

El Marco CERO-NIC: propuesta conceptual para la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero en universidades y empresas de Nicaragua

THE CERO-NIC FRAMEWORK: A CONCEPTUAL PROPOSAL FOR GREENHOUSE GAS EMISSIONS MANAGEMENT IN UNIVERSITIES AND COMPANIES IN NICARAGUA

Carlos Alberto Avilez Mena

carlosavilezm.fdc@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0007-5078-296X>

<https://doi.org/10.62407/e64ke136>

Recibido: 31/05/2026 | Aceptado: 23/06/26

Palabras clave:

Neutralidad climática neta, ISO 14064, ISO 14067, huella de carbono, universidades sostenibles, responsabilidad social empresarial, transición energética.

Resumen

La neutralidad climática neta —también denominada net-zero— hace referencia al equilibrio entre las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) y su absorción o eliminación equivalente. Este concepto se ha convertido en un imperativo global que redefine las dinámicas sociales, institucionales y económicas de los países en desarrollo. Nicaragua, con alta vulnerabilidad climática en el contexto centroamericano, enfrenta el desafío de articular políticas de transición climática acordes con sus realidades estructurales. El Cuarto Inventario Nacional de GEI (INGEI 2015) —el más reciente publicado por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA, 2023)— registró emisiones brutas totales de 27 764 Gg CO₂eq y emisiones netas de aproximadamente 9 637 Gg CO₂eq, con el sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) como principal fuente bruta. El presente artículo analiza los fundamentos teóricos, marcos normativos y estrategias vinculados a la neutralidad climática neta, con énfasis en su dimensión socioambiental aplicada a universidades y al sector empresarial nicaragüense, y en la aplicabilidad de las normas ISO 14064 e ISO 14067 como instrumentos de medición y verificación. Mediante una revisión narrativa de literatura y análisis documental, se identificaron barreras estructurales, oportunidades de transición y marcos de gestión adaptables al contexto local. Se propone el Marco Conceptual CERO-NIC como propuesta preliminar no validada de acción institucional que articula gobernanza, educación, responsabilidad social y organización en redes. La transición es factible, pero requiere voluntad política sostenida, cooperación interinstitucional y adopción de estándares internacionales verificables.



Avilez Mena, C. A. (2026). El Marco CERO-NIC: propuesta conceptual para la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero en universidades y empresas de Nicaragua. *Revista de Estudios Socioambientales Gaia*, 2(2). <https://doi.org/10.62407/e64ke136>

Abstract

Keywords:

*Net-zero climate
neutrality, ISO 14064,
ISO 14067, carbon
footprint, sustainable
universities, corporate
social responsibility,
energy transition.*

Net climate neutrality—also referred to as net-zero—refers to the balance between anthropogenic greenhouse gas (GHG) emissions and their equivalent absorption or removal. This concept has become a global imperative that is reshaping the social, institutional, and economic dynamics of developing countries. Nicaragua, which is highly vulnerable to climate change in the Central American context, faces the challenge of developing climate transition policies that are consistent with its structural realities. The Fourth National GHG Inventory (INGEI 2015)—the most recent inventory published by the Ministry of Environment and Natural Resources (MARENA, 2023)—reported total gross emissions of 27,764 Gg CO₂eq and net emissions of approximately 9,637 Gg CO₂eq, with the Agriculture, Forestry, and Other Land Use (AFOLU) sector identified as the main source of gross emissions. This article analyzes the theoretical foundations, regulatory frameworks, and strategies related to net climate neutrality, with an emphasis on its socio-environmental dimension as applied to universities and the business sector in Nicaragua, as well as on the applicability of ISO 14064 and ISO 14067 standards as measurement and verification instruments. Through a narrative literature review and documentary analysis, structural barriers, transition opportunities, and management frameworks adaptable to the local context were identified. The CERO-NIC Conceptual Framework is proposed as a preliminary, non-validated institutional action framework that integrates governance, education, social responsibility, and network organization. The transition is feasible but requires sustained political will, interinstitutional cooperation, and the adoption of verifiable international standards.

Nota del autor

Candidato a Maestría en Administración y Dirección de Empresas (MBA), coordinador e investigador en proyectos de Investigación Acción Participativa vinculados a la UNAN Managua, en las líneas de ordenamiento territorial, participación ciudadana y buen gobierno. Con más de 24 años de experiencia en desarrollo sostenible, destacó internacionalmente en 2015 como miembro del grupo técnico consultivo mundial para la construcción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda 2030. Su perfil profesional abarca la asesoría en Responsabilidad Social Empresarial, gestión ambiental, liderazgo, emprendimiento y planificación estratégica, con enfoque centrado en el desarrollo humano integral y la transformación positiva de comunidades y organizaciones.

Introducción

El cambio climático constituye la amenaza ambiental más crítica del siglo XXI. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), en su Sexto Informe de Evaluación (AR6, 2023), confirmó que las actividades humanas han provocado un calentamiento global de aproximadamente 1,1 °C sobre los niveles preindustriales y que limitar el calentamiento a 1,5 °C exige reducciones

drásticas y rápidas de emisiones en todos los sectores (IPCC, 2023). En este contexto, la neutralidad climática neta —también denominada net-zero— ha emergido como objetivo central de las políticas climáticas globales, articulando la necesidad de equilibrar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con su remoción equivalente.

