretas que permitan traducir la teoría en acción medible y verificable, tal como señalan al “examinar los sistemas de contabilidad corporativa de emisiones en contextos latinoamericanos” (Morales y Pascal Cruz, 2019, p.45).

# HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL



**Figura 2. Gestión ambiental**

**Fuente:** Elaboración propia con Chat GPT

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

Esta norma, que trabaja de la mano con el objetivo de desarrollo sostenible (ODS 13) de acción por el clima, ofrece un marco metodológico sólido para cuantificar y reportar las emisiones (Ferreira Tilano, 2018, p. 78). Es tal sentido, lo interesante es que no se trata solo de cumplir un requisito burocrático, sino de generar información confiable que realmente permita tomar decisiones.

En este contexto, cuando una organización o un país conoce con precisión cuánto está emitiendo, de dónde provienen esas emisiones y cómo evolucionan en el tiempo, entonces puede diseñar estrategias de reducción que tengan sentido práctico y no sean solo declaraciones de buenas intenciones, en línea con lo propuesto por investigadores que han validado la importancia de la verificación independiente en estos procesos (Solano, 2024:23).

Sin embargo, implementar la ISO 14064 no es un proceso automático ni exento de desafíos. Requiere compromiso institucional, capacitación técnica y, sobre todo, una voluntad real de transparencia. Muchas veces se consigue que las

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

organizaciones miden solo lo que les resulta conveniente o utilizan metodologías que inflan sus logros.

Por eso es fundamental que esta norma se aplique con rigor, garantizando que las mediciones sean precisas, comparables y verificables por terceros, como recomiendan los lineamientos de aseguramiento de tercera parte independientes (Trujillo-González y Martínez-Díaz, 2024, p. 95). Solo así se podrá construir una base de datos confiable sobre la cual diseñar políticas climáticas efectivas.

El fenómeno de la **Brecha de implementación** representa el desafío técnico y político más significativo de la década, a pesar de la sofisticación de los modelos climáticos, existe una desconexión crítica entre la retórica de neutralidad y la descarbonización profunda de las matrices energéticas, una desalineación crítica entre los compromisos internacionales estructurados bajo el marco del Acuerdo de París y la implementación real de políticas climáticas.

**HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO.  
DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

En tal sentido, esta disparidad se ve exacerbada por la conspiración industrial y la inercia de una infraestructura fósil que aún no ha alcanzado su ciclo de depreciación total, dificultando la integración de soluciones disruptivas a la velocidad requerida por la retórica de **carbono neutralidad** que ha sido adoptada por la mayoría de los Estados y grandes corporaciones.

No obstante, los obstáculos estructurales persisten: subsidios directos e indirectos a los combustibles fósiles, la carencia de mecanismos de gobiernos vinculantes y la priorización del crecimiento económico lineal sobre los límites planetarios. Lo planteado se aprecia en el siguiente tabla 3.

**Tabla 3**  
**Comparativa de compromisos internacionales versus ejecución real**

| Meta declarada                         | Progreso actual (tendencia vs requerimiento)                                                     | Obstáculo identificado                                                                 |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Neutralidad de Carbono (Net Zero) 2050 | Tasa de descarbonización actual muy inferior a la trayectoria necesaria para el límite de 1.5°C. | Dependencia de activos fósiles no amortizados y falta de señales de precio al carbono. |

**HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO.  
DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

|                                                    |                                                                                                      |                                                                                              |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) | Trayectoria proyectada hacia un calentamiento de 2.4°C - 2.7°C según políticas actuales.             | Ausencia de mecanismos vinculantes y brechas en el financiamiento para el desarrollo limpio. |
| Desinversión en Combustibles Fósiles               | Persistencia y, en algunos casos, incremento de subsidios directos a la producción de hidrocarburos. | Riesgo de inestabilidad macroeconómica y resistencia política a la reforma de subsidios.     |

Fuente: elaboración propia

En la tabla precedente, se revela que de manera global la descarbonización opera bajo una incongruencia retórica, mientras se consagran metas de neutralidad de carbono a 2050, la inercia de activos fósiles no amortizados y la ausencia de señales de precio anclan el sistema en una trayectoria incompatible con el límite de 1.5°C.

De allí que, las NDC, no actúan como brújulas de transformación, reflejan una gobernanza fragmentada donde la falta de vinculabilidad jurídica y de financiamiento climático condiciona su ambición, proyectando un calentamiento de 2.4°C–2.7°C.

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

Por otro lado, simultáneamente, la persistencia de subsidios a hidrocarburos justificada bajo argumentos de estabilidad macroeconómica evidencia una incoherencia estructural entre el discurso de desinversión y las políticas fiscales reales.

