

Propuesta de indicador sencillo para indicar la intensidad de las políticas públicas de la región latinoamericana y el caribe de cara a cumplir con los objetivos propuestos por el COP26

CIEA - Centro Internacional de Energia y Ambiente

Lunes, 06 de diciembre de 2021
White Paper Versión 0.4

Abstract

During the last United Nations Conference on Climate Change, there was much discussion about the challenges that the world has to face in order to mitigate greenhouse gas emissions and meet the goal of zero emissions by 2050. This research seeks propose a simple indicator to identify how intense the public policies of the Latin American and Caribbean region should be, compared to those of the rest of the world. Using the hierarchical process analysis tool, four variables are chosen. One economic, GDP per capita, one technical, emissions per capita, and two of local energy matrix intensity, percentage of renewables in the energy matrix, as well as percentage of alternative renewables for total renewables. Identifying that, although many countries have matrices with an important component of renewables, others are significantly behind for the region and world in general.

Resumen

Durante la última Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático se discutió mucho sobre los retos que tiene que enfrentar el mundo de cara a mitigar las emisiones de gases de invernadero, para cumplir el objetivo de alcanzar las cero emisiones para el 2050. Esta investigación busca proponer un indicador sencillo para identificar que tan intensas deben ser las políticas públicas de la región latinoamericana y del caribe, comparadas con las del resto de mundo. Utilizando la herramienta del análisis jerárquico de procesos, se escogen cuatro variables. Una económica, PIB per cápita, una técnica, emisiones per cápita, y dos de la intensidad de la matriz energética local, porcentaje de renovables en la matriz energética, así como porcentaje de renovables alternativas del total de renovables. Identificándose que, aunque muchos países tienen matrices con un componente importante de renovables, otros están significativamente rezagados para la región y el mundo en general.

Índice

| | | |
|----------|----------------------------------|-----------|
| 1 | Antecedentes | 3 |
| 2 | Introducción | 6 |
| 3 | Marco Teórico | 8 |
| 3.1 | Energías Renovables | 8 |
| 3.2 | Energías No Renovables | 11 |
| 4 | Marco Metodológico | 12 |
| 4.1 | Paso 1 | 14 |
| 4.2 | Paso 2 | 14 |
| 4.3 | Paso 3 | 15 |
| 5 | Investigación | 16 |
| 6 | Conclusiones | 16 |
| 7 | Recomendaciones | 17 |

1 Antecedentes

En América Latina y el Caribe se afronta problemas ambientales producto del cambio climático, mucho de estos efectos se han producido por la actividad económica en las formas de producción realizadas por el ser humano y de aprovechamiento de los recursos, asimismo se les atribuye a las causas naturales que genera estos efectos del mismo planeta. En la región a diferencia de los países desarrollados la situación es diferente, en el sentido que los aportes de emisiones son menores, pero igual sufre el impacto y de formas específicas de acuerdo a sus características geográficas.

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) es el resultado del dinamismo económico, que en la región también repercute negativamente, provocando transformaciones climáticas que comprenden aumentos de temperatura, incremento de los fenómenos meteorológicos que en los últimos años se evidencia en precipitación extrema que comprende desde tormentas, huracanes, terremotos, sequías, incendios forestales, inundaciones y deslizamientos.¹ Estas alteraciones impactan en el sector primario de manera significativa tomando en cuenta la importancia que tienen en la economía de la región.

El sector hídrico es una preocupación cada vez más latente por la disponibilidad del agua en áreas semiáridas y dependientes del derretimiento de los glaciares, el aumento de la población genera dificultad en la distribución del agua presentando escases en la región. Se ve afectado la biodiversidad y bosques por la modificación del cambio del uso del suelo, desaparición de bosques, biodiversidad y pérdida de ecosistemas. Riesgo en especies por extinción. No obstante, la salud de los seres humanos se ve afectada por el surgimiento de diferentes enfermedades transmitidas producto de la contaminación ambiental y de vectores de altitud y latitud.³

De lo antes descrito, es imperante una serie de medidas que abarque los aspectos específicos que el Cambio climático ha generado en la región. En este sentido, la revisión documentada del contexto climático que impacta en ALC va de lo económico, social y ambiental. En general se plantea cinco aspectos importantes en el siguientes orden: i) Adaptar sectores productivos para disminuir los GEI; ii) Fortalecer la gestión ambiental; iii) Legislación e Institucionalidad para acelerar la acción climática que permitan seguir avanzando en la región; iv) La educación y cultura como agente de cambio para tener una sociedad más preparada que permita afrontar los problemas de acción climática y los riesgos que supone nuestra supervivencia de manera consciente; y el punto v) la pobreza, es un problema latente en nuestra región por lo que debe reformularse la forma de crecimiento económico en la región.

- i) Adaptar sectores productivos para disminuir los Gases de Efecto Invernadero: En América Latina y el Caribe los sectores que generan mayor emisión de

¹2

³CEPAL. Medidas de adaptación y mitigación frente al Cambio Climático en América Latina y el Caribe: Una revisión general. Sánchez L, Reyes O. pp. 11-22. Diciembre de 2015. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/39781-medidas-adaptacion-mitigacion-frente-al-cambio-climatico-america-latina-caribe>

GEI para 2016, tenemos los sectores de energía (Argentina, México y Venezuela generan el 64 % de las emisiones de GEI) seguido del agrícola (19.8 %) y cambios del uso del suelo y silvicultura (31.5 %).⁴

- Reducir la purga y el quemado de la exploración, producción y transporte de petróleo y gas. Asimismo, se puede reducir las emisiones asociadas con la producción y transporte de combustible a través de una mayor eficiencia energética y el uso de fuentes de energía bajas en carbono.
- Mejorar la eficiencia energética en la transmisión y distribución de energía podría ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- La energía sigue siendo de potencial, expandir el uso de fuentes de energía renovable en la región requiere de apoyo directo e indirecto (por ejemplo, en precios de carbono suficientemente altos para la internalización de otros factores externos) para seguir aumentando su participación en el mercado.
- Aumentar la promoción de proyectos para proteger los suelos, y mejorar la distribución de agua en cultivos. En la región los países que adelantan estas medidas son Argentina con la recuperación tradicional de producción, Bolivia con el riego campesino autogestionario, Chile apuesta por enmiendas orgánicas para el suelo, Colombia aplica los bancos de forraje, Ecuador mejora la forma de producción y optimización del uso del agua mediante la tecnificación del riego del agua, y Honduras desarrolla el uso de llantas en la agricultura urbana.⁵ Es importante seguir aplicando cultivos orgánicos, también incluir formas de cultivo indígena y la recuperación tradicional de los cultivos no intensivos en agroquímicos.
- Fortalecimiento técnico y de gobernanza en la gestión de riesgos de desastres que afectan la AF, la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria, es uno de los puntos que la FAO hace énfasis en la región.
- Desarrollo rural integral de manera de facilitar la adopción y el intercambio de buenas prácticas agrícolas (BPA), con énfasis en la Agricultura Familiar y participación comunitaria.
- En el sector agrícola es necesario reforzar la orientación técnica en el desarrollo y uso de nuevos cultivos, dando a conocer nuevas variedades resistentes a plagas y enfermedades que se puedan adaptar al clima.
- Mayor apoyo técnico para el desarrollo rural en el manejo de desechos agrícolas.
- En cuanto al sector silvicultura es importante fortalecer los sistemas de áreas protegidas de la región amazónica; y la iniciativa que contribuye

⁴World Resources Institute (WRI)-Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Disponible en: <http://cait.wri.org/>

⁵FAO. Agricultura sostenible. 2014-2015. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5754s.pdf>

a fortalecer las políticas forestales de los países de ALC. En el caso de Brasil es preocupante, según el informe de Imazon de junio 2021, reporta 926 km² de deforestación en la Amazonía Legal, siendo un aumento de 10 % en comparación a junio de 2020.⁶ Asimismo, la actividad minera es otro factor que afecta y no hay un control eficiente o prácticas menos agresivas en la minería, por ejemplo, en Venezuela.

- Reformular la legislación en cuanto a protección animal sobre aquellas especies en peligro de extinción.
- Mayor control en la actividad pesquera debido a la sobre explotación.

ii Fortalecer la gestión ambiental:

- En política ambiental expandir las fronteras de conocimiento en materia de educación ambiental para la protección del medio ambiente y de las personas. Incentivar a la inversión en programas educacionales a gran escala que llegue aquellas comunidades de bajo recurso.
- Los flujos de información sobre los impactos ambientales deben ser transparentes, actualizados y de fácil acceso para conocimiento del país y a nivel internacional.

iii Legislación e Institucionalidad:

- La huella de carbono es un indicador muy importante, en la región se ha visto en la necesidad de adaptarse a los nuevos requisitos por la creciente información sobre el contenido de carbono en los productos alimenticios en los mercados industrializados, los exportadores latinoamericanos deben estar muy atentos a los cambios regulatorios internacionales.⁷
- Los indicadores de medición de impacto entre países en vías de desarrollo deben ser más eficaces, para que permita reflejar los avances en desarrollo sostenible, lo que implica un mayor compromiso por parte de los Gobiernos en reforzar las instituciones en cuanto a la información transparente y en tiempo real.
- La necesaria consolidación de las estadísticas básicas y el desarrollo de mediciones en temas emergentes requerirán la formulación e implementación de estrategias de desarrollo estadístico en varias áreas. Ello, permitirá el desarrollo y mejoramiento de las estadísticas nacionales y su comparabilidad internacional.⁸

⁶Imazon. Informe de deforestación legal de la Amazonía. Junio 2020. Disponible en: <https://imazon.org.br/publicacoes/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-junho-2021-sad/>

⁷CEPAL. El desafío de la sostenibilidad ambiental en América Latina y el Caribe. De Miguel. C, Tavares .M. 2012-2014. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37791/1/LCM23_es.pdf

⁸CEPAL. PLAN ESTRATÉGICO, 2015-2025. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39269/S1600210_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- Formulación y coordinación de políticas de innovación y tecnología para incentivar la investigación y el desarrollo en la región.
- Cooperar en la adaptación de las instituciones y facilidades financieras nacionales a los requerimientos específicos de los proyectos de mitigación de los efectos del cambio climático.⁹

iv La educación y cultura como agente de cambio:

- Es una de las prioridades en la región permitir seguir avanzando hacia el desarrollo sostenible, para los cambios que rompan con los ciclos de intergeneracionales de pobreza, garantizando mejores condiciones de vida, mejor salud y condiciones de vida.
- Invertir en programas educativos de ambiente para que se cree una cultura de mayor respeto hacia el medio ambiente, en casi toda la región se han realizados campañas, pero estas todavía no son suficientes para que siga contribuyendo a una mejor cultura ciudadana.

v La pobreza:

- La inversión en infraestructura y vivienda es un instrumento poderoso para contrarrestar los efectos negativos de la crisis económica y fomentar el empleo, la inclusión y un mejor acceso a los servicios sociales básicos.¹⁰
- En la región crece la necesidad de diversificar la matriz productiva para reducir la dependencia de la industria extractiva dado al impacto generado en el medio ambiente.
- Acceso al transporte que permita comunicar a las comunidades por medio de los proyectos de movilidad más eficiente.¹¹

2 Introducción

La administración de la energía es un tema complejo, no solo por sus complicaciones inherentemente técnicas, sino que incluye un componen humano (económico) y político importante. Por lo que los temas económicos regionales pesan significativamente en la toma de decisión. Por ser uno de los principales puntos que se deben atender de cara a la mitigación del cambio climático y así poder alcanzar el objetivo sustentable de cero emisiones para el 2050. En donde todo cambio que ocurra en la matriz energética actual debe estar fuertemente alineado a los objetivos esperados por todos los involucrados en el proceso. Ya que de lo contrario se producirá un choque entre los agentes de cambio. Que

⁹CEPAL. Medidas de adaptación y mitigación frente al Cambio Climático en América Latina y el Caribe: Una revisión general. Sánchez L, Reyes O. pp. 11-22. Diciembre de 2015. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/39781-medidas-adaptacion-mitigacion-frente-al-cambio-climatico-america-latina-caribe>

¹⁰Idem

¹¹Idem

pueden tener hasta la posibilidad de obstaculizar este cambio para que se vuelva inviable ante los usuarios. El tema ha tomado especial interés entre los agentes de toma de decisiones internacionales como lo son los miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en especial los miembros que participaron en la 26^a conferencia de las partes Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 2021 (COP26) que se celebró entre el 31 de octubre al 12 de noviembre de 2021 en la ciudad de Glasgow, Escocia, Gran Bretaña. Coorganizado por el Gobierno del Reino Unido y el gobierno de la República de Italia. Donde, además de discutir los temas inherentes al calentamiento global y su impacto en las comunidades, se buscaba como ocurre frecuentemente en estos eventos, el terminar de cerrar los acuerdos pendientes del Protocolo de Kioto, así como del acuerdo de París.¹² En especial se buscaba prestar atención al tema de cómo reducir las emisiones de gases causantes del efecto invernadero, para así lograr la meta de cero emisiones indicada por la agencia internacional de energía (IEA). Donde países, como lo fue el Reino Unido, buscaban no solo reconocer su responsabilidad histórica en el proceso del calentamiento global, sino que buscaban alternativas viables para asistir a los países en vías de desarrollo en lograr un desarrollo sustentable para sus economías. A pesar de no contar con la participación de economías emergentes, y muy contaminantes como la de república popular de China. En especial nos interesa conocer como la región latinoamericana y del caribe podría responder a este potencial acuerdo histórico. Y es que a pesar de representar históricamente menos del 6 % de las emisiones totales de CO₂ (Ver figura 1)¹³. La región podría ser referencia sobre cuales estrategias podrían potencialmente funcionar para otras economías emergentes. Y es que la región presenta retos muy complejos, disímiles y comunes entre los miembros. Donde existen económica fuertemente dependientes de los combustibles no renovables como motores de sus economías como lo son entre otros Argentina, Brasil, Colombia, México o Venezuela. Así como existen economías que están haciendo enormes avances para alcanzar una completa descarbonización como lo son entre otros Costa Rica o Panamá.

Es especial considerando que una planificación efectiva comienza por conocer cuáles son, o se espera que sean, los patrones de comportamiento de la demanda. Medidos a través del consumo de la energía. Ya que este comportamiento es el que realmente debe ser atendido. Debido a que el tema de la exportación de energía es un tema que debe ser atendido mas por los países consumidores que por los países productores. La demanda energética es uno de los principales indicadores del desarrollo de la sociedad, un mayor consumo generalmente significa una mejora en las condiciones de vida. En especial en una región como la latinoamericana donde la cuota porcentual del PIB mundial ha estado históricamente por debajo del 9 % (Ver Figura 2), al igual que la cuota poblacional mundial

¹²Página Web de las naciones unidas para el cambio climatico. Diciembre 2021. Disponible en: <https://unfccc.int/es>

¹³BP. Informe Statistical Review of World Energy. Septiembre 2021. Disponible en: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

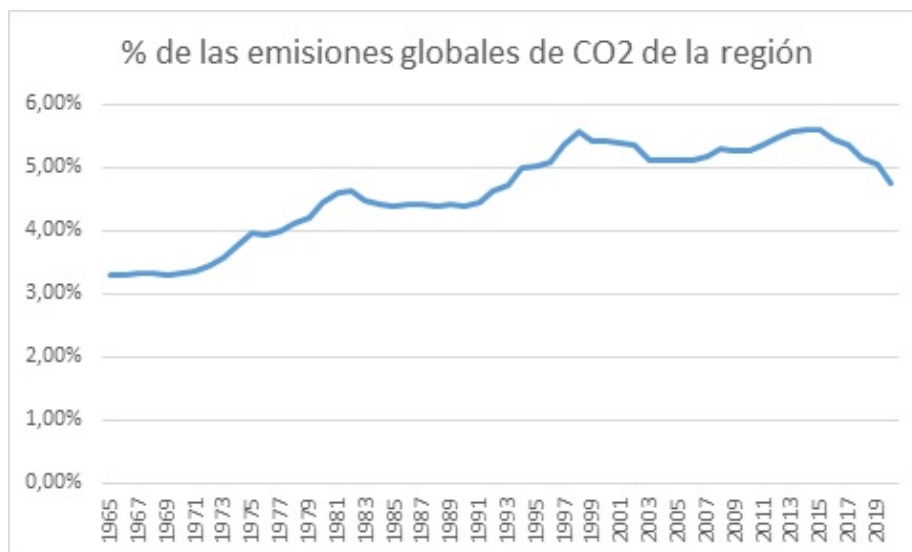


Figura 1: Porcentaje de las emisiones globales de CO2 de la región latinoamericana y el Caribe. Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2021

(Ver Figura 3).¹⁴ Lo que nos dice que la región representa una referencia del comportamiento global, a pesar de su pequeña escala comparativa. Y tomando en cuenta que no todas las fuentes de energía tienen las mismas propiedades, por lo que es importante aprovechar al máximo las sinergias entre las diferentes fuentes de energía. En especial cuando por temas de demanda, los diferentes tipos de consumo son fuertemente dependientes del tiempo en el que ocurren. Donde durante el día ocurre las principales actividades económicas, mientras en las noches se pueden aprovechar para el almacenamiento de energía.

3 Marco Teórico

3.1 Energías Renovables

Se entiende para esta investigación que las energías renovables son aquellas que pueden ser extraídas de forma consistente, aunque potencialmente intermitente, del medio ambiente, y que, aunque tengan una potencial huella de carbono importante, su generación de energía no necesariamente genera una huella de carbono. Entre estas se encuentran las solares, eólicas, biomásas e hidráulicas. En especial las primeras dependen significativamente de las condiciones climáticas del momento, el nivel de irradiación solar, o la fuerza del viento entre otras cosas. La última es la única de las renovables con capacidad real de ser alma-

¹⁴The World Bank Database. Diciembre 2021. Disponible en: <https://databank.worldbank.org/home.aspx>

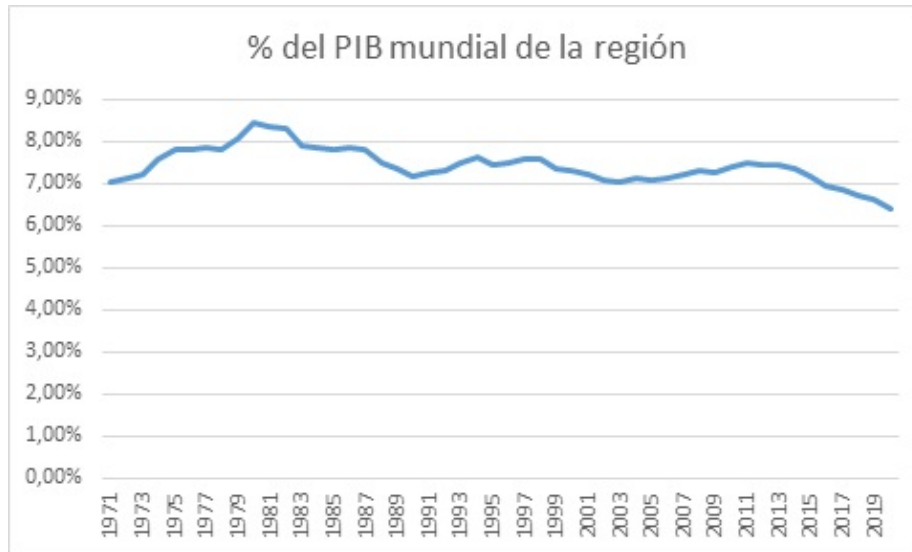


Figura 2: Porcentaje del PIB mundial de la región latinoamericana y el Caribe. Fuente: Banco Mundial 2021

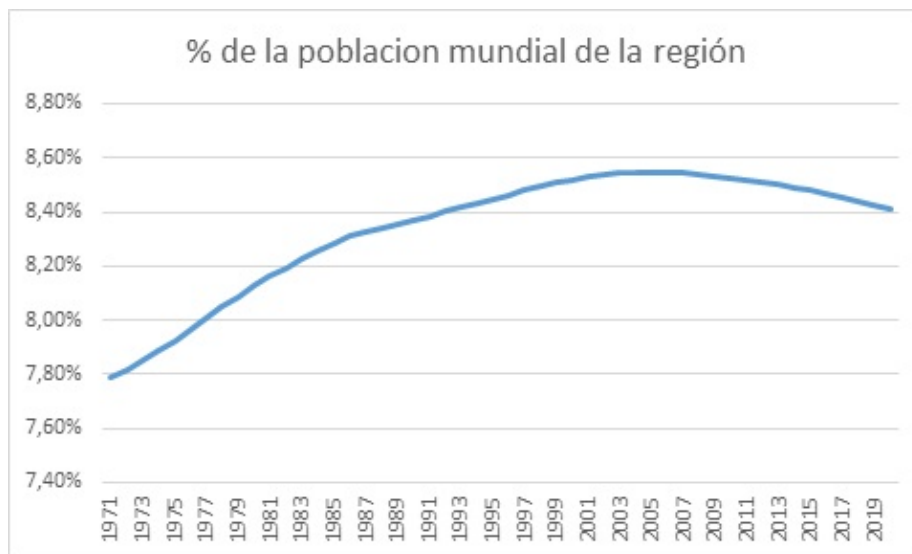


Figura 3: Porcentaje de la población mundial de la región latinoamericana y el Caribe. Fuente: Banco Mundial 2021

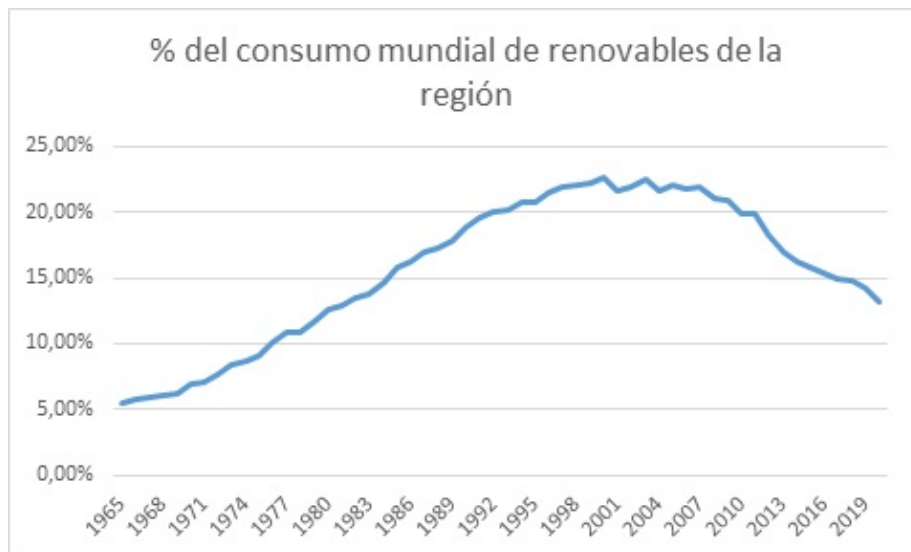


Figura 4: Porcentaje del consumo mundial de renovables de la región latinoamericana y el Caribe. Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2021

