

El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en Perú

Climate change and its effects on biodiversity in Peru

Víctor Lenin Montaña-Roldan

victor.montano1@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-4424-048X>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú

Alex Andrés Gonzales Vega

alex.gonzalez.vega@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3785-0442>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Pablo Luis Ortiz Caicedo

pablo.ortiz@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-7149-130X>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Christian Enrique Álava Vélez

christian.alava.velez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-7911-062X>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Aníbal Javier Chica Tambaco

anibal.chica.tambaco@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-5208-8713>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

RESUMEN

El Perú es uno de los países más megadiverso de América Latina, es la segunda nación Latinoamericana, y el cuarto a nivel mundial, en extensión de bosques tropicales. Es el octavo país en el mundo en número de especies. Pero también es uno de los países de la región que se ha visto afectado por los impactos del cambio climático, los cuales se evidencian en fenómenos como la elevación de la temperatura ambiental, aumentos y disminuciones bruscas en las precipitaciones, sequías extremas, inundaciones extraordinarias, entre otros, con las graves amenazas y riesgos que estos eventos naturales representan para los ecosistemas nacionales, que se traduce en la reducción de la biodiversidad y un mayor riesgo de extinción de numerosas especies de flora y fauna de la Costa, los Andes y la Amazonia. En este marco, la indagación que aquí se plantea tuvo como objetivo general desarrollar un análisis sobre el cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en Perú. Sobre esta base se asumió el enfoque de una investigación documental, en cuyo marco, se accedió a la base de datos digitales de organismos nacionales e internacionales versados en la materia, así también, se revisó en plataformas académicas lo cual permitió revisar artículos/tesis en revistas indexadas. Dentro de las conclusiones planteadas tras el análisis del contenido de la temática en cuestión se indica que si bien, se han hecho esfuerzos para contrarrestar los efectos del cambio climático en la biodiversidad peruana, los cuales se han implementado en acciones educativas, construcción de un marco legislativo con estas competencias, asunción y ratificación de convenios internacionales en materia de cambio climático, aún queda mucho por hacer, para enfrentar las dinámicas y demandas que cada vez son más necesarias, urgentes y profundas en este tema.

Palabras claves: Cambio climático, biodiversidad peruana, impacto, esfuerzos.

ABSTRACT

Peru is one of the most megadiverse countries in Latin America, it is the second Latin American nation, and the fourth in the world, in extent of tropical forests. It is the eighth country in the world in number of species. But it is also one of the countries in the region that has been affected by the impacts of climate change, which are evident in phenomena such as rising environmental temperatures, sharp increases and decreases in precipitation, extreme droughts, extraordinary floods, among others, with the serious threats and risks that these natural events represent for national ecosystems, which translates into the reduction of biodiversity and a greater risk of extinction of numerous species of flora and fauna of the Coast, the Andes and the Amazon. . In this framework, the general objective of the investigation proposed here was to develop an analysis of climate change and its effects on biodiversity in Peru. On this basis, the approach of a documentary investigation was assumed, in which framework, the digital database of national and international organizations versed in the subject was accessed, as well as, it was reviewed on academic platforms which allowed reviewing articles/theses in indexed journals. Among the conclusions raised after the analysis of the content of the topic in question, it is indicated that although efforts have been made to counteract the effects of climate change on Peruvian biodiversity, which have been implemented in educational actions, construction of a framework legislative with these powers, assumption and ratification of international agreements on climate change, there is still much to do, to face the dynamics and demands that are increasingly necessary, urgent and profound on this issue.

Keywords: Climate change, Peruvian biodiversity, impact, efforts.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas el mundo viene enfrentando las dinámicas y demandas en el ámbito medioambiental por los tremendos efectos del fenómeno del cambio climático sobre los ecosistemas de la Tierra, especialmente, sobre la diversidad biológica que, cada vez, son más conocidos y estudiados gracias a los esfuerzos de numerosos estudiosos y organismos internacionales, quienes han aunado esfuerzos en la ardua tarea de visibilizar y poner en la discusión científica, académica, empresarial y pública, los estragos causados por las actividades antrópicas sobre la naturaleza y cuyas interacciones en su dimensión diacrónica, hoy se reflejan como una amenaza y un riesgo, no solo sobre los espacios naturales sino también para los seres humanos.