Esta tríada de incongruencias: metas-lagunas, compromisos-financiamiento, discurso-subsidios no es coyuntural, sino sintomática de un régimen climático que prioriza la legitimidad simbólica sobre la reasignación material de capital, sin mecanismos de rendición de cuentas vinculantes, transición justa para activos varados y reforma fiscal ecológica. El riesgo de lavado verde sistémico se consolida, desplazando la carga de la acción hacia futuras generaciones y erosionando la credibilidad de los acuerdos multilaterales.

La **resiliencia adaptativa** se entiende como la capacidad de los sistemas socioeconómicos para absorber perturbaciones climáticas sin perder su funcionalidad esencial; en virtud de ello, a nivel general del área productiva la gestión de la huella de

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

carbono debe integrarse con una estrategia de adaptación que reconozca que ciertos impactos ya son inevitables.

Esto por cuanto, la gestión climática actual está migrando de un enfoque reactivo centrado en la mitigación hacia una resiliencia adaptativa proactiva. En este sentido, mientras se trabaja en reducir las emisiones, no se puede ignorar que el cambio climático ya está aquí y sus efectos son cada vez más visibles.

Por tal razón, la norma ISO 14090 reconoce esta realidad e invita a desarrollar marcos de adaptación que fortalezcan la capacidad de respuesta ante los riesgos climáticos, que no se trata de abandonar los esfuerzos de mitigación, sino de complementarlos con acciones que permitan vivir en un mundo que ya está experimentando transformaciones profundas.

Dentro de este marco, esta norma se vincula directamente con el ODS 13 porque entiende que la acción climática tiene dos caras inseparables: por un lado, evitar que el problema empeore reduciendo

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

emisiones; por otro, preparar a la población para enfrentar los impactos que ya son inevitables.

Esto hace que la resiliencia adaptativa no es solo construir infraestructura más resistente o desarrollar sistemas de alerta temprana; implica también fortalecer las capacidades institucionales, mejorar los gobiernos y asegurar que las comunidades más vulnerables tengan los recursos necesarios para adaptarse.

Es de hacer notar, que lo desafiante de la adaptación es que no existe una solución única que sirva para todos los contextos. Cada territorio, cada sector económico y cada comunidad enfrenta riesgos climáticos específicos que requieren respuestas a medida.

En este contexto, la ISO 14090 ofrece principios y procesos generales, pero su aplicación efectiva demanda un análisis cuidadoso del contexto local, la participación de los actores relevantes y una visión de largo plazo.

Además, es fundamental que los marcos de adaptación se revisen y actualicen periódicamente,

ya que la comprensión de los riesgos climáticos evoluciona constantemente y las estrategias que funcionaban hace una década pueden resultar insuficientes hoy.

Por el contrario, la resiliencia profunda exige cambios sistémicos, tales como la agroecología resiliente al clima o el retiro gestionado de zonas de alto riesgo. La mayoría de los marcos de adaptación actuales son reactivos y carecen de una visión de largo plazo que anticipe los impactos climáticos crónicos. Para ilustrar este proceso, se propone un diagrama circular de retroalimentación, que se aprecia en la figura 3, a continuación, en las que se detalla cada uno de los elementos presentes.

1.Detección de riesgo dinámico. Monitoreo constante de variables climáticas y vulnerabilidades sociales cambiantes.

2.Adaptación transformadora. Implementación de cambios sistémicos en infraestructura y modelos productivos.

3.Evaluación de impacto crítico. Medición de la eficacia de la adaptación tras eventos extremos,

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

analizando si la medida redujo el riesgo o simplemente lo desplazó.



**Figura 3. Resiliencia adaptativa**

**Fuente:** Elaboración propia con Chat GPT

4. Bucle de retroalimentación (Feedback loop- ciclo de retroalimentación). Reajuste inmediato del modelo de detección basado en los hallazgos de la evaluación para iniciar un nuevo ciclo de optimización continua.

**Eficacia Tecnológica versus lavado verde o ecoblanqueo.** En los últimos años se ha sido testigo

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

de una explosión de declaraciones de neutralidad de carbono por parte de empresas, gobiernos e incluso individuos. Sin embargo, no todas estas afirmaciones resisten un análisis riguroso.

Es aquí donde la norma ISO 14068 juega un papel decisivo, al establecer criterios claros para evaluar la integridad climática de las organizaciones y distinguir entre soluciones reales y tácticas de marketing engañoso, que se encuentran vinculada al ODS 12 de producción y consumo responsables.

Esta norma obliga a mirar más allá de las apariencias, pues es precisamente en ese terreno donde el greenwashing (lavado verde) se ha consolidado como un problema serio.

Esta práctica erosiona la confianza del público, distorsiona la competencia en el mercado y, lo más grave, desvía atención y recursos de las acciones climáticas genuinas. Muchas organizaciones intentan compensar sus emisiones invirtiendo en proyectos de dudosa calidad o utilizando metodologías de contabilidad que les permiten

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

declarar reducciones que en realidad no han ocurrido.

De allí que, la ISO 14068 establece que la neutralidad de carbono debe lograrse primero mediante reducciones reales de emisiones dentro de la propia organización y solo después recurrir a compensaciones que sean verificables, adicionales y permanentes.

