# Análisis de la Relación entre Nivel de Ingreso y Emisiones de CO₂ Per Cápita: Un Marco Conceptual para la Comprobación de Hipótesis

## Sección 1: Contextualización del Vínculo entre Desarrollo Económico y Emisiones de Carbono

### Introducción

En el corazón del debate sobre el desarrollo sostenible yace una tensión fundamental: la histórica correlación entre la prosperidad económica y la degradación ambiental. Desde la Revolución Industrial, el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) ha estado intrínsecamente ligado a un aumento en el consumo de energía, predominantemente de combustibles fósiles, lo que ha resultado en un incremento sostenido de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).1 Este fenómeno plantea una de las preguntas más críticas de nuestro tiempo: ¿es el aumento de las emisiones de carbono una consecuencia inevitable del desarrollo económico, o pueden las naciones desacoplar su crecimiento económico de su huella de carbono? El propósito de este análisis es establecer un marco conceptual riguroso para investigar esta relación, explorando las teorías que la sustentan, las críticas que la cuestionan y las implicaciones de su estudio a través de la inferencia estadística.

### 1.1 La Lógica Intuitiva y el "Efecto Escala": Por Qué el Crecimiento Debería Aumentar las Emisiones

La hipótesis más directa y plausible postula una relación positiva y monotónica entre el nivel de ingreso de un país y sus emisiones de CO₂ per cápita. Esta relación se fundamenta en el "efecto escala", un concepto central en la economía ambiental. El crecimiento económico, en su esencia, es una expansión de la producción de bienes y servicios, lo cual requiere un uso intensivo de energía y recursos naturales.2 Históricamente, esta demanda energética ha sido satisfecha mediante la quema de carbón, petróleo y gas natural, las principales fuentes de emisiones de CO₂ antropogénicas.1

Esta conexión se ve reforzada por los patrones de consumo. A medida que aumenta el ingreso per cápita, la población demanda más bienes y servicios intensivos en energía. Esto incluye un mayor número de vehículos privados, viviendas más grandes que requieren calefacción y refrigeración, un aumento en los viajes aéreos y un consumo masivo de productos electrónicos y manufacturados.2 La combinación del crecimiento demográfico y el aumento de la afluencia (ingreso per cápita) ha sido identificada como el principal motor del incremento de las emisiones globales de CO₂.4 Por lo tanto, la intuición económica básica sugiere que, a mayor riqueza, mayor consumo de energía y, en consecuencia, mayores emisiones per cápita. Esta relación lineal y positiva ha sido la norma durante la mayor parte de la historia económica moderna, estableciendo un precedente que vincula directamente el desarrollo con la contaminación atmosférica.5

### 1.2 El Marco Teórico de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK): Una Relación No Lineal

Frente a la visión de una relación lineal, la teoría económica ha propuesto un modelo más sofisticado: la Curva Ambiental de Kuznets (CAK). Originalmente adaptada de la hipótesis de Simon Kuznets sobre la desigualdad de ingresos, la CAK postula una relación en forma de "U" invertida entre el desarrollo económico y la degradación ambiental.6 Según esta teoría, en las primeras etapas del desarrollo, la degradación ambiental aumenta a medida que el ingreso per cápita crece. Sin embargo, después de alcanzar un cierto "punto de inflexión", un mayor crecimiento económico se asocia con una mejora en la calidad ambiental y una reducción de las emisiones.8

La forma de esta curva se explica por la interacción de tres efectos distintos que evolucionan a lo largo del proceso de desarrollo de un país:

