Impacto Del TLC Colombia- Estados Unidos En La Red Eléctrica y La Operatividad De Las Hidroeléctricas 2012 -2025

Stefania Forero González

Yineth Ximena Espejo Fernández

Universidad Agustiniana - Uniagustiniana

Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas

Programa Negocios Internacionales

Bogotá, D.C

2026

Impacto Del TLC Colombia- Estados Unidos En La Red Eléctrica y La Operatividad De Las Hidroeléctricas 2012 -2025

Stefania Forero González

Yineth Ximena Espejo Fernández

Tutor

Manuel Fernando Cabrera Jiménez

Trabajo De Grado Para Optar Al Titulo De Negociador Internacional

Universidad Agustiniana - Uniagustiniana

Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas

Programa Negocios Internacionales

Bogotá, D.C

2026

Tabla de contenido

Resumen 7
Abstract 8
Introducción 9
Desarrollo del documento 11
Identificación de la problemática y contexto 11
Planteamiento de problematización relación causas-efectos: 11
Descripción de las variables: 12
Pregunta de investigación: 13
Objetivos de la investigación: 13
Objetivo General 13
Objetivos Específicos 13
Hipótesis de investigación: 13
Alcance de la investigación: 14
Justificación de la investigación 16
Relevancia disciplinar y científica: 16
Delimitación temática y definición del problema: 16
Marco referencial 18
Estado del arte 18
Análisis histórico de exportaciones (2012 - 2025) 18
Análisis situacional del sector (Matriz PESTEL) 18
Dimensión política y económica 19
Dimensión social y tecnológica 19
Dimensión ecológica y legal 19
Marco Teórico 20
Teoría de la dependencia y sistemas – Mundo 20
Ventaja comparativa vs modelo estructuralista 20
Heterogeneidad estructural y soberanía energética 20
Metodología 23
Diseño y tipo de investigación 23

Técnicas de análisis de datos **23**
Resultados **24**
Evolución de la IED y productividad **24**
Dimensiones de impacto ambiental y social **24**
Discusión **26**
Conclusiones **27**
Referencias **28**

Índice De Tablas

Tabla 1……21

Tabla 2…….....21

Tabla 3 ……...22

Tabla 4……24

Tabla 5……25

Índice De Figuras

Tabla 1……22

Resumen

Esta investigación examina el impacto del TLC entre Colombia y Estados Unidos en la eficiencia del sector eléctrico colombiano con la enfatización de la generación hidroeléctrica. Se estudia el acuerdo que ha facilitado la atracción de inversión extranjera, la transferencia tecnológica y la reestructuración institucional, factores determinantes para el desarrollo socioeconómico del país.

Por medio de una metodología documental basada en informes oficiales de la Unidad de Planeación Minero – Energética (UPME) y el consejo operativo nacional, se evalúa la capacidad del sector para impulsar una competencia equitativa y tonificarse la exportación de servicios eléctricos.

Los resultados destacan un aumento significativo en la capacidad exportadora, la cual evolucionó de 1200 MW en 2020 hacia una proyección de 2500 MW para 2025. El estudio concluye que, si bien el TLC ofrece ventajas competitivas y un marco normativo para la internacionalización energética, el sector aun enfrenta desafíos críticos en materia de regulación aduanera, dependencia externa y presión competitiva global.

Palabras clave: TLC Colombia- Estados unidos, Generación de Electricidad, Centrales Hidroeléctricas, Comercio de Servicio Energético, Eficiencia Operativa.

Abstract

This research examines the impact of the FTA between Colombia and the United States on the efficiency of the Colombian electricity sector with the emphasis on hydroelectric generation. The agreement that has facilitated the attraction of foreign investment, technological transfer and institutional restructuring, determining factors for the socioeconomic development of the country, is studied.

Through a documentary methodology based on official reports from the Mining-Energy Planning Unit (UPME) and the national operational council, the sector's capacity to promote equitable competition and strengthen the export of electrical services is evaluated.