En este sentido, implementar esta norma requiere honestidad intelectual y disposición para enfrentar decisiones difíciles, significa reconocer que algunas actividades simplemente no pueden volverse neutras en carbono con la tecnología actual y que, en esos casos, lo responsable es ser transparente sobre las limitaciones en lugar de hacer afirmaciones exageradas.

También implica invertir en innovación tecnológica genuina que permita descarbonizar procesos productivos, en lugar de depender exclusivamente de compensaciones externas. Al final, la ISO 14068 recuerda que la credibilidad es un activo invaluable y que las declaraciones climáticas

**HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO.  
DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

deben respaldarse con acciones concretas y verificables.

En función al riesgo de greenwashing (lavado verde) en las declaraciones de "carbono neutro" que amenaza la integridad de los mercados de carbono; se generó la reciente publicación de la ISO 14068 (neutralidad de carbono) y el uso estricto de la ISO 17021 (requisitos para organismos de auditoría).

Estas actúan como salvaguardas técnicas necesarias para el cumplimiento del ODS 12 (producción y consumo responsables), particularmente la meta 12.4 sobre la gestión ecológicamente racional de los desechos y productos químicos a lo largo de su ciclo de vida. Con razón de ello, se establecieron los criterios que se enuncian en la tabla 4, a continuación.

**Tabla 4.**  
**Criterios de veracidad y salvaguardas técnicas**

| Criterio                                 | Significado                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Jerarquía de la mitigación obligatoria | Bajo ISO 14068, la neutralidad solo es válida si se demuestra una reducción prioritaria de emisiones directas e indirectas antes de aplicar mecanismos de compensación |

**HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO.  
DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

|                                               |                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.Integridad de la verificación independiente | El cumplimiento de la ISO 17021 asegura que la auditoría sea realizada por organismos con competencia técnica probada, eliminando conflictos de interés y garantizando la imparcialidad en la certificación. |
| 3.Transparencia radical en el inventario      | Exigencia de reportar todas las exclusiones de gases o fuentes, evitando la "contabilidad selectiva" que omite puntos críticos de emisión.                                                                   |
| 4.Adicionalidad y permanencia de los créditos | Validación de que los créditos de carbono utilizados representan reducciones reales, permanentes y que no habrían ocurrido sin la inversión del proyecto                                                     |

Fuente: ISO 14068 e ISO 17021 (Vínculo con la Meta 12.4 del ODS 12)

**Huella digital y geopolítica.** En la actualidad, la tecnología digital se encuentra presente en prácticamente todos los ámbitos de la actividad humana, desde las dinámicas laborales hasta las interacciones sociales y los patrones de consumo. No obstante, el impacto ambiental derivado de dicha infraestructura tecnológica suele permanecer en un segundo plano.

En tal sentido, la norma ISO 17021, tradicionalmente vinculada a la certificación de sistemas de gestión, adquiere una relevancia

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

renovada al extender su aplicación hacia el análisis del impacto ambiental generado por la tecnología y el manejo de datos.

Al respecto, se debe considerar que los centros de datos, las redes de transmisión y los dispositivos electrónicos demandan cantidades considerables de energía y producen emisiones de gases de efecto invernadero de magnitud significativa.

Dicha dimensión se articula directamente con el ODS 17, relativo a las alianzas para el logro de los objetivos, en la medida en que reconoce que los desafíos ambientales propios de la era digital trascienden las fronteras nacionales y exigen mecanismos de cooperación internacional.

Al mismo tiempo, la geopolítica asociada a la huella digital presenta una complejidad inherente, dado que los servidores pueden ubicarse en un territorio determinado, los usuarios residir en otro y las corporaciones propietarias establecerse en un tercero.

Situación que obstaculiza la asignación precisa de responsabilidades frente a las emisiones

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

generadas; paralelamente, se observa una tensión estructural entre la promesa de la digitalización como instrumento de eficiencia operativa y la realidad de su demanda energética en constante crecimiento.

En consecuencia, la promoción de alianzas estratégicas bajo el marco de la ISO 17021 implica el establecimiento de criterios de certificación que incorporen de manera explícita el desempeño ambiental de las organizaciones tecnológicas.

Este enfoque requiere evaluar no únicamente el cumplimiento de estándares de calidad o seguridad, sino también la gestión de la huella de carbono, la integración de fuentes de energía renovable en las operaciones y la disposición final de los residuos electrónicos generados.

De igual manera, resulta indispensable que dichas alianzas convoquen a una pluralidad de actores, entre los cuales se encuentran los entes gubernamentales encargados de formular marcos regulatorios adecuados, las empresas orientadas a la innovación en soluciones de baja emisión, la academia dedicada a la generación de conocimiento

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

sobre los impactos reales de la digitalización y la sociedad civil que demanda transparencia y responsabilidad corporativa.

