

“Evolución Energética Global y Regional (2000-2015): Análisis de Consumo, Fuentes Renovables y Emisiones en el Contexto del Desarrollo Económico y Ambiental”

Hecho por:

- Thomas Jaramillo Gomez
Correo: tjaramillo@unal.edu.co
- Marly Julieth Barrera Ferreira
Correo: mbarreraf@unal.edu.co
- Yanith Alejandra Salazar
Correo: yanithsalazar2003@gmail.com
- Yulieth Loaiza Botero
Correo: yloaizab@unal.edu.co
- Nataly Gil Cruz
Correo: ngilc@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia

Sede Medellín

2025

Introducción:

Para llevar a cabo este análisis, se trabajó con una base de datos que incluye diversas variables relacionadas con la producción y consumo energético de diferentes países, así como indicadores ambientales y económicos como el PIB Per Cápita. Las variables seleccionadas para este estudio incluyen el acceso a la electricidad, las emisiones de GEI, la participación de fuentes renovables y no renovables en la producción de electricidad, el consumo energético per cápita, y el Producto Interno Bruto (PIB), entre otras.

Se realizó una limpieza de datos organizando la información por países y continentes, con el fin de facilitar la identificación de patrones regionales y globales. Los valores faltantes en la base de datos fueron tratados mediante la sustitución de los datos ausentes por el promedio de cada país durante el período estudiado (2000-2015). De esta manera, se buscó mantener la coherencia y la integridad de los datos para los análisis posteriores.

El análisis se centró en varios objetivos clave, como identificar las regiones con mayor y menor consumo energético, evaluar la evolución de la participación de fuentes renovables en la producción de electricidad, y analizar la relación entre el acceso a la electricidad y el desarrollo socioeconómico (medido a través del PIB). Además, se examinó la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero y su relación con el consumo energético y la producción de electricidad, con un énfasis particular en Colombia.

Para facilitar la visualización de los resultados, se generaron gráficos utilizando la librería Matplotlib de Python, que permitieron ilustrar las tendencias a lo largo del tiempo y facilitar la comparación entre países y regiones. Estos gráficos brindan una visión clara de las dinámicas energéticas globales y regionales, y ayudan a identificar posibles áreas de mejora en términos de sostenibilidad energética y reducción de emisiones.

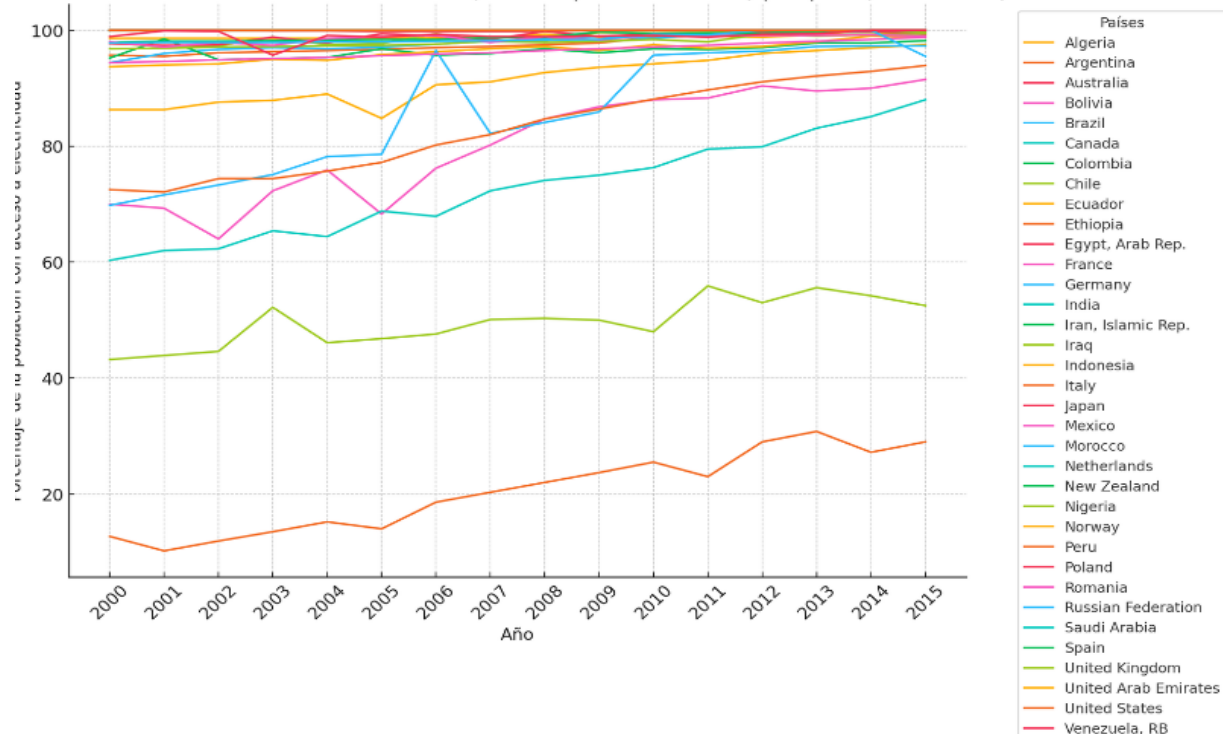
Objetivo General:

Analizar la evolución del consumo energético, la producción de electricidad a partir de fuentes renovables y las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global y regional entre 2000 y 2015, identificando patrones, correlaciones y su impacto en el desarrollo económico y ambiental.

Objetivos Específicos:

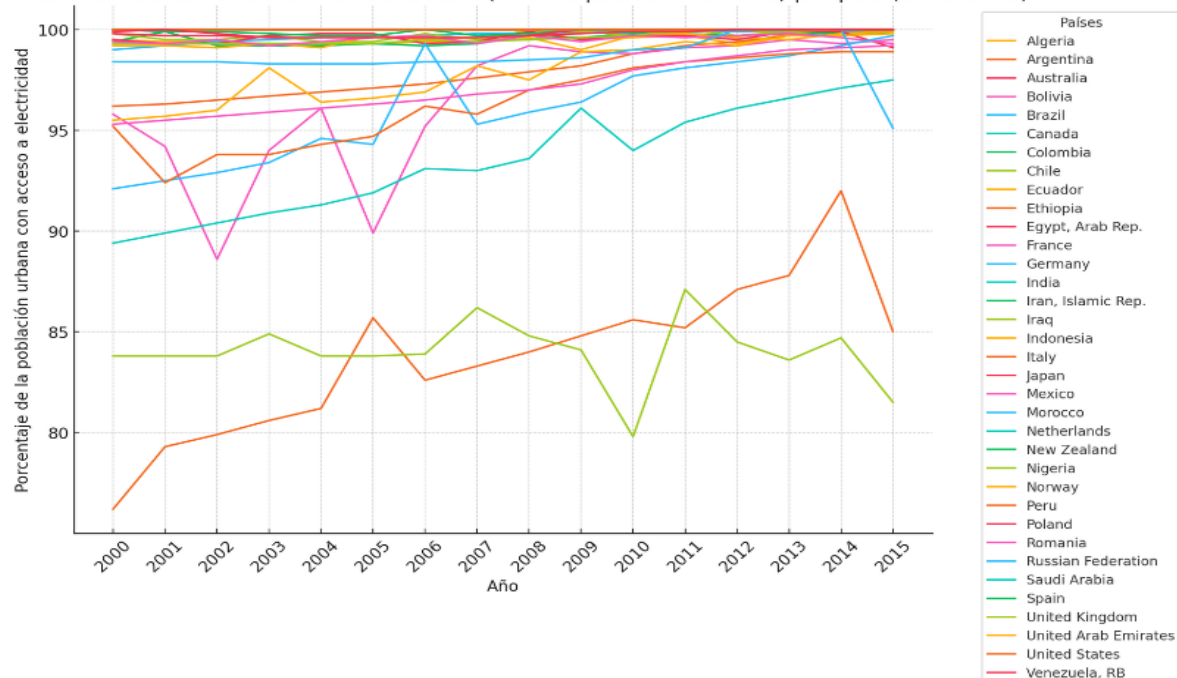
1. Identificar las regiones con mayor y menor consumo energético, evaluando su evolución en el período 2000-2015.
2. Analizar la participación de las fuentes renovables frente a las energías no renovables en la producción de electricidad en diferentes países.
3. Establecer la relación entre el acceso a la electricidad y el PIB Per Cápita en Colombia y en distintas regiones
4. Examinar el comportamiento en la producción de la energía nuclear en un periodo del 2000-2015 y si fue rentable frente otras energías.
5. Analizar la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero y su relación con el consumo energético y la producción de electricidad, con especial énfasis en Colombia.

Evolución del acceso a la electricidad (% de la población total) por país (2000-2015)



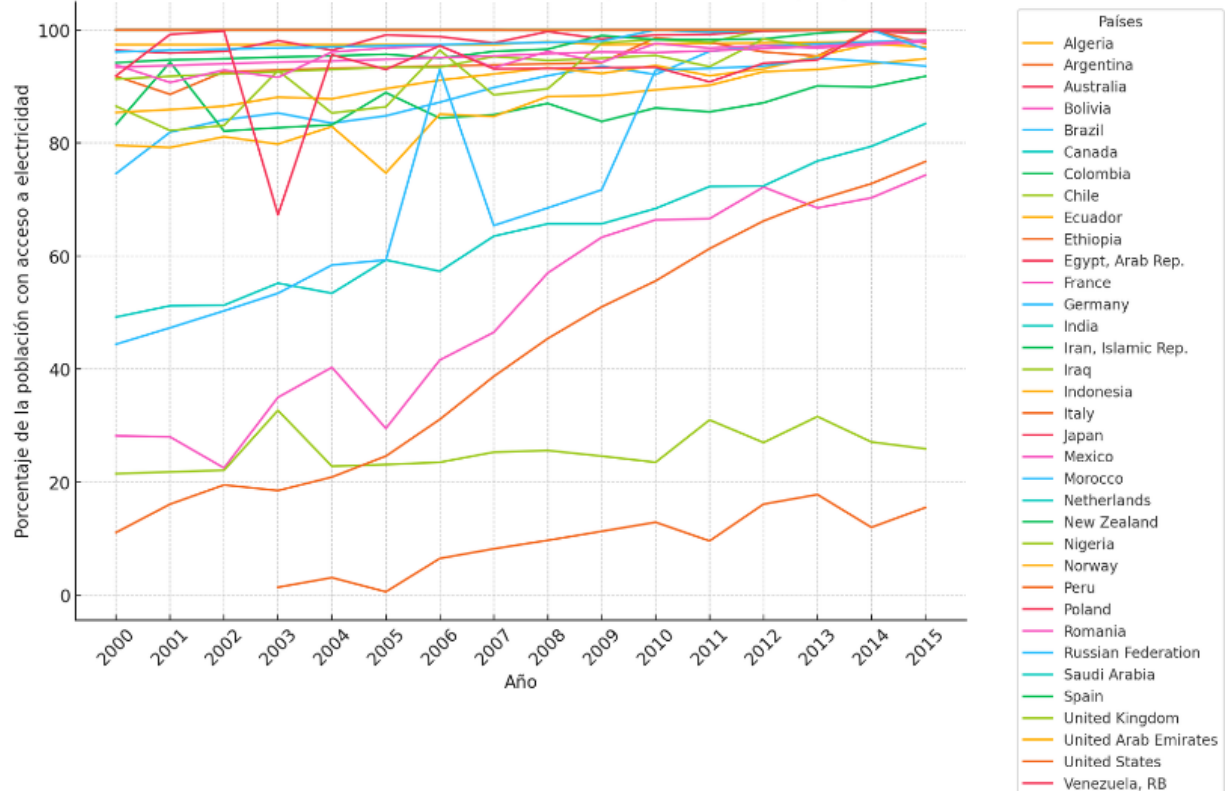
La mayoría de los países muestran una alta cobertura de acceso a la electricidad, con valores cercanos al 100%. Sin embargo, algunos países, como Nigeria y Etiopía, presentan un acceso significativamente más bajo pero con una tendencia creciente a lo largo de los años. Se observa un progreso general en la electrificación mundial, especialmente en países en desarrollo.

Evolución del acceso a la electricidad urbana (% de la población urbana) por país (2000-2015)



En las zonas urbanas, la cobertura de electricidad es generalmente alta, con la mayoría de los países superando el 90% de acceso. Sin embargo, hay excepciones como Nigeria y Etiopía, donde la electrificación urbana es menor, aunque ha mejorado con el tiempo. Se notan fluctuaciones en algunos países, lo que sugiere posibles problemas en la estabilidad del suministro.

Evolución del acceso a la electricidad rural (% de la población rural) por país (2000-2015)



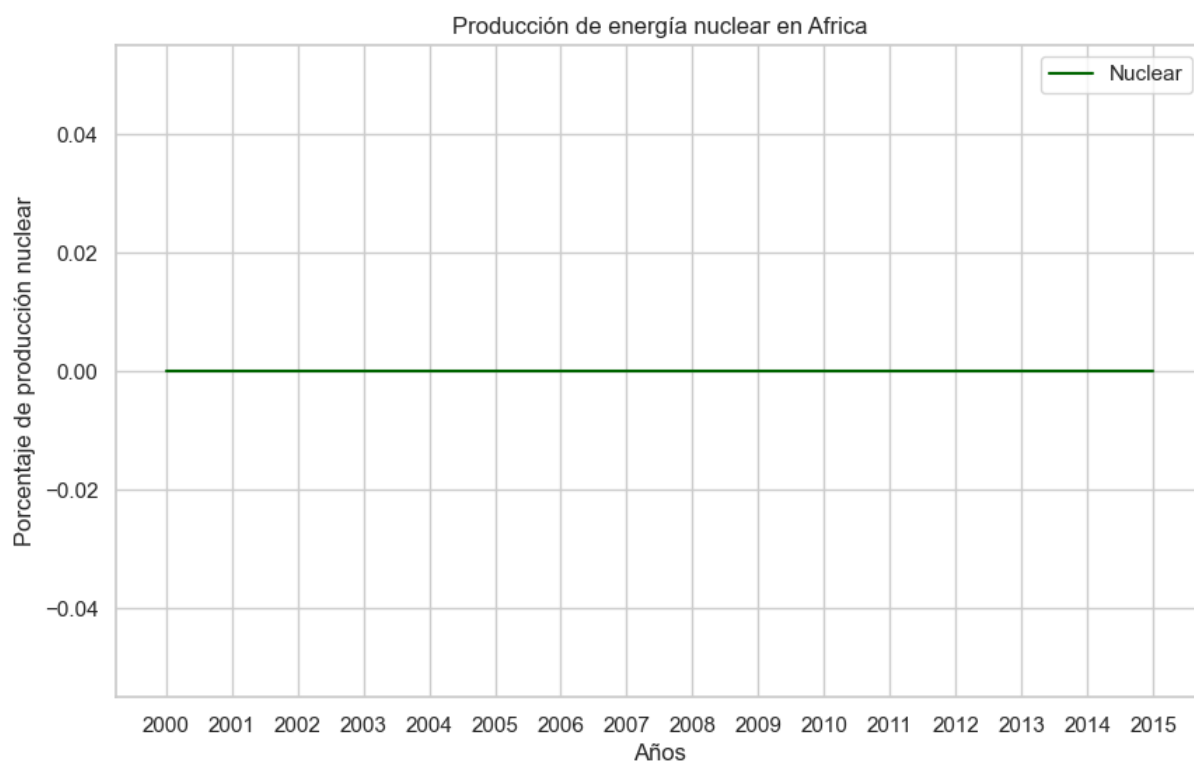
La electrificación rural muestra una brecha significativa en comparación con las áreas urbanas. Algunos países como Bolivia, India y Nigeria han experimentado mejoras notables, pero otros como Etiopía y Nigeria aún tienen niveles bajos de acceso. La tendencia general es positiva, indicando esfuerzos en la expansión del acceso a la electricidad en zonas rurales.

Análisis de la Producción de Electricidad a Partir de Fuentes Nucleares en diferentes continentes (2000-2015)

Este estudio analiza la evolución de la proporción de electricidad generada a partir de fuentes nucleares en distintos continentes durante un período de 16 años, desde 2000 hasta 2015. Su objetivo es identificar las tendencias regionales y comprender los cambios en el uso de la energía nuclear como fuente de generación eléctrica.

A continuación, se presentan los principales resultados y su interpretación. Los gráficos generados proporcionan una visión clara de cómo ha evolucionado la dependencia de la energía nuclear en diferentes regiones, destacando tanto los incrementos como las disminuciones significativas en su contribución a la matriz energética de cada continente.

África:



La gráfica de África se mantiene constante en 0% durante todo el período, lo que indica que no hubo producción de energía nuclear en los países analizados (Argelia, Egipto, Etiopía, Marruecos y Nigeria). Esta ausencia puede atribuirse a varios factores.S

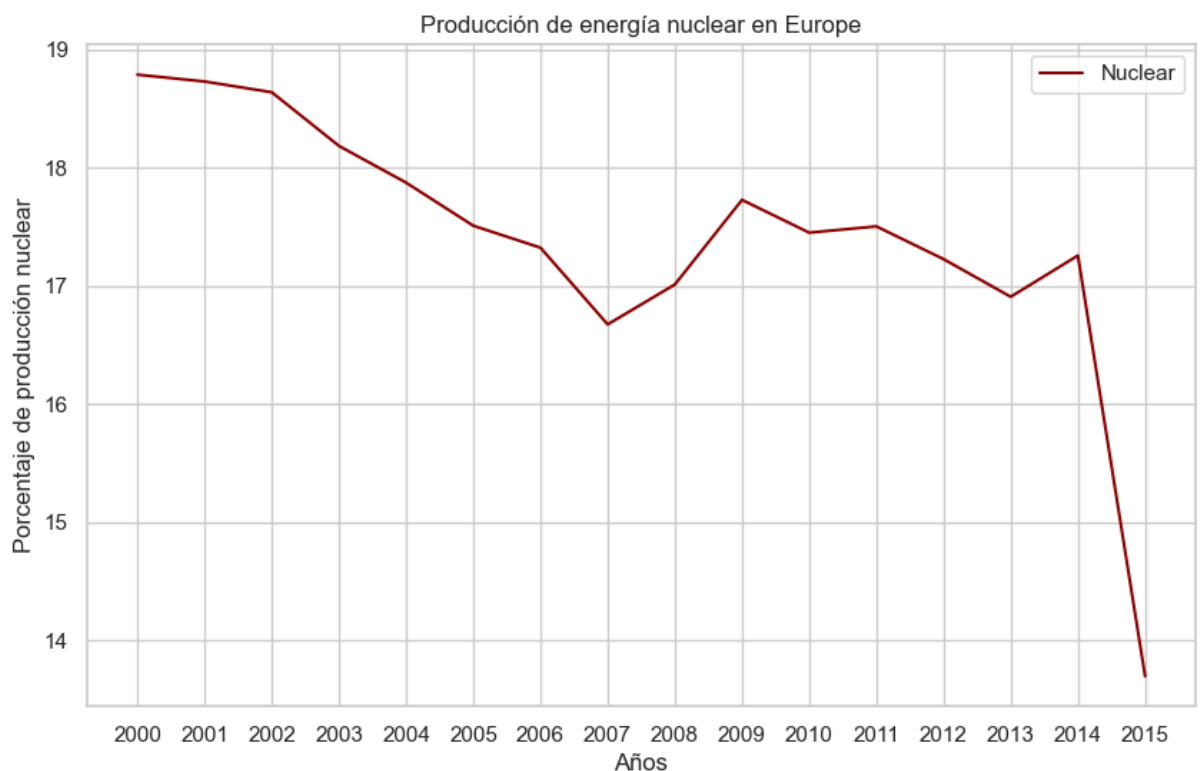
Económicamente, la energía nuclear requiere una inversión inicial sustancial, experiencia técnica y planificación energética a largo plazo, elementos de los que muchos países africanos carecen. En su lugar, según el Organismo Internacional de Energía Atómica

(OIEA), la mayoría de los países africanos dependen de fuentes de energía convencionales como el carbón y la hidroenergía, priorizando opciones más accesibles, baratas y rápidas de implementar.

Políticamente, la inestabilidad en algunas regiones, como Nigeria, junto con la falta de marcos regulatorios sólidos para la energía nuclear, ha desalentado aún más su desarrollo.

Aunque Sudáfrica, el único país africano con una planta nuclear operativa, no está incluido en este conjunto de datos, su mínima producción no alteraría significativamente la tendencia continental. Por lo tanto, el panorama de la energía nuclear en África durante este período estuvo marcado por restricciones económicas, dependencia de fuentes alternativas de energía e infraestructura insuficiente.

Europa:

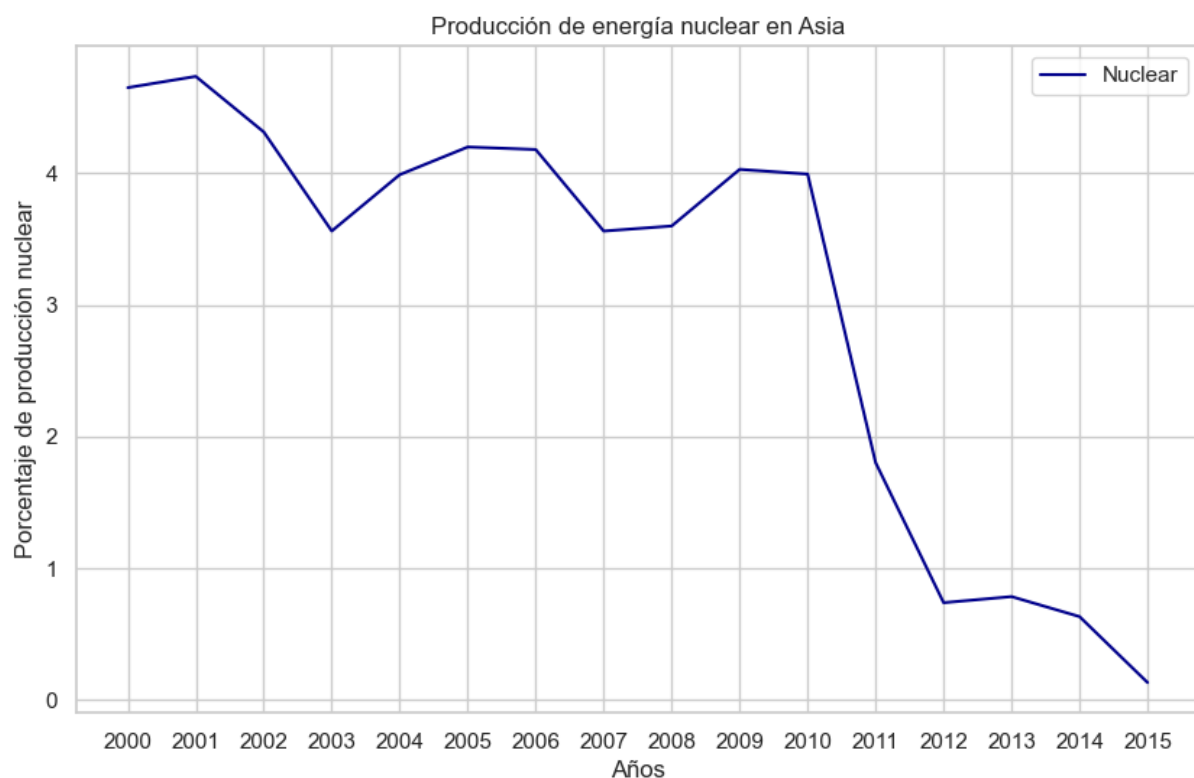


La gráfica de Europa muestra una tendencia general a la baja en la participación de la energía nuclear, aunque con diferencias marcadas entre los países. Francia domina con una producción estable y alta, reflejando su dependencia de la energía atómica para garantizar electricidad baja en carbono e independencia energética. En contraste, Alemania reduce su participación debido a su política de abandono nuclear tras Fukushima (Energiewende). España y el Reino Unido también presentan descensos graduales por el envejecimiento de los reactores y el impulso

hacia las energías renovables. Rusia, en cambio, se mantiene estable, ya que su industria nuclear estatal conserva la capacidad existente sin una expansión significativa.

El promedio europeo está influenciado por el peso del sector nuclear francés, que compensa parcialmente las reducciones en otros países. La tendencia refleja diferencias en las políticas energéticas: mientras algunos (Francia, Rusia) siguen considerando la energía nuclear como pilar de su estrategia, otros (Alemania, España) reducen deliberadamente su dependencia en favor de alternativas renovables. A pesar del declive, Europa sigue siendo líder mundial en producción de energía nuclear.

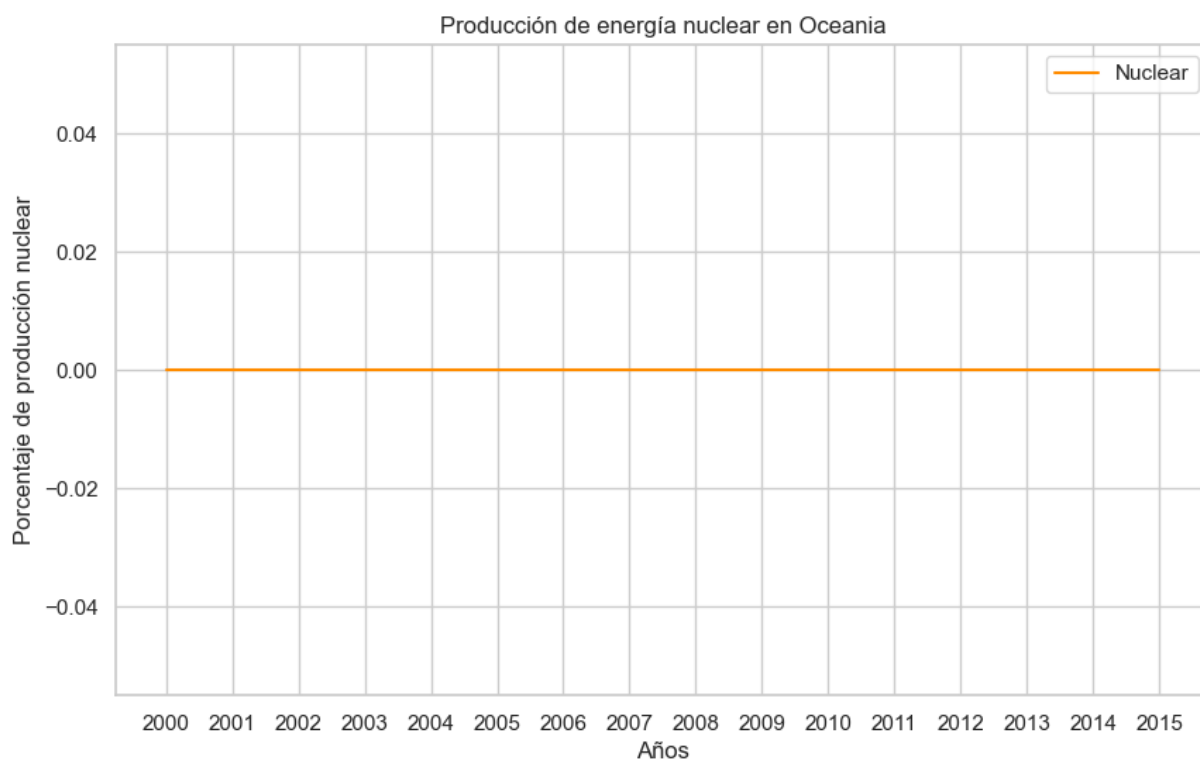
Asia:



La gráfica de Asia muestra una volatilidad significativa, principalmente debido a la caída repentina de la energía nuclear en Japón tras el desastre de Fukushima en 2011. El promedio continental inicialmente refleja la contribución sustancial de Japón, pero la fuerte disminución posterior a 2011 arrastra la tendencia hacia abajo.

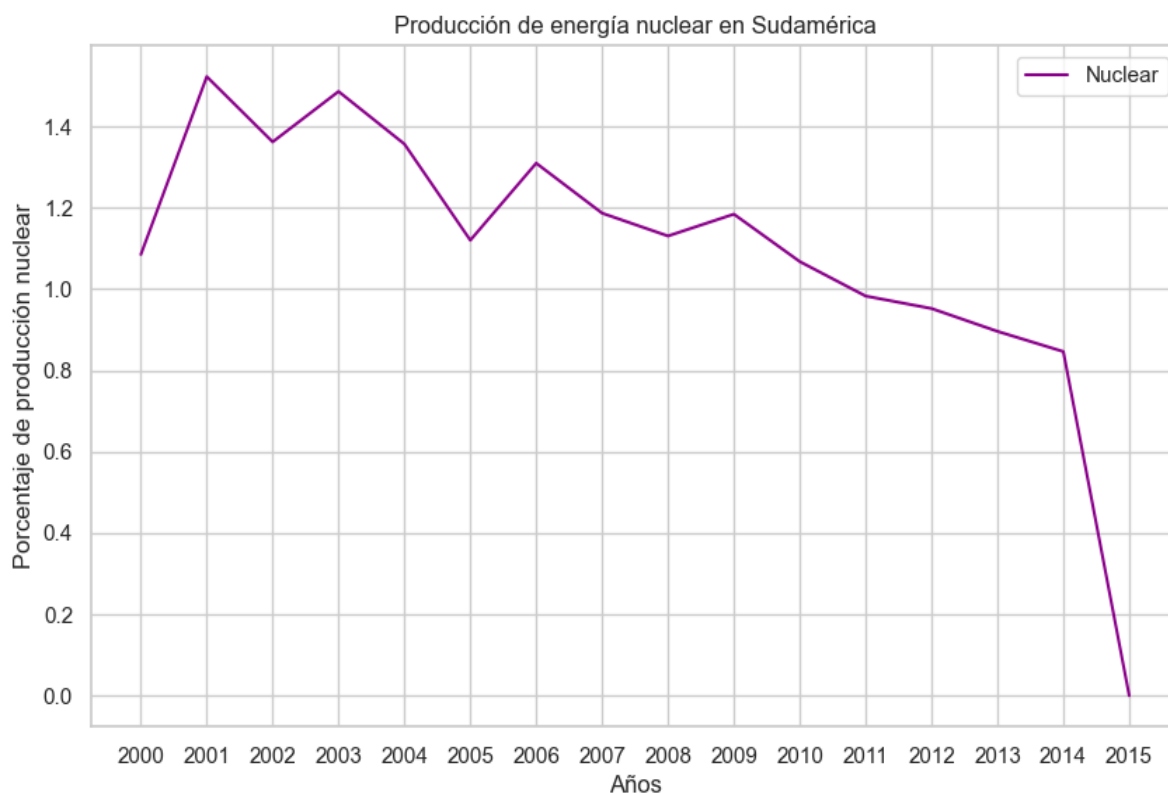
Otros países, como India e Irán, contribuyen mínimamente, pero su impacto en la tendencia continental es limitado. La gráfica general destaca cómo los eventos geopolíticos y los cambios en las políticas energéticas pueden alterar drásticamente el panorama nuclear de una región.

Oceanía:



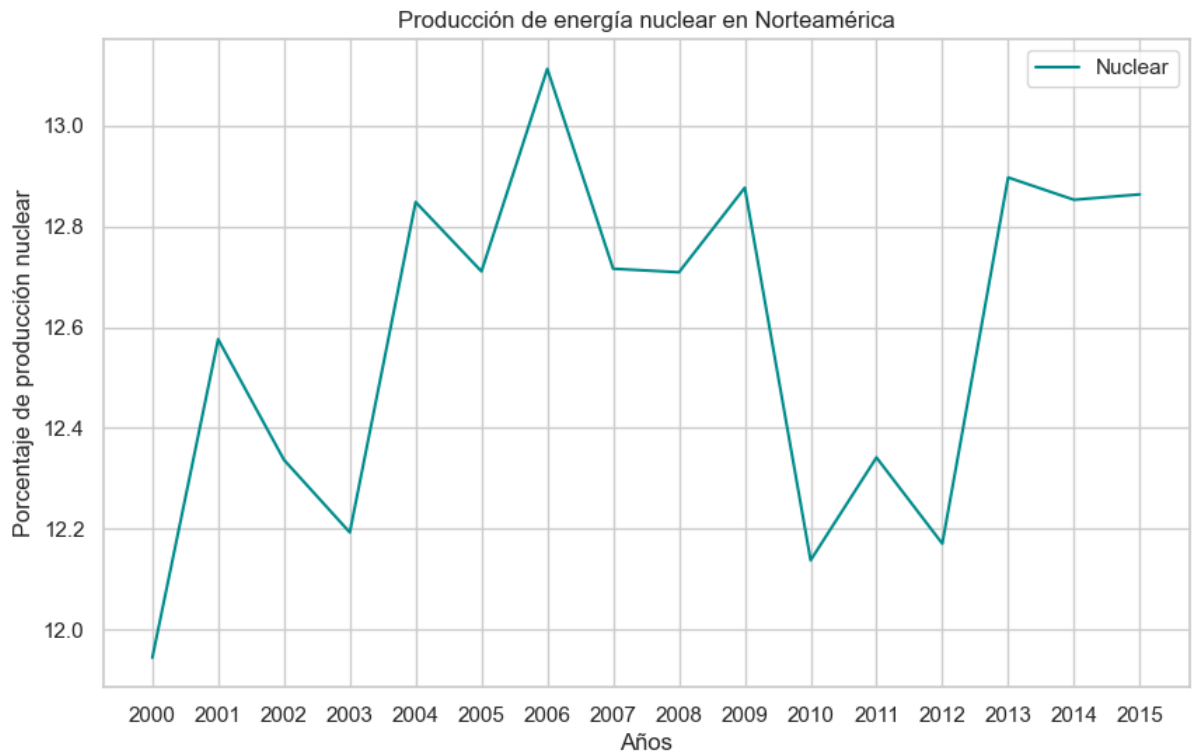
La gráfica de Oceanía se mantiene en 0 % durante todo el período, dado que ni Australia ni Nueva Zelanda utilizan energía nuclear. Aunque Australia posee las mayores reservas de uranio del mundo, prohíbe su uso para la generación de energía debido a la oposición pública y a su enfoque en el carbón y las energías renovables. Por su parte, Nueva Zelanda mantiene una política antinuclear desde 1984, cubriendo sus necesidades energéticas con hidroelectricidad, geotermia y energía eólica. En este contexto, la ausencia total de energía nuclear en la región refleja tanto la influencia de las políticas y la opinión pública en las decisiones energéticas como la viabilidad económica de fuentes alternativas.

Sudamérica:



La gráfica de América del Sur muestra una producción mínima de energía nuclear, limitada a Argentina y Brasil, mientras que el resto de la región no registra actividad en este sector. La moderada producción de Argentina se debe a su programa nuclear de larga data, mientras que la participación de Brasil compite con sus vastos recursos hidroeléctricos. En general, el continente mantiene una fuerte dependencia de la hidroelectricidad y otras energías renovables, lo que, junto con los altos costos, el escepticismo público y la falta de colaboración regional, ha impedido una mayor expansión nuclear. Así, la tendencia plana de la gráfica subraya el papel marginal de la energía nuclear en la matriz energética sudamericana.

Norteamérica:



La gráfica de América del Norte muestra una estabilidad en la producción de energía nuclear, con EE.UU. manteniendo una participación constante, Canadá aumentando gradualmente y México con una contribución menor que no impacta significativamente el promedio regional. Tanto EE.UU. como Canadá cuentan con sectores nucleares maduros, beneficiándose de la extensión de vida de sus plantas y, en el caso canadiense, de la exportación de reactores CANDU. No obstante, ninguno ha expandido agresivamente su capacidad, reflejando un enfoque cauteloso ante la creciente competencia de las energías renovables y el gas natural. Por su parte, la producción estancada de México se debe a una infraestructura limitada y a una política energética orientada a otras fuentes. En conjunto, la gráfica evidencia una industria nuclear consolidada, pero sin un crecimiento significativo en mercados energéticos bien establecidos.

Observaciones Finales

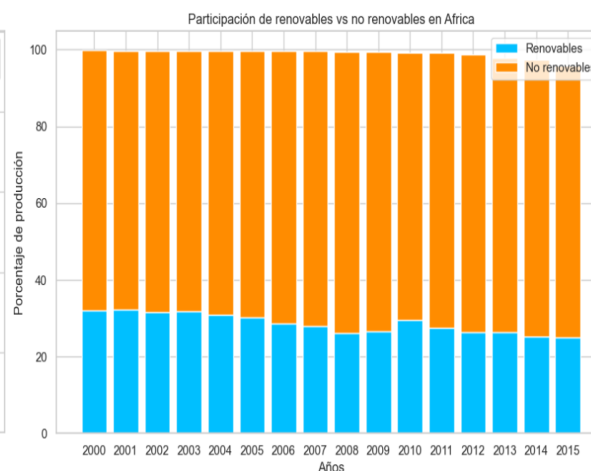
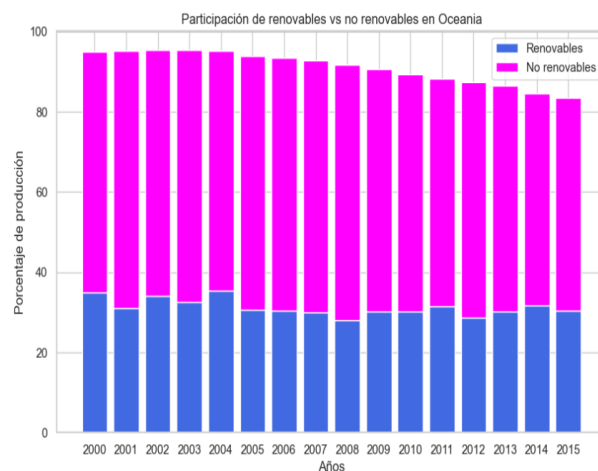
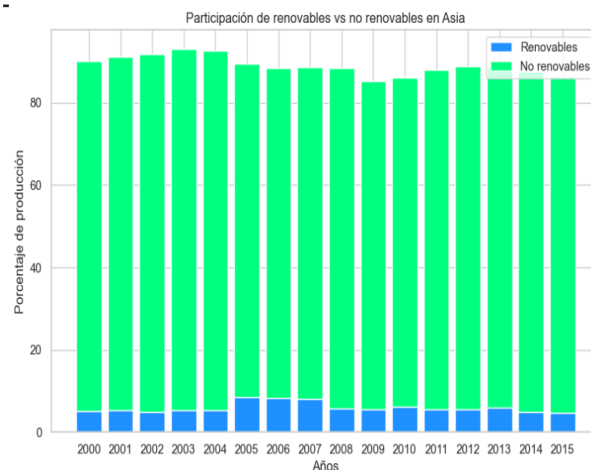
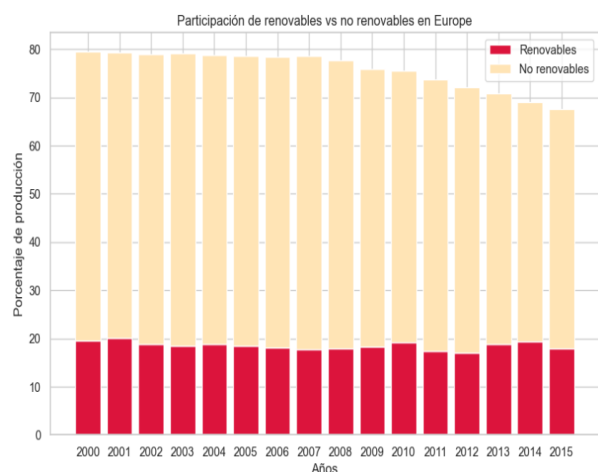
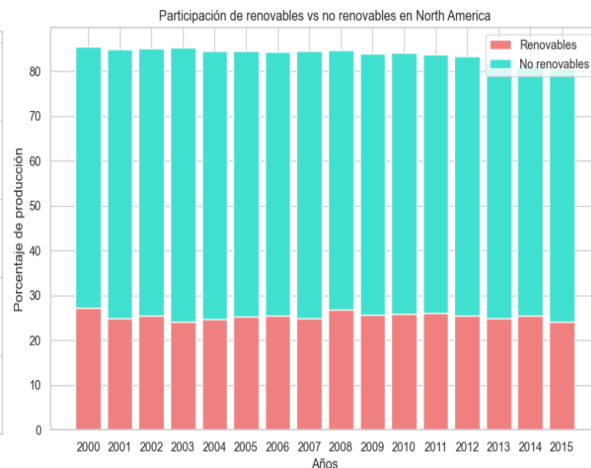
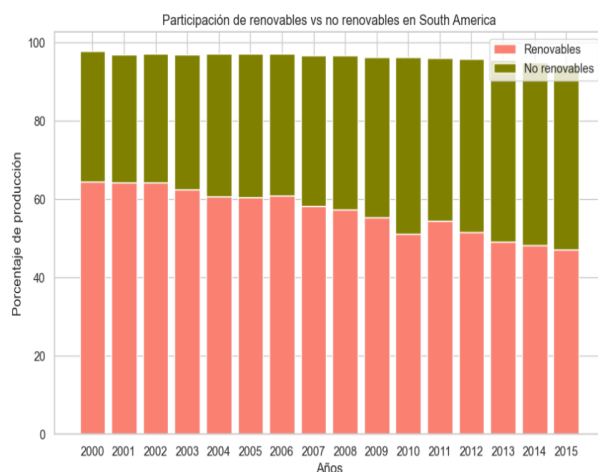
- África y Oceanía muestran una ausencia total de adopción de energía nuclear, limitadas por factores políticos y económicos.
- Europa exhibe una tendencia a la baja, influenciada por cambios de política tras Fukushima.
- Asia es la región más volátil, con la eliminación gradual de la energía nuclear en Japón alterando drásticamente la tendencia continental.

- América del Sur sigue siendo marginalmente nuclear, con la hidroelectricidad dominando.
- América del Norte mantiene una dependencia nuclear estable pero estancada.

Análisis de la Participación de Fuentes Renovables y No Renovables en la Producción de Electricidad (2000-2015)

Evaluar la participación de las fuentes renovables frente a las energías no renovables en la producción de electricidad es crucial en el contexto actual de transición energética y cambio climático. El periodo de 2000 a 2015 representa una fase de transformación en la matriz energética de muchas regiones, con el crecimiento progresivo de las energías renovables impulsado por políticas ambientales, avances tecnológicos y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Este análisis permite identificar patrones en la adopción de energías renovables y evaluar la disparidad entre diferentes regiones, así como sus implicaciones económicas y ambientales.

Las gráficas presentadas muestran la evolución de la producción de electricidad a partir de fuentes renovables y no renovables en diferentes continentes durante este periodo. Se consideran como fuentes renovables únicamente la generación hidroeléctrica, mientras que las fuentes no renovables incluyen la producción de electricidad a partir de petróleo, gas y carbón. Algunas barras no alcanzan el 100% del total de energía, ya que se excluyen otras fuentes de generación, como la energía nuclear y otras energías renovables no hídricas (eólica, solar, etc.). A lo largo del análisis, se observa una variabilidad en la adopción de energías renovables según la región, con algunas mostrando un aumento progresivo en su participación y otras manteniendo una fuerte dependencia de los combustibles fósiles.



El análisis de la participación de fuentes renovables y no renovables en la producción de electricidad entre los años 2000 y 2015 revela tendencias clave a nivel global, reflejadas en las gráficas de cada continente. Durante este período, la demanda energética aumentó de manera significativa, impulsada por el crecimiento económico, la expansión de la tecnología y la digitalización. Este fenómeno tuvo impactos diferenciados según la región, lo que se traduce en variaciones en la adopción de energías renovables y la persistencia de los combustibles fósiles como fuente principal en algunos casos.

En América del Sur, la gráfica indica que las energías renovables tuvieron una participación predominante, con valores que oscilan entre el 50% y el 60%, siendo la hidroenergía el principal contribuyente a esta matriz. A lo largo del período analizado, se observa una ligera disminución en la proporción de renovables, mientras que la participación de fuentes no renovables se mantiene relativamente estable. Este comportamiento responde a la creciente urbanización y demanda eléctrica en la región, así como a la variabilidad en la capacidad de generación hidroeléctrica debido a factores climáticos.

En América del Norte, la gráfica muestra una tendencia clara de predominio de fuentes no renovables, con un porcentaje cercano al 80% a lo largo del período. La contribución de las energías renovables, aunque presente, es baja y no experimenta un crecimiento significativo. Esto se debe a la infraestructura consolidada en torno a los combustibles fósiles, en especial el gas natural, cuya producción aumentó considerablemente gracias al auge del fracking en Estados Unidos. Aunque se impulsaron iniciativas de energías renovables, el cambio estructural en la matriz energética fue lento.

En Europa, la gráfica evidencia un patrón bastante estable, con una reducción gradual de las fuentes no renovables y un incremento progresivo de las renovables. Aunque los cambios no son abruptos año tras año, se puede notar una tendencia de crecimiento sostenido de la hidroenergía, reflejando los esfuerzos de la Unión Europea por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar la inversión en energías limpias.

En Asia, la gráfica muestra una participación abrumadora de las fuentes no renovables, con valores superiores al 85% durante todo el período. Aunque se nota un leve aumento en la proporción de renovables, la tendencia general sigue favoreciendo los combustibles fósiles, en especial el carbón. Este comportamiento es resultado del crecimiento acelerado de las economías de China e India, cuya industrialización impulsó la demanda energética y consolidó al carbón como la fuente principal de generación de electricidad. La alta densidad poblacional y el desarrollo de infraestructuras contribuyeron a este patrón.

En Oceanía, la gráfica indica una alta dependencia de fuentes no renovables, con una proporción superior al 80%. Aunque las energías renovables tienen una presencia constante, su crecimiento es limitado. La razón principal es la abundancia de reservas de carbón en Australia,

que ha mantenido a este recurso como pilar de su matriz energética. Si bien en los últimos años hubo esfuerzos por incrementar la generación de energía renovable, el cambio ha sido gradual.

En África, la gráfica revela una tendencia similar a la de Oceanía, con un predominio de fuentes no renovables que superan el 80%. Sin embargo, la participación de las energías renovables muestra una estabilidad relativa. Este comportamiento responde a la falta de infraestructura y de inversiones en el sector energético en muchas regiones del continente, lo que ha dificultado la transición hacia fuentes más sostenibles. A pesar de contar con un gran potencial hidroeléctrico y solar, su aprovechamiento ha sido limitado por factores económicos y políticos.

El análisis descriptivo de las gráficas permite extraer conclusiones clave sobre la evolución de la generación de electricidad en diferentes continentes. En Europa, si bien la participación de fuentes renovables ha mostrado cierto crecimiento, la reducción de fuentes no renovables ha sido más moderada en comparación con otras regiones. En Asia y América del Norte, los combustibles fósiles continúan dominando. América del Sur mantiene una fuerte participación de la hidroenergía, mientras que Oceanía y África muestran una dependencia prolongada de fuentes no renovables.

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la toma de decisiones en políticas energéticas, inversiones en infraestructura y estrategias para la mitigación del cambio climático. La información obtenida puede ser utilizada por gobiernos y organismos internacionales para diseñar planes de transición energética más eficientes y adaptados a las condiciones de cada región. Además, el análisis de estos datos permite identificar áreas clave donde la inversión en energías renovables podría tener un mayor impacto, promoviendo un desarrollo económico sostenible y reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero a nivel global. La transición hacia una matriz energética más limpia requiere incentivos adecuados, mejoras en la infraestructura y políticas que garanticen el acceso equitativo a la energía, considerando las particularidades de cada región y los desafíos asociados a la estabilidad del suministro energético.

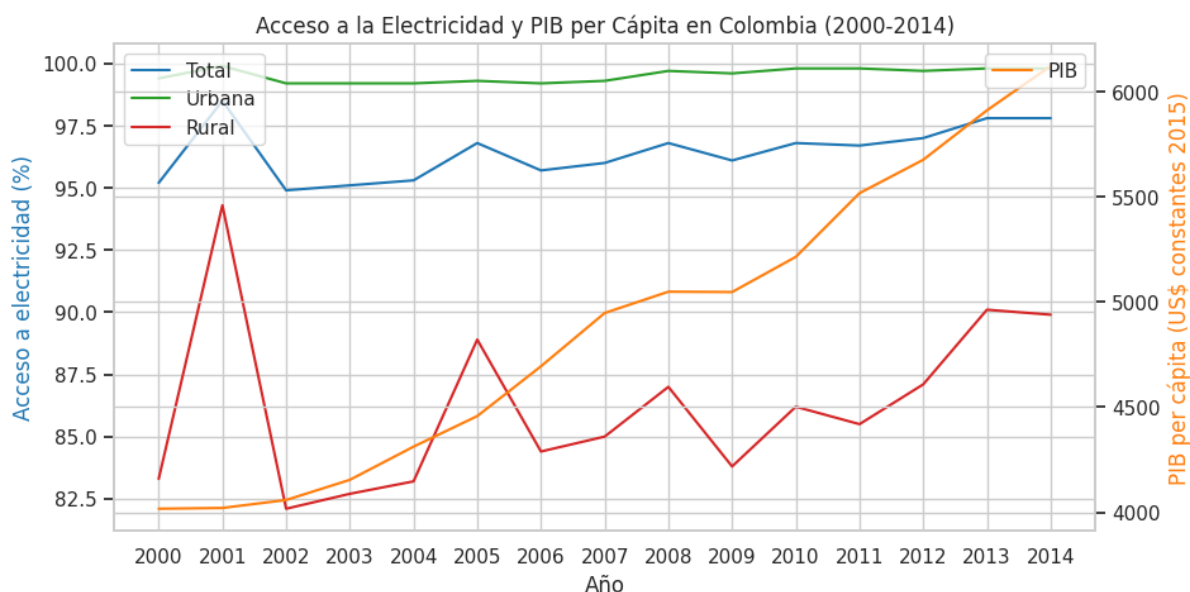
ACCESO A LA ELECTRICIDAD Y PIB PER CÁPITA, ANÁLISIS COMPARATIVO

Se analiza la relación entre el acceso a la electricidad y PIB Per cápita en un conjunto de países de diferentes continentes, con un enfoque especial en Colombia. Se utilizaron datos del Banco Mundial del periodo 2000-2014 para observar cómo la electrificación ha evolucionado y su correlación con el Pib per cápita. A través de análisis de correlación, mapas de calor se busca identificar patrones entre estas variables.

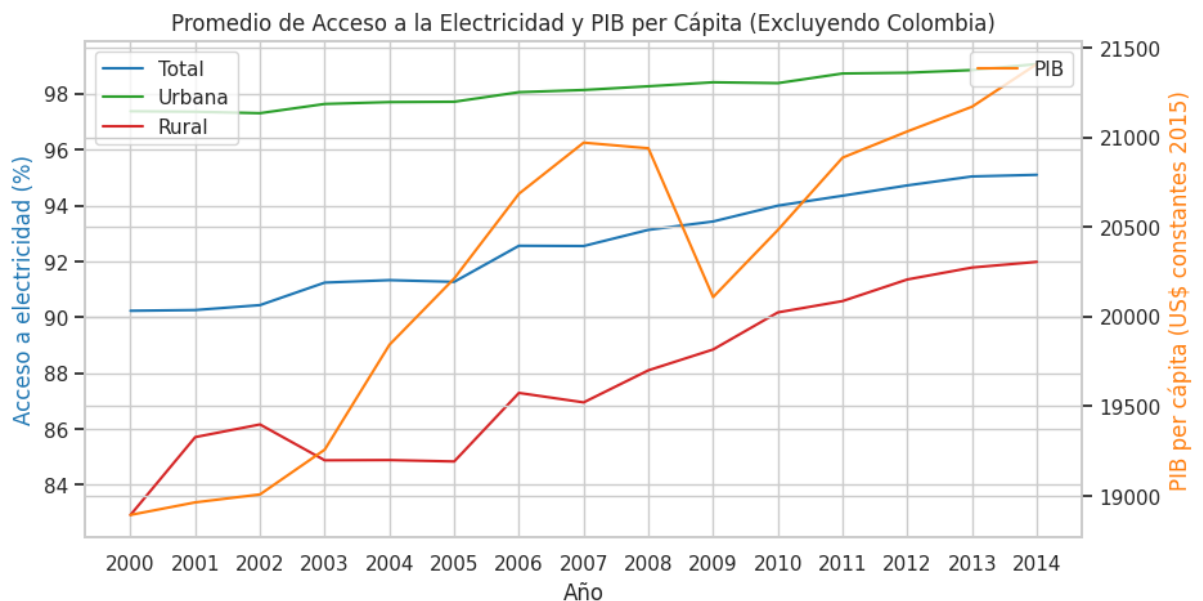
El acceso a electricidad provee nuevas posibilidades para el entretenimiento, la comunicación, la información y la formación. Además, es un insumo fundamental en el fomento del desarrollo económico, dando pie a oportunidades de emprendimiento y auge industrial. (Universidad de Antioquia, 2016)

Este primer gráfico muestra la evolución del acceso a la electricidad en Colombia entre 2000 y 2014, distinguiendo entre el acceso total, urbano y rural en comparación con el PIB per cápita. Se observa que el acceso total a electricidad aumentó ligeramente, manteniéndose por encima del 95%. Sin embargo, la brecha entre zonas urbanas y rurales es notoria: mientras que el acceso urbano se mantiene cercano al 100%, el rural fluctúa entre 82% y 90%. Esto indica que las comunidades rurales enfrentan mayores dificultades para acceder a este servicio básico.

Por otro lado, el PIB per cápita muestra un crecimiento constante a lo largo del periodo analizado, superando los 6.000 dólares en 2014. Esta tendencia indica una posible relación positiva entre el desarrollo económico y el acceso a la electricidad en el país.



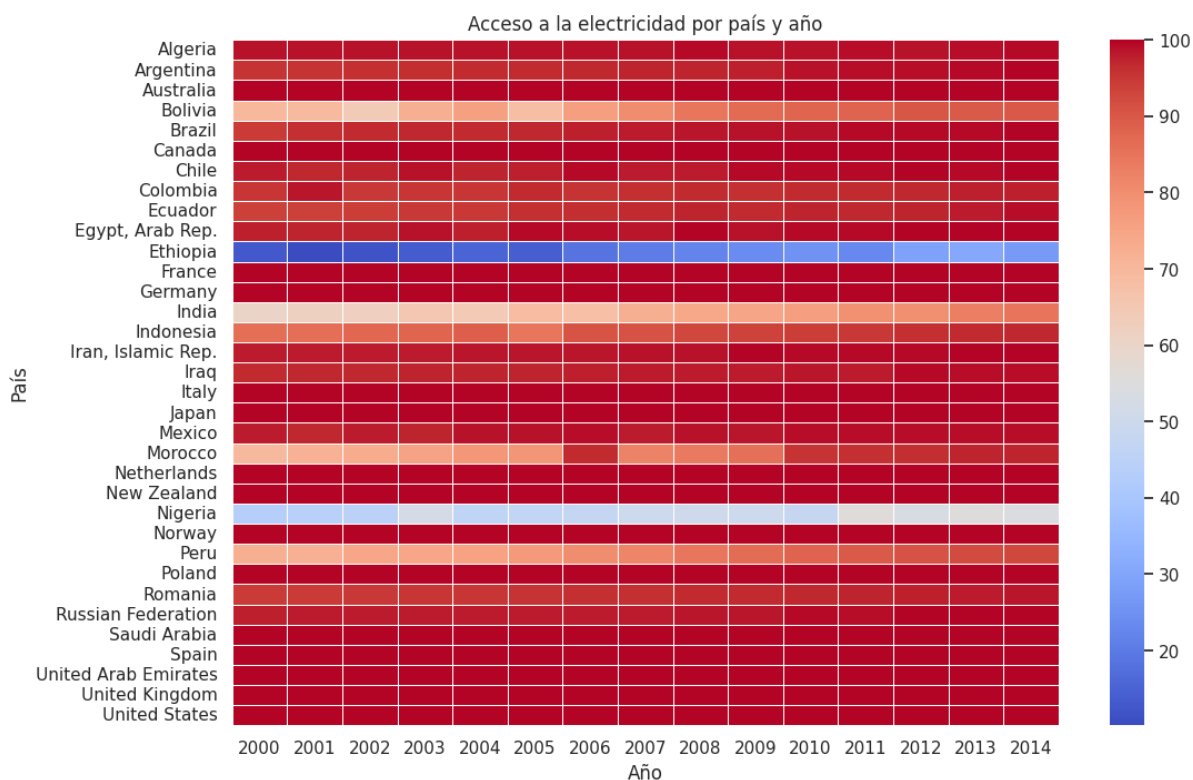
En este gráfico podemos observar el promedio de acceso a electricidad y el PIB per cápita en distintos países del mundo, sin incluir a Colombia para poder hacer una comparación. Se observa que el acceso a electricidad en estos países es ligeramente superior al de Colombia, con un promedio por encima del 90%. Al igual que en Colombia se observa una clara brecha de electrificación entre la zona urbana y rural. Asimismo, el PIB per cápita en estos países es significativamente más alto, superando los 20.000 dólares en varios casos.



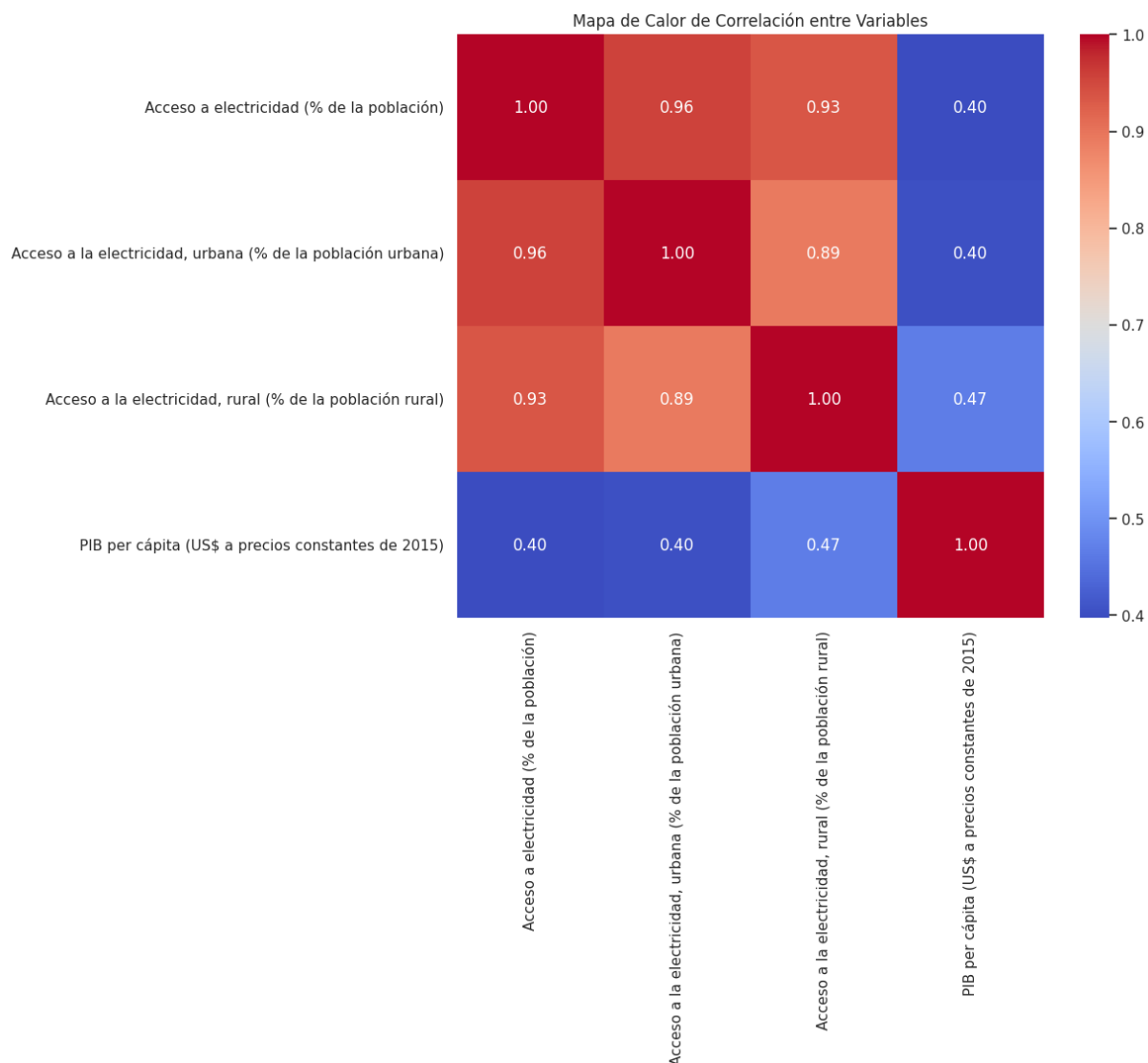
Esto confirma que Colombia aún enfrenta desafíos en términos de crecimiento económico y expansión de la electrificación, especialmente en comparación con economías desarrolladas.

En el siguiente mapa de calor se observa el porcentaje de acceso a la electricidad en distintos países del mundo; es notable que los países desarrollados, como Estado Unidos, Canadá y parte de Europa, muestran valores cercanos al 100% durante todo el periodo. En contraste países en desarrollo como Nigeria y Etiopía, presentan un acceso mucho más limitado, con valores inferiores al 50% en algunos años.

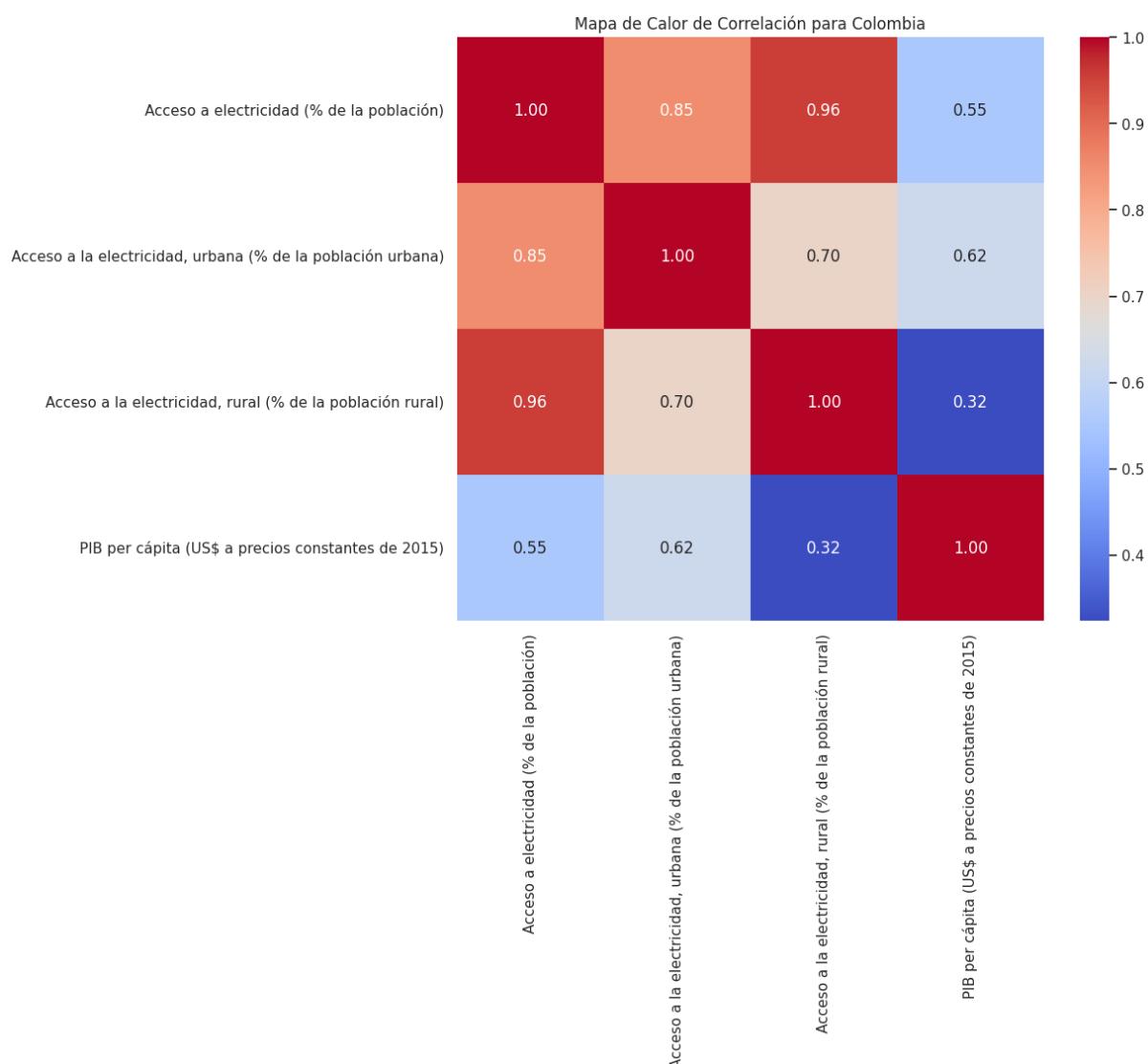
Colombia se encuentra en una posición intermedia, con un acceso a la electricidad mayor que el de algunos países africanos y asiáticos, pero inferior al de los países más desarrollados.



El mapa de correlación entre el acceso a la electricidad y el PIB per cápita, muestra una correlación positiva moderada (0.40-0.47), lo que indica que a medida que aumenta el PIB per cápita, también lo hace el acceso a la electricidad. Esta relación indica que el crecimiento económico facilita la inversión en infraestructura eléctrica, lo que a su vez mejora el acceso a este servicio esencial.

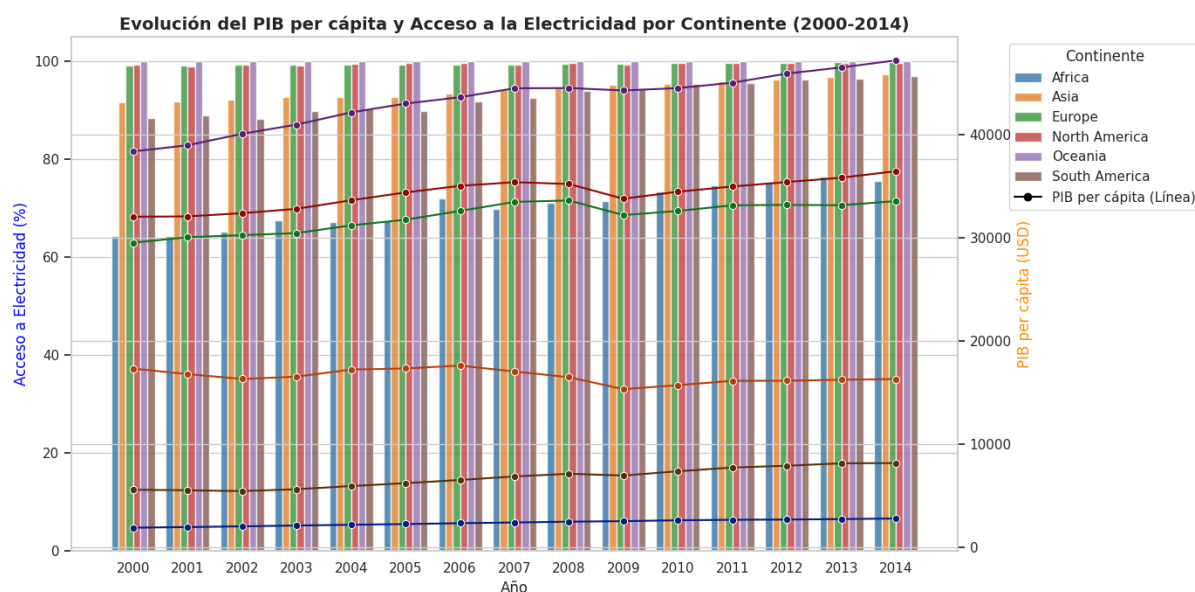


Sin embargo, al observar exclusivamente a Colombia, vemos una correlación más fuerte entre el acceso a la electricidad y el PIB per cápita (0.62-0.32), especialmente en zonas urbanas. Esto apoya la idea de que el crecimiento económico ha tenido un impacto positivo en la expansión de la electrificación del país.



Todo lo anterior muestra una relación entre el acceso a la electricidad y el PIB per cápita. Aunque Colombia ha logrado avances significativos en la cobertura eléctrica, persisten desigualdades entre las zonas rurales y urbanas. Para cerrar esta brecha, es fundamental seguir invirtiendo en infraestructura eléctrica, especialmente en las regiones más vulnerables.

Colombia ha logrado avances significativos en la electrificación, alcanzando una cobertura del 97% en 2016 (Universidad de Antioquia, 2016). Sin embargo, persisten desafíos en las zonas rurales. Un estudio de Promigas reveló que, aunque Colombia tiene una de las mejores coberturas de acceso a energía de la región, aún 9,6 millones de personas viven en situación de pobreza energética. De este grupo, el 8% no tiene acceso a energía eléctrica, el 61.8% reside en municipios con mala calidad del servicio y el 47,4% cocina con leña, carbón o desechos (El Colombiano, 2025)



Observamos la evolución del acceso a la electricidad (% de la población) y el PIB Per cápita en distintos continentes durante el período 2000-2014. Se observa una marcada diferencia en los niveles de acceso a la electricidad entre regiones, con Europa, América del Norte y Oceanía manteniendo una cobertura cercana al 100% en todo el período mientras que África exhibe los valores más bajos, aunque con tendencia creciente. Asia y América del sur muestran una mejora constante en la electrificación, aunque sin alcanzar los niveles de los continentes más desarrollados.

En cuanto al PIB Per cápita, los continentes con mayor acceso a la electricidad presentan niveles económicos significativamente más altos y estables a lo largo del tiempo, mientras que África, con el menor acceso a electricidad, también tiene el PIB per cápita más bajo. Este patrón indica una relación positiva entre la accesibilidad eléctrica y el crecimiento económico, ya que aquellos continentes con mayor PIB han consolidado una infraestructura eléctrica más estable.

Así mismo, los datos reflejan que en regiones con menor desarrollo económico, el acceso a la electricidad ha ido aumentando de manera progresiva, aunque persisten brechas importantes respecto a los países más desarrollados. África, en particular, muestra una variabilidad más alta tanto en el PIB per cápita como en el acceso a la electricidad lo que indica desigualdades dentro del continente y desafíos en la consolidación de su infraestructura eléctrica.

En conclusión, la electrificación parece desempeñar un papel crucial en el desarrollo económico. Los continentes con mayor PIB per cápita mantienen un acceso a la electricidad casi universal, mientras que aquellos con menor PIB muestran mayores dificultades en garantizar una cobertura estable. Por ello, el expandir el acceso a la electricidad en regiones con menor PIB podría ser un factor determinante para impulsar su crecimiento económico y reducir desigualdades globales.

Análisis de la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero y su relación con el consumo energético y la producción de electricidad, con especial énfasis en Colombia.

El análisis de la evolución de los gases de efecto invernadero (GEI) es de gran importancia dada su estrecha vinculación con el cambio climático. La mitigación de los efectos de este fenómeno global constituye uno de los objetivos primordiales de la transición energética. Por consiguiente, resulta crucial examinar la relación entre las emisiones de GEI, el consumo energético y la producción de electricidad. Esta información nos permitirá evaluar cómo la adopción de fuentes de energía renovable puede contribuir a la reducción del impacto del cambio climático.

Este apartado se centra en el análisis de las relaciones previamente establecidas, ofreciendo una perspectiva global y, en particular, un estudio detallado del caso colombiano. El estudio se llevará a cabo siguiendo el siguiente esquema metodológico:

1. Análisis de la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
2. Comparación entre el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero.
3. Comparación entre la producción eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero.

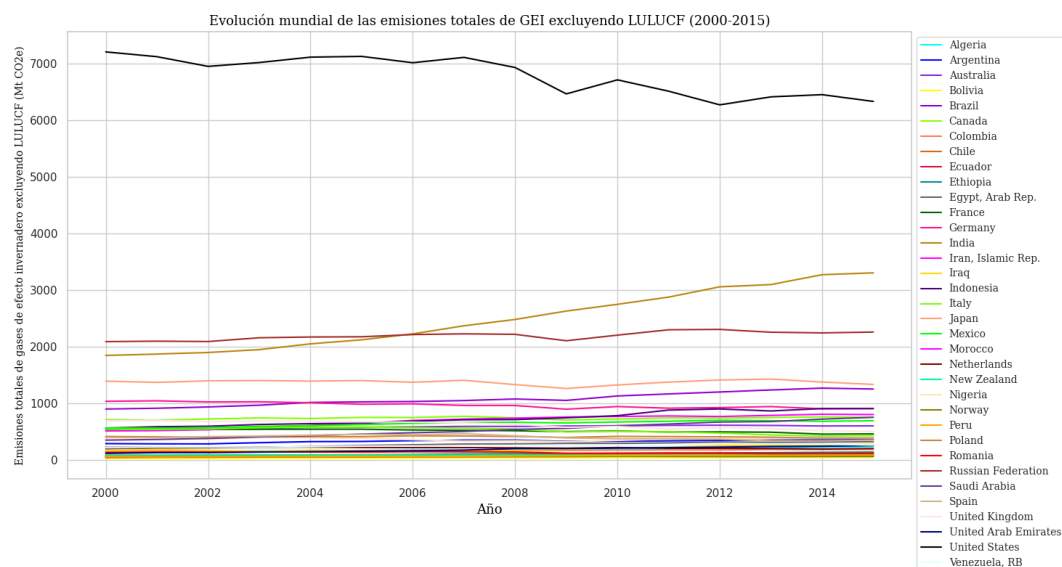
De esta manera, se presentarán análisis detallados para cada uno de los puntos presentes en el esquema de ruta, con el objetivo de identificar tendencias y patrones significativos a lo largo del período 2000-2015.

1. Análisis de la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

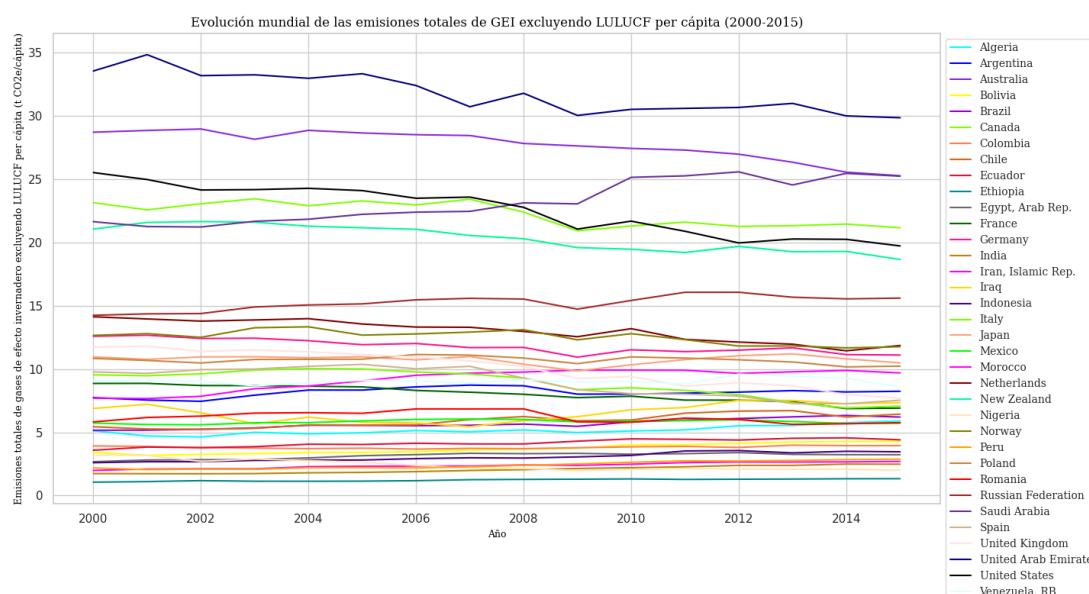
Para los años 2000 a 2015 las emisiones de GEI excluyendo el uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura (LULUCF) tuvieron diferentes magnitudes entre los países y cambios significativos para algunos de ellos. Los países que más emisiones tuvieron en este periodo fueron Estados Unidos, India, Rusia, Japón y Brasil, donde Estados Unidos rebasa por mucha diferencia a los demás (*ver gráfica 1*).

Sin embargo si las emisiones se dividen por la población de cada país (*ver gráfica 2*), son otros países los que toman el liderazgo, es decir, países con grandes poblaciones tienen emisiones totales altas, pero emisiones per cápita muy bajas. Por ejemplo, India que para 2014 era el segundo país con mayores emisiones de GEI, al observar desde las emisiones por persona, es el tercer país que menos emisiones por persona tiene. Y si observamos a los Emiratos Árabes Unidos podemos ver que sus emisiones totales no son tan altas pero sus emisiones por persona son las más altas entre los países.

Gráfica 1. *Evolución mundial de las emisiones totales de gases de efecto invernadero excluyendo LULUCF (Mt CO₂e) (2000 - 2015).*

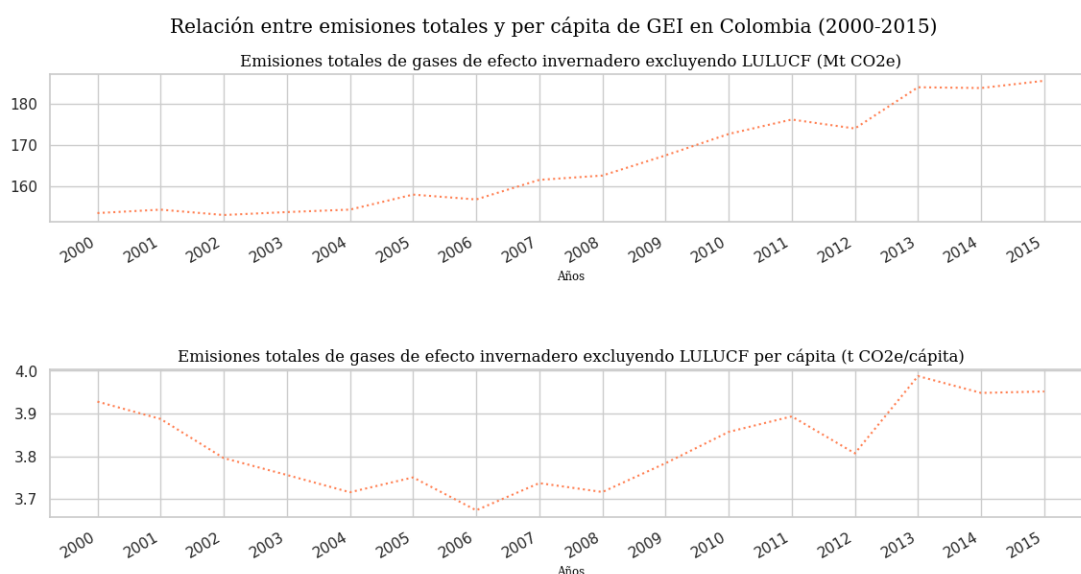


Gráfica 2. *Evolución mundial de las emisiones totales de gases de efecto invernadero excluyendo LULUCF per cápita (t CO₂e/cápita) (2000 - 2015).*



Para el caso específico de Colombia, se puede observar que a principios de los 2000 las emisiones totales de GEI excluyendo (LULUCF) eran muy bajas en comparación con los años siguientes, pero dada su población las emisiones totales de GEI excluyendo (LULUCF) per cápita eran altas. Entre los años 2000 y 2006 la población de Colombia creció más rápido que las emisiones totales de GEI, por esta razón las emisiones por persona se redujeron significativamente (*ver gráfica 3*). Sin embargo, después del 2006 el crecimiento poblacional y el aumento en las emisiones totales de gases tuvieron una velocidad similar o por lo menos el crecimiento poblacional no fue mayor al aumento en las emisiones, dado que en estos años se puede notar una relación positiva entre las emisiones totales y las emisiones por persona.

Gráfica 3. *Relación entre emisiones totales y per cápita de GEI en Colombia (2000-2015).*



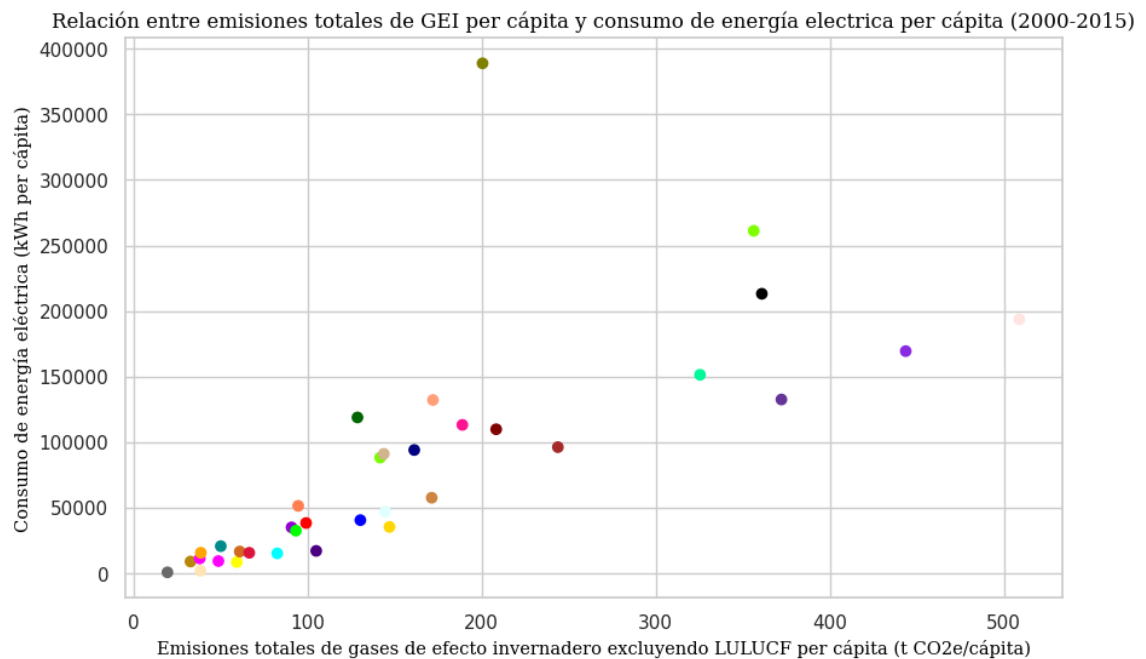
2. Comparación entre el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero

En la siguiente gráfica (*ver gráfica 4*) cada punto representa un país, para ambas variables se sumaron sus valores en los años analizados y la posición de cada punto indica la relación entre las variables para cada país. A partir de esta se observa una tendencia general positiva, de lo que se puede concluir que los países con un mayor consumo de energía eléctrica per cápita tienen también mayores emisiones de GEI excluyendo LULUCF per cápita. Sin embargo esta relación no es perfectamente lineal, lo que se puede observar con mayor claridad en la *gráfica 5*. Países como Estados Unidos, Canadá, Australia y los Emiratos Árabes Unidos muestran tanto un alto consumo de energía eléctrica per cápita como altas emisiones de GEI per cápita. Esto sugiere que estos países tienen un alto consumo de energía y una mayor dependencia de fuentes de energía intensivas en carbono. En caso contrario, se tienen países como Noruega que tienen un consumo de energía eléctrica per cápita relativamente alto, pero emisiones de GEI per cápita relativamente bajas. Esto podría deberse a su mayor dependencia de fuentes de energía bajas en carbono. “Lo anterior sugiere que la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables es una alternativa para reducir las emisiones de CO₂ sin comprometer el suministro a la demanda energética de los países” (Gallego, 2021).

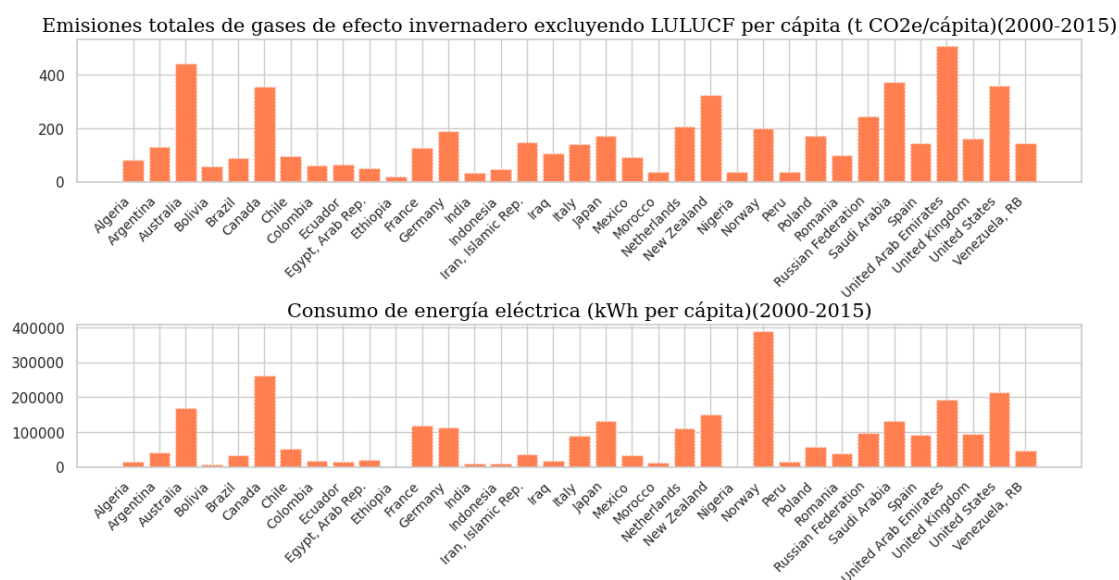
Para Colombia (*ver gráfica 6*) se observa una relación mucho menos lineal, donde en algunos años un consumo de energía eléctrica considerable (mayor a los 1300 kWh per cápita)

implicaba emisiones cercanas a 4 t CO₂e/cápita, pero para otros años, un consumo de energía menor a 900 kWh per cápita emitiría más de 3.9 t CO₂e/cápita. Esto quiere decir que, en el segundo caso, las fuentes de energía utilizadas serían intensivas en carbono (no renovables).

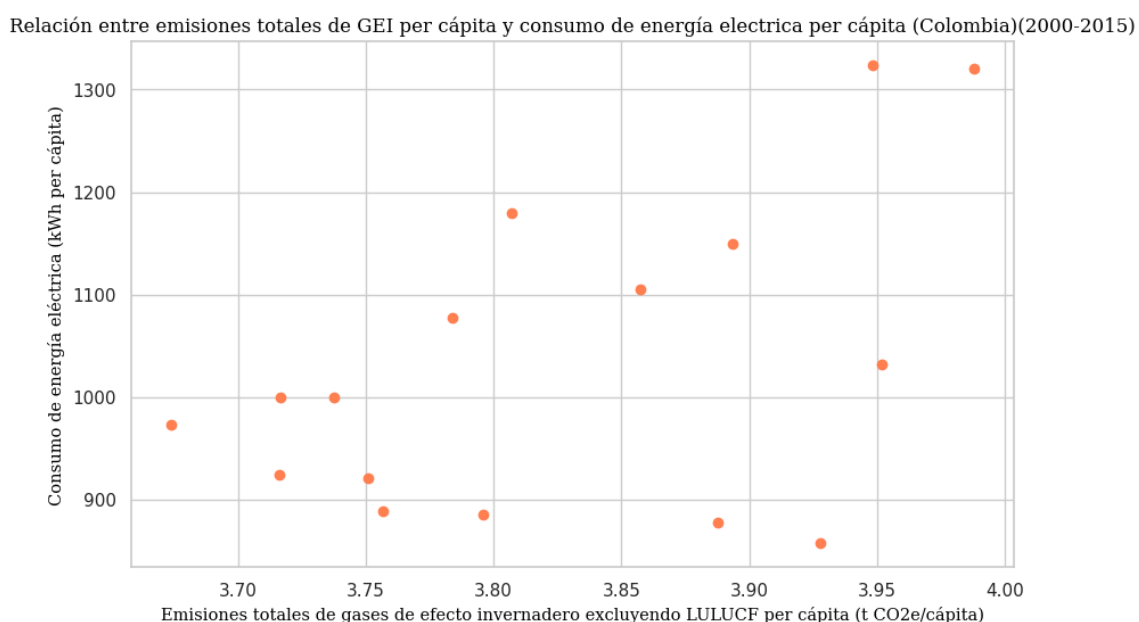
Gráfica 4. *Relación entre emisiones totales de gases de efecto invernadero excluyendo LULUCF per cápita (t CO₂e/cápita) y consumo de energía eléctrica (kWh per cápita) (todos los países) (2000-2015).*



Gráfica 5. *Emisiones totales de gases de efecto invernadero excluyendo LULUCF per cápita (t CO₂e/cápita) y consumo de energía eléctrica (kWh per cápita) (por países) (2000-2015).*



Gráfica 6. Emisiones totales de gases de efecto invernadero excluyendo LULUCF per cápita (t CO₂e/cápita) y consumo de energía eléctrica (kWh per cápita) (Colombia) (2000-2015).

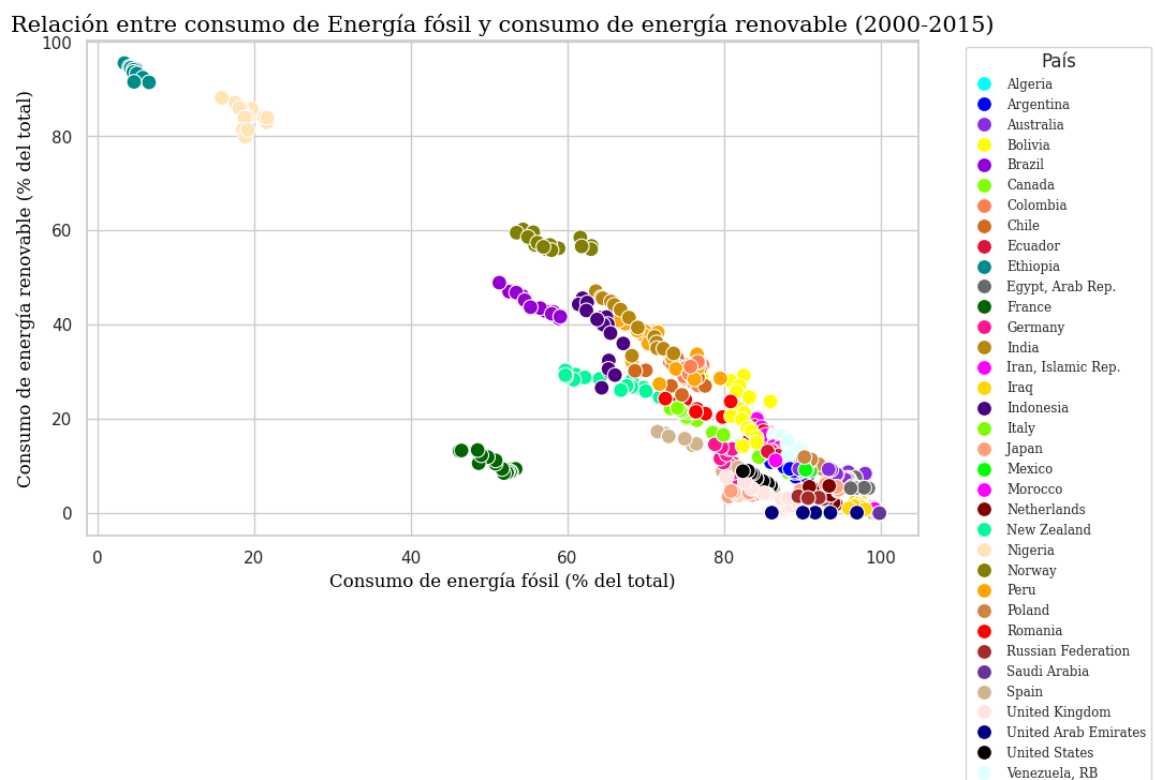


Para observar el consumo de energía proveniente de fuentes renovables y no renovables se puede usar la *gráfica 7*. De esta gráfica es importante destacar la fuerte correlación negativa entre el consumo de energía de combustibles fósiles (% del total) y el consumo de energía renovable (% del total). Esto indica que a medida que aumenta el consumo de combustible fósil disminuye el consumo de energía renovable, y viceversa. Sin embargo, un hallazgo aún más relevante es la marcada disparidad en el consumo energético global, pues la mayoría de los

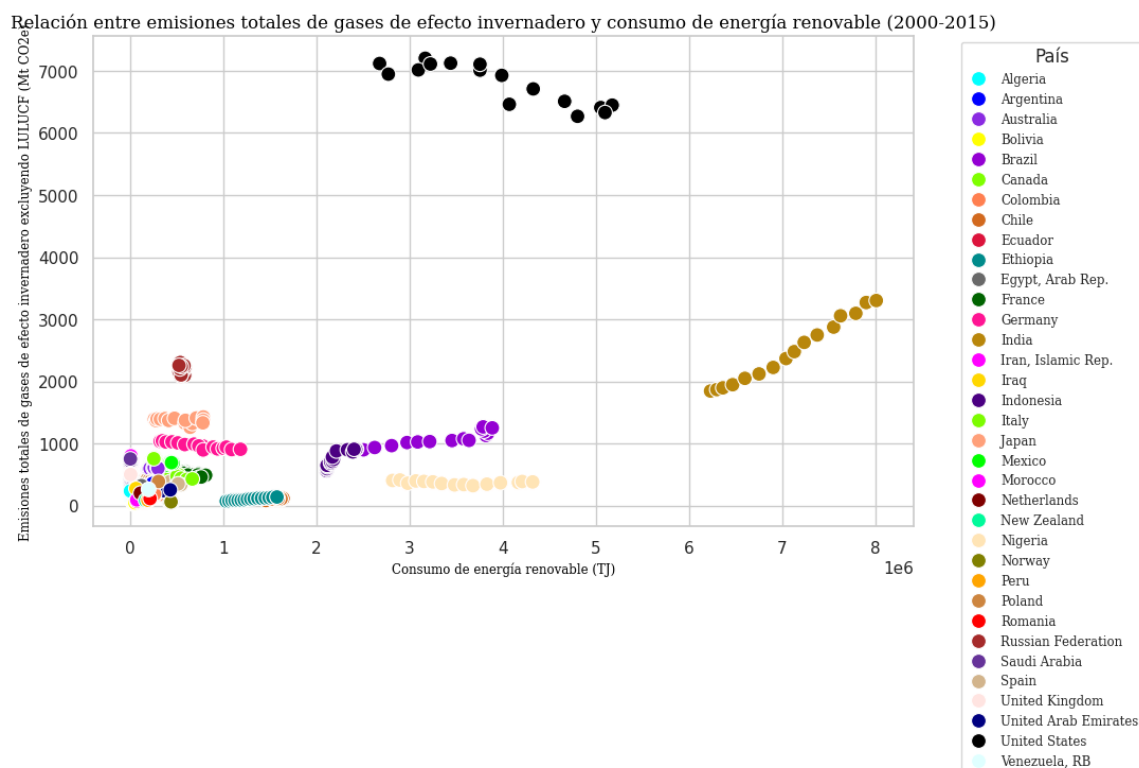
países dependen fuertemente de combustibles fósiles, con una adopción muy limitada de energías renovables. Etiopía y Nigeria son los países con más alto consumo de energía renovable del total de energía consumida en cada país, y dado que a medida que aumenta el consumo de esta energía disminuye el consumo de la energía de combustibles fósiles, también son los países que menor consumo tienen de combustibles (del total de energía consumida en el respectivo país).

Es crucial destacar que, si bien Nigeria y Etiopía muestran el mayor porcentaje de consumo de energía renovable en relación con su consumo total, esto no implica que sean los mayores consumidores absolutos de energía renovable entre los países analizados. Por ejemplo, India lidera en el consumo total de energía renovable (*ver gráfica 8*), pero en el total de su energía consumida no representa un porcentaje tan alto. Estos resultados en el análisis subrayan los desafíos en la transición energética y exponen la vulnerabilidad a crisis energéticas asociadas a la dependencia de los combustibles fósiles.

Gráfica 7. *Relación entre consumo de energía fósil y consumo de energía renovable (por países) (2000-2015)*



Gráfica 8. *Relación entre emisiones totales de gases de efecto invernadero excluyendo LULUCF (Mt CO₂e) y consumo de energía renovable (TJ) [3.1_RE.CONSUMPTION](2000-2015).*



3. Comparación entre la producción eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Un indicador funcional para el análisis de la producción energética es la intensidad de carbono. “ La intensidad de carbono es un indicador fundamental para evaluar el impacto ambiental de diferentes actividades económicas y sectores. Su relevancia radica en que permite identificar áreas de mejora y establecer estrategias de descarbonización”(Manglai, 2025).

Gráfico 9. *Emisiones de CO₂e por unidad de electricidad producida (continentes)(2000-2015).*

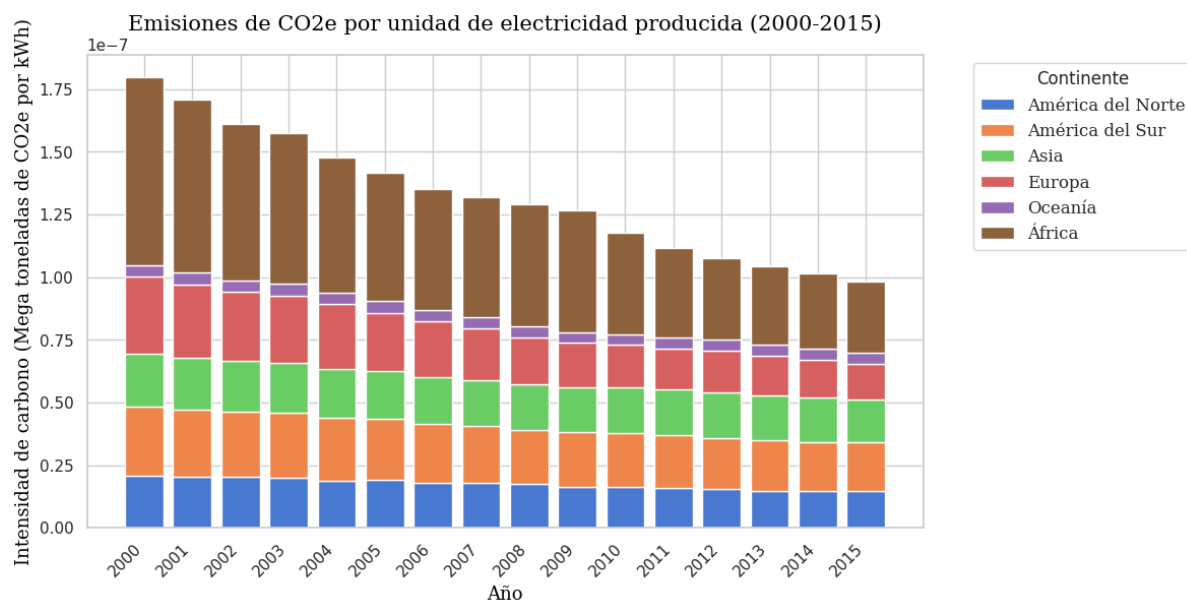
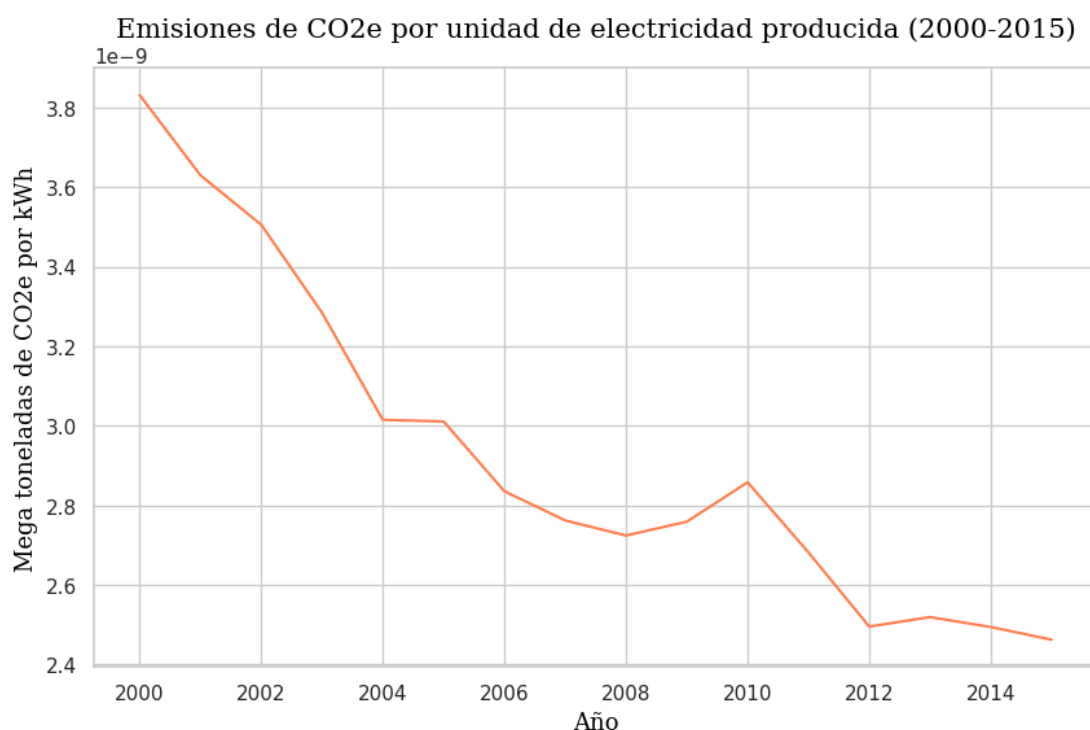


Gráfico 10. *Emisiones de CO2e por unidad de electricidad producida (Colombia)(2000-2015).*



En los países analizados se observa una tendencia general decreciente en la intensidad de carbono (*ver gráfica 9*). Esto indica que la cantidad de emisiones en Mt de CO2e por unidad de electricidad ha disminuido de manera general. Se evidencia que tanto África como Europa son unos de los mayores contribuyentes a la intensidad de carbono en los años 2000, pero en los años siguientes en estos mismos continentes se observa una mayor disminución.

También se refleja una tendencia clara de disminución en las emisiones de CO₂e por unidad de electricidad producida en Colombia a lo largo del período analizado (*ver gráfica 10*). Esta mejora en la eficiencia energética puede atribuirse, en gran medida, al crecimiento de la generación de electricidad a partir de fuentes de energía hidráulica. La predominancia de estas energías renovables permite una generación de electricidad con menos factores de emisión, contribuyendo significativamente a la reducción de las emisiones del sector eléctrico en el país.

La disminución de la intensidad de carbono representa un avance positivo hacia la transición energética. Según Manglai (2025), una baja intensidad de carbono indica que una actividad económica genera menos emisiones por unidad de producción, lo que se traduce en una mayor eficiencia ambiental. Este factor es crucial para alcanzar los objetivos climáticos globales, como los establecidos en el Acuerdo de París. Sin embargo, es fundamental aclarar que una menor intensidad de carbono no implica necesariamente una intensidad de carbono baja. Y que aunque se disminuya la cantidad de emisiones por unidad de energía producida, si la producción sigue aumentando las emisiones también lo harán, aunque en una menor proporción. Sin embargo, si se genera un aumento en la producción de electricidad renovable, el consumo de esta aumentará y las emisiones de GEI tenderán a reducirse, pues también se están reduciendo las emisiones por parte del consumo.

En conclusión, la matriz energética desempeña un papel fundamental en la relación entre el consumo de energía y las emisiones de GEI. Aunque existe una correlación positiva entre ambos factores, esta puede minimizarse mediante la adopción de fuentes de energía renovables tanto en la producción como en el consumo. Sin embargo, para lograr una reducción efectiva en las emisiones totales, no basta con generar más energía a partir de fuentes limpias, es crucial que su consumo aumente y reemplace el de las energías no renovables. Si la demanda de energía sigue dependiendo de combustibles fósiles, las emisiones no disminuirán y la transición energética será insuficiente.

En Colombia se observa una relación no lineal entre consumo energético y emisiones de GEI, pues en algunos años, un consumo eléctrico menor no implicó necesariamente menos emisiones, lo que indica que la fuente de generación energética juega un papel clave, pues si la electricidad proviene de fuentes intensivas en carbono, incluso un consumo no tan alto puede generar emisiones significativas. La tendencia decreciente de la intensidad de carbono en Colombia se debe a la alta participación de la energía hidroeléctrica en la producción de

electricidad, lo que ha permitido que el sector eléctrico colombiano tenga menores factores de emisión.

Identificar las regiones con mayor y menor consumo energético, evaluando su evolución en el período 2000-2015.

Referencias

Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). *Barreras a la electrificación en América Latina*. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/energia/es/barreras-a-la-electrificacion-en-america-latina/>

El Colombiano. (2025). *1 de cada 5 colombianos no cuenta con capacidad de pago, conexión o bienes para acceder a la electricidad*. Recuperado de <https://www.elcolombiano.com/negocios/el-185-de-la-poblacion-en-colombia-se-encuentra-en-situacion-de-pobreza-energetica-DF22365655>

Gallego, J. (2021). Emisiones de CO2 del sector energético y fuentes renovables en América Latina y el Caribe. *Cepei*. Recuperado de: <https://cepei.org/documents/emisiones-del-sector-electrico/>

Manglai. (2025). Intensidad de Carbono (IIC). En *Glosario de términos*. Recuperado de <https://www.manglai.io/glossary/intensidad-de-carbono>