Describir las implicaciones del cambio climático y sus efectos en la biodiversidad planetaria, es un tema complejo que

bien merece una mirada interdisciplinar e intersectorial dado que las perspectivas de sobrevivencia de los seres humanos en el futuro, tal como refleja, la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés) dependen mayoritariamente de los servicios ecosistémicos que proveen la biodiversidad y sus ecosistemas (IPBES, 2019). En estas consideraciones, en particular, hay que poner el foco en América Latina, puesto que es reconocida como una de las regiones más biodiversas del planeta, por tanto, necesaria y vital es su preservación de cara a las generaciones venideras.

De acuerdo con el Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-WCMC por sus siglas en Inglés) en América Latina, se encuentran seis de los países con mayor biodiversidad del mundo: Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela (UNEP-WCMC, 2016). En este sentido, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) hace hincapié en la cuestión de que la biodiversidad es un activo fundamental que representa una parte elevada de la composición de la riqueza nacional. Así mismo, es un tema crítico para América Latina y el Caribe dada la dependencia de su extraordinario patrimonio biocultural para su desarrollo (CEPAL, 2023). Sin embargo, el referido organismo enfatiza que la biodiversidad Latinoamericana y sus beneficios están bajo amenaza. Así mismo, ha alertado sobre la pérdida y degradación de la biodiversidad en América Latina y el Caribe, subrayando la gravedad de las consecuencias potenciales (CEPAL, 2023).

Uno de los factores que se señala de poner en riesgo la variedad de especies animales, vegetales, microorganismos y sus ecosistemas en la región latinoamericana es el cambio climático, algunos estudios centrados en esta temática, como el presentado por los autores (Samaniego, Galindo, Mostacedo, Ferrer, Alatorre, & Reyes, 2017) denota que el cambio climático es un factor que incide notablemente en la pérdida de biodiversidad, además de acrecentar otros factores relevantes como son la alteración del hábitat, la presencia de especies invasoras, la sobreexplotación y la contaminación.

El escenario planteado, hace necesario profundizar la sensibilidad ambiental y conseguir un verdadero compromiso por parte de los mandatarios latinoamericanos, empresarios, académicos, científicos y sociedad civil, que conduzca hacia la acción ecológica desde diversas vertientes que permita revertir el daño causado a los sistemas naturales en nuestra región.

Según lo antes expuesto, la biodiversidad del Perú, está siendo amenazada por los cambios climáticos que inciden en las diversas regiones del planeta en general y en Latinoamérica en particular, en este sentido, la indagación que aquí se plantea tiene como objetivo general desarrollar un análisis sobre el cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en Perú.

Conforme avanza el desarrollo económico, social, tecnológico y científico de la humanidad, a la par, a razón de las demandas de bienes materiales para el sostenimiento de dichos procesos productivos, se ha venido ocasionando una importante modificación en las estructuras ecosistémicas de nuestro planeta, causando afectaciones, en ocasiones irreversibles, y situándose en la génesis de muchos de los problemas medioambientales globales a los que hay que hacer frente en la actualidad.

La biodiversidad en el Perú

La diversidad biológica se define como un recurso biótico, que considera al total de especies que habitan en la Ecosfera y que puede ser de uso actual y potencial, se puede describir en términos de diversidad de Genes, Especies y Ecosistemas, que corresponden a los tres niveles fundamentales y jerárquicos de organización biológica (González, 2005).

El Ministerio del Ambiente (MINAM) del Perú, hace hincapié en la importancia de la biodiversidad del país, como parte esencial del capital natural nacional, ha sido históricamente la base y sustento de nuestro desarrollo. Los recursos marinos y la flora y fauna terrestre han permitido el surgimiento de importantes y variadas manifestaciones culturales en el Perú y el mundo (MINAM, 2017). También enfatiza el referido órgano ministerial peruano que, la biodiversidad del Perú, actualmente, constituye un importante activo que representa gran parte de los ingresos económicos y de exportación de nuestro país. Además, en un futuro cercano nos otorgará una ventaja comparativa para ingresar a nuevos mercados emergentes que debemos transformar en ventaja competitiva sostenible para nuestro país (MINAM, 2017).