1. **Efecto Escala (Scale Effect):** Como se describió anteriormente, el aumento de la escala de la actividad económica conduce inicialmente a un mayor uso de recursos y a una mayor generación de contaminación. En esta fase, la prioridad es el crecimiento económico por encima de la protección ambiental.6
2. **Efecto Composición (Composition Effect):** A medida que las economías maduran, su estructura productiva cambia. Se produce una transición desde una economía agraria hacia una industrial, que es altamente contaminante. Posteriormente, hay un segundo cambio estructural desde la industria pesada hacia industrias de servicios y basadas en la información, que son inherentemente menos intensivas en energía y recursos.2 Este cambio en la composición del PIB ayuda a mitigar el aumento de las emisiones.6
3. **Efecto Tecnológico (Technological Effect):** Las naciones más ricas tienen una mayor capacidad para invertir en investigación y desarrollo, lo que conduce a la creación y adopción de tecnologías más limpias y eficientes.2 Simultáneamente, a medida que se satisfacen las necesidades básicas, la población comienza a valorar más un medio ambiente limpio y saludable. Esta mayor conciencia ambiental se traduce en una mayor demanda de regulaciones gubernamentales más estrictas, que incentivan a las empresas a reducir su impacto ambiental.8

La evidencia empírica sobre la CAK es mixta y depende en gran medida del contaminante y la región estudiada. Algunos análisis han encontrado que las emisiones aumentan con el ingreso per cápita hasta un punto de inflexión, que se estima en un promedio global de alrededor de 25,000 USD, aunque para las economías avanzadas este umbral puede ser mucho mayor, entre 35,000 y 50,000 USD.12 Esto implica que muchas economías emergentes de gran tamaño, como China e India, todavía se encuentran en la fase ascendente de la curva, donde el crecimiento económico sigue impulsando un aumento de las emisiones.12 En el caso de la Unión Europea, estudios han identificado una relación estadísticamente significativa a largo plazo, donde un cambio del 1% en el PIB conduce a un cambio promedio del 0.072% en las emisiones de CO₂, lo que sugiere que, si bien existe un vínculo, otros factores también son determinantes.13

Es crucial entender que la CAK es una teoría sobre la trayectoria de un país a lo largo del tiempo (un proceso longitudinal), no una simple comparación estática entre países en un momento dado (un análisis transversal). Un análisis que compara un país de bajos ingresos hoy con un país de altos ingresos hoy podría observar una aparente curva de Kuznets, pero esto podría ser simplemente un reflejo de que los países se encuentran en diferentes etapas de su propio desarrollo. No demuestra necesariamente que el país de bajos ingresos seguirá la misma trayectoria que el país de altos ingresos, especialmente en un contexto tecnológico y político global que ha cambiado drásticamente.

### 1.3 Críticas a la CAK y Razones para la Ausencia de una Diferencia Sistemática

A pesar de su atractivo teórico, la Curva Ambiental de Kuznets ha sido objeto de críticas rigurosas que cuestionan su validez universal, especialmente en el caso de las emisiones de CO₂. Estas críticas ofrecen razones de peso para considerar la posibilidad de que no exista una diferencia sistemática y clara entre el ingreso y las emisiones, o que la relación observada sea engañosa.