Conviene precisar los términos centrales de este debate. La carbono-neutralidad hace referencia

específicamente al balance entre emisiones de CO₂ y su remoción equivalente. La neutralidad climática neta o net-zero extiende este balance a todos los GEI ponderados por su potencial de calentamiento global —incluyendo metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y gases fluorados—, conforme a las definiciones del IPCC (2018) y la UNFCCC. Esta distinción tiene implicaciones directas para la credibilidad de los compromisos ante el Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (CBAM) europeo y los mercados de exportación que exigen verificación rigurosa. La huella de carbono, definida por ISO 14067:2018 como la suma de emisiones y remociones de GEI de un sistema de producto expresadas en CO₂eq (ISO, 2018b), constituye el instrumento operativo central para avanzar hacia este objetivo.

El Informe Especial SR15 del IPCC (2018) estableció que alcanzar la neutralidad climática neta requiere reducciones de las emisiones de CO₂ de alrededor del 45 % para 2030 respecto a 2010, llegando a cero neto aproximadamente en 2050. El AR6 confirmó el calentamiento actual de 1,1 °C y actualizó las trayectorias de emisiones compatibles con el Acuerdo de París (IPCC, 2023). Esta distinción entre informes es relevante para la trazabilidad científica: las metas de reducción corresponden al SR15; los datos de temperatura actual, al AR6.

Desde una perspectiva socioambiental, la neutralidad climática no puede reducirse a una ecuación técnica: implica transformaciones profundas en los modos de producción,

consumo y organización social. La economía ecológica subraya que la crisis climática es inseparable de las estructuras de desigualdad global en el uso de recursos naturales (Martínez-Alier, 2002), y que los países del Sur Global —que contribuyeron marginalmente al acervo histórico de emisiones— cargan desproporcionadamente con los costos de la transición, lo que plantea interrogantes fundamentales sobre justicia climática y responsabilidades diferenciadas (Shue, 2014).

La teoría de las transiciones sociotécnicas, desarrollada por Geels (2002) a través del modelo Multi-Level Perspective (MLP), distingue tres niveles: los nichos de innovación, los regímenes sociotécnicos y los paisajes externos. Aplicado a Nicaragua, el MLP permite identificar que la transición está condicionada por la alta dependencia de combustibles fósiles en el transporte, los avances en generación eléctrica renovable y las presiones del Acuerdo de París y el CBAM europeo.

Su articulación con las seis transformaciones propuestas por Sachs et al. (2019) para alcanzar los ODS ofrece una hoja de ruta sistémica de alta pertinencia institucional. El Acuerdo de París (UNFCCC, 2015) estableció como meta colectiva alcanzar la neutralidad de emisiones en la segunda mitad del siglo XXI mediante Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN). Nicaragua ratificó este acuerdo el 23 de octubre de 2017 y presentó su CDN actualizada en 2021, comprometiendo reducciones en los sectores energético, forestal

y agropecuario, condicionadas al apoyo de la cooperación internacional (UNFCCC, 2025a). El Cuarto Inventario Nacional de GEI de Nicaragua (INGEI 2015) —documento oficial más reciente publicado por MARENA en 2023— registró emisiones brutas totales de 27 764 Gg CO₂eq y emisiones netas de 9 637 Gg CO₂eq, con el sector AFOLU —Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra— como principal fuente bruta y el sector forestal actuando simultáneamente como sumidero principal (MARENA, 2023).

Las universidades y empresas constituyen actores estratégicos en la transición hacia la neutralidad climática. Las instituciones de educación superior (IES) poseen capacidad única para generar conocimiento, formar profesionales y articular redes de innovación orientadas a la sostenibilidad, tal como lo reconoce el Marco de Educación para el Desarrollo Sostenible de la UNESCO (2020). Las declaraciones internacionales, desde la Declaración de Talloires (1990) hasta el Marco de la UNESCO (2020), han consolidado el papel de las universidades como agentes de sostenibilidad cuya responsabilidad social ambiental trasciende la gestión del campus para abarcar la transformación curricular, la investigación aplicada y el compromiso comunitario.

La literatura especializada documenta que las barreras más frecuentes son la insuficiencia de financiamiento específico, la escasa cultura de medición y reporte ambiental, y la ausencia de

liderazgo institucional comprometido con metas cuantificables (Leal Filho et al., 2019). Por su parte, el sector empresarial en su conjunto —desde el agroexportador hasta las pequeñas y medianas empresas (PYMES) industriales y de servicios— enfrenta presiones crecientes de mercados internacionales, regulaciones como el CBAM de la Unión Europea y compromisos voluntarios de cadenas globales de valor (Comisión Europea, 2023). Porter y Kramer (2011) propusieron que las empresas pueden generar ventaja competitiva al integrar la resolución de problemas sociales y ambientales en su estrategia núcleo, evidenciando que la responsabilidad ambiental es también un generador de valor económico verificable.

Las normas ISO 14064 e ISO 14067 ofrecen metodologías rigurosas e internacionalmente reconocidas para la cuantificación, reporte y verificación de emisiones de GEI a nivel organizacional y de productos, constituyendo el puente técnico que articula los compromisos políticos con la acción institucional verificable (ISO, 2018a; ISO, 2018b).

La adopción del GHG Protocol (World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, 2015) y la verificación bajo normas ISO emergen como mecanismos que articulan la responsabilidad ambiental empresarial con la credibilidad verificable ante mercados, reguladores e inversores. Una vía para facilitar la transición desde la situación actual hacia el dominio del GHG Protocol y las normas ISO es la incorporación de estas metodologías

en la formación universitaria de grado y posgrado, así como en programas nacionales de capacitación técnica dirigidos a tomadores de decisiones del sector público y empresarial.

El presente artículo tiene como objetivo central analizar la neutralidad climática neta en su dimensión socioambiental, identificando fundamentos teóricos, marcos normativos y estrategias aplicables a universidades y empresas en Nicaragua. Los objetivos específicos son: (a) revisar los fundamentos conceptuales y normativos, distinguiendo con precisión los marcos del SR15 y el AR6; (b) presentar el diagnóstico de emisiones nicaragüenses disponible en el INGEI 2015; (c) examinar el marco regulatorio internacional; (d) analizar la aplicabilidad de las normas ISO 14064 e ISO 14067; y (e) proponer el Marco Conceptual CERO-NIC como herramienta preliminar de gestión institucional.

Metodología

El presente manuscrito adopta un diseño de análisis descriptivo con enfoque teórico, sustentado en la revisión narrativa de literatura y el análisis documental de fuentes primarias y secundarias. Se trata de una revisión narrativa—no de una revisión sistemática formal—: no requiere diagrama de flujo PRISMA, registro en PROSPERO ni evaluación formal de la calidad de cada estudio. Se tomó como referencia el protocolo PRISMA 2020 (Page et al., 2021) exclusivamente en su dimensión de reporte de estrategia de búsqueda, sin reclamar el cumplimiento de sus requisitos formales.

El enfoque teórico-descriptivo se orienta a identificar patrones, brechas y oportunidades en la literatura existente, articulando los hallazgos con los marcos teóricos del MLP (Geels, 2002) y las transiciones sociotécnicas, conforme al marco metodológico propuesto por Snyder (2019) para revisiones narrativas en ciencias sociales. Se realizaron búsquedas en Scopus, Web of Science, SciELO, REDALYC y Google Scholar, así como en repositorios de IPCC, UNFCCC, CEPAL, ISO y UNESCO. Los descriptores incluyeron: neutralidad climática neta, net-zero, huella de carbono, ISO 14064, ISO 14067, universidades sostenibles, transición energética Nicaragua, e inventario GEI Nicaragua. El período de búsqueda abarcó 2002-2024.

El proceso de selección partió de 347 registros identificados; tras el cribado por título y resumen se retuvieron 119 fuentes; la evaluación de elegibilidad por texto completo redujo el corpus a 65 fuentes; y la inclusión final incorporó 32 fuentes al análisis: artículos científicos revisados por pares ($n = 11$), normas ISO ($n = 4$), documentos de organismos multilaterales ($n = 9$), legislación y tratados ($n = 6$), y datos nacionales de Nicaragua: INGEI ($n = 1$) y CDN ($n = 1$). Se excluyeron publicaciones sin metodología declarada, fuentes sin verificación institucional y materiales anteriores a 2002 en materia de política climática normativa, salvo referencias seminales del marco teórico.

El análisis siguió un proceso de codificación temática inductiva-deductiva propuesto por

Braun y Clarke (2006). Se identificaron cuatro dimensiones analíticas: (a) fundamentos conceptuales de la neutralidad climática neta; (b) marcos normativos internacionales y nacionales; (c) estándares de medición y verificación ISO; y (d) estrategias de implementación institucional. La cobertura analítica suficiente del corpus se alcanzó cuando las nuevas fuentes consultadas dejaron de aportar categorías o perspectivas no representadas en el corpus ya analizado, lo que ocurrió en la revisión de las fuentes de la etapa de inclusión final.

Resultados

Diagnóstico de Emisiones de Nicaragua: El INGEI 2015

El Cuarto Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI 2015), publicado

por MARENA en 2023 y elaborado conforme a las Directrices del IPCC de 2006 y su Refinamiento 2019, constituye la fuente oficial más reciente sobre la situación de emisiones del país. La Tabla 1 sintetiza las emisiones netas por sector para el año de referencia 2015.

Estos datos revelan que el sector Energía —dominado por el consumo de combustibles fósiles en el transporte terrestre, la generación eléctrica de respaldo y la industria— es la primera fuente de emisiones brutas directas de origen antrópico no compensadas por sumideros. El sector AFOLU —Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra— presenta la mayor ambivalencia: es simultáneamente el mayor emisor bruto y el principal sumidero, lo que refleja la tensión estructural entre la actividad agropecuaria extensiva y la cobertura

Tabla 1 Emisiones netas de GEI de Nicaragua por sector, año de referencia 2015

Sector	Emisiones brutas (Gg CO ₂ eq)	Absorciones (Gg CO ₂ eq)	Emisiones netas (Gg CO ₂ eq)
Energía	5 042	—	5 042
IPPU (procesos industriales)	347	—	347
AFOLU (agricultura y bosques)	20 874	18 126	2 748
Residuos	1 501	—	1 501
Total nacional	27 764	18 126	9 637

Nota. Adaptado de MARENA (2023). Valores expresados en Gg CO₂eq. IPPU = Procesos Industriales y Uso de Productos; AFOLU = Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. Los totales de emisiones brutas corresponden a los datos oficiales del INGEI 2015.

forestal residual del país. La ausencia de un precio al carbono o instrumento regulatorio específico de reducción de GEI a nivel nacional hace que las normas ISO 14064 e ISO 14067 constituyan, en el contexto nicaragüense, el principal mecanismo disponible de medición y verificación voluntaria de emisiones.

Hallazgos Analíticos

El análisis narrativo del corpus documental generó cinco hallazgos analíticos que sintetizan las tensiones y oportunidades del campo estudiado:

(1) Imprecisión terminológica y asimetría de compromisos. La terminología de neutralidad climática neta es aún heterogénea en las IES y empresas latinoamericanas. El cruce entre el marco normativo y la evidencia regional revela que la ausencia de definiciones operativas unificadas —que distingan carbono-neutralidad de net-zero completo— deriva en compromisos no comparables ni verificables ante el CBAM —Carbon Border Adjustment Mechanism o Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono de la Unión Europea—, que exige declaraciones verificables y uniformes.

(2) Heterogeneidad sectorial del perfil de emisiones y necesidad de estrategias diferenciadas. El análisis del INGEI 2015 (MARENA, 2023) revela que Nicaragua no enfrenta un problema de emisiones homogéneo: el sector AFOLU exige estrategias de conservación forestal y transformación agropecuaria, mientras el sector Energía

requiere intervenciones tecnológicas en transporte e infraestructura industrial. Las estrategias institucionales genéricas tienen escasa efectividad en este contexto.

(3) Presión regulatoria externa como catalizador de transformación. El sector empresarial nicaragüense enfrenta presiones regulatorias externas crecientes —especialmente el CBAM— que trascienden el sector agroexportador. La revisión documental muestra que estos incentivos externos han sido históricamente más efectivos que los instrumentos domésticos para impulsar la adopción de estándares ambientales en economías de la región, lo que sugiere que el CBAM puede ser el principal motor a corto plazo de la adopción de las normas ISO en Nicaragua.

(4) Pertinencia técnica de las normas ISO con barreras de adopción específicas al contexto. Las normas ISO 14064 e ISO 14067 son técnicamente adecuadas, pero su implementación enfrenta barreras de adopción particulares en contextos de desarrollo: ausencia de verificadores locales acreditados, inexistencia de factores de emisión nacionales calibrados para las condiciones nicaragüenses, limitaciones presupuestarias estructurales en IES y PYMES, y ausencia de un programa nacional de formación de capacidades en cuantificación y verificación de GEI, tanto a nivel de educación superior como de formación técnica continua para profesionales y tomadores de decisiones.

(5) Relevancia de la cooperación sur-sur y del

referente costarricense. Costa Rica, mediante la norma INTE B5:2016 y su estrategia de descarbonización 2050 (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, 2019), ofrece el modelo de política climática más directamente transferible al contexto nicaragüense. La proximidad geográfica, cultural e institucional facilita la cooperación técnica sur-sur, que puede acelerar significativamente el desarrollo de capacidades nacionales de verificación.

Diagnóstico Comparado del Sistema Universitario y Empresarial

La literatura especializada documenta consistentemente que las IES latinoamericanas se encuentran en una fase incipiente de sus compromisos con la neutralidad climática (Leal Filho et al., 2019). Las barreras más frecuentes son la insuficiencia de financiamiento específico, la escasa cultura de medición y reporte ambiental, y la ausencia de liderazgo institucional comprometido con metas cuantificables (UNESCO, 2020).

Para Nicaragua, estas barreras se ven amplificadas por la limitada disponibilidad de factores de emisión nacionales y por la ausencia de una regulación que exija inventarios GEI a las IES. Esta situación aplica igualmente a las organizaciones de producción y al sector empresarial en general, donde la cultura de medición y reporte ambiental es aún más incipiente que en el ámbito universitario.

La UNAN, Managua, como principal institución de educación superior pública,

representa un punto de anclaje natural para el desarrollo de proyectos piloto de inventario GEI bajo ISO 14064-1. La Universidad Americana (UAM), por su parte, ha avanzado en la implementación de la norma ISO 50001 —Sistema de Gestión de Energía—, obteniendo reducciones de emisiones evitadas que, si bien son complementarias, no equivalen a la certificación bajo ISO 14064; su experiencia en gestión de sistemas normalizados representa, no obstante, un capital institucional valioso para avanzar hacia el inventario GEI.

Experiencias de Referencia en la Región

Costa Rica constituye el referente regional más relevante. La norma INTE B5:2016 —vigente al momento de elaboración del presente estudio y sujeta a revisión periódica por el INTECO— y la Estrategia Nacional de Descarbonización 2050 (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, 2019) ofrecen lecciones directamente aplicables al contexto nicaragüense.

Colombia y Chile han avanzado en instrumentos de precio al carbono que complementan los estándares ISO (Banco Interamericano de Desarrollo & Ministerio de Hacienda de Colombia, 2017; International Energy Agency, 2023). La Comisión Económica para América Latina y el Caribe documentó que las economías centroamericanas con mayor proporción de exportaciones a la Unión Europea presentan mayores avances en la adopción de estándares de sostenibilidad (CEPAL, 2020).

Discusión: El Marco Conceptual Preliminar CERO-NIC

Con base en los hallazgos documentales, se propone el Marco Conceptual CERO-NIC —Carbononeutralidad, Educación, Responsabilidad y Organización para Nicaragua—, una propuesta de acción institucional integrada que articula cuatro dimensiones interdependientes. Este marco es explícitamente preliminar y no validado: surge de la síntesis documental y su pertinencia deberá confirmarse mediante estudios de caso, análisis Delphi con expertos nacionales y pilotos de implementación.

A diferencia de marcos como el STARS de AASHE, el UI GreenMetric o el Marco de la Red ARIUSA —orientados primariamente a la medición del desempeño ambiental del campus universitario—, el CERO-NIC tiene un alcance más amplio al incluir el sector empresarial y proponer mecanismos de gobernanza en red entre actores institucionales. Su valor diferencial reside en su diseño contextual para economías sin precio al carbono y con capacidades técnicas limitadas, características del entorno nicaragüense.

Dimensión 1 — Gobernanza Climática Institucional (C: Carbononeutralidad)

Implica el establecimiento de unidades o comités de sostenibilidad con mandato institucional claro; la adopción de inventarios GEI bajo ISO 14064-1 con verificación

independiente conforme a ISO 14064-3; la formulación de planes de descarbonización con metas escalonadas; y la integración de criterios climáticos en la planificación estratégica y presupuestaria (ISO, 2018a; ISO, 2019b).

Dimensión 2 — Educación y Cultura Climática (E: Educación)

En las IES, implica la transversalización curricular de competencias climáticas en todas las disciplinas, el impulso a la investigación aplicada en cuantificación de huella de carbono, y la extensión universitaria como mecanismo de transferencia de conocimiento sobre normas GEI al sector productivo.

Esta transversalización debe articularse con los programas curriculares nacionales que incorporan temas de sostenibilidad ambiental, promoviendo la coherencia entre la formación universitaria y las políticas educativas del Estado. La UNESCO (2020) subraya que la educación para el desarrollo sostenible debe orientarse al desarrollo de competencias transformadoras.

En las empresas, esta dimensión implica programas sistemáticos de formación en medición y gestión del carbono para todos los niveles organizacionales, constituyendo la vía fundamental para facilitar la transición desde las prácticas actuales hacia el dominio del GHG Protocol y las normas ISO.

Dimensión 3 — Responsabilidad Social y Reporte Ambiental (R: Responsabilidad)

Para las universidades, implica la publicación periódica de informes de sostenibilidad con inventarios GEI elaborados conforme a ISO 14064-1 y la participación en redes internacionales de universidades sostenibles. Para las empresas, la adopción progresiva de reporte climático verificado bajo ISO 14064-3 y el reporte de huella de carbono de productos bajo ISO 14067 fortalece la posición competitiva y prepara a las organizaciones para las exigencias regulatorias emergentes del CBAM (ISO, 2018a; ISO, 2018b; Comisión Europea, 2023). El valor compartido (Porter & Kramer, 2011) provee el fundamento empresarial para justificar la inversión en reporte climático como generador de ventaja competitiva verificable.

Esta dimensión de responsabilidad y reporte no debe circunscribirse al reporte climático de GEI, sino integrarse en el marco más amplio de la Responsabilidad Social Empresarial.

En este sentido, la norma ISO 14001 —que establece los requisitos para un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) efectivo— provee la plataforma sistémica sobre la cual se articula la medición de GEI: permite a las organizaciones identificar, controlar y reducir sus impactos ambientales en su conjunto —emisiones, residuos, uso de energía, agua— promoviendo el desarrollo sostenible y la mejora continua.

La secuencia lógica para organizaciones nicaragüenses sin experiencia previa en gestión ambiental normalizada sería: implementar ISO 14001 como SGA base, desarrollar el inventario de GEI bajo ISO 14064-1 dentro de ese sistema, y avanzar hacia la verificación independiente bajo ISO 14064-3 y el reporte de huella de producto bajo ISO 14067.

Dimensión 4 — Organización en Redes e Innovación (O: Organización)

Reconoce que la transición climática es un proceso colectivo. Se propone el fortalecimiento de alianzas entre universidades, empresas, Estado y sociedad civil en torno a: adopción compartida de normas ISO en clústeres sectoriales —cafetalero, azucarero, manufacturero, turismo—; desarrollo de bases de datos nacionales de factores de emisión; y creación de programas de formación de verificadores de GEI acreditados bajo el ONA —Organismo Nicaragüense de Acreditación—. La adopción compartida puede generar economías de escala y construir plataformas de intercambio de buenas prácticas (Geels, 2002; Sachs et al., 2019).

Aplicabilidad al Conjunto del Sector Empresarial Nicaragüense

El análisis de la neutralidad climática en el sector empresarial nicaragüense no puede limitarse al sector agroexportador. Las PYMES industriales del sector manufactura —particularmente las industrias de alimentos

y bebidas, textil-vestuario y materiales de construcción— tienen un perfil de Alcance 1 y Alcance 2 significativo derivado del consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica. El sector turismo, en expansión en Nicaragua, genera emisiones vinculadas principalmente al transporte de visitantes y al consumo energético de alojamientos, siendo el Alcance 3 el de mayor peso.

El sector construcción genera emisiones asociadas a la producción de cemento y acero, materiales incluidos en el alcance inicial del CBAM. El sector servicios financieros, aunque con emisiones operativas moderadas, ejerce influencia transversal a través de las decisiones de financiamiento hacia sectores intensivos en carbono o hacia proyectos de transición energética. Esta diversificación del análisis es coherente con el perfil de emisiones del sector Energía que muestra el INGEI 2015 (MARENA, 2023), donde el transporte y la industria son fuentes centrales.

Barreras y Condiciones Habilitadoras

Las principales barreras para la implementación de las normas ISO en Nicaragua son: escasez de profesionales capacitados en cuantificación y verificación de GEI —La lista de organismos de evaluación, no incluye verificadores de GEI (Oficina Nacional de Acreditación ONA-MIFIC s.f.)—; costos de certificación por tercera parte inaccesibles para PYMES y universidades con presupuestos restringidos; y disponibilidad deficiente de datos de actividad desagregados en el sector público.

Las condiciones habilitadoras incluyen: la demanda creciente de trazabilidad climática en mercados europeos y norteamericanos; la cooperación técnica del PNUMA y el GIZ alemán en Centroamérica; la existencia del Organismo Nicaragüense de Acreditación (ONA) como plataforma para un futuro esquema nacional de verificación de GEI; y la posibilidad de adopción sectorial compartida que genere economías de escala.

Una ruta de implementación gradual en tres fases es factible: Fase 1, sensibilización y elaboración de inventarios preliminares bajo ISO 14064-1 en universidades y empresas piloto; Fase 2, consolidación de sistemas de medición y verificación formal bajo ISO 14064-3, y estudios piloto de huella de carbono de productos bajo ISO 14067 en sectores exportadores estratégicos; Fase 3, integración de estas normas en compras públicas y requisitos de acceso a financiamiento climático nacional.

Instrumentos Internacionales Aplicables a Nicaragua

El Acuerdo de París (UNFCCC, 2015) establece en su Artículo 4 el compromiso de alcanzar un equilibrio entre emisiones antropogénicas y absorciones por sumideros en la segunda mitad del siglo XXI. Nicaragua, que lo ratificó el 23 de octubre de 2017, presentó su CDN actualizada comprometiendo reducciones en los sectores energético, forestal y agropecuario, condicionadas al apoyo internacional (UNFCCC, 2025a). El Pacto de

Glasgow (UNFCCC, 2021b) instó a revisar y fortalecer las metas de reducción para 2030. Los ODS de la Agenda 2030 proveen un marco complementario: el ODS 13 (Acción por el Clima), el ODS 7 (Energía Asequible) y el ODS 4 (Educación de Calidad) son particularmente pertinentes para la acción de universidades y empresas (ONU, 2015).

El Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 añade la dimensión de resiliencia climática, especialmente relevante para Nicaragua dado su historial de impactos por eventos hidrometeorológicos extremos. En 2020, los huracanes Eta e Iota afectaron severamente el territorio nacional, demostrando la urgencia de integrar la resiliencia climática en las estrategias de neutralidad: las pérdidas de infraestructura productiva incrementan las emisiones indirectas asociadas a la reconstrucción y comprometen los sumideros forestales en zonas afectadas (UNDRR, 2015). El Reglamento (UE) 2023/956 establece el CBAM, en fase de aplicación plena desde 2026, creando incentivos directos para que exportadores nicaragüenses adopten sistemas verificables de medición de carbono (Comisión Europea, 2023).

Marco Normativo Nacional

Nicaragua cuenta con la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley No. 217 de 1996, y sus reformas mediante la Ley No. 647 de 2008) como instrumento rector en materia ambiental. La Ley de Autonomía de las Instituciones de Educación Superior (Ley

No. 89 de 1990) otorga a las universidades potestad para definir sus políticas de gestión ambiental. En ausencia de un impuesto o mercado de carbono nacional —a diferencia de Colombia (Ley 1819 de 2016) y Chile (Ley 20.780 de 2014, modificada por la Ley 21.210 de 2020)—, las normas ISO 14064 e ISO 14067 representan el mecanismo voluntario más robusto disponible para la gestión de GEI en el país (International Energy Agency, 2023; Nauleau et al., 2024).

La acción desde el ámbito académico en el contexto actual podría incluir: la incidencia en políticas públicas para que los ministerios de educación y ambiente establezcan requisitos mínimos de reporte ambiental en IES; el desarrollo de programas de certificación en normas GEI dirigidos a profesionales y técnicos nicaragüenses; y la creación de observatorios de sostenibilidad universitaria que generen datos comparables sobre el perfil de emisiones del sector educativo.

Aplicabilidad de las Normas ISO 14064 e ISO 14067 en Nicaragua

Las normas ISO sobre GEI ofrecen marcos metodológicos rigurosos, comparables e internacionalmente verificables. Su adopción por universidades y empresas nicaragüenses eleva la credibilidad de los compromisos climáticos, facilita el acceso a mercados exigentes y permite articularse con sistemas globales de gobernanza climática (ISO, 2018a; ISO, 2018b).

La norma ISO 14064 (versión revisada 2018-2019) provee el marco internacional para la cuantificación, monitoreo, reporte y verificación de emisiones y remociones de GEI a nivel organizacional y de proyectos. Sus tres partes son: ISO 14064-1:2018 (inventario organizacional), ISO 14064-2:2019 (proyectos de reducción de emisiones) e ISO 14064-3:2019 (validación y verificación independiente) (ISO, 2018a; ISO, 2019a; ISO, 2019b). La ISO 14064-1 organiza las emisiones en tres alcances consistentes con el GHG Protocol: Alcance 1 (emisiones directas propias), Alcance 2 (emisiones indirectas de energía comprada) y Alcance 3 (otras emisiones indirectas de cadena de valor).