La gran variedad de paisajes que hacen la riqueza del Perú es el fruto de una diversidad de características geológicas, climáticas y biológicas muy contrastadas (Laurent, 2014). En la misma sintonía, en el documento presentado por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) afirma, el Perú es un país megadiverso con una extraordinaria variabilidad ecosistémica, específica y genética. Concentra 84 de las 104 zonas de vida del planeta y sus distintas altitudes y climas generan condiciones excepcionales para el desarrollo de diversos cultivos y especies (CONCYTEC, 2016).

Cita también el mencionado organismo, que el Perú posee 79 millones de hectáreas de bosques y es el segundo país en América Latina, y el cuarto a nivel mundial, en extensión de bosques tropicales. Es el octavo país en el mundo en número de especies. Se calcula que existen unas 25,000 especies, de las cuales 22% son endémicas. Posee 20,375 especies de flora, 515 de mamíferos, 1,834 de aves, 418 de reptiles, 508 de anfibios, 1,070 de peces marinos y 3,700 de mariposas. El mar

peruano es una de las cuencas pesqueras más importantes del planeta y se encuentra en buena situación de conservación en comparación con otras. Los páramos y las punas, con una superficie de 22 millones de hectáreas, son ecosistemas de enorme importancia a nivel global por su biodiversidad (CONCYTEC, 2016, pág. 11).

Estrechamente vinculado a lo antes expresado, en su indagación (Pulido, 2023) recoge de otros autores una especie de inventario de la riqueza natural del Perú, la cuales son primordiales de proteger y conservar, así, indica la existencia de las diez categorías de áreas naturales protegidas de carácter nacional: 15 Parques Nacionales, 17 Reservas Nacionales, nueve Santuarios Nacionales, cuatro Santuarios Históricos, dos Reservas Paisajísticas, tres Refugios de Vida Silvestre, 10 Reservas Comunales, seis Bosques de Protección, dos Cotos de caza, ocho Zonas Reservadas y 162 áreas de conservación privada, comprendidas en 28 M de hectáreas (ha), lo que significa 18% de la superficie terrestre el país y el 8 % de su extensión marina. Y en número de especies a nivel nacional: 20 375 especies de flora, 523 mamíferos, 1882 aves, 446 reptiles y 1070 peces marinos; de igual modo, poseemos 84 de las 117 zonas de vida del planeta y más de 73 M de ha de bosques; y gracias a nuestro legado cultural, en el Perú se han domesticado cinco especies de fauna silvestre y 182 especies de plantas, que resultan ser de importancia para la alimentación mundial.

Sobradas son las razones para encaminar acciones que reúnan la participación de especialistas, instituciones gubernamentales, académicas y de investigación, asociaciones civiles vinculadas al tema de conservación medio ambiental, docentes de todos los niveles educativos del país, sociedad civil, entre otros, en procura y de acuerdo a sus competencias, de profundizar todas aquellas acciones tendientes a la concientización del cuidado y protección del entorno natural peruano, pues tal como afirma (Pulido, 2023) en la conservación de la diversidad biológica del Perú no hay actores secundarios.

El valor del medio ambiente

El medio ambiente tiene valor por sí mismo, por el solo hecho de existir. El ambiente tiene valor porque cumple con una serie de funciones que afectan el bienestar de las personas: los usuarios, así, al disfrutar de un ambiente sano, el ser humano se ve impactado positivamente, por el contrario los espacios naturales alterados, deteriorados y contaminados inciden de forma negativa en bienestar de las personas (Tomasini, 2000). La biosfera, en términos de su capacidad de satisfacer las necesidades humanas, tiene un valor que a primera vista puede percibirse como incalculable (Solano & Millán, 2022).