* **Contaminantes Globales vs. Locales:** La evidencia más sólida a favor de la CAK se encuentra en contaminantes con impactos locales y de corto plazo, como el dióxido de azufre () o las partículas en suspensión.15 Los efectos negativos de estos contaminantes (smog, lluvia ácida) se sienten directamente en las comunidades, generando una fuerte presión política para su regulación una vez que la sociedad alcanza un nivel de ingresos que le permite priorizar la salud pública.15 En cambio, el CO₂ es un contaminante global y acumulativo. Sus impactos más severos están geográficamente dispersos y se manifiestan a largo plazo, lo que debilita el incentivo para que un solo país tome medidas costosas que benefician a todo el planeta. Por esta razón, la CAK no suele verificarse para el CO₂.15
* **La Hipótesis del "Paraíso de la Contaminación" (Pollution Haven Hypothesis):** Una de las críticas más contundentes es que la aparente "ecologización" de las economías ricas es, en parte, una ilusión estadística creada por la globalización. Las naciones desarrolladas han deslocalizado sus industrias más contaminantes y de uso intensivo de carbono hacia países en desarrollo con regulaciones ambientales más laxas.2 Luego, importan los bienes producidos en esas industrias. Esto reduce las emisiones *basadas en la producción* dentro de sus fronteras, pero sus emisiones *basadas en el consumo* pueden seguir siendo altas o incluso aumentar.18 El uso de métricas como el Consumo Material Doméstico (DMC), que no contabiliza completamente los recursos y emisiones incorporados en el comercio internacional, puede llevar a conclusiones erróneas sobre la desmaterialización de la economía. En contraste, métricas más holísticas como la Huella Material (MF) demuestran que el uso total de recursos en las economías ricas ha seguido aumentando en línea con el PIB, contradiciendo la narrativa de un "crecimiento verde" automático.17
* **El "Desacoplamiento" Impulsado por Políticas:** La reducción de emisiones observada en muchas naciones avanzadas no es un resultado automático de la riqueza, sino el fruto de políticas climáticas deliberadas y estrictas. Factores como la inversión masiva en energías renovables, la implementación de impuestos al carbono, los sistemas de comercio de emisiones y las regulaciones de eficiencia energética han sido los verdaderos impulsores del desacoplamiento.5 En este marco, el alto nivel de ingresos no es la causa directa de la reducción de emisiones, sino un factor facilitador que proporciona los recursos económicos y la estabilidad institucional necesarios para implementar estas políticas de manera efectiva.18
* **La Hipótesis de "Re-conexión" (Curva en forma de N):** Algunos estudios sugieren que la relación de la CAK podría no ser sostenible a largo plazo. Después de un período de desacoplamiento, las emisiones podrían comenzar a aumentar nuevamente a niveles de ingresos muy altos. Esto ocurriría si las ganancias de la eficiencia tecnológica y los cambios estructurales son finalmente superadas por el efecto escala de un consumo en constante crecimiento. Este fenómeno, conocido como "re-conexión", daría lugar a una curva en forma de N en lugar de una "U" invertida.15

Estos argumentos conducen a una reflexión más profunda sobre la idoneidad del Estado-nación como unidad de análisis para un problema global como el cambio climático. La hipótesis del "paraíso de la contaminación" revela que, debido a la globalización de las cadenas de suministro, la huella de carbono de un país no está contenida dentro de sus fronteras. Concluir que los "países ricos son más limpios" basándose únicamente en sus emisiones de producción interna es un artefacto estadístico que ignora su responsabilidad en las emisiones generadas en otros lugares para satisfacer su consumo. Por lo tanto, cualquier análisis que vincule el ingreso nacional con las emisiones domésticas debe ser interpretado con extrema cautela, reconociendo que el sistema de contabilidad nacional puede no reflejar adecuadamente la realidad física del comercio y la responsabilidad ambiental global.

## Sección 2: Formulación y Justificación del Contraste de Hipótesis

### Introducción

Una vez establecido el complejo contexto teórico que rodea la relación entre el ingreso y las emisiones de CO₂, el siguiente paso es traducir esta cuestión de investigación en un marco estadístico preciso y comprobable. Este proceso implica la formulación de hipótesis formales que puedan ser evaluadas empíricamente utilizando datos. La elección y justificación del tipo de prueba de hipótesis es fundamental, ya que determina la naturaleza de la pregunta que se está respondiendo y la sensibilidad del análisis para detectar un efecto real.

### 2.1 Definición de las Hipótesis Nula y Alternativa

Para operacionalizar la pregunta de investigación, es necesario clasificar los países en grupos discretos según su nivel de ingreso (por ejemplo, "países de ingreso alto" y "países de ingreso bajo", según las clasificaciones del Banco Mundial). El parámetro de interés para la comparación será la media poblacional de las emisiones de CO₂ per cápita, denotada por .