Es importante resaltar, una tendencia emergente es la integración de Digital Twins (Gemelos Digitales) y Blockchain para el monitoreo en tiempo real de la huella de carbono, lo que permite una trazabilidad sin precedentes bajo ISO 14064-1.

No obstante, la "huella de carbono digital" de los centros de datos y la inteligencia artificial representa un nuevo reto geopolítico, dado que las asimetrías técnicas entre el norte y el sur global requieren que las normas ISO nivelen el campo de juego para evitar el colonialismo verde.

Aquí se explora la doble transición (digital y verde) y la paradoja de la descarbonización de alta tecnología, la cual depende de una infraestructura física invisible y una extracción intensiva de materiales en el sur global; en la siguiente tabla 5 se muestra la materialidad de la economía digital y dependencias geopolíticas.

**HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO.  
DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

**Tabla 5.**  
**Materialidad de la economía digital y dependencias geopolíticas**

| Región geográfica                              | Reto de huella digital / material                           | Materiales críticos bajo control             | Tensión geopolítica                                                 |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Norte/Europa (Consumo)                         | Hiper-demanda energética para centros de datos e IA         | Neodimio, Galio (dependencia de importación) | Riesgo de seguridad energética por nacionalismo de recursos         |
| Regiones de extracción (Latinoamérica/ África) | Degradación de acuíferos y suelos por minería a gran escala | Litio, cobalto, tierras raras                | Conflicto entre descarbonización global y justicia ambiental local  |
| Centros de manufactura (Asia)                  | Alta intensidad de carbono en la producción de hardware     | Procesamiento de materiales críticos         | Monopolio de la cadena de suministro de tecnologías de baja emisión |

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla precedente, se evidencian las contradicciones estructurales que atraviesan la transición digital contemporánea, donde la economía digital se revela no como un espacio inmaterial, sino como un régimen de acumulación que reproduce desigualdades históricas bajo nuevas formas tecnológicas.

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

Se observa que el norte global, pese a liderar la innovación, enfrenta una incongruencia de vulnerabilidad hegemónica al depender críticamente de importaciones de neodimio y galio, mientras que su hiperdemanda energética para centros de datos e inteligencia artificial externaliza costos materiales hacia otras latitudes.

Simultáneamente, las regiones de extracción en Latinoamérica y África soportan la degradación de acuíferos y suelos por minería a gran escala de litio, cobalto y tierras raras, lo que evidencia injusticia climática invertida. El beneficio climático del norte se subsidia mediante costos ecológicos y sociales desplazados hacia el sur, cuestionando así la legitimidad ética de las metas de neutralidad de carbono que ignoran la huella material de sus insumos críticos.

La concentración de la manufactura en Asia plantea un desafío cognitivo a las métricas dominantes de huella de carbono, dado que atribuir emisiones al país de consumo y no al de fabricación genera una contabilidad climática distorsionada que

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

invisibiliza responsabilidades. Mientras que el monopolio en el procesamiento de materiales críticos revela una asimetría de poder que obliga a repensar la gobernanza climática más allá de enfoques fragmentados.

La economía digital depende de flujos físicos cuyos impactos se distribuyen asimétricamente según una división internacional del trabajo climático el norte consume, el sur extrae, Asia transforma, por lo que cualquier estrategia de sostenibilidad que omita estas dimensiones de materialidad y justicia geopolítica corre el riesgo de consolidar un lavado verde estructural.

Por esta razón, se propone que la agenda de cambio climático futura incorpore metodologías de análisis de ciclo de vida con enfoque de justicia espacial y mecanismos de trazabilidad transnacional, únicos caminos para transitar hacia una economía digital que sea no solo eficiente, sino también equitativa y genuinamente sostenible.

### **Externalidades de la descarbonización.**

Cuando se aborda el tema de la descarbonización,

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

el análisis suele concentrarse en los beneficios directos, tales como la reducción de emisiones, la mitigación del cambio climático y la mejora en la calidad del aire. Sin embargo, todo proceso de transformación sistémica genera efectos secundarios que requieren una evaluación rigurosa.

La norma ISO 14044 establece los principios y el marco metodológico para el análisis de ciclo de vida, facilita la identificación y valoración de dichas externalidades; dado que el propósito no consiste en obstaculizar la transición hacia una economía baja en carbono, sino en garantizar que la mitigación de un problema no derive en la generación de nuevos impactos negativos.

Como ilustración de esta dinámica, la fabricación de vehículos eléctricos, pese a suprimir las emisiones directas de escape, demandas minerales como litio, cobalto y tierras raras, grupo de 17 elementos químicos metálicos de la tabla periódica, cuya extracción conlleva repercusiones ambientales y sociales de considerable gravedad.

De manera análoga, la expansión de las

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

energías renovables requiere extensiones territoriales significativas que, ante una planificación deficiente, podrían afectar ecosistemas de alto valor o entrar en competencia con la producción agrícola.