El concepto de valorización de la biodiversidad se describe como asociado a la generación de conocimiento, disponibilidad de información, uso de servicios ecosistémicos y desarrollo de productos y procesos derivados del uso sostenible de la biodiversidad. Así, se asume el concepto de valorización de la biodiversidad como la puesta en valor de la biodiversidad (CONCYTEC, 2016).

El valor de un bien como el medio ambiente, se manifiesta en los servicios ambientales que presta a la humanidad. Desde esta óptica, se define el medio natural como un capital que es capaz de aportar una serie de servicios al ser humano (Montes, 2007). Los bienes ambientales son las materias primas o recursos naturales que utiliza el hombre en sus actividades productivas. Los servicios ambientales, son las funciones del ecosistema que utiliza el hombre para su beneficio y tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente una utilidad al consumidor, como por ejemplo: control de inundaciones, refugio de especies, bellezas escénicas, investigación, recreación y turismo (González, 2005).

De este modo, (Linares & Romero, 2008), clasifican los principales servicios que otorga el medioambiente en cuatro categorías: a) fuente de recursos productivos; b) sumidero de recursos; c) fuente de utilidad no asociada a la producción, y d) Soporte a la vida en la tierra. Las dos primeras categorías son cuantificables y se refieren a servicios que aportan beneficios a la sociedad de manera directa, como son los alimentos, el agua, la energía, entre otros. Respecto a las dos últimas dimensiones, aportan beneficios indirectos y, por lo tanto, son más difíciles de cuantificar ya que incluyen elementos tan etéreos como el disfrute del paisaje o las actividades deportivas y otros valores de consumo (Millennium Ecosystem Assessment, 2003) citado en (Laso Salvador, 2018).

La valoración económica de bienes y servicios ambientales tiene utilidad para determinar, complementar o actualizar presupuestos destinados a la preservación y conservación de ecosistemas de especial importancia como reservas naturales y parques nacionales (Solano & Millán, 2022). Los bienes y servicios ambientales se pueden identificar, valorar y cuantificar debido a su relación con las actividades económicas desarrolladas por el hombre (González, 2005).

La biodiversidad del Perú, es una de las más ricas del mundo, lo que nos convierte en uno de los cuatro países más megadiversos del planeta, pero su real importancia radica en los recursos que nos brinda y que tienen un gran potencial para contribuir con el desarrollo nacional, especialmente, con las poblaciones menos favorecidas en el ámbito rural, siempre y cuando se usen sosteniblemente y se impulse su transformación y valor agregado con una visión de inclusión y equidad (MINAM, 2017).

Figura 1. Estructura de los bienes y servicios ambientales



Nota, Fuente: (González, 2005)

Genes: El Perú es uno de los mayores centros mundiales de recursos genéticos, con unas 182 especies de plantas y 5 de animales domesticados, y es reconocido como uno de los centros de origen de la agricultura y de la ganadería (CONCYTEC, 2016). El país posee una gran cantidad de recursos genéticos con un potencial económico significativo debido a su diversidad y disponibilidad. Igualmente, De acuerdo con las estimaciones del MINAM, (2014) citado en (CONCYTEC, 2016), los pueblos indígenas y comunidades locales poseen conocimientos importantes respecto al uso y propiedades de las especies, la diversidad de recursos genéticos (4,400 plantas de usos conocidos y miles de variedades) y las técnicas de manejo de éstos.

Especies: El Perú es el octavo país en el mundo en número de especies. Se calcula que existen unas 25,000 especies, de las cuales 22% son endémicas (CONCYTEC, 2016). El Perú tiene un alto sitio en diversidad de frutas (623 especies), cucurbitáceas, plantas medicinales (1,408 especies), plantas ornamentales (1,600 especies) y plantas alimenticias (1,200 especies). Además, de acuerdo con el MINAM, (2014) citado en (CONCYTEC, 2016) cuenta con cinco especies de animales domésticos nativos: la alpaca, la llama, el cuy, el pato criollo y la cochinilla. Entre el 2011 y 2013, no menos de 210 especies de plantas han sido registradas como nuevas para nuestro territorio. Del total de especies de fauna registradas para el Perú, se observa que no menos de 380 han sido recientemente descubiertas en nuestro territorio (82% invertebrados -de lejos el grupo de animales con mayor necesidad de estudio- y 18% vertebrados) (CONCYTEC, 2016).