* **Hipótesis Nula ():** La hipótesis nula representa la afirmación de "no efecto" o "no diferencia". Es la suposición por defecto que se mantiene a menos que la evidencia estadística sea lo suficientemente fuerte para rechazarla.19 En este contexto, la hipótesis nula establecerá que la media de las emisiones per cápita de los países de ingreso alto es menor o igual a la de los países de ingreso bajo. Esta formulación representa el escenario en el que la riqueza no conduce a mayores emisiones, o incluso podría estar asociada con menores emisiones (como predeciría la fase descendente de la CAK).
  + **En notación estadística:** o, de forma equivalente, .
* **Hipótesis Alternativa ():** La hipótesis alternativa es la afirmación que el investigador busca respaldar con evidencia. Refleja la hipótesis de investigación derivada de la teoría económica y la evidencia histórica.19 Basándose en el "efecto escala" y en el patrón de desarrollo industrial, la hipótesis alternativa postula que los países de ingreso alto tienen una media de emisiones de CO₂ per cápita significativamente mayor que la de los países de ingreso bajo.21
  + **En notación estadística:** o, de forma equivalente, .

### 2.2 Justificación del Contraste Unilateral (de una cola)

La elección entre un contraste unilateral (de una cola) y uno bilateral (de dos colas) es una decisión metodológica crucial que debe basarse en el conocimiento teórico previo y la pregunta de investigación específica.22 Para este análisis, un contraste unilateral es la opción más apropiada, potente y teóricamente justificada.

Un contraste bilateral se utiliza cuando el interés del investigador es detectar *cualquier* diferencia significativa entre dos grupos, sin importar la dirección ().23 Este enfoque es adecuado en contextos exploratorios donde no existe una base teórica sólida para predecir la dirección del efecto. Por el contrario, un contraste unilateral se emplea cuando la teoría o la evidencia previa sugieren fuertemente una dirección específica para la diferencia.25

En el contexto de las emisiones de CO₂, la vasta literatura económica e histórica proporciona una predicción direccional inequívoca. La lógica del "efecto escala", la historia de la industrialización basada en combustibles fósiles y la fase ascendente de la CAK apuntan abrumadoramente en una dirección: si existe una diferencia significativa, es casi seguro que los países de ingresos más altos emitirán más per cápita.1 La posibilidad de que los países de bajos ingresos, con economías predominantemente agrarias y menor consumo de energía, tengan emisiones per cápita sistemáticamente más altas que las naciones industrializadas es teóricamente inverosímil.

Desde una perspectiva estadística, un contraste unilateral es más potente que uno bilateral. Al concentrar toda la región de rechazo (el nivel de significancia, ) en una sola cola de la distribución, la prueba tiene una mayor capacidad para detectar un efecto real si este existe en la dirección esperada.23 Utilizar una prueba bilateral en esta situación dividiría la significancia en dos colas, lo que haría más difícil rechazar la hipótesis nula y aumentaría la probabilidad de cometer un error de tipo II (un falso negativo), es decir, no detectar una diferencia que realmente existe.25

La elección de una prueba unilateral, por lo tanto, no es un mero tecnicismo estadístico, sino una declaración sobre la madurez del campo de investigación. Refleja que el análisis ha superado la fase exploratoria de preguntar "¿existe alguna diferencia?" para entrar en una fase confirmatoria que busca validar una hipótesis direccional bien fundamentada: "¿son las emisiones de los países ricos mayores, como predice la teoría?". Optar por una prueba bilateral implicaría un estado de ignorancia sobre la dirección de la relación, lo cual sería inconsistente con décadas de investigación en economía del desarrollo y del medio ambiente. La justificación es, por tanto, tanto estadística (mayor poder) como epistemológica (alineación del método con el conocimiento teórico acumulado).

## Sección 3: Implicaciones de los Errores de Inferencia en la Política de Desarrollo Sostenible

### Introducción

La comprobación de hipótesis no es un ejercicio académico abstracto; sus conclusiones tienen el potencial de influir directamente en la formulación de políticas públicas con profundas consecuencias económicas, sociales y ambientales. En el contexto de la relación entre ingreso y emisiones, un error en la inferencia estadística puede llevar a decisiones políticas que socaven los objetivos del desarrollo sostenible. Es fundamental, por tanto, analizar las implicaciones de los dos tipos de errores posibles: el error de tipo I (falso positivo) y el error de tipo II (falso negativo).