Ante este escenario, la ISO 14044 exige adoptar una perspectiva integral que abarque desde la extracción de materias primas hasta el fin de la vida útil de los productos, incluyendo las etapas de manufactura, distribución y operación.

Dicha aproximación metodológica se articula de forma coherente con el ODS 15, relativo a la vida de los ecosistemas terrestres, al reconocer que la protección climática y la conservación de la biodiversidad constituyen metas complementarias que deben abordarse de manera integrada.

Es de hacer notar que la aplicación de metodologías de ciclo de vida, posibilita la identificación de puntos críticos en los cuales las estrategias de descarbonización podrían generar impactos colaterales, lo cual permite explorar alternativas orientadas a minimizar tales efectos.

**HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO.  
DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

En la práctica, esto se traduce en priorizar el reciclaje de baterías para disminuir la dependencia de la minería primaria; así como en diseñar parques eólicos y solares capaces de coexistir con actividades agrícolas o programas de conservación.

En última instancia, la ISO 14044 subraya que la sostenibilidad genuina exige un pensamiento sistémico y el reconocimiento de que no existen soluciones absolutas, sino alternativas que deben evaluarse con el mayor rigor metodológico disponible.

Esto en virtud, que la transición hacia una economía baja en carbono genera efectos secundarios que, si no se gestionan bajo el marco de la justicia climática, pueden exacerbar las desigualdades globales, de acuerdo con las clasificación de externalidades sistémicas:

**Tabla 6**  
**Efectos secundarios**

| <b>Tipos</b> | <b>Efectos</b>                                                                                                                                                                    |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sociales     | -Riesgo de "pobreza energética" por el encarecimiento de servicios básicos durante la fase de transición.<br>-Desplazamiento de comunidades en áreas ricas en minerales críticos. |

**HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO.  
DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

|             |                                                                                                                                                                                            |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Económicas  | -Volatilidad extrema en el precio de metales para baterías, especulación de materias primas.<br>-Riesgo de activos varados en países dependientes de la exportación de fósiles.            |
| Ambientales | -Generación masiva de residuos de difícil reciclaje, palas de aerogeneradores y paneles fotovoltaicos.<br>-Estrés hídrico severo en ecosistemas frágiles destinados a la minería de litio. |

Fuente: Elaboración propia

Bajo esta perspectiva, la transición energética conlleva pasivos ambientales y costos sociales que frecuentemente permanecen ocultos tras la narrativa del desarrollo verde, pues cuando los esquemas de descarbonización se implementan sin una evaluación rigurosa del ciclo de vida de sus componentes; se incrementa la probabilidad de sustituir una crisis climática por un colapso en la gestión de residuos o por vulneraciones sistemáticas de derechos humanos.

Dado que el avance ambiental de un sector no debe cimentarse sobre la degradación de otro, el enfoque de transición justa se erige como marco indispensable para equilibrar dichas tensiones,

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

perspectiva que se materializa en la tabla 6, a continuación.

En esta se contrastan de manera sistemática los beneficios declarados con los costos ocultos, con el propósito de revelar las verdaderas externalidades de la transformación energética y orientar la toma de decisiones hacia una gobernanza preventiva y distributivamente equitativa.

**Tabla 7.**  
**Impacto cruzado. Beneficios vs costos ocultos**

| Acción de descarbonización            | Beneficio ambiental directo                        | Costo social/económico oculto                                                              |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Electrificación del transporte        | Eliminación de emisiones locales en ciudades       | Impacto ecológico y social en comunidades mineras de litio y cobalto.                      |
| Energía fotovoltaica a gran escala    | Generación eléctrica de baja intensidad de carbono | Gestión de residuos tóxicos al final del ciclo de vida de los paneles solares              |
| Desmantelamiento de plantas de carbón | Reducción masiva de CO2 y contaminantes locales    | Riesgo de desempleo estructural y colapso económico en regiones carboníferas tradicionales |

**Fuente:** elaboración propia.

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

La tabla precedente devela que toda acción de descarbonización genera una dualidad inherente, mientras se obtienen beneficios ambientales tangibles en el plano operativo, se desplazan costos socioecológicos hacia eslabones menos visibles de la cadena de valor. En el caso de la electrificación del transporte, por ejemplo, traslada la presión extractiva a comunidades mineras de litio y cobalto.

La energía fotovoltaica a gran escala posterga el desafío de gestionar residuos tóxicos al final de la vida útil de los paneles; y el cierre de plantas de carbón, pese a reducir emisiones, expone a territorios enteros a desempleo estructural y vulnerabilidad económica.

Esta dinámica evidencia que la transición energética no es neutral: sin mecanismos de justicia distributiva y responsabilidad extendida, se corre el riesgo de resolver la crisis climática reproduciendo desigualdades históricas bajo nuevas formas tecnológicas.