Para universidades nicaragüenses, las fuentes más relevantes son el consumo eléctrico de edificios y laboratorios (Alcance 2), el transporte de estudiantes y personal (Alcance 3), y el uso de combustibles en plantas de respaldo ante cortes eléctricos (Alcance 1) (ISO, 2018a; World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, 2015). La verificación independiente bajo ISO 14064-3 dota de credibilidad externa a los compromisos declarados (ISO, 2019b).

La norma ISO 14067:2018 establece los principios, requisitos y directrices para cuantificar y comunicar la huella de carbono de productos a lo largo de su ciclo de vida, expresada en equivalentes de CO₂ (ISO, 2018b). A diferencia de la ISO 14064, opera a escala de producto siguiendo los principios de

la serie ISO 14040-14044 y exige la elaboración de Reglas de Categoría de Producto (PCR). La ISO 14067 distingue entre huella de carbono parcial —etapas seleccionadas del ciclo de vida— y huella total —desde la extracción de materias primas hasta la disposición final—. Para empresas agroexportadoras nicaragüenses, identifica puntos críticos de emisión concentrados en el uso de fertilizantes nitrogenados, el transporte y el procesamiento agroindustrial, y su relevancia se amplifica frente al CBAM europeo, que desde 2026 requerirá declaraciones verificables del contenido de carbono en productos importados (Comisión Europea, 2023).

Implicaciones para la Política Pública

El Marco Conceptual CERO-NIC apunta a: (a) crear incentivos regulatorios y fiscales que estimulen la adopción de las normas ISO de GEI, incluyendo reconocimiento de la certificación ISO 14064 en compras públicas sostenibles; (b) desarrollar un Sistema Nacional de Medición, Reporte y Verificación de GEI que permita monitorear el avance hacia las metas de la CDN; y (c) fortalecer la cooperación regional con Costa Rica y los países centroamericanos en el desarrollo de capacidades técnicas, incluyendo la elaboración de factores de emisión nacionales que reduzcan la dependencia de valores por defecto del IPCC calibrados para otras realidades geográficas.

Limitaciones del Estudio

El presente estudio reconoce cuatro limitaciones metodológicas principales. Primera, aunque el INGEI 2015 (MARENA, 2023) provee datos nacionales oficiales de GEI, el análisis no incorporó entrevistas, encuestas ni observación directa en universidades o empresas nicaragüenses; el diagnóstico institucional extraído de literatura latinoamericana puede no reflejar con precisión las particularidades de las IES y PYMES nicaragüenses.

Segunda, el Marco Conceptual CERO-NIC no ha sido sometido a consulta con expertos nacionales, análisis Delphi ni piloto de implementación en ninguna organización nicaragüense; su pertinencia se sustenta en la coherencia con el marco teórico y la plausibilidad de las analogías regionales, pero no en evidencia empírica directa del contexto estudiado.

Tercera, el alcance del análisis empresarial, aunque ampliado, se basa principalmente en fuentes secundarias de carácter regional; se reconoce la necesidad de estudios empíricos específicos por subsector económico nicaragüense.

Cuarta, el Marco de Sendái (UNDRR, 2015) se integra vinculándolo a los huracanes Eta e Iota (2020) como casos concretos de Nicaragua; investigaciones futuras deberían cuantificar el impacto de estos eventos sobre los sumideros forestales y las emisiones indirectas de la

reconstrucción, profundizando la dimensión de resiliencia climática.

Conclusiones

La neutralidad climática neta representa tanto un imperativo ético global como una oportunidad estratégica para el desarrollo sostenible de Nicaragua. El INGEI 2015 (MARENA, 2023) revela que el país tiene un perfil de emisiones con alta variabilidad entre sectores: el AFOLU —Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra— es la mayor fuente bruta pero también el principal sumidero, mientras que el sector Energía —especialmente el transporte— concentra las emisiones directas más difíciles de compensar. Esta realidad exige estrategias institucionales diferenciadas, no soluciones homogéneas.

Las normas ISO 14064 e ISO 14067 emergen como instrumentos técnicos de alta relevancia, no solo como herramientas de medición sino como marcos que estructuran procesos organizacionales de transformación hacia la descarbonización. Su adopción gradual, articulada con el desarrollo de capacidades nacionales de verificación y con la producción de factores de emisión locales, es una línea de acción prioritaria para elevar la credibilidad de los compromisos climáticos nicaragüenses ante la gobernanza climática global.

El Marco Conceptual CERO-NIC ofrece una estructura de referencia adaptable cuyas cuatro dimensiones —Gobernanza, Educación,

Responsabilidad y Organización en redes— deben entenderse como hipótesis de trabajo que requieren validación empírica. Las universidades tienen un papel estratégico que trasciende la gestión de sus propias emisiones: son las llamadas a generar el conocimiento científico local sobre factores de emisión nacionales, a formar los verificadores de GEI que el país necesita urgentemente y a articular la cooperación técnica entre el sector público, privado y la sociedad civil.

Recomendaciones

La correcta distinción terminológica —entre carbono-neutralidad y neutralidad climática neta— no es un asunto meramente académico: tiene implicaciones directas para la credibilidad de los compromisos ante el CBAM —Carbon Border Adjustment Mechanism— europeo y los mercados de exportación que exigen verificación rigurosa. Con base en los hallazgos de este manuscrito, se formulan las siguientes recomendaciones:

(a) Que MARENA y las universidades públicas impulsen de forma conjunta proyectos piloto de inventario GEI institucional bajo ISO 14064-1, priorizando la UNAN Managua como nodo articulador. (b) Que el sector cafetalero y cacaotero inicien procesos de cuantificación de huella de carbono de productos bajo ISO 14067, anticipando los requisitos del CBAM europeo vigente desde 2026. (c) Que Nicaragua explore instrumentos de precio al carbono

adaptados a su contexto legal y económico, tomando como referencia las experiencias de Colombia (Ley 1819 de 2016) y Chile (Ley 20.780 de 2014, reformada por Ley 21.210 de 2020). (d) Que se desarrolle un Sistema Nacional de Medición, Reporte y Verificación de GEI articulado con el ONA para reducir los costos de certificación para PYMES e IES. (e) Que las alianzas de cooperación sur-sur con Costa Rica se formalicen en programas de formación de verificadores nacionales de GEI. (f) Que el Ministerio de Educación y las universidades incorporen en sus programas curriculares competencias en gestión de GEI e ISO 14064/14067, articuladas con la norma ISO 14001 como Sistema de Gestión Ambiental base. (g) Que futuras investigaciones cuantifiquen el impacto de los huracanes Eta e Iota sobre los sumideros forestales y las emisiones indirectas de la reconstrucción, así como el efecto económico del CBAM sobre la competitividad exportadora nicaragüense.

Referencias

- Nauleau, M., Palma Egaña, M., & Castellanos, S. (2024). *Diseño eficaz de impuestos al carbono: consideraciones clave desde América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0013737>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿Seguimos esperando la catástrofe o es hora de actuar?* CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45677>
- Comisión Europea. (2023). *Reglamento (UE) 2023/956 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 10 de mayo de 2023, por el que se establece un mecanismo de ajuste en frontera por carbono*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 130, 52–104. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0956>
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8–9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- International Energy Agency. (2023). *Law 20780 on incorporating tax measures — Chile carbon tax*. IEA. <https://www.iea.org/policies/19279-law-20780-on-incorporating-tax-measures-chile-carbon-tax>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Global warming of 1.5°C: An IPCC special report* (V. Masson-Delmotte et al., Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157940>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report* (Core Writing Team, H. Lee & J. Romero, Eds.). IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- International Organization for Standardization. (2018a). *ISO 14064-1:2018: Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*. ISO. <https://www.iso.org/standard/66453.html>
- International Organization for Standardization. (2018b). *ISO 14067:2018: Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification*. ISO. <https://www.iso.org/standard/71206.html>
- International Organization for Standardization. (2019a). *ISO 14064-2:2019: Greenhouse gases — Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements*. ISO. <https://www.iso.org/standard/66454.html>
- International Organization for Standardization. (2019b). *ISO 14064-3:2019: Greenhouse gases — Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements*. ISO. <https://www.iso.org/standard/66455.html>
- Leal Filho, W., Will, M., Salvia, A. L., Adomssent, M., Grahl, A., & Spira, F. (2019). The role of green and sustainability offices in fostering sustainability efforts at higher education institutions. *Journal of Cleaner Production*, 232, 1394–1401. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.101>

- org/10.1016/j.jclepro.2019.05.273
- MARENA. (2023). *Cuarto inventario nacional de gases de efecto invernadero de Nicaragua: Año de referencia 2015. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales*. <https://www.marena.gob.ni/wp-content/uploads/2023/04/Marena-Publicacion-CuartoINGEI.pdf>
- Oficina Nacional de Acreditación. (s.f.). *Organismos de Evaluación de la Conformidad (OEC) acreditados. Ministerio de Fomento, Industria y Comercio*. Recuperado el 19 de junio de 2026, de <https://www.mific.gob.ni/Inicio/Comercio/SNC/Oficina-Nacional-de-Acreditaci%C3%B3n/OEC-Acreditados>
- Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. (2019). *Plan nacional de descarbonización: Costa Rica 2050. MINAE*. <https://cambioclimatico.minae.go.cr/plan-nacional-de-descarbonizacion>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (Resolución A/RES/70/1). ONU. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. *Harvard Business Review*, 89(1–2), 62–77. <https://hbr.org/2011/01/the-big-idea-creating-shared-value>
- Rogelj, J., Forster, P. M., Kriegler, E., Smith, C. J., & Séférián, R. (2019). Estimating and tracking the remaining carbon budget for stringent climate targets. *Nature*, 571(7765), 335–342. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1368-z>
- Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six transformations to achieve the Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2(9), 805–814. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0352-9>
- Shue, H. (2014). *Climate justice: Vulnerability and protection*. Oxford University Press.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *Paris Agreement*. UNFCCC. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2025a). *Nicaragua's nationally determined contribution. NDC Registry*. UNFCCC. <https://unfccc.int/sites/default/files/2025-09/>

NDC%20NICARAGUA%202025%20-12.09.2025.pdf

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2021b). *Glasgow Climate Pact. Decision 1/CMA.3, COP26. UNFCCC*. <https://unfccc.int/documents/310475>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2015). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030*. UNDRR. <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/YFRE1448>

Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A definition of carbon footprint. En C. C. Pertsova (Ed.), *Ecological economics research trends* (pp. 1–11). Nova Science Publishers.

World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development. (2015). *The greenhouse gas protocol: A corporate accounting and reporting standard* (Rev. ed.). WRI/WBCSD. <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>