### 3.1 El Error de Tipo I (Falso Positivo): Concluir una Diferencia Inexistente

* **Definición Estadística:** Un error de tipo I ocurre cuando se rechaza una hipótesis nula () que en realidad es verdadera.27 La probabilidad de cometer este error está controlada por el nivel de significancia ().
* **Interpretación en Contexto:** En este análisis, un error de tipo I significaría concluir que los países de ingreso alto tienen emisiones per cápita significativamente mayores que los países de ingreso bajo, cuando en realidad no existe tal diferencia sistemática en la población global de países. Estaríamos identificando una relación que es simplemente el producto de la variabilidad aleatoria en la muestra de datos seleccionada.
* **Consecuencias Políticas y Económicas:**
  + **Políticas Punitivas Injustificadas:** Basándose en esta conclusión errónea, los organismos internacionales podrían diseñar e implementar políticas que penalicen injustamente a las economías emergentes. Por ejemplo, se podrían imponer aranceles al carbono o restringir el acceso a financiación para el desarrollo a países de ingresos medios, bajo la falsa premisa de que su trayectoria de crecimiento conducirá inevitablemente a niveles de emisión insostenibles.
  + **Mala Asignación de Recursos Globales:** La financiación climática y la ayuda tecnológica podrían ser dirigidas de manera ineficiente. Se podrían destinar miles de millones de dólares a mitigar un problema de "emisiones ligadas al crecimiento" en países de ingresos medios que en realidad no existe, desviando recursos de otras áreas críticas como la adaptación al cambio climático o la lucha contra la pobreza energética. Esto representaría un coste económico innecesario y un desperdicio de capital humano y financiero.27
  + **Pérdida de Credibilidad y Confianza:** Si las políticas climáticas globales se basan en evidencia estadística frágil que posteriormente se demuestra incorrecta, puede erosionarse gravemente la confianza del público y de los líderes políticos en la ciencia del clima y en las instituciones multilaterales. Este daño a la credibilidad dificultaría la cooperación internacional en futuros desafíos ambientales.27

### 3.2 El Error de Tipo II (Falso Negativo): Ignorar una Diferencia Real

* **Definición Estadística:** Un error de tipo II ocurre cuando no se logra rechazar una hipótesis nula () que en realidad es falsa.27 La probabilidad de cometer este error se denota por .
* **Interpretación en Contexto:** Este error implicaría que el análisis no detecta una relación genuina y sistemática en la que los niveles de ingresos más altos están efectivamente asociados con mayores emisiones per cápita. La conclusión sería que "no hay evidencia de una diferencia", cuando en realidad sí la hay. Se estaría pasando por alto un efecto real y significativo.
* **Consecuencias Políticas y Económicas:**
  + **Inacción y Complacencia Política:** Esta es, con diferencia, la consecuencia más peligrosa. Los responsables políticos podrían interpretar erróneamente este resultado como una prueba de que el crecimiento económico es inherentemente "verde" o se desacopla automáticamente de las emisiones. Esto justificaría un enfoque de "business-as-usual", retrasando o abandonando políticas climáticas cruciales como la fijación de precios al carbono, la eliminación de subsidios a los combustibles fósiles y la promoción a gran escala de las energías renovables.27
  + **Aceleración del Cambio Climático:** Al no identificar y actuar sobre el vínculo fundamental entre los modelos económicos de altos ingresos y las altas emisiones, se permitiría que los principales impulsores del cambio climático continúen sin control. Este error podría tener consecuencias catastróficas e irreversibles, como el cruce de puntos de inflexión climáticos, el colapso de ecosistemas vitales y un aumento dramático en la frecuencia e intensidad de los desastres naturales, afectando desproporcionadamente a las poblaciones más vulnerables.27
  + **Fomento de un Modelo de Desarrollo Insostenible:** Un falso negativo validaría implícitamente la idea de que las naciones en desarrollo pueden y deben seguir la misma trayectoria de desarrollo intensiva en carbono que siguieron las naciones hoy ricas. Esto condenaría a la economía global a una senda de altas emisiones durante décadas, haciendo prácticamente inalcanzables los objetivos del Acuerdo de París.

### Tabla 1: Matriz de Consecuencias de Errores Estadísticos en la Política Climática

| Tipo de Error | Definición Estadística | Interpretación en el Contexto del Estudio | Consecuencia Principal para la Política Climática |
| --- | --- | --- | --- |
| **Error Tipo I** | Rechazar cuando es verdadera. | Concluir que los países ricos contaminan más per cápita cuando no hay una diferencia real. | **Acción Innecesaria:** Implementación de políticas punitivas y mala asignación de recursos basada en una relación inexistente. |
| **(Falso Positivo)** |  |  |  |
| **Error Tipo II** | No rechazar cuando es falsa. | No detectar que los países ricos realmente contaminan más per cápita. | **Inacción Catastrófica:** Justificación para no implementar políticas climáticas urgentes, acelerando el cambio climático. |
| **(Falso Negativo)** |  |  |  |

El análisis de estos dos tipos de error revela una profunda asimetría en el riesgo que representan. Las consecuencias de un error de tipo I son principalmente económicas y, en gran medida, reversibles; una política ineficiente puede ser derogada y los recursos reasignados. Sin embargo, las consecuencias de un error de tipo II en el contexto del cambio climático son ambientales, globales, potencialmente irreversibles y catastróficas.27

Esta asimetría conecta directamente el marco de la comprobación de hipótesis con el **principio de precaución**, una piedra angular de la política ambiental. Este principio establece que, ante la amenaza de un daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no debe utilizarse como razón para posponer la adopción de medidas eficaces para prevenir la degradación ambiental. En términos estadísticos, esto sugiere que la aversión a un error de tipo II debería ser mucho mayor que la aversión a un error de tipo I. La convención estadística de fijar el nivel de significancia en 0.05 (un 5% de probabilidad de cometer un error de tipo I) trata implícitamente ambos errores con una ponderación de riesgo similar. Sin embargo, dado que un falso negativo en este contexto podría contribuir a un fracaso global para mitigar el cambio climático, un enfoque de gestión de riesgos más prudente podría justificar la aceptación de un más alto (por ejemplo, 0.10) para aumentar el poder de la prueba y reducir la probabilidad () de cometer un error de tipo II, cuyas consecuencias son inconmensurablemente más graves. La decisión, por lo tanto, trasciende la estadística pura y se convierte en un ejercicio de juicio sobre la gestión del riesgo existencial en condiciones de incertidumbre.

#### Obras citadas

1. Economic Growth and Emission Curbs: Are They Compatible? - Greenly, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://greenly.earth/en-gb/blog/company-guide/economic-growth-and-emission-curbs-are-they-compatible>
2. Environmental Kuznets curve - Economics Help, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.economicshelp.org/blog/14337/environment/environmental-kuznets-curve/>
3. Economic growth and CO2 emissions: the ECM analysis - Journal of International Studies, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.jois.eu/files/07_Kasperowicz.pdf>
4. Full article: Driving mechanisms for decoupling CO2 emissions from economic development in the ten largest emission countries - Taylor & Francis Online, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20964129.2022.2059016>
5. The relationship between growth in GDP and CO2 has loosened; it ..., fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.iea.org/commentaries/the-relationship-between-growth-in-gdp-and-co2-has-loosened-it-needs-to-be-cut-completely>
6. Global Dynamics of Environmental Kuznets Curve: A Cross ... - MDPI, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/20/9089>
7. Kuznets curve - Wikipedia, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://en.wikipedia.org/wiki/Kuznets_curve>
8. Environmental Kuznets Curve - (Principles of Microeconomics) - Vocab, Definition, Explanations | Fiveable, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://fiveable.me/key-terms/principles-microeconomics/environmental-kuznets-curve>
9. The Environmental Kuznets Curve - Intelligent Economist, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.intelligenteconomist.com/kuznets-curve/>
10. The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://steadystate.org/wp-content/uploads/Stern_KuznetsCurve.pdf>
11. Examining the Validity of the Environmental Kuznets Curve - Columbia Academic Commons, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/d8-mhd7-tn25/download>
12. Yes, there is an Environmental Kuznets Curve: economic development can be a pathway to lower per-capita emissions - Bruegel, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.bruegel.org/first-glance/yes-there-environmental-kuznets-curve-economic-development-can-be-pathway-lower-capita>
13. The Relationship Between Economic Growth and CO2 Emissions in EU Countries: A Cointegration Analysis - Frontiers, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2022.934885/full>
14. (PDF) The Relationship Between Economic Growth and CO2 Emissions in EU Countries: A Cointegration Analysis - ResearchGate, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.researchgate.net/publication/361954588_The_Relationship_Between_Economic_Growth_and_CO2_Emissions_in_EU_Countries_A_Cointegration_Analysis>
15. Environmental Kuznets Curve: A Critical Review - SciSpace, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://scispace.com/pdf/environmental-kuznets-curve-a-critical-review-3j32wmmfsc.pdf>
16. Exploring the Nexus between Greenhouse Emissions, Environmental Degradation and Green Energy in Europe: A Critique of the Environmental Kuznets Curve - MDPI, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/20/5109>
17. No, the "Environmental Kuznets Curve" won't save us - resilience, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.resilience.org/stories/2020-10-13/no-the-environmental-kuznets-curve-wont-save-us/>
18. CO₂ and Greenhouse Gas Emissions - Our World in Data, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
19. Null & Alternative Hypotheses | Definitions, Templates & Examples - Scribbr, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.scribbr.com/statistics/null-and-alternative-hypotheses/>
20. Formulation of null and alternative hypotheses | Data, Inference, and Decisions Class Notes, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://fiveable.me/data-inference-and-decisions/unit-6/formulation-null-alternative-hypotheses/study-guide/G5lXG8JffobAtPd0>
21. Hypothesis Test for a Difference in Two Population Means (1 of 2) | Concepts in Statistics, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://courses.lumenlearning.com/wm-concepts-statistics/chapter/hypothesis-test-for-a-difference-in-two-population-means-1-of-2/>
22. Should we use one-sided or two-sided P values in tests of significance? - PubMed, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23551169/>
23. One-tailed vs. two-tailed hypothesis: Key differences & when to use each - Statsig, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.statsig.com/perspectives/one-tailed-vs-two-tailed-hypothesis>
24. One- and two-tailed tests - Wikipedia, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://en.wikipedia.org/wiki/One-_and_two-tailed_tests>
25. On the use of one-sided statistical tests in biomedical research - PubMed, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28323356/>
26. One-tailed vs Two-tailed Tests of Significance in A/B Testing | Analytics-Toolkit.com, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://blog.analytics-toolkit.com/2017/one-tailed-two-tailed-tests-significance-ab-testing/>
27. Type-I and Type-II Errors: Avoiding Mistakes in Hypothesis Testing, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://evs.institute/research-methodology-for-environmental-science/type-i-type-ii-errors-hypothesis-testing/>
28. The Cost of Getting It Wrong: Why Type 1 and Type 2 Errors Matter - Omniconvert, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://www.omniconvert.com/blog/type-1-and-type-2-errors/>
29. Understanding Type I and Type II Errors in Statistical Testing - VSNi, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://vsni.co.uk/type-1-and-2-errors/>
30. evs.institute, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://evs.institute/research-methodology-for-environmental-science/type-i-type-ii-errors-hypothesis-testing/#:~:text=Real%2Dworld%20examples%20in%20environmental%20science%20%F0%9F%94%97&text=A%20Type%2DI%20error%20would%20claim%20warming%20is%20occurring%20when,potentially%20delaying%20necessary%20adaptation%20measures.>
31. Type I and Type II Error Avoidance and its Possible Role in the Climate Change Debate, fecha de acceso: octubre 14, 2025, <https://achemistinlangley.net/2015/01/05/type-i-and-type-ii-error-avoidance-and-its-possible-role-in-the-climate-change-debate/>