cenada mediante embalses. Por lo que se pueden desarrollar políticas públicas orientadas a aprovechar esta capacidad cuando sea posible. El resto de las fuentes renovables tienen como única forma segura de almacenar es mediante su transformación en energía eléctrica (fuente secundaria) para luego ser almacenada mediante baterías.

Históricamente la generación hidráulica no es considerada como renovable, ya que no comprende el mismo tipo de tecnologías como las solares, o eólicas. Por lo que siempre se consideran separadas, pero para este estudio se busca consolidarlas, ya que si disponen de la capacidad para mitigar de forma significativa la generación de gases de invernadero. Y en especial la región latinoamericana y el Caribe había sido líder en la implementación de estas tecnologías para de esa manera buscar un crecimiento económico de una manera lo más sustentable posible, llegando incluso a superar el 20% del consumo mundial de energía renovables (Ver figura 4).¹⁵ Y aunque la penetración de nuevas tecnologías en la región se ha realizado de una forma importante en los últimos 40 años. La región aún está aún muy atrasada en la implementación de tecnologías más emergentes como lo han sido los paneles solares y las turbinas eólicas. Esto en parte por los altos costos de adquisición de estas tecnologías, así como el hecho de que ya se habían realizado inversiones importantes en las fuentes hidráulicas (Ver figura 5).¹⁶

¹⁵BP. Informe Statistical Review of World Energy. Septiembre 2021. Disponible en: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

¹⁶Idem

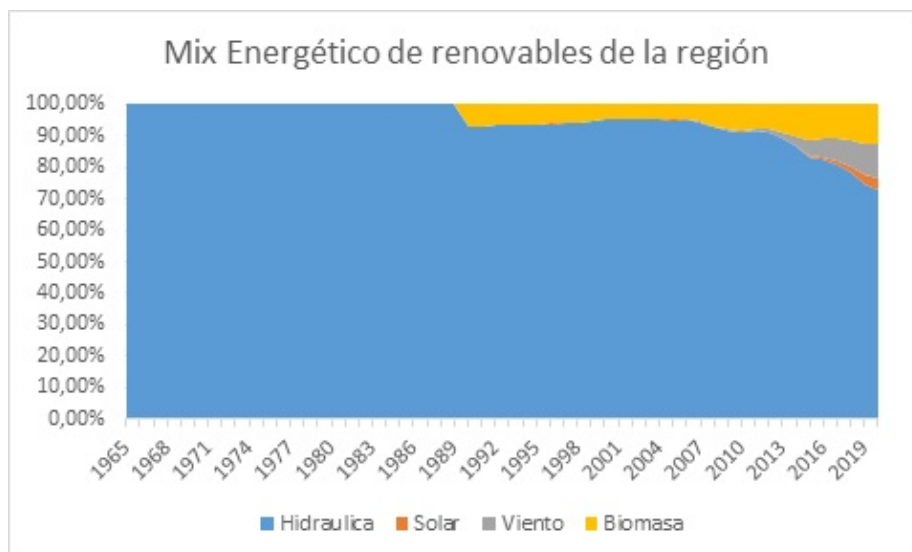


Figura 5: Mix Energético de renovables de la región latinoamericana y el Caribe.
Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2021

3.2 Energías No Renovables

Se entiende para esta investigación como energías no renovables a aquellas que deben ser extraídas del subsuelo para ser explotadas y consumidas. Y representan una parte importante, por no decir que son los mayores responsables de la generación de emisiones de carbono a la atmósfera. Entre ellas se encuentran fuentes como el petróleo, el gas, el carbón. Estas fuentes han sido históricamente las que ha llevado a la humanidad en el proceso de la era industrial. Por lo que se debe entender que parte de su actual participación en el mix energético es más por la falta de avances tecnológicos en otras fuentes alternativas que una estrategia deliberada por estas. En la región latinoamericana la participación de las fuentes no renovables ha sido particularmente importante, en parte como motor de las economías, y otro por la facilidad de implementarlas en la región. Pero aun así la cuota de consumo fósil en la región latinoamericana ha sido históricamente menor al 6 % de la mundial (Ver Figura 6).¹⁷

Especialmente siendo el consumo de petróleo como el líder histórico del consumo de no renovables. Aunque el consumo de gas ha aumentado significativamente en la región en los últimos 40 años. Siendo esta fuente energía fósil la de menor huella de carbono entre sus pares, Ver figura 7.¹⁸ Y es por este motivo que se dice que la región latinoamericana es particularmente una buena referencia mundial en temas de utilización de matrices energéticas limpias. Aunque la aún queda muchas brechas que cerrar si se desea que la región continúe siendo

¹⁷Idem

¹⁸Idem

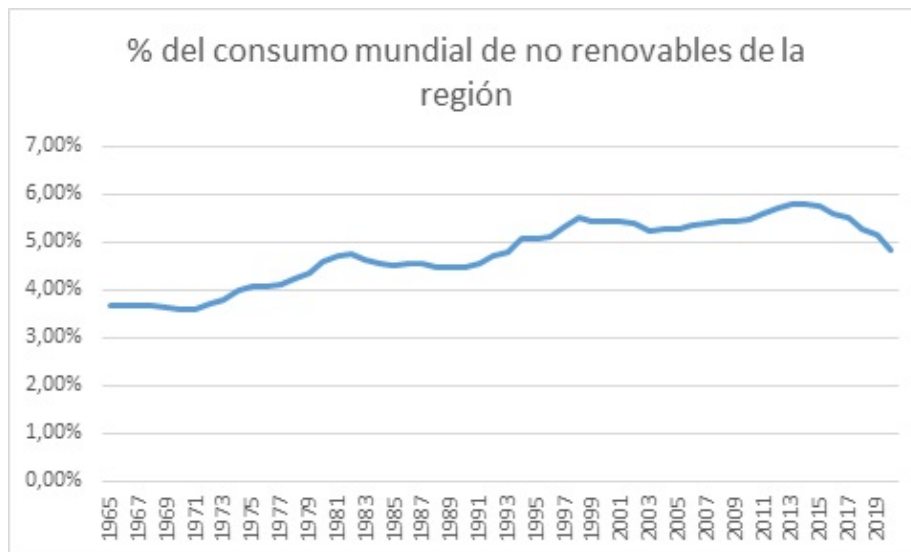


Figura 6: Porcentaje del consumo mundial de no renovables de la región latinoamericana y el Caribe. Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2021

la referencia mundial en temas de descarbonización de sus fuentes de energía.

Y es que a pesar de todo lo antes mencionado tampoco es que se pueda decir que la región sea completamente carbón neutra, completamente lo contrario. Ya que las fuentes no renovables representan más del 70 % del consumo energético de la región, aunque es una mejora importante de los 90 % que se tenía a mediados del siglo XX, Ver figura 8.¹⁹ Es una región que aún tiene un largo trecho por cumplir en los próximos 30 años si realmente desea alcanzar ese equilibrio de cero emisiones. Lo seguro es que parte de una posición mucho más privilegiada que el resto del mundo. Por lo que es importante tomar el hecho como algo realmente importante para la región. Y las políticas públicas deben estar fuertemente dirigidas en esa dirección.

4 Marco Metodológico

Para construir un indicador de referencia sencillo, se necesita una herramienta sencilla de usar. Por lo que se escoge trabajar con la herramienta de toma de decisión conocida como AHP (Análisis jerárquico de procesos), donde se busca construir una matriz calificativa comparativa ponderada, donde los pesos de los criterios de toma de decisión son evaluados considerando su importancia relativa. Ver figura 9.

¹⁹Idem

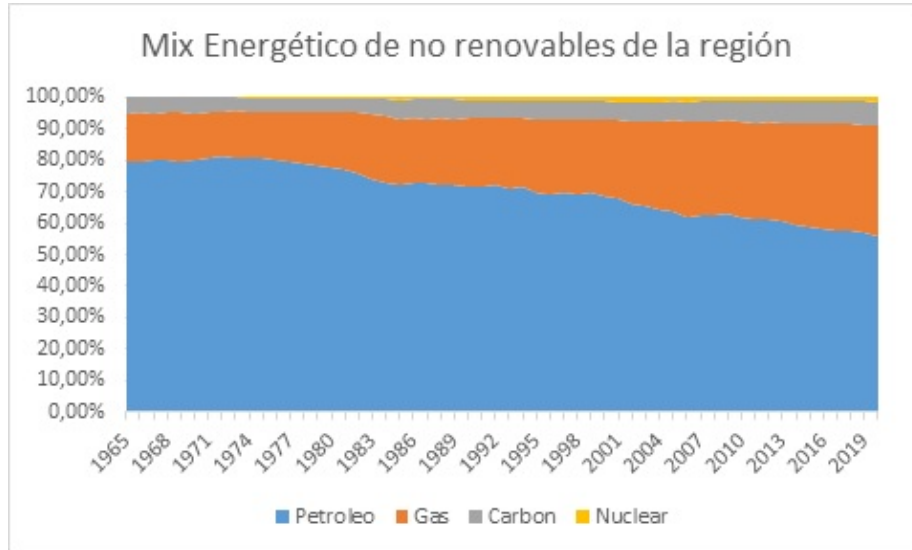


Figura 7: Mix Energético de renovables de la región latinoamericana y el Caribe. Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2021

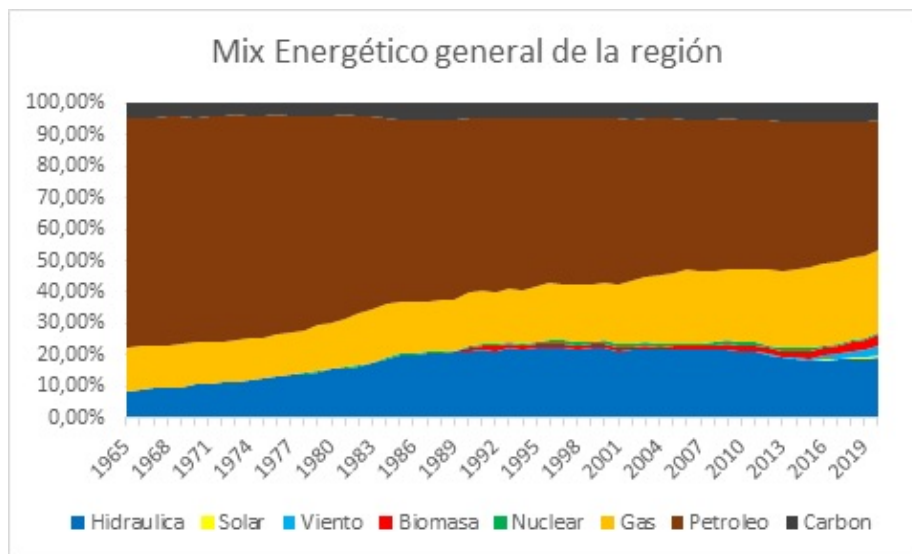


Figura 8: Mix Energético general de la región latinoamericana y el Caribe. Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2021

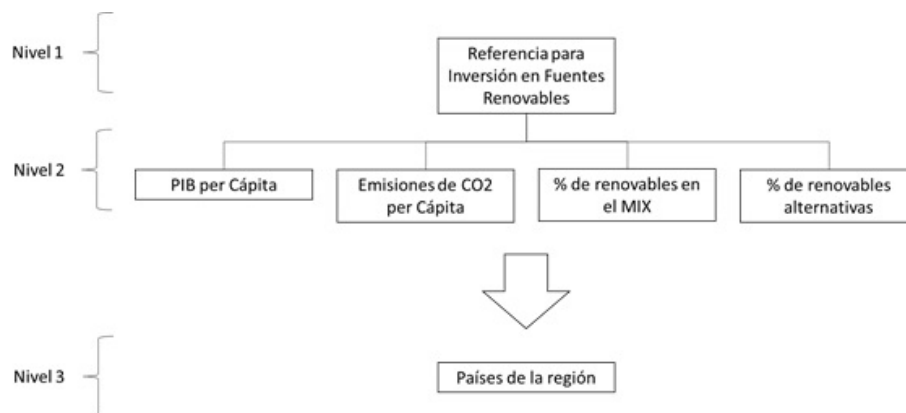


Figura 9: Esquema del análisis Jerárquico de Procesos

4.1 Paso 1

Se establecen los tres niveles de toma de decisión que se desean utilizar para construir el indicador de referencia. Donde en el nivel 1 se busca el criterio último a ser buscado, que este caso es la referencia de intensidad en Inversión en fuentes renovables que debe fijarse el país de la región con respecto al mundo. Este valor calculado debe ser luego normalizado con los valores mundiales para determinar su estado comparativo a la situación actual del resto del mundo. Y así identificar que tan intensa debe ser la estrategia de mitigación de emisiones de gases invernaderos comparativamente con el mundo.

4.2 Paso 2

Se determinan los 4 criterios a ser utilizados en esta comparación. Entre los que se escogen un valor económico crítico para países en desarrollo, PIB per Cápita. Un valor técnico crítico para la mitigación del cambio climático como lo son las emisiones de gases de efecto invernadero per capital. Y dos criterios relativos al mix de energía. Uno el porcentaje de energías renovables disponibles en el mix energético presente. Así como el porcentaje de energía alternativas, es decir no hidráulicas, en ese componente de renovables generales. Ver tabla 1.

Con este arreglo de variables se busca representar que al aumentar el PIB per Cápita de los países estos deberían invertir más en renovables. Así como si están generando altas emisiones de gases de invernadero per cápita se debe buscar mitigarlos mediante inversiones en renovables de manera expedita. Adicionalmente identificar que tan necesario es invertir en fuentes renovables alternativas, ya que se comprende que para un país o región están fuentes son particularmente complicadas de desarrollar. Esto para representar el consenso entre los participantes del COP26.

Por lo que se construye la matriz de comparación entre criterios. Donde se escogen valores del 1 al 10 para identificar la relación de importancia entre los

Tabla 1: Criterios a ser considerados para la evaluación

| Criterio | Descripción | Unidades | Fuente |
|----------|--|--|---|
| A | PIB per Cápita / PIB per Cápita mundial | USD / personas Precios constantes 2015 | Banco Mundial 2021 |
| B | Emisiones per Cápita / Emisiones per Capital mundial | Tonnes de carbono equivalente / personas | BP Statistical Review of World Energy 2021 & Banco Mundial 2021 |
| C | % de renovables en el Mix | % del total del mix | BP Statistical Review of World Energy 2021 |
| D | % de renovables alternativas (no hidráulicas) | % del mix de renovables | BP Statistical Review of World Energy 2021 |

Tabla 2: Matriz de comparación entre criterios

| | A | B | C | D |
|---|------|------|------|---|
| A | 1 | 1 | 9 | 7 |
| B | 1 | 1 | 9 | 9 |
| C | 0,11 | 0,11 | 1 | 3 |
| D | 0,14 | 0,11 | 0,33 | 1 |

criterios, siendo 10 el mayor valor comparativo, y el 1 representa que los criterios presentan la misma importancia. Se permite trabajar con valores inversos para identificar criterios que son menos importantes que otros. Ver Tabla 2. De este análisis, luego de realizado la normalización de la sumatoria de las columnas, se obtienen los pesos ponderados de los criterios por análisis jerárquicos de procesos. Ver tabla 3.

Tabla 3: Peso ponderados de los criterios escogidos

| Criterio | Peso ponderado del criterio |
|----------|-----------------------------|
| A | 0,4273 |
| B | 0,4523 |
| C | 0,0753 |
| D | 0,0452 |

4.3 Paso 3

Para evaluar si los valores de los pesos ponderados son correctos se procede a realizar el cálculo del valor lambda máximo, que para este estudio resulta en

4,2108. Luego se calcula el índice de consistencia, donde se obtiene el valor de 0,0703. Considerando que el estudio se hace con 4 criterios, el valor de tablas del índice aleatorio sería de 0,09. Por lo que la razón de consistencia resultante es de 0,0781 la cual es menor al criterio de aceptación de 0,10 por lo que se dice que la ponderación obtenida es consistente con lo deseado. Lo que nos permite continuar trabajando con esta matriz ponderada para la región latinoamericana.

5 Investigación

Realizando el estudio para los países de América Latina que aparecen desglosados en el BP Statistical Review of World Energy 2021 se confirma que la región, en general, si se encuentra por debajo de los niveles mundiales. Por lo que las estrategias de mitigación en general pueden ser ligeramente menos agresivas que las del resto del mundo. Lo que permite formular políticas públicas que sean más fáciles de aceptar por los ciudadanos y organizaciones de la región. Ver tabla 4. Aunque esto no significa que todos los países pueden considerar estrategias similares. Ya que solo 8 de las 11 regiones estudiadas tienen comportamientos por debajo de la referencia mundial. De hecho, países como Argentina, Chile, y en especial Trinidad y Tobago deben elaborar estrategias más agresivas que las que se desean implementar en el resto del mundo. Ya que de lo contrario no cumplirán con las metas esperadas para la mitigación del cambio climático. Esto en parte por disponer de un PIB per cápita más alto, que les permite financiar políticas públicas más agresivas. En caso opuesto tenemos regiones como Centroamérica en general, Ecuador y Perú que aún se encuentran en proceso de desarrollo económico, por lo que pueden considerar un enfoque menos agresivo que la referencia mundial para establecer sus políticas y estrategias de mitigación de gases de invernadero. Esto en parte porque sus PIB per cápita dificulta significativamente el financiamiento para la adquisición de otras fuentes alternativas.

6 Conclusiones

En base a lo visto a lo largo de este estudio se puede apreciar que la región latinoamericana y el Caribe se encuentra en una posición favorable para el desarrollo de políticas públicas para la mitigación del cambio climático respecto al resto del mundo, debido a que mucha de su matriz energética ya contiene un componente importante de consumo energético proveniente de fuentes de energías renovables. Mas, sin embargo, no todos los países de la región tienen realidades similares. Considerando que es difícil para una región en proceso de desarrollo económico el tener que financiar de forma individual su paso a fuentes de energía renovables. Por lo que la herramienta propuesta en este estudio permite realizar un estudio sencillo, pero aun así muy completo, sobre como las realidades locales pueden servir de entrada para definir qué tan intensiva deben ser las políticas públicas y/o estrategias a ser implementadas por los agentes de

Tabla 4: Resultados desagregados para Latinoamérica

| Criterio | A | B | C | D | Índice Referencial Obtenido |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------|
| Pesos ponderados | 0,4273 | 0,4523 | 0,0753 | 0,0452 | |
| Argentina | 1,0781 | 0,8686 | 0,1278 | 0,3253 | 0,8779 |
| Brasil | 0,7822 | 0,4717 | 0,4375 | 0,3005 | 0,5941 |
| Chile | 1,2314 | 1,1021 | 0,1987 | 0,3906 | 1,0572 |
| Colombia | 0,5598 | 0,4374 | 0,2427 | 0,0777 | 0,4588 |
| Ecuador | 0,5055 | 0,4178 | 0,3475 | 0,0101 | 0,4316 |
| México | 0,8486 | 0,9642 | 0,2811 | 0,0972 | 0,8242 |
| Perú | 0,5506 | 0,3245 | 0,3015 | 0,0780 | 0,4082 |
| Trinidad & Tobago | 1,4140 | 3,1871 | 0,0001 | 1,0000 | 2,0909 |
| América Central | 0,4655 | 0,3326 | 0,2267 | 0,1866 | 0,3748 |
| Otros del Caribe | 0,7216 | 0,6620 | 0,0336 | 0,6975 | 0,6418 |
| Otros de Sur América | 0,5497 | 0,3653 | 0,5308 | 0,1586 | 0,4472 |
| Total Latinoamérica y el Caribe | 0,8347 | 0,4670 | 0,3092 | 0,2542 | 0,6026 |
| Mundo | 1,0000 | 1,0000 | 0,1157 | 0,4005 | 0,9064 |

toma de decisión. En especial el estudio identifica a los países con mayor PIB per cápita de la región como los que deben ser los líderes regionales en la implementación de energías renovables. Y en especial Trinidad y Tobago, que se encuentra significativamente separada del resto de la región. En cambio, identifica a países con PIB per cápita bajos como los más complicados comparativamente con el resto del mundo para establecer políticas públicas agresivas para la mitigación del cambio climático. Ya que reconoce los avances realizados por la región centroamericana para diversificar su matriz energética, así como toma conciencia de la necesidad de desarrollar sus economías durante el proceso de transición energética. Por lo que lo conveniente es permitir que estas regiones se vayan desarrollando económicamente hasta alcanzar un punto que si les permita establecer mejores estrategias a largo plazo para mitigar el cambio climático. Es de especial interés apreciar como el PIB per cápita ha resultado ser un buen indicador de que tan alejado esta una región latinoamericana del resto del mundo, en lo que se refiera a la intensidad de las inversiones en fuentes renovables. Lo que justamente ha sido lo comentado por las naciones integrantes del COP26 donde se hizo fuerte énfasis en la necesidad que sean los países desarrollados sean los que asistan a las economías emergentes a alcanzar sus cuotas. Ya que este es un problema donde todos debemos apoyarnos entre todos.

7 Recomendaciones

Este estudio, aunque sencillo, ha permitido construir un modelo bien informado sobre cuáles son algunos de los criterios que afectan a las estrategias de mitigación de una región respecto al mundo. Por lo que se considera que esta área

de investigación tiene mucho potencial para el uso de otras potenciales herramientas, como lo pueden ser el juicio de expertos entre otras. Para así aumentar el número de criterios a evaluar, tanto de índole técnica como económica o locales incluso. Así como considerar más visiones en la toma de decisión. Por lo que considerarlos para futuros estudios sería muy provechoso como línea de investigación para un centro del conocimiento energético regional.