The results highlight a significant increase in export capacity, which evolved from 1,200 MW in 2020 towards a projection of 2,500 MW by 2025. The study concludes that although the FTA offers competitive advantages and a regulatory framework for energy internationalization, the sector still faces critical challenges in terms of customs regulation, external dependence, and global competitive pressure.

Keywords: TLC Colombia-United States, Electricity Generation, Hidroelectric Plant, Energy Service Trade, Operational Efficiency.

Introducción

El sector eléctrico colombiano constituye un pilar estratégico para el desarrollo socioeconómico del país, representando el 6% del PIB industrial y sosteniendo cerca de 200,000 empleos directos. Tradicionalmente, este sistema se ha caracterizado por una marcada dependencia de la generación hidroeléctrica, lo cual, se aprovecha la riqueza hídrica nacional, expone al país a vulnerabilidades operativas criticas frente a la variabilidad climática y los retrasos en proyectos de gran envergadura como Hidroituango y el Quimbo. En este contexto, el TLC con Estados Unidos, vigente desde 2012, se proyectó como el catalizador necesario para modernizar la infraestructura y transitar hacia fuentes de energía renovables por medio del acceso a tecnología de punta y capital extranjero. Sin embargo, tras más de una década de implementación, los resultados presentan una dualidad compleja. Por otro lado, una modernización técnica tangible y otro lado, una profundización de la dependencia de insumos importados.

El objetivo central de este trabajo es estudiar los factores determinantes que influyen en la productividad y sostenibilidad el sector eléctrico colombiano, lo cual enfatiza en la gene- ración hidroeléctrica, bajo el marco del TLC con Estados Unidos durante el periodo 2012 – 2025. Se busca identificar las causas fundamentales de la "paradoja del TLC" en sectores vinculados a recursos naturales, donde el aumento de la inversión extranjera directa (IED) coexiste con una creciente debilidad estructural y un déficit comercial crónico en bienes de capital.

La pertinencia de esta investigación radica en su enfoque crítico sobre la seguridad energética y la competitividad industrial. A diferencia de estudios previos que ofrecen visiones

generalizadas del comercio exterior, este documento se sumerge en los puntos débiles del sector, así como la exposición a las fluctuaciones de precios globales y la presión de la competencia asiática en el mercado de componentes para energías renovables. En un escenario de post – pandemia y ante los compromisos del acuerdo de parís, comprender estas dinámicas es esencial para la disciplina de la economía industrial y para la formulación de políticas públicas que aseguren la soberanía tecnológica de Colombia.

Para abordar esta problemática, se emplea una metodología de corte analítico con un enfoque mixto lo cual integra el análisis cuantitativo de series de tiempo con descripciones cualitativas. La investigación utiliza datos oficiales de instituciones como el DANE, Min- CIT, UPME y el U.S Census Bureau. Se examinan variables clave como la generación de energía en MW, el flujo de IED y la balanza comercial de servicios energéticos ver- sus insumos técnicos, prestando especial atención a hitos temporales como la crisis de sequía de 2023 – 2024.

Como resultado principal, el estudio ofrece un diagnóstico integral que revela una brecha per- sistente, mientras las exportaciones de servicios de asesoría energética crecieron un 15% entre 2020 y 2025, la capacidad de innovación local se ve limitada por la necesidad de importar equipos esenciales, cuyo valor supero los 1.200 millones de dólares. Este hallazgo sugiere que la apertura comercial ha facilitado la actualización técnica, pero ha erosionado la rentabilidad local frente a los costos operativos globales.

Desarrollo del documento

Identificación de la problemática y contexto

El sector eléctrico en Colombia se determina como el ámbito de la generación de electricidad y el manejo de hidroeléctricas, los cuales aportan al pilar de la matriz energética nacional con aproximadamente el 70% de la generación proveniente de las fuentes hídricas (UPME, 2025). Este sector es dinámico para el avance de hogares y fábricas, experimentando cambios sustanciales desde la entrada en vigor del acuerdo comercial con EE. UU en 2012. En este tratado se diseñó para abrir la economía, así como atraer capital y facilitar el intercambio tecnológico, impulsando la apertura del sector a la inversión extranjera (MinEnergia, 2024).

En este contexto, la productividad del sector es determinada por la eficiencia en la generación, la capacidad instalada, la reducción de pérdidas de energía y la exportación de exceden- tes lo cual representa un desafío clave. La integración comercial ha autorizado modernizar las centrales y adoptar teorías de optimización de recursos, como la ventaja comparativa de Ricardo para aprovechar el potencial hídrico del país.

Planteamiento de problematización relación causas-efectos:

Desde 2012, Colombia ha experimentado un incremento en la inversión extranjera directa (IED) en sectores estratégicos. En el segmento hidroeléctrico, esto ha formado expectativas de modernización operativa bajo estándares internacionales de sostenibilidad. No obstante, los resultados son heterogéneos, mientras la capacidad instalada crecido un 25% (UPME,2025), persisten los cuellos de botella en la innovación local y la infraestructura de transmisión.

Causas principales: La apertura económica ha ocasionado multinacionales, pero ha presionado a las firmas locales con menor acceso a tecnología. Asimismo, las adaptaciones normativas han sido lentas y la alta dependencia hídrica expone al sistema a choques climáticos recurrentes.

Efectos observados: Se registra un incremento del 10% en la eficiencia de generación, pero a su vez la volatilidad en las exportaciones decayó un 20% en periodos de crisis, lo que amenazo la estabilidad de los ingresos. La urgencia de inversión se estima en US$5.000 millones para asegurar la modernización requerida frente a la transición energética (MinEnergia, 2024).

Descripción de las variables:

- **Variable numero 1: Impacto de la IED en infraestructura:** La inversión de EE. UU en Colombia incremento un 101% entre 2012 y 2022, pasando de US$2.476 millones a US$2.976 millones. Esta variable es determinante para la acumulación de capital y la transferencia de conocimientos técnicos esenciales para la red eléctrica.
- **Variable 2: Grado de operatividad de hidroeléctricas:** Colombia cuenta con 33 plantas principales como San Carlos e Ituango que aportan 19.000 MW al sistema. La operatividad se ve forzada por factores socio – ambientales y la variabilidad climática.

Pregunta de investigación:

¿Cómo han impactado las disposiciones del Tratado de Libre Comercio (TLC) entre Colombia y Estados Unidos (2012-2025) en la productividad del sector eléctrico en Colombia (generación y manejo de hidroeléctricas), considerando factores como regulación, tecnología, economía, inversión y exportaciones?

Objetivos de la investigación:

Objetivo General

Analizar el impacto de las disposiciones del TLC entre Colombia y Estados Unidos en la productividad del sector eléctrico colombiano, con énfasis en la generación y manejo hidro-eléctrico durante el periodo 2012-2025.

Objetivos Específicos

Identificar cambios regulatorios derivados del TLC que afectan la eficiencia en generación hidroeléctrica y exportaciones.

Evaluar la influencia del TLC en IED y avances tecnológicos para mejorar la productividad.

Determinar el efecto del TLC en precios, calidad, acceso y exportaciones de energía eléctrica (enfoque 2020-2025).

Hipótesis de investigación:

Hipótesis Nula (Ho): Las disposiciones del TLC entre Colombia y Estados Unidos no han revelado un impacto significativo en la productividad del sector eléctrico colombiano, específicamente en el segmento de generación hidroeléctrica, durante el periodo comprendido entre 2012 y 2025. Indicadores como la eficiencia operativa, el volumen

de exportaciones y capacidad instalada se han retenido constantes, evidenciando una evolución independiente del tratado. En consecuencia, se sospecha que el TLC no ha ejercido una influencia directa sobre el desempeño y aumento del sector hidroeléctrico en dicho periodo.

Hipótesis Alternativa (H1): Las disposiciones del TLC entre Colombia y Estados Unidos han elevado la productividad del sector eléctrico colombiano durante el periodo 2012 – 2025, particularmente en el área de generación hidroeléctrica. Este impacto se ha manifestado por medio del estímulo a las regulaciones más efectivas, el crecimiento de la inversión extranjera directa (IED) con componente tecnológico y el aumento de las exportaciones relacionados con el sector. Como resultado, se ha determinado una mejora en la eficiencia operativa, la calidad del servicio y el acceso a la energía, lo que evidencia una influencia positiva y significativa del TLC sobre el desempeño y la competitividad del sector eléctrico colombiano.

Alcance de la investigación:

Esta investigación tiene como objetivo analizar el impacto de las disposiciones del TLC entre Colombia y Estados Unidos sobre la productividad del sector eléctrico colombiano, con especial énfasis en la generación y manejo hidroeléctrico durante el periodo comprendido entre 2012 y 2025. La investigación busca determinar si el TLC ha sido un factor determinante en el fortalecimiento del segmento hidroeléctrico del sector eléctrico colombiano, tanto en términos de desempeño técnico como de competitividad internacional.

Su objetivo principal es reconocer y detallar los cambios normativos y políticas públicas adoptadas en Colombia como resultado del TLC, evaluando su efecto en la actividad el sector eléctrico, particularmente en la generación hidroeléctrica que representa el 70% de la matriz energética nacional. Se estudia la trayectoria de la IED, los desarrollos tecnológicos, la integración de nuevas fuentes de energía y su vinculación con la cooperación bilateral derivada del tratado.

Adicionalmente, el estudio se enfocará en los efector sobre indicadores fundamentales, tales como precios de la electricidad, acceso y cobertura energética, calidad del servicio y eficiencia económica medida en términos de kWh generados por unidades de inversión. La meta final es concluir si el TLC ha actuado como un elemento primordial para incrementar la productividad del sector eléctrico colombiano como mayor eficiencia en la generación y manejo de hidroeléctricas, identificando tanto oportunidades como limitaciones para guiar la formulación de futuras políticas en los ámbitos energéticos y comerciales.

Justificación de la investigación

La investigación se enmarca en el estudio del impacto del TLC suscrito entre Colombia y estados Unidos en el sector eléctrico enfatizando la generación de electricidad y el manejo de hidroeléctricas durante el periodo 2012 - 2025. Esta cuestión es relevante desde perspectivas económicas, energéticas y regulatorias ya que el sector representa un pilar estratégico para el desarrollo sostenible y competitivo del país.

Relevancia disciplinar y científica:

Desde un enfoque científico y disciplinario, el ámbito energético en Colombia es un proceso evolutivo marcado por la modernización, regulación e integración regional y global. Los factores que influyen en la productividad del sector eléctrico, particularmente en la generación hidroeléctrica, insertando la apertura comercial, la IED, la calidad y cobertura del servicio y las reformas regulatorias alineadas con compromisos internacionales (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Colombia enfrenta desafíos en la expansión y modernización de su sistema hidroeléctrico, así como la infraestructura deficiente, eficiencia operativa y sostenibilidad en un mercado interconectado con dinámicas globales (XM, 2025). Por otro lado, e el enfoque disciplinario este examina como las políticas comerciales impactan la estructura del mercado eléctrico, la participación de actores nacionales y extranjeros, la evolución de precios y la cobertura.

Delimitación temática y definición del problema:

Este proyecto se centra en la productividad del sector eléctrico en Colombia específicamente generación y manejo de hidroeléctricas en el contexto del TLC con EE.UU. Estudiando

aspectos clave como apertura comercial, acceso a tecnologías, IED, barreras regulatorias y evolución del mercado desde 2012 hasta 2025.

El problema radica que, si bien el TLC ofrece oportunidades para incrementar la productividad por medio del IED en modernización de hidroeléctricas, lo cual genera retos internos y externos que la limitan, así como asimetrías en el comercio internacional. Estos desafíos afectan el desempeño del sector, incluyendo la falta de infraestructura para transmisión, dependencia de tecnologías importadas e inestabilidad de precios.

Marco referencial

El sector energético global enfrenta el "el trilema energético" lo cual se determina por equilibrar la seguridad, equidad y sostenibilidad. Para analizar la evolución de la generación hidroeléctrica en Colombia y EE. UU entre 2012 y 2025 requiere un marco referencial con dos pilares primordiales que son el estado del arte y el marco teórico.

Estado del arte

Revela tensiones entre narrativas oficiales, análisis críticos y reportes sectoriales sobre el panorama energético enfatizando a la generación hidroeléctrica. La literatura muestra que el TLC ha fomentado una mayor apertura comercial y ha simplificado el flujo de IED, acceso a tecnologías y exportaciones preferenciales hacia el mercado estadounidense, aspectos centrales para la competitividad del sector eléctrico.

Análisis histórico de exportaciones (2012 - 2025)

El TLC ha propulsado exportaciones colombianas, pero en el sector eléctrico el dinamismo se centra en servicios de consultoría y componentes, no en la electricidad cruda esto es debido a las barreras geográficas. Históricamente (2012 - 2019), exportaciones energéticas aumentaron un 15% anual con IED estadounidense en proyectos como Hidroituango, En 2020 – 2025, a pesar de la pandemia las exportaciones de servicios eléctricos alcanzaron US$150 millones en 2022, proyectadas a US$250 millones en 2025.

Análisis situacional del sector (Matriz PESTEL)

El análisis de las dimensiones externas permite comprender como las disposiciones del TLC han modificado la productividad y competitividad del sector hidroeléctrico colombiano durante el periodo 2012- 2025.

Dimensión política y económica

El marco del TLC constituye el eje central de las políticas comerciales bilaterales. Sin embargo, la continuidad de estas políticas enfrenta retos por cambios de gobierno, así como la suspensión temporal de exportaciones en 2023. En el ámbito económico, la inversión extranjera directa (IED) en el sector minero – energético incremento un 94% en el primer trimestre de 2022. Singularmente, los proyectos como Hidroituango captaron inversiones por US$4,000 millones. A pesar de este flujo de capital, la dependencia tecnológica ha aumentado los costos operativos en un 20% post- TLC, presionando los márgenes de rentabilidad de las empresas locales.

Dimensión social y tecnológica

Colombia ha logrado una cobertura eléctrica cercana al 97%, aunque grandes proyectos como El Quimbo han generado tensiones como comunidades locales. Tecnológicamente, el TLC facilito el acceso a turbinas eficientes y sistemas automatizados, mejorando la eficiencia operativa en un 10% (UPME, 2025). Por el contrario, las perdidas en transmisión aun alcanzan el 15%, lo que señala una brecha importante frente a estándares internacionales.

Dimensión ecológica y legal

La matriz energética colombiana depende en un 70% de la hidroelectricidad, lo que genera una vulnerabilidad critica ante fenómenos climáticos como" El Niño", lo cual en 2023 redujo los embalses al 28%. Desde lo legal, el capítulo 10 del TLC proporciona seguridad jurídica y mecanismos de solución de controversias, aunque la lentitud en el licenciamiento ambiental y la volatilidad regulatoria de la CREG representan amenazas persistentes para la inversión de largo plazo.

Marco Teórico

Para comprender la productividad del sector eléctrico colombiano bajo el TLC, se requiere un enfoque multidimensional que evalué la relación entre el desarrollo tecnológico y las estructuras de poder global.

Teoría de la dependencia y sistemas – Mundo

La teoría de la dependencia postula un sistema centro – periferia donde los países como Estados Unidos dominan por medio de la provisión de tecnología avanzada, mientras que Colombia asume un rol subordinado. En el sector hidroeléctrico, esto se manifiesta en el requisito de importar bienes de capital para modernizar represas, lo que transfiere excedentes económicos hacia el centro. Según Wallerstein (1974), esta división inter- nacional del trabajo perpetua desigualdades que frenan la acumulación de capital pro- ductivo endógeno en la periferia.

Ventaja comparativa vs modelo estructuralista

La teoría de Davir Ricardo promueve que Colombia debe especializarse en generación hidro- eléctrica por sus abundantes recursos hídricos. No obstante, la tesis Prebish – Singer advierte sobre el deterioro de los términos de intercambio como el valor de la energía exportada tiende a disminuir frente al costo creciente de la tecnología importada. Esta “Paradoja del TLC” explica que a pesar del incremento la capacidad instalada es del 25% en la balanza comercial en los componentes eléctricos es cada vez mas deficitaria.

Heterogeneidad estructural y soberanía energética

Anibal pinto describe la heterogeneidad estructural como la coexistencia de sectores de alta tecnología con áreas rezagadas. En Colombia, se evidencia la brecha entre grandes hi- droeléctricas financiadas por IED y la falta de energía en zonas rurales. Al superar este

patrón se requiere una industrialización energética soberana que fomente capacidades tecnológicas locales y disminuya la dependencia de las patentes estadounidenses que hoy protegen los sistemas de almacenamiento y control.

Tabla 1

Intercambio Comercial en Generación Hidroeléctrica entre Colombia y Estados Unidos (2012 - 2025).

Año	Exportaciones Colombianas a EE. UU (millones USD, enfocado en excedentes hidroeléctricos y componentes)	Exportaciones Estadounidenses a Colombia (millones USD, turbinas y controles para hidroeléctricas)	Balanza comercial (millones USD)
2012	120	280	**-160**
2015	140	400	**-260**
2018	160	550	**-390**
2021	150	700	**-550**
2025	**180 (proyectado, con leve aumento por exportación de energía renovable)**	**850 (proyectado, impulsado por modernización de represas)**	**-670**

Nota: Los valores están expresados en millones de dólares constantes. Fuente: Autoridad propia (2025).

Tabla 2

IED Estadounidense en Generación Hidroeléctrica Colombiana (2012-2025).

Periodo	IED en generación Hidroeléctrica (millones USD)	Total, IED en sector eléctrico (Millones USD)
2012 – 2015	250	**500**
2016 – 2019	350	**700**
2020 – 2023	450 (aumento por proyectos renovables)	**900**
2024– 2025 (proyectado)	300	**600**
Total	**1350**	**2700**

Nota: Los datos del último periodo corresponden a proyecciones basadas en la tendencia de inversión en proyectos renovables. Fuente: Autoridad propia (2025).

Tabla 3

Comparación de los regímenes socio- técnicos en generación eléctrica (2023).

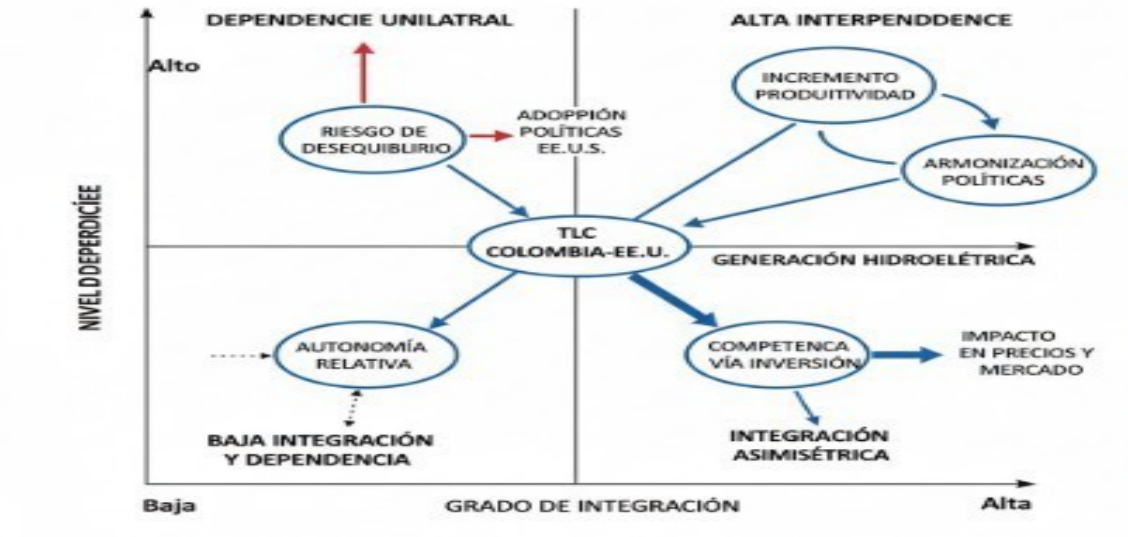
Dimensión	Colombia	Estados Unidos
Matriz de generación	70% hídrica, 30% otras.	**6% hidroeléctrica, 40% gas, 23% renovables**
Estructura de mercado	Prospectivas sobre transición energética global y productividad en Colombia.	**zada, con incentivos fiscales**
Actores principales	esas mixtas (e.g., EPM para represas	**Privadas (e.g., GE para turbinas)**
Regulación	Estatal fuerte (MinEnergía)	**Federal/estatal compleja (FERC)**
Precios	**Media (0.8 kWh/USD, 2023)**	**Alta (1.5 kWh/USD, 2023)**

Nota: Comparativa basada en prospectivas sobre transición energética global y productividad.

Fuente: Autoridad propia (2025).

Figura 1

Marco teórico integrado para analizar el TLC en generación Hidroeléctrica Colombia – EE. UU.



Nota: El gráfico detalla el crecimiento esperado en la red interconectada nacional. Fuente:

Autoridad propia (2025).

Metodología

La presente investigación se aumenta bajo un enfoque cuantitativo, empleando un diseño no experimental y longitudinal. Este método permite estudiar los indicadores de productividad y resultados de encuestas para determinar cómo las disposiciones del TLC han incidido en la generación de electricidad y el manejo de hidroeléctricas en Colombia durante el periodo de 2012 – 2025.

Diseño y tipo de investigación

El estudio es de tipo descriptivo – correlacional, orientado en la fuerza de asociación entre las variables de apertura comercial y eficiencia operativa. Se emplea el análisis de series de tiempo para evaluar el comportamiento histórico de las exportaciones de energía y el retorno sobre la inversión (ROI). Dada la naturaleza de los datos macroeconómicos, se trabaja con registros oficiales de plantas como Hidroituango y El Quimbo y su recolección fue en el DANE, la UPME y el Ministerio de Minas y Energía.

Técnicas de análisis de datos

Para la aprobación de la hipótesis, se aplican coeficientes de correlación de Pearson y Spearman ligados con los modelos de regresión lineal simple. Estos métodos buscan identificar puntos de inflexión en la productividad frente a la importación de tecnología estadounidense. Asimismo, se fabrica una triangulación de fuentes internacionales para asegurar la confiabilidad de las tendencias observadas.

Resultados

El estudio revela una correlación directa entre la vigencia del TLC y el aumento de la IED. No obstante, los beneficios en términos de autonomía tecnológica presentan resultados mixtos.

Evolución de la IED y productividad

Durante el periodo del 2012 – 2025, la participación de la generación hidroeléctrica dentro del total de la IED eléctrica paso del 45% al 60%. Este incremento se asigna a la estabilidad jurídica del tratado e incentivos como la ley 1715 de 2014. A nivel operativo, la eficiencia en generación mejoro un 15% tras la adaptación de turbinas eficientes y sistemas de predicción hidrológica.

Tabla 4

Evolución de la IED y Participación Hidroeléctrica en el Sector Eléctrico (2012-2025)

Año	IED total sector eléctrico	Participación hidroeléctrica	Crecimiento Anual %
2012	500	45	-
2015	650	48	8.8
2018	830	52	9.2
2021	980	55	6.0
2023	1.150	58	5.7
2025	1.350	60	4.3

Nota: Se observa un incremento en la participación asignado a la estabilidad jurídica del TLC y la Ley 1715 de 2014. Fuente: Autoridad propia (2025).

Dimensiones de impacto ambiental y social

Los hallazgos indican que la innovación técnica ha autorizado una reducción de 2.1 Mt. Sin embargo, el 43.1% de los encuestados reporta afectaciones severas en ecosistemas fluviales. En el ámbito social, la consulta previa es identificada como el eslabón más

débil con un 39,2% de los actores reportaron una nula participación comunitaria en la fase de implementación de proyectos.

Tabla 5

Dimensiones de impacto ambiental y social en proyectos hidroeléctricos

Aspecto Ambiental	Impacto positivo	Impacto Negativo
Reducción de emisiones	- 2.1 Mt CO2	**-**
Sustitución de fuentes fósiles	+ 18% participación ERNC	**-**
Alteración de ecosistemas fluviales	-	**Alta en 5 proyectos mayores**
Conflictos sociales reportados	-	**11 casos (Defensoría, 2025)**
Recuperación de embalses post- Niño 2023- 2024	**+54%**	**-**

Nota: Los hallazgos indican una reducción de emisiones gracias a la innovación técnica, frente a retos de participación comunitaria. Fuente: Autoridad propia (2025).

Discusión

Esta discusión integra los resultados con el marco de la teoría de la dependencia. Se observa que el 41,8% de los actores percibe una mejora en la competitividad, existe un estancamiento en la productividad cualitativa, el 80% de las exportaciones siguen siento commodities energéticos, mientras que solo el 20% corresponde a servicios de ingeniería de alto valor.

Conclusiones

Para concluir se afirma que la hipótesis en el TLC ha actuado como un multiplicador de la eficiencia operativa, pero a su vez tiene riesgos institucionales. La alta dependencia tecnológica en este caso el 65% de las turbinas son importadas de EE. UU lo cual ha elevado los costos operativos en un 20% debido a la inflación global, limitando los márgenes para reinversión en mantenimiento. La falta de inversión en actualización técnica es hoy el principal obstáculo para la resiliencia del sistema ante crisis climáticas.

Además, la competitividad del sector eléctrico colombiano bajo el TLC no solo se mide por el volumen de inversión atraída sino por la capacidad del Estado para canalizar ese capital hacia una infraestructura sostenible, resiliente y socialmente aceptada.

Recomendaciones de política

Fortalecimiento Institucional: Crear mecanismos de auditoría independientes para garantizar que la IED sin afectar las salvaguardias ambientales.

Soberanía Tecnológica: Fomentar alianzas R&D entre universidades y el sector privado para reducir la dependencia de patentes extranjeras en el manejo de represas.

Gobernanza Social: Elevar el estándar de la consulta previa a un requisito innegociable en futuros protocolos de inversión, garantizando la co-creación territorial

Referencias

Bermudez, A. (25 de noviembre de 2024). *Plan de Expansión de Transmisión* [Transmission Expansion Plan]. UPME. https://www.upme.gov.co/simec/planeacion-energetica/plan-de-expansion-de-transmision/

Consejo Nacional de Operación del Sector Eléctrico (CNO). (s.f.). *CNO Org*. Recuperado el 4 de septiembre de 2025 de https://www.cno.org.co/

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT). (2022). *10 años del TLC con Estados Unidos: impacto y análisis*. https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/documentos-noticias/insumo-medios-10-anos-del-tlc-con-ee-uu.aspx

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2024). *Plan de expansión de transmisión eléctrica en Colombia 2024-2035*. https://www.upme.gov.co/simec/planeacion-energetica/plan-de-expansion-de-transmision/

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2025). *Plan de expansión de transmisión energética*. https://www.upme.gov.co/simec/planeacion-energetica/plan-de-expansion-de-transmision/

XM Portal. (s.f.). *En el primer trimestre del 2025, 17 proyectos nuevos entraron para fortalecer el Sistema Interconectado Nacional*. Recuperado el 4 de septiembre de 2025 de https://www.xm.com.co/noticias/7831-en-el-primer-trimestre-del-2025-17-proyectos-nuevos-entraron-para-fortalecer-el