Ecosistemas: La gran variedad de ecosistemas, como unidades de diferente escala, se distribuyen como un enorme mosaico a lo largo del territorio nacional peruano en tres regiones naturales (costa, los Andes y la Amazonia). Los ecosistemas, según estima el artículo 2 del Convenio Sobre la Diversidad Biológica son definidos como un "complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional" (p.4) (Naciones Unidas, 1992) que forman parte del patrimonio natural de la Nación, y dado que proporcionan bienes y servicios a la población se constituyen en un capital natural; por tanto, su aprovechamiento debe ser sostenible y amparado por las políticas nacionales, sectoriales y regionales (MINAM, 2018).

El Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú que tiene un alcance a nivel nacional, logró mapear treinta y seis (36) ecosistemas continentales del territorio nacional: once (11) para la región natural de selva tropical, tres (3) para la región yunga, once (11) para la región andina, nueve (9) para la costa y dos (2) ecosistemas acuáticos: laguna y lago y ríos (MINAM, 2018). En el mismo documento, se hace referencia al hecho de que los ecosistemas con mayor superficie se encuentran ubicados en la región selva tropical; siendo los Bosques de colina baja los de mayor superficie, ocupando el 25% del territorio. En la región andina, el ecosistema con mayor extensión son los pajonales de puna húmeda, ocupando el 9% del territorio; mientras que los bosques basimontano de yunga (6%) y los desiertos costeros (5%) tienen mayor extensión en las regiones de yunga y costa respectivamente (MINAM, 2018).

El cambio climático y los problemas ambientales en Perú

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2013) citado en (Podvin & Suárez, 2022) refiere que el cambio climático se define como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables" La Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, en su artículo 1, literal 2 indica que por "cambio climático" se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (p.3) (Naciones Unidas, 1992).

Este fenómeno que está afectando todo el planeta, tiene sus impactos en todos los ambientes como consecuencia

del incremento en la acumulación de Gases de efecto invernadero (GEI), emitidos por las actividades humanas (Salaverry & Botana, 2022). El cambio climático como fenómeno global viene mostrando una multiplicidad de alteraciones climáticas que se diferencian de los eventos que hacen a la Variabilidad Climática (Salaverry & Botana, 2022). La variabilidad climática hace referencia a las fluctuaciones del clima durante períodos de tiempo corto, lo cual la diferencia del cambio climático (Fonseca, 2019). La variabilidad climática, se mide a partir de la determinación de las anomalías, que no son más que las diferencias entre el valor registrado de la variable y su promedio histórico. Por lo tanto, la variabilidad se refiere a los valores por encima y por debajo del promedio histórico de las variables climatológicas (temperatura, presión atmosférica, humedad, precipitación, entre otros) en un período de tiempo determinado (mes, año, estación, entre otros) (Fonseca, 2019).

Es conveniente subrayar que han existido variaciones climáticas desde el origen de la Tierra hasta la actualidad y es por ello que el clima, entendido como sistema, constituye el estado cambiante de la atmósfera cuya dinámica afecta de manera diferencial los distintos espacios de la superficie terrestre (Salaverry & Botana, 2022).

Las evidencias de los problemas ambientales causados por el fenómeno del cambio climático, pueden encontrarse en la gama de estudios que se han llevado a cabo, en el cometido de alertar a la comunidad mundial, del inmenso impacto que han generado a lo largo de los años las actividades humanas en el planeta. De forma particular, el Perú, ubicado en la región intertropical de la Tierra, es sensible especialmente a los cambios climáticos y debe prepararse a enfrentar sus impactos (Laurent, 2014).

Según el informe presentado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), los impactos del cambio climático que ya se perciben e influyen en los ecosistemas forestales en la costa, los Andes y la Amazonia peruana (FAO, 2016). Los impactos del cambio climático, se vienen observando, por ejemplo, en relación al régimen de precipitación, se han registrado aumentos y disminuciones bruscas en las regiones de Loreto, Huánuco, Ucayali, San Martín, Madre de Dios, Apurímac y Cusco; así mismo, en las sequías extremas del 2005 y del 2010 en Loreto. Este cambio en el régimen de lluvias pone en grave riesgo la economía del país, basada en actividades que dependen directamente del clima, como la agricultura y la pesca, y la funcionalidad de los ecosistemas que sustenta la sostenibilidad de estas actividades productivas (FAO, 2016).

Inundaciones nunca antes vistas, también han afectado los espacios naturales de la región. El aumento del nivel del mar, si bien es cierto puede afectar la disponibilidad de agua potable y dañar la infraestructura a causa de las inundaciones, presentaría también un impacto directo sobre los ecosistemas de manglares en la costa norte del Perú, como los que se reportaron durante los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 y 1997-98) (FAO, 2016).

El cambio climático, como ya se ha mencionado es una de las principales amenazas identificadas en los ecosistemas del Perú y, ya que las especies son parte de los ecosistemas, también se ven afectadas por este fenómeno (CONCYTEC, 2016).

Según el documento elaborado por la Comisión de Alto Nivel de Cambio Climático (CANCC, 2020) del Gobierno del Perú, el país presenta siete de las nueve características reconocidas por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para calificar a los países particularmente vulnerables al cambio climático: i) zonas costeras bajas; ii) zonas áridas y semiáridas; iii) zonas expuestas a inundaciones, sequías y desertificación; iv) ecosistemas montañosos frágiles; v) zonas propensas a desastres; vi) zonas con alta contaminación atmosférica urbana; y, vii) presentar una economía dependiente de los ingresos generados por la producción y el uso de combustibles fósiles. Los ecosistemas vulnerables priorizados son los montañosos andinos, los forestales, los amazónicos y los marino-costeros. Varios de ellos tienen como eje común y articulador con respecto al agua, como las nacientes o cabeceras de cuencas, bofedales y cuerpos de agua, puna, humedales, praderas naturales, glaciares, etc. (MINAM, 2016).

Dentro de los peligros asociados al cambio climático en el Perú, se destacan tres áreas prioritarias: 1) Acidificación y desoxigenación del océano; 2) cambio en la variabilidad climática y 3) Cambios en los promedios del clima (MINAM, 2021). De esta forma, la acidificación y desoxigenación del océano comprende: alteración fisicoquímica de ecosistemas marinos-costeros; cambios en el contenido de calor superficial del océano; cambios en la frecuencia de ondas de calor marino y vientos fuertes. Respecto a los cambios en la variabilidad climática, se asocia con cambios en la Oscilación del Sur de El Niño (ENOS) relacionado con los fenómenos del Niño y la Niña y cambios en los promedios de precipitación. Con relación al tercer aspecto, Cambios en los promedios del clima, tiene que ver con: cambios en los extremos de las precipitaciones; cambios en los extremos de la temperatura del aire y cambios en el promedio de la temperatura del aire (MINAM, 2021).

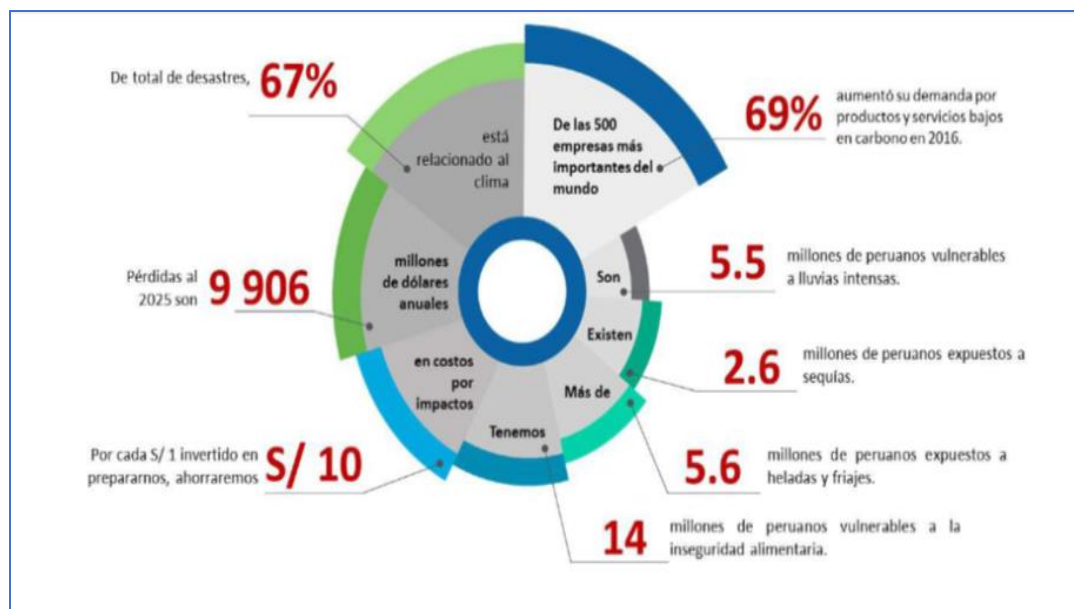
El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018) presentó algunas cifras del cambio climático en Perú, las cuales se reflejan en la figura 2.

- De las 500 empresas más importantes del mundo, el 69% aumentó su demanda por productos y servicios bajos en carbono en 2016
- 5.5 millones de peruanos están expuestos a precipitaciones muy intensas.

- 2.6 millones de peruanos están expuestos a periodos de sequía.
- Más 5.6 millones de peruanos están expuestos a periodos de heladas y frías.
- Tenemos 14 millones de peruanos son vulnerables a la inseguridad alimentaria, vinculada al cambio climático.
- En costos por impacto, por cada s/1 invertido en prepararnos al cambio climático ahorramos S/ 10.
- Se estiman para el año 2025 pérdidas en el orden de 9906 millones de dólares

Del total de los desastres en Perú el 67% están relacionados con los fenómenos climáticos.

Figura 2. Cifras del cambio climático en Perú



Nota. (MINAN, 2018).

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). Cambio Climático y Territorio.

Estos peligros impactan también a los diversos ecosistemas y su provisión de los servicios ecosistémicos, en la estructura productiva nacional, en la infraestructura económica y social, y en el sistema de salud, lo que ocasiona el deterioro del bienestar de la población (CANCC, 2020).

Estrategia para enfrentar el cambio climático en Perú

- **Educación**

En Perú, como en el resto del mundo, conservar la biodiversidad no es una tarea fácil, pero sí muy necesaria, es una hazaña, pues como dice Dourojeanni, hay que luchar contra la indolencia, los intereses particulares, la corrupción y la falta de compromiso de la población (Pulido, 2023).

Se reconoce que la problemática ambiental es una dificultad que afecta al conjunto de la humanidad. Por tanto, la protección del medioambiente no puede limitarse a la investigación científica, sino que requiere formar a la población para que sea crítica con la situación actual y participe de forma activa en su conservación y mejora (Laso Salvador, 2018), dado que la biodiversidad se valora a través del conocimiento (CONCYTEC, 2016).

En tal sentido, la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático aborda la educación, la sensibilización y el fortalecimiento de capacidades a través del medio de implementación denominado "conciencia y fortalecimiento de capacidades", que propone un conjunto de acciones para lograr los objetivos de la estrategia, relacionados a incrementar la capacidad adaptativa, así como para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (MINAM, 2016).

- **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático**

Es un Instrumento estratégico que orienta la adaptación al cambio climático en el Perú con el objetivo prioritario general de reducir y/o evitar los daños, las pérdidas y las alteraciones actuales y futuras, desencadenadas por los peligros al cambio climático en los medios de vida de las poblaciones, los ecosistemas, las cuencas, los territorios, la infraestructura, los bienes y/o los servicios; así como, aprovechar las oportunidades que ofrece el cambio climático para un desarrollo sostenