

Impacto de Ecosistemas Degradados en Perú en el Aumento de Emisiones de CO₂

Carlos Moya Egoavil

Universidad Católica de Trujillo

<https://orcid.org/0000-0002-8072-2796>

Karla Castro Flores

Universidad Católica de Trujillo

Aldo Roger Castillo Chung

Universidad Nacional de Trujillo

<https://orcid.org/0000-0002-2270-1671>

DOI: <https://doi.org/10.46363/high-tech.v4i2.3>

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de las actividades antropogénicas, especialmente la minería ilegal y la deforestación, en la degradación de ecosistemas y la calidad ambiental en el Perú. A través de la revisión de diversas fuentes bibliográficas y datos sobre el cambio de uso de suelo, se identifican las principales causas de la degradación, como la expansión de la frontera agrícola y la explotación no regulada de recursos naturales. La investigación también aborda la contaminación generada por las emisiones de CO₂ y el deterioro de suelos y ecosistemas en varias regiones del país, con énfasis en la Amazonía y las zonas andinas. Se destaca la importancia de implementar políticas públicas efectivas que promuevan la restauración ecológica

y la transición hacia modelos de desarrollo sostenible. En particular, se considera la necesidad de una gestión ambiental integrada que reduzca las emisiones contaminantes y fomente la rehabilitación de suelos y bosques. A través de esta investigación, se busca contribuir a la comprensión de los efectos a largo plazo de las actividades humanas sobre el medio ambiente y proponer soluciones innovadoras para mitigar la degradación de los ecosistemas peruanos. El estudio enfatiza la urgencia de adoptar enfoques sostenibles en la minería, la agricultura y la gestión de recursos naturales, con el fin de preservar la biodiversidad y la salud de los ecosistemas en el contexto del cambio climático.

Palabras clave: Degradación de ecosistemas, minería ilegal, deforestación, cambio climático, restauración ecológica.

Abstract

The present study aims to analyze the impact of anthropogenic activities, especially illegal mining and deforestation, on the degradation of ecosystems and environmental quality in Peru. Through the review of various bibliographic sources and data on land use change, the main causes of degradation are identified, such as the expansion of the agricultural frontier and the unregulated exploitation of natural resources. The research also addresses the pollution generated by CO₂ emissions and the deterioration of soils and ecosystems in various regions of the country, with emphasis on the Amazon and Andean areas. The importance of implementing effective public policies that promote ecological restoration and the

transition towards sustainable development models is highlighted. In particular, the need for integrated environmental management that reduces polluting emissions and encourages the rehabilitation of soils and forests is considered. Through this research, we seek to contribute to the understanding of the long-term effects of human activities on the environment and propose innovative solutions to mitigate the degradation of Peruvian ecosystems. The study emphasizes the urgency of adopting sustainable approaches in mining, agriculture and natural resource management, in order to preserve biodiversity and ecosystem health in the context of climate change.

Keywords: Ecosystem degradation, illegal mining, deforestation, climate change, ecological restoration.

1. Introducción

La investigación sobre el impacto de las superficies de ecosistemas degradados en el Perú y su relación con el aumento de las emisiones de CO₂ es esencial debido a las implicaciones ambientales, sociales y económicas que genera esta problemática. La degradación de los ecosistemas afecta no solo la biodiversidad, sino también los servicios ecosistémicos, como la regulación del clima, el abastecimiento de agua y el soporte de actividades agrícolas, comprometiendo el bienestar humano y la sostenibilidad del medio ambiente.

En primer lugar, la degradación de ecosistemas contribuye significativamente al incremento de las emisiones de CO₂. La deforestación y la alteración del suelo reducen la capacidad de los ecosistemas para capturar y almacenar carbono, exacerbando el cambio climático. Según el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), en el Perú se han identificado 8,2 millones de hectáreas de paisajes degradados, de los cuales 2,2 millones están en la región andina, 519,000 en la Amazonía y 149,000 en la costa, todas ellas prioritarias para restauración (SERFOR, 2023). Estas cifras evidencian la magnitud del problema y la necesidad urgente de tomar medidas para revertir esta situación.

Además, el aumento de las emisiones de CO₂ derivado de estas actividades tiene efectos directos en el calentamiento global, un problema que afecta tanto al Perú como al resto del mundo. BBVA (2023) afirma

que las emisiones excesivas de CO₂, causadas principalmente por actividades humanas, son responsables del incremento de la temperatura global, con consecuencias graves como el deshielo de glaciares, el aumento del nivel del mar y fenómenos meteorológicos extremos. En el contexto peruano, estas alteraciones climáticas tienen un impacto directo en los ecosistemas montañosos y amazónicos, áreas cruciales para la biodiversidad y la economía local.

Asimismo, la degradación de los ecosistemas tiene consecuencias socioeconómicas profundas. La pérdida de vegetación y recursos naturales reduce la disponibilidad de bienes y servicios esenciales para las comunidades locales, especialmente en zonas rurales donde la dependencia de los ecosistemas es mayor. Por ejemplo, la tala ilegal y la minería no solo degradan los suelos, sino que también desplazan a comunidades indígenas y campesinas, limitando su acceso a recursos vitales y generando conflictos sociales (Andina, 2023).

La investigación también es relevante porque permite generar datos y evidencia científica para fundamentar políticas públicas y estrategias de restauración de ecosistemas. En este sentido, el Perú tiene compromisos internacionales, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 13 sobre acción climática y el ODS 15 sobre la vida de ecosistemas terrestres. La restauración de ecosistemas degradados es una acción clave para cumplir con estas metas, ya que contribuye a reducir emisiones de gases de efecto invernadero y a mejorar la resiliencia frente al cambio

climático.

Por último, esta investigación tiene un valor académico y práctico. Desde el punto de vista académico, aporta al conocimiento sobre la relación entre la degradación de ecosistemas y el cambio climático en el contexto peruano, un área que aún requiere mayor atención. Desde el enfoque práctico, los resultados pueden ser utilizados por gobiernos, organizaciones no gubernamentales y comunidades locales para diseñar e implementar iniciativas de conservación y restauración que sean efectivas y sostenibles.

La degradación de los ecosistemas en el Perú es una problemática ambiental, social y económica de gran relevancia que pone en riesgo la sostenibilidad del país. Este proceso, caracterizado por la pérdida de biodiversidad, la disminución de servicios ecosistémicos y el aumento de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), tiene consecuencias directas sobre la calidad de vida de las personas, la economía local y la estabilidad ambiental global.

Uno de los principales problemas es la deforestación, especialmente en la Amazonía peruana, que representa aproximadamente el 60% del territorio nacional. Según el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), en el Perú existen 8,2 millones de hectáreas de paisajes degradados, de las cuales 2,2 millones están en la región andina, 519,000 en la Amazonía y 149,000 en la costa, todas con prioridad "muy alta" para restauración (SERFOR, 2023). Esta degradación, causada principalmente por la tala ilegal, la

minería y el avance de la agricultura intensiva, resulta en la disminución de la capacidad de los ecosistemas para capturar y almacenar carbono, contribuyendo significativamente al calentamiento global.

El aumento de las emisiones de CO₂ es un indicador directo de los efectos de la degradación ambiental. Este gas, que permanece en la atmósfera durante décadas, intensifica el cambio climático y genera impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana. BBVA (2023) explica que las emisiones excesivas de CO₂, derivadas de actividades humanas como la deforestación y la quema de combustibles fósiles, son una de las principales causas del calentamiento global. Este fenómeno se manifiesta en el Perú a través de cambios en los patrones climáticos, el retroceso acelerado de los glaciares y el aumento de eventos extremos como sequías e inundaciones.

A nivel local, la degradación de los ecosistemas también afecta la disponibilidad de recursos esenciales para las comunidades. En zonas rurales, donde la población depende en gran medida de los recursos naturales para su subsistencia, la pérdida de vegetación y la contaminación del suelo y el agua tienen consecuencias devastadoras. Por ejemplo, la minería ilegal no solo degrada el suelo, sino que también contamina los ríos con mercurio, afectando la salud de las personas y reduciendo las oportunidades de desarrollo económico (Andina, 2023).

En términos económicos, la degradación ambiental genera altos costos para el país. La pérdida de servicios ecosistémicos, como la regulación del clima y el suministro de

agua, representa una carga financiera significativa para los sectores productivos y los gobiernos locales. Además, la restauración de ecosistemas degradados requiere inversiones considerables en términos de tiempo, recursos y tecnología. Según el SERFOR (2023), las áreas priorizadas para restauración en el Perú requieren estrategias integrales que involucren a diversos actores, desde comunidades locales hasta organismos internacionales.

Por otro lado, esta problemática no solo es ambiental, sino también social. La degradación de los ecosistemas exacerba las desigualdades sociales al afectar de manera desproporcionada a las comunidades más vulnerables. La pérdida de recursos naturales agrava la pobreza, limita el acceso a servicios básicos y genera conflictos por el uso de la tierra y el agua. Estas dinámicas contribuyen a la migración hacia las ciudades, incrementando la presión sobre los recursos urbanos y profundizando los problemas de gobernanza ambiental.

En el ámbito global, la degradación de los ecosistemas y el aumento de emisiones de CO₂ en el Perú tienen implicaciones más amplias. Como país megadiverso, el Perú tiene un papel crucial en la conservación de la biodiversidad y en la lucha contra el cambio climático. Sin embargo, los altos niveles de deforestación y las emisiones de gases de efecto invernadero ponen en riesgo los compromisos internacionales del país, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Acuerdo de París.

Según el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2021), se llevó a cabo un estudio en la región Andina del Perú para identificar áreas prioritarias para la restauración de paisajes degradados. La investigación utilizó técnicas de teledetección mediante imágenes satelitales, complementadas con encuestas participativas con comunidades locales y análisis de suelos para evaluar el nivel de degradación. Los resultados mostraron que existen 2,2 millones de hectáreas con prioridad "muy alta" para restauración, siendo las principales causas la deforestación, el sobrepastoreo y las prácticas agrícolas insostenibles. El SERFOR concluyó que es indispensable implementar estrategias integrales de restauración que incluyan la reforestación con especies nativas y la capacitación de las comunidades en prácticas sostenibles para garantizar la recuperación de estos ecosistemas.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP, 2019) realizó un estudio en la región de Madre de Dios para analizar el impacto ambiental de la minería ilegal. Se emplearon estudios de campo para medir la concentración de mercurio en suelos y agua, entrevistas a comunidades afectadas y análisis de imágenes satelitales para evaluar la deforestación. Los resultados revelaron que más de 100,000 hectáreas de bosque han sido severamente afectadas por actividades mineras, y los niveles de mercurio en ríos superan los límites permitidos para la salud humana. El IIAP concluyó que es urgente reforzar la regulación minera y promover actividades económicas alternativas sostenibles para mitigar los impactos ambientales y sociales de la

minería en la región.

La Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM, 2020) desarrolló un estudio en la región costera del Perú para medir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en ecosistemas degradados. Utilizaron cámaras de flujo y espectroscopía infrarroja para realizar mediciones de CO₂ en suelos y vegetación, además de análisis estadísticos para correlacionar la degradación con las emisiones de carbono. El estudio encontró que los ecosistemas costeros degradados liberan un promedio de 0.8 toneladas de CO₂ por hectárea al año, principalmente debido a la salinización del suelo y la pérdida de cobertura vegetal. La UNALM concluyó que estas áreas actúan como fuentes de emisiones de carbono y recomendaron proyectos de restauración basados en el manejo de suelos y la reforestación con especies resistentes a la salinidad.

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2020), se realizó un estudio en la Amazonía peruana para identificar las principales áreas afectadas por actividades humanas como la tala ilegal y la minería informal. En esta investigación se aplicaron sistemas de información geográfica (SIG) y análisis de imágenes satelitales para mapear las zonas más degradadas.

Asimismo, se llevaron a cabo análisis de suelos y biodiversidad para evaluar el impacto en los ecosistemas locales. Los resultados mostraron que más de 519,000 hectáreas requieren acciones urgentes de restauración. El MINAM concluyó que la intervención en estas áreas debe incluir programas

de reforestación con especies autóctonas, además de promover la participación activa de las comunidades locales para asegurar el éxito de las medidas de recuperación.

El Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE, 2019) realizó un análisis sobre la degradación de suelos en la Amazonía brasileña, causada principalmente por la deforestación para actividades ganaderas y agrícolas. Se utilizaron técnicas de teledetección y análisis de carbono orgánico en suelos para medir el impacto. Los resultados mostraron una pérdida de 20% de carbono en el suelo en áreas deforestadas, lo que aumenta la liberación de CO₂ a la atmósfera. El INPE concluyó que la implementación de políticas estrictas contra la deforestación y el uso de sistemas agrícolas sostenibles son esenciales para mitigar el impacto ambiental.

La Universidad Nacional de Singapur (NUS, 2021) investigó la relación entre la deforestación y las emisiones de CO₂ en países del Sudeste Asiático como Indonesia y Malasia. Mediante análisis de imágenes satelitales y mediciones directas de gases en áreas deforestadas, se determinó que las emisiones anuales de estas áreas equivalen a 8% de las emisiones globales de CO₂. El estudio concluyó que frenar la deforestación mediante la protección de bosques primarios podría reducir drásticamente las emisiones globales de carbono.

La Academia de Ciencias de China (2020) investigó los efectos de la desertificación en las regiones áridas del norte del país. Se emplearon análisis de suelos, estudios climáticos y mediciones de emisiones de CO₂ en

áreas afectadas. Los resultados mostraron que estas regiones actúan como fuentes de carbono, con emisiones promedio de 0.5 toneladas por hectárea al año. El estudio concluyó que la implementación de sistemas de manejo de tierras y programas de revegetación son necesarios para revertir la desertificación y reducir las emisiones.

2. Materiales y métodos

El estudio se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo, ya que se busca medir, analizar y establecer relaciones entre variables a través de datos numéricos y objetivos. Se recopilarán datos sobre la superficie de los ecosistemas degradados y las emisiones de CO₂ a lo largo de varios años, con el fin de identificar patrones, tendencias y correlaciones entre estos fenómenos. Los resultados se presentarán en forma de gráficos y estadísticas para facilitar su interpretación. Esta investigación es de tipo descriptiva correlacional porque busca describir y analizar la relación entre dos o más variables: las superficies de los ecosistemas degradados y las emisiones de CO₂. A través de este tipo de investigación, se intentará identificar la magnitud del impacto de la degradación de los ecosistemas en el aumento de CO₂ y sus efectos en la calidad del aire y la salud pública, sin manipular las variables directamente.

El diseño será no experimental, ya que no se intervendrá ni manipulará el proceso de degradación de los ecosistemas ni las emisiones de CO₂. En lugar de eso, se recogerán datos existentes,

como estadísticas gubernamentales y estudios previos, para analizar las condiciones actuales y pasadas de estas variables. Además, será un diseño transeccional, ya que se realizará un análisis de las superficies degradadas y las emisiones de CO₂ en un periodo determinado (2015-2020), observando las relaciones entre las variables en ese tiempo sin realizar un seguimiento a largo plazo.

La población de estudio está compuesta por los ecosistemas degradados del Perú durante el periodo 2015-2020. Esta incluye zonas de la Amazonía, la zona andina y la costa peruana, que han experimentado procesos de deforestación, minería y otros factores de degradación ambiental. La población también incluye los datos relativos a las emisiones de CO₂ generadas en estas zonas.

La muestra se seleccionó en función de la disponibilidad de datos sobre las superficies de ecosistemas degradados y las emisiones de CO₂. Se tomará una muestra representativa de las zonas más afectadas (Amazonía, zona andina, y costa), considerando los siguientes criterios: los períodos de análisis entre 2015 y 2020, con especial énfasis en los datos disponibles de los últimos 5 años. Las zonas con datos completos sobre emisiones de CO₂ y su relación con la degradación ecológica.

El muestreo se empleó un muestreo no probabilístico, basado en criterios de accesibilidad y relevancia del contexto, dada la naturaleza de la información disponible (estadísticas gubernamentales y estudios previos). La selección se realizará en función de las regiones con mayor relevancia en cuanto a la degradación ecológica y el

aumento de emisiones de CO₂.

Se realizó una revisión de informes y estudios previos, como los reportes del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) y los informes del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), para obtener datos sobre las superficies de los ecosistemas degradados y las emisiones de CO₂ en el Perú. Una vez recolectados los datos de fuentes documentales, se procedió a la codificación de los datos numéricos (superficies de ecosistemas degradados y emisiones de CO₂) y su categorización según las zonas geográficas y las fechas de los informes. Se utilizaron técnicas estadísticas descriptivas para analizar los datos obtenidos de las fuentes secundarias, con el fin de identificar patrones, como el incremento de las emisiones de CO₂ y las áreas con mayor degradación ecológica. Los análisis incluyen el cálculo de promedios, tendencias y frecuencias para comprender la evolución del problema en el periodo 2015-2020. Se empleó el análisis de correlación para identificar la relación entre la superficie de ecosistemas degradados y las emisiones de CO₂ en el Perú. Este análisis ayudará a determinar si existe una relación significativa entre estas variables. El uso del software del SPSS o Excel para el análisis cuantitativo de los datos.

3. Resultados

Los resultados son presentados en la Tablas siguientes, evalúan las variables de superficies de los ecosistemas degradados y emisiones en el periodo de tiempo 2015 – 2020

Tabla 1.
Superficies de los ecosistemas degradados en el Perú, años 2015-2020.

AÑOS	SUPERFICIES DE LOS ECOSITEMAS DEGRADADAS (HECTÁREAS)
2015	1685621844
2016	1732408002
2017	1747710729
2018	1757750751
2019	1801237887
2020	1861570368

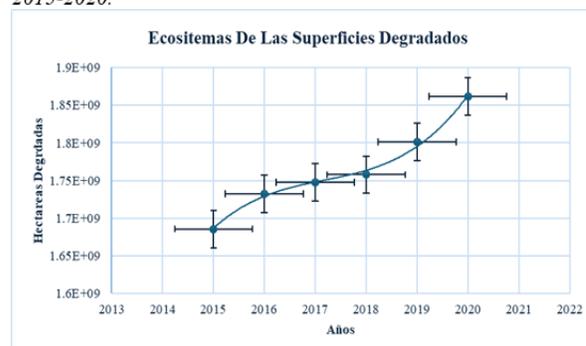
Nota. Portal web SINIA. Recuperado el 05 de octubre de 2022.

Tabla 2.
Emisiones de CO₂ en el Perú, año 2015 y 2019

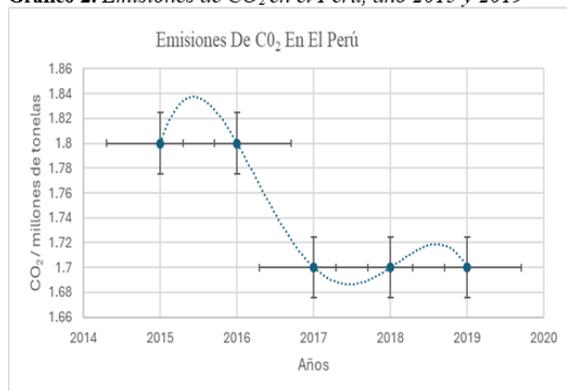
AÑOS	EMISIONES DE CO ₂ EN EL PERÚ (Toneladas métricas)
2015	1.8
2016	1.8
2017	1.7
2018	1.7
2019	1.7

Nota. Emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita) - Perú. Recuperado el 5 de octubre de 2022.

Gráfico 1.
Superficies de los ecosistemas degradados en el Perú, años 2015-2020.



Nota: Elaboración propia, basado en las superficies de los ecosistemas degradados en el Perú 2015-2020

Gráfico 2. Emisiones de CO₂ en el Perú, año 2015 y 2019

Nota: Elaboración propia, basado en las emisiones de CO₂ en el Perú 2015-2019

Discusión

La gráfica 1, presentada ilustra el comportamiento de las superficies de ecosistemas degradados en el Perú durante el período 2015-2020. Este análisis evidencia tendencias significativas y destaca el impacto de diversas actividades humanas y factores climáticos sobre los ecosistemas nacionales. La discusión aborda la variabilidad en las cifras, las posibles causas de los cambios registrados, las implicaciones ambientales, y la precisión de los datos reflejados por las barras de error.

Entre 2015 y 2020, se observa una tendencia fluctuante en la superficie de los ecosistemas degradados, con valores que varían significativamente en algunos años. La dinámica de estas cifras puede estar relacionada con diversos factores:

El incremento inicial (2015-2017), en este período, la superficie de ecosistemas degradados mostró un incremento constante. Este aumento puede asociarse a la intensificación de actividades como la deforestación, la minería ilegal y la

agricultura no sostenible, especialmente en zonas de alta biodiversidad como la Amazonía. La expansión de actividades agrícolas y ganaderas en ecosistemas frágiles, junto con la construcción de infraestructura, probablemente contribuyó a esta tendencia.

Así mismo la reducción temporal (2017-2018), En 2017, se observa una disminución en la degradación. Esto podría reflejar el impacto inicial de políticas ambientales implementadas por el gobierno, como el fortalecimiento de la fiscalización ambiental y programas de conservación de bosques. Sin embargo, la reducción podría ser también una consecuencia de anomalías climáticas que limitaron temporalmente actividades humanas degradantes, como lluvias extremas que dificultaron la explotación de ciertas áreas.

En cuanto a la estabilización y posterior incremento (2018-2020), donde a partir de 2018, los ecosistemas degradados muestran una estabilización inicial, seguida por un leve incremento hacia 2020. Este comportamiento puede explicarse por la reactivación de actividades económicas post-crisis climáticas y el impacto persistente de prácticas insostenibles. Además, el crecimiento demográfico y la urbanización pueden haber aumentado la presión sobre los ecosistemas, con un auge de construcciones, tala, y extracción de recursos naturales en zonas sensibles.

Las causas principales de la degradación son:

Las actividades económicas en el rubro de la minería ilegal y formal, que las principales causas de la degradación en el Perú es la minería, que no solo destruye el suelo, sino que

también contamina los cuerpos de agua cercanos. Este problema es particularmente relevante en regiones como Madre de Dios y Puno.

Así mismo la agricultura intensiva, donde la ampliación de la frontera agrícola, especialmente para monocultivos como la palma aceitera, y el uso de prácticas no sostenibles, como la quema de terrenos, han contribuido significativamente al deterioro de los ecosistemas.

Y la deforestación causada por la tala ilegal, la extracción de madera, y la expansión urbana ha sido un factor determinante en el aumento de la degradación. Entre 2015 y 2020, miles de hectáreas de bosque amazónico fueron afectadas, lo que alteró la biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados.

Por el último el cambio climático, donde los efectos del cambio climático, como lluvias intensas y sequías prolongadas, han exacerbado los procesos de erosión del suelo, afectando tanto a los ecosistemas terrestres como acuáticos. Las variaciones climáticas también han influido en la capacidad de los ecosistemas para recuperarse de impactos humanos.

La gráfica 2, presentada muestra el comportamiento de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) en el Perú entre los años 2015 y 2020. Los valores están expresados en millones de toneladas, y se observa una tendencia fluctuante, con picos en ciertos años seguidos de descensos pronunciados. Este patrón refleja tanto el contexto económico y político del país como las políticas ambientales

implementadas durante este período, así como las variaciones inherentes a la medición de estos gases de efecto invernadero. A continuación, se realiza un análisis detallado de los principales comportamientos de la gráfica, las causas que pueden explicar estos cambios y las implicaciones a nivel ambiental y económico.

Las emisiones de CO_2 en el Perú durante el período 2015-2020 experimentan una variabilidad notable, con un incremento moderado hasta 2016, seguido de una disminución sustancial en 2017, que se mantiene relativamente estable hasta 2020. Este comportamiento refleja diversos factores tanto internos como externos que influyen en el uso de combustibles fósiles, la producción industrial y las políticas ambientales implementadas.

Para el incremento de emisiones en 2015 y 2016, y durante los años 2015 y 2016, se observa un ligero aumento en las emisiones de CO_2 , alcanzando un pico de 1.84 millones de toneladas en 2016. Este incremento puede atribuirse a varios factores:

El crecimiento económico, el Perú experimentó una expansión económica, lo que incrementó la demanda de energía y la actividad industrial, sectores que dependen principalmente de fuentes de energía fósil. A medida que la economía crecía, también lo hacía la producción y el consumo de electricidad, gran parte de la cual se genera a partir de combustibles fósiles.

Así mismo el aumento del transporte el uso de vehículos, tanto particulares como comerciales, puede haber aumentado, generando más emisiones debido a la combustión de combustibles derivados del petróleo.

La deforestación y actividades extractivas en la minería, especialmente la ilegal, es una de las actividades económicas más contaminantes en el Perú, y su impacto en las emisiones de CO₂ probablemente contribuyó a este pico. Se observa que existe el descenso de las emisiones en 2017, una disminución abrupta en las emisiones, con un descenso notable hasta aproximadamente 1.70 millones de toneladas. Este cambio puede ser explicado por diversas medidas y factores:

Las políticas ambientales, en 2017, el gobierno peruano comenzó a implementar políticas más estrictas en términos de protección ambiental y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto incluyó esfuerzos para frenar la deforestación ilegal y el impulso a energías renovables.

También la desaceleración económica, de algunos sectores industriales, especialmente aquellos de alto consumo energético, como la minería y la manufactura, pudo haber contribuido a la disminución de las emisiones. Por otro lado, el crecimiento de energías limpias, el Perú aumentó la inversión en fuentes de energía renovable, como la hidroeléctrica y la solar, lo que ayudó a reducir la dependencia de combustibles fósiles y, por lo tanto, las emisiones de CO₂.

El acuerdo de París y medidas internacionales, el compromiso del Perú con el Acuerdo de París y las metas climáticas globales pudo haber incentivado la reducción de emisiones, con la implementación de políticas internas de eficiencia energética y reducción de emisiones.

Estabilización de emisiones en 2018-2019, las emisiones se estabilizan en torno a 1.70 millones de toneladas, con ligeras fluctuaciones hacia arriba y hacia abajo. Esto refleja una compensación de avances y retrocesos:

Los desafíos en el cambio estructural, aunque hubo avances en el impulso de energías limpias y la eficiencia energética, el crecimiento de la población y la urbanización en Perú, junto con el aumento de la demanda de transporte y energía, pudo haber contrarrestado los esfuerzos de reducción de emisiones.

La persistencia de la deforestación, a pesar de los esfuerzos de conservación, la deforestación sigue siendo un problema grave en Perú, especialmente en la Amazonía, lo que genera emisiones debido a la quema y tala de bosques. Este factor probablemente mantuvo las emisiones estables.

Y por último la recuperación económica, tras la desaceleración de la economía, algunos sectores industriales experimentaron una ligera reactivación, lo que probablemente aumentó las emisiones en 2019, aunque en menor medida que en los años previos.

4. Conclusiones

La superficie de los ecosistemas degradados en el Perú ha mostrado una tendencia fluctuante, con un aumento sostenido en los primeros años (2015-2017) y una posterior estabilización, seguida por un leve incremento hacia 2020. Esto destaca la presión constante sobre los ecosistemas debido a la deforestación, la minería ilegal y la expansión de la frontera agrícola. Las políticas

ambientales implementadas a partir de 2017 parecen haber tenido un impacto positivo a corto plazo en la reducción de la degradación, pero los efectos de la crisis económica, el crecimiento demográfico y la urbanización han contrarrestado estos avances. Las principales causas de la degradación siguen siendo la minería, la agricultura intensiva y la deforestación ilegal, factores que continúan poniendo en riesgo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del país. Además, el cambio climático ha exacerbado los procesos de degradación, especialmente a través de sequías y lluvias extremas que afectan la regeneración natural de los ecosistemas.

Las emisiones de CO₂ en el Perú también presentan un comportamiento fluctuante, con picos en 2015 y 2016, seguidos de una notable disminución en 2017. Este patrón refleja tanto el crecimiento económico que impulsó las emisiones como los esfuerzos gubernamentales y las políticas ambientales que contribuyeron a la reducción de las emisiones. El incremento de las emisiones en 2015 y 2016 estuvo relacionado con la expansión económica, el aumento del transporte y las actividades extractivas, como la minería ilegal. Estos sectores fueron responsables de un aumento en el uso de combustibles fósiles y la deforestación, lo que generó más emisiones de CO₂. La caída de las emisiones en 2017 se debe a la implementación de políticas ambientales más estrictas, como la protección de los bosques, la promoción de energías renovables y

la desaceleración de sectores industriales altamente contaminantes. La estabilización de las emisiones en 2018 y 2019 refleja un equilibrio entre los avances en energías limpias y la persistencia de desafíos estructurales, como la deforestación y el crecimiento urbano.

REFERENCIAS

1. BBVA. (2023). El dióxido de carbono y su impacto en el calentamiento global. Recuperado de <https://www.bbva.com>
2. SERFOR. (2023). Identificación de paisajes degradados en el Perú. Recuperado de <https://www.serfor.gob.pe>
3. Andina. (2023). Superficies degradadas y su impacto en el Perú. Recuperado de <https://andina.pe>
4. Instituto Geofísico del Perú. (2019). Análisis de la desertificación en la región costera del sur del Perú. Recuperado de <https://www.igp.gob.pe>
5. Ministerio del Ambiente. (2020). Identificación de ecosistemas degradados en la Amazonía peruana. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe>
6. Universidad Nacional de Cajamarca. (2018). Impacto del cambio de uso de suelo en la región andina del norte peruano. Recuperado de <https://www.unc.edu.pe>
7. Academia de Ciencias de China. (2020). Impacto de la desertificación en regiones áridas de China.
8. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2019).

- Deforestación y pérdida de biodiversidad en Centroamérica.
9. FAO. (2020). Restauración de ecosistemas degradados en África Subsahariana.
 10. Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil. (2019). Evaluación de suelos degradados en la Amazonía brasileña.
 11. Instituto de Investigación de Agricultura de la India. (2018). Degradación de suelos en India debido a prácticas agrícolas intensivas.
 12. Instituto de Recursos Mundiales. (2020). Deforestación en la cuenca del Congo.
 13. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de España. (2017). Rehabilitación de suelos degradados en el Mediterráneo europeo.
 14. Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth. (2021). Degradación de pastizales en Australia.
 15. Universidad Nacional de Singapur. (2021). Impacto de la deforestación en el Sudeste Asiático.
 16. Universidad de Columbia Británica. (2019). Impacto del cambio climático en ecosistemas degradados en Canadá.
 17. Barreto, P., & Gómez, P. (2019). La deforestación en la Amazonía peruana: Causas, consecuencias y perspectivas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
 18. González, M., & Herrera, J. (2018). El impacto del cambio climático en los ecosistemas del Perú. Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
 19. Ministerio del Ambiente del Perú. (2020). Plan Nacional de Gestión Ambiental: Estrategias para la reducción de la degradación ambiental.
 20. Ríos, E., & García, M. (2020). Minería ilegal en el Perú y sus efectos en el medio ambiente: Un análisis desde la perspectiva de la sostenibilidad. *Revista de Estudios Ambientales*, 14(2), 59-72.
 21. Pérez, L., & Quispe, A. (2017). Emisiones de CO₂ en el Perú: Análisis y desafíos hacia una economía baja en carbono. *Revista de Ciencia y Tecnología Ambiental*, 9(1), 45-60.
 22. Ministerio de Energía y Minas. (2019). Estrategia Nacional de Energía: Transición hacia fuentes de energía renovables en el Perú.
 23. Vásquez, C., & García, T. (2021). La agricultura intensiva y sus efectos en la degradación de ecosistemas en el Perú. *Ecología y Desarrollo*, 15(4), 123-138.
 24. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). Special Report on Climate Change and Land.
 25. [Garrido, J., & Valderrama, D. (2020). El impacto de las políticas públicas en la reducción de emisiones de CO₂ en el Perú: Un análisis desde 2015 a 2020. *Revista de Políticas Ambientales*, 7(2), 87-102.
 26. Cajas, J., & Paredes, R. (2021). Cambio climático y minería: Retos y oportunidades para la sostenibilidad en el Perú. *Revista Peruana de Ciencias Ambientales*, 4(3), 150-165.