**Tendencias y retos actuales.** La quinta categorías se configura como un escenario que

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

exige reorientar la gobernanza climática hacia ejes de acción estructurales, dónde la convergencia entre materialidad tecnológica, asimetrías geopolíticas y externalidades socioambientales evidencia que los esquemas actuales de mitigación no abordan las raíces del desequilibrio ecológico.

Por consiguiente, se delinearán las siguientes tendencias y retos prioritarios para la agenda climática global, diseñados para superar la fragmentación normativa, internalizar costos desplazados y consolidar una transición técnicamente viable y distributivamente justa.

Sincronización regulatoria urgente. El cierre de la brecha de implementación requiere marcos legales vinculantes que penalicen el incumplimiento de las metas de descarbonización.

Gobernanza de la IA y el Big Data. La regulación de la huella energética de la infraestructura digital debe integrarse formalmente en las políticas nacionales de energía.

-Transversalidad de la transición justa. Es mandatorio que los planes de descarbonización

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

incluyan partidas de compensación y reconversión laboral para sectores vulnerables.

-Auditoría del ciclo de vida. Las soluciones tecnológicas deben ser evaluadas bajo criterios de cuna a la tumba, del inicio al fin del ciclo de vida, para evitar el desplazamiento de impactos ambientales.

### **Potencialidades de la gestión ambiental en Venezuela**

La huella de carbono constituye un indicador integral y multidimensional que refleja el impacto acumulativo de las actividades antropogénicas sobre el sistema climático, evidenciando que el modelo económico venezolano, fuertemente dependiente de los hidrocarburos, genera una elevada contribución a las emisiones de GEI y limita la transición hacia patrones de desarrollo sostenibles.

Asimismo, el cambio climático, es impulsado principalmente por la intensificación de la huella de carbono, generando efectos cascada sobre los ecosistemas venezolanos, manifestados en el aumento de temperatura, alteración de patrones de precipitación, pérdida de biodiversidad y reducción

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

de la resiliencia ecosistémica, comprometiendo la soberanía alimentaria y la estabilidad socioambiental del país.

Por otro lado, existe una brecha significativa de implementación entre los compromisos internacionales: Acuerdo de París, ODS 13 y las acciones reales en Venezuela, caracterizada por fragmentación normativa, debilidad institucional y predominio de enfoques reactivos sobre estrategias de mitigación y adaptación transformadora.

Con relación a los enfoques relacionados con la huella de carbono y el cambio climático abarcan desde perspectivas técnicas y operativas, centradas en la cuantificación y verificación estandarizada bajo normas como la ISO 14064 y la ISO 14067, hasta enfoques críticos que cuestionan el sesgo antropocéntrico predominante y demandan la incorporación de dimensiones de justicia climática y geopolítica.

De igual manera, persiste una significativa fragmentación metodológica y normativa en la medición de la huella de carbono, lo que dificulta la

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

comparabilidad de datos y la armonización efectiva entre los compromisos internacionales y las acciones locales, particularmente en países como Venezuela.

Otro aspecto relevante, la huella de carbono se manifiesta principalmente a través de las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la quema de combustibles fósiles, el transporte, la industria y la deforestación, lo que intensifica el efecto invernadero natural y genera alteraciones significativas en los patrones climáticos.

En el contexto venezolano, estos aspectos se evidencian en el aumento de la temperatura promedio, la mayor frecuencia de incendios forestales, la modificación de los regímenes de precipitación y la degradación progresiva de los ecosistemas.

Dichos cambios climáticos afectan de manera interconectada los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales, comprometiendo seriamente la estabilidad ambiental y el bienestar humano del país.

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

En lo que respecta, a los efectos de la huella de carbono sobre los ecosistemas son profundos y multifactoriales, destacando la pérdida acelerada de biodiversidad, la alteración de los ciclos hidrológicos, la acidificación de los océanos y el incremento de eventos climáticos extremos.

En Venezuela, estos impactos amenazan directamente la resiliencia ecosistémica, la productividad agrícola y la soberanía alimentaria, configurando un riesgo sistémico para el desarrollo humano y la estabilidad socioambiental.

Además, las externalidades generadas por los procesos de descarbonización, como la extracción de minerales críticos y la gestión de residuos tecnológicos, pueden crear nuevos impactos negativos si no son adecuadamente gestionados bajo enfoques de justicia climática y análisis de ciclo de vida.

Las tendencias globales en materia de huella de carbono se orientan hacia la neutralidad de carbono (Net Zero) y la descarbonización profunda de las economías; sin embargo, en Venezuela

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

persiste una amplia brecha de implementación entre los compromisos internacionales y las acciones concretas, agravada por la fuerte dependencia de la economía petrolera, la debilidad institucional y la limitada inversión en energías renovables.

Los principales retos actuales incluyen la falta de medición sistemática de emisiones, la fragmentación normativa y la insuficiente adopción de estándares internacionales como las normas ISO de la familia 14060. Superar estos desafíos requiere fortalecer capacidades técnicas, regulatorias e institucionales para avanzar hacia una gestión efectiva de la huella de carbono y una transición energética justa en el país.

En tal sentido, los gobiernos deben diseñar e implementar una política nacional integral de huella de carbono con metas vinculantes de reducción de emisiones, alineada con el Acuerdo de París sobre el cambio climático y los ODS.

Armonizar la normativa nacional con las normas ISO de la familia 14060, especialmente ISO 14064, 14067 y 14068; así como crear un sistema

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

nacional de inventario de gases de efecto invernadero transparente y actualizado.

Actualizar la contribución determinada a nivel nacional con objetivos ambiciosos y realistas, priorizando la transición energética justa y la diversificación productiva baja en carbono.

Incorporar la variable de huella de carbono en los instrumentos de planificación territorial, ordenación del territorio y evaluación de impacto ambiental de proyectos.

Crear un fondo nacional para la transición energética y la adaptación climática que financie proyectos de mitigación y resiliencia en comunidades vulnerables.

Las comunidades deben fortalecer programas de educación ambiental y participación ciudadana en la medición, monitoreo y vigilancia de la huella de carbono a escala local.

Promover e implementar prácticas de economía circular, reforestación, manejo sostenible de ecosistemas y adaptación basada en conocimiento tradicional.

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

Crear comités ambientales comunitarios capacitados para identificar fuentes locales de emisiones y participar en estrategias de resiliencia ecosistémica.

Desarrollar iniciativas locales de monitoreo participativo de indicadores climáticos (temperatura, precipitación, biodiversidad) como herramienta de alerta temprana.

La industria Implementar de forma obligatoria la medición y reporte de huella de carbono bajo normas ISO 14064 e ISO 14067, estableciendo rutas de descarbonización sectorial, con énfasis especial en el sector hidrocarburos y energético.

Adoptar enfoques de análisis de ciclo de vida completo (ISO 14044) y avanzar hacia la neutralidad de carbono (Net Zero) mediante reducciones reales de emisiones antes de recurrir a compensaciones.

Desarrollar planes de biodiversidad, compensación neta positiva y transición justa para minimizar las externalidades de la descarbonización (minería de minerales críticos y residuos tecnológicos).

## **HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL**

Invertir en eficiencia energética, energías renovables y movilidad sostenible dentro de sus operaciones, alineándose con estándares internacionales de reporte climático.

Las universidades crear observatorios universitarios de huella de carbono y cambio climático que generen conocimiento científico local, brinden asistencia técnica a gobiernos y empresas, y monitoreen el avance de las políticas climáticas.

Desarrollar programas de formación interdisciplinaria, ingeniería, ciencias ambientales, derecho, gerencia y economía, en temas de huella de carbono, normas ISO y economía circular.

Liderar investigaciones aplicadas sobre los impactos específicos de la huella de carbono en ecosistemas venezolanos prioritarios y modelos de adaptación y resiliencia.

Fomentar la transferencia tecnológica, la capacitación de talentos humanos y la generación de proyectos de extensión comunitaria en gestión ambiental y mitigación climática.

## **REFERENCIAS**

- Carballo, A., J.L. Doménech y M.C. García. El ecoetiquetado en base a la huella ecológica y del carbono: una herramienta de marketing verde. *UAI Sustentabilidad*, 3(7), 1-2 (2009). <https://shre.ink/GK6C>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2017). *Efectos del cambio climático sobre la biodiversidad*. CEPAL
- Carbón Neutral+ (2023). *¿Cuáles son las normas ISO relacionadas a la huella de carbono?*. <https://shre.ink/GK6v>
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela* N°36.860.
- Ecología Cotidiana (2024). *Cómo afecta el cambio climático a la biodiversidad: un análisis completo*. <https://shre.ink/GK6K>
- Espindola, C y Valderrama, J. (2012). *Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas*. <https://shre.ink/GK6h>
- Franco, P y Arias, J. (2014). *Estado del arte de los sistemas de gestión ambiental y procesos de producción más limpia en empresas del sector*

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

productivo de Pereira y Dos Quebradas. *Revista Académica e Institucional de la Universidad Católica de Pereira*, 94, 75–88.  
<https://shre.ink/GK6G>

Flores, A. (2023). *La huella de carbono: impacto en los ecosistemas y cómo reducirla*.  
<https://shre.ink/GK6j>

Gálvez, D. (2023). *Descifrando la Huella de Carbono en crisis climática y sociosanitaria. Un análisis de regresión múltiple para la huella de energía y calefacción en hogares de cuatro ciudades chilenas (2019-2021)*. (Trabajo de grado de magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente). Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales Pontificia Universidad Católica de Chile.

Giddens, A. (2008). *The Politics of Climate Change. National Responses to the Challenge of Global Warming*. Policy Network Paper.  
<https://shre.ink/GK63>

González, A. (2020). Salud y Cambio Climático, *Comunidad y Salud*, 18(1).

International Organization for Standardization [ISO]. (2018a). *ISO 14064-1:2018. Gases de efecto invernadero — Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*.

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

<https://shre.ink/GK67>

International Organization for Standardization [ISO]. (2018b). *ISO 14067:2018. Gases de efecto invernadero. Huella de carbono de productos. Requisitos y directrices para cuantificación.* <https://shre.ink/GK6L>

International Organization for Standardization [ISO]. (2019). *ISO 14064-3:2019. Gases de efecto invernadero — Parte 3: Especificación con orientación para la verificación y validación de declaraciones de gases de efecto invernadero.* <https://shre.ink/GK6A>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* IPCC. <https://shre.ink/GK65>

Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioral research.* Holt, Rinehart and Winston.

Ley de Energías Renovables y Alternativas (2011). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela.* N° 390.291.

Ley Orgánica del Ambiente. (2006). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela.* N° 5.833.

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

Ley Penal del Ambiente (2012). *Gaceta Oficial*, 39.913.

Ley Penal del Ambiente (2012). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*. N° 39.913.

Montes, E. (s/f). *Huella de carbono: descubre sus causas y efectos*. <https://shre.ink/GK6Z>

Naciones Unidas (s/f). *Acción por el Clima. ¿Qué es el Cambio Climático?*. <https://shre.ink/GK6i>

Organización de las Naciones Unidas (1992). *Convención Marco de Cambio Climático (CMNUCC)*, sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, Brasil.

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos del Desarrollo Sostenible*. <https://shre.ink/GK6F>

Padrón, C. (2023). *Actualización de la huella de carbono de la Universidad Católica Andrés Bello Sede Montalbán para el año 2022*. <https://shre.ink/GK6y>

Sánchez, L. (2017). *Evaluación de la eficiencia de las políticas públicas como contribución al control de las emisiones de gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica*. (Tesis Doctoral en Ciencias de la Ingeniería. Mención Productividad). Universidad

## HUELLA DE CARBONO Y CAMBIO CLIMÁTICO. DESAFÍOS DE LA GESTION AMBIENTAL

Nacional Experimental Politécnica Antonio José De Sucre.

Tigmasa Paredes, L. (2020). *Evaluación del efecto del cambio climático como amenaza para el Sector Agrícola de la Parroquia Izamba, Cantón Ambato*. (Trabajo de titulación de Magíster en Agronomía Mención Cambio Climático). Universidad Técnica De Ambato.

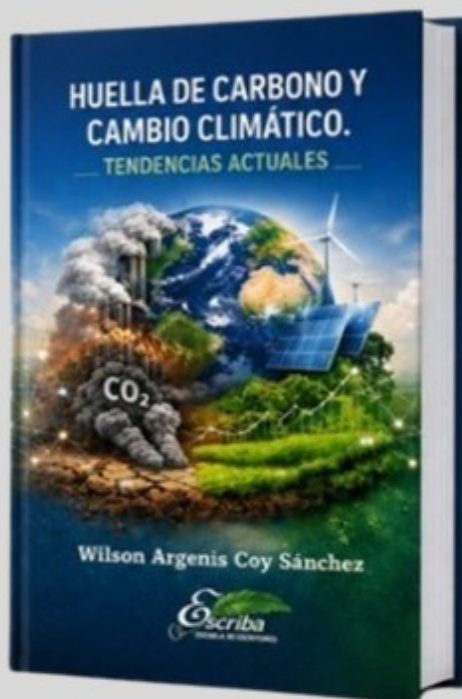
Yugar, E. (2017). *Un modelo de desafío al cambio climático, que trascienda en la salud ambiental inteligente en el siglo XXII*. Universidad de Tecana. <https://shre.ink/GK6V>

Wiedmann, T. and Minx, J. (2007). *A Definition of 'Carbon Footprint'*. ISA UK Research Report. 07 01. 35 Boundary Close Durham, DH7 7FB United Kingdom. <https://shre.ink/GK6E>



# Wilson Argenis Coy Sánchez

Abogado  
Especialista en Gestión Pública  
Magister en Gerencia Ambiental  
Funcionario Público de Alto Nivel  
wilson\_coy@hotmail.com



El planeta enfrenta una crisis climática sin precedentes, impulsada por la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) que amenaza la biodiversidad y los modelos de desarrollo sostenible. En Venezuela, esta problemática se agrava por la dependencia de combustibles fósiles y la escasa diversificación energética. Es por lo que el texto analiza la huella de carbono y el cambio climático, sus tendencias actuales, identifica cinco categorías críticas: brecha de implementación; resiliencia adaptativa proactiva; tensión eficacia tecnológica y greenwashing; geopolítica de la huella digital y externalidades ocultas en la descarbonización. De ahí que la gestión climática requiere sincronización regulatoria vinculante, gobernanza tecnológica y transparencia en inventarios, para avanzar hacia modelos alineados con los ODS.



ISBN: 978-980-454-073-8



9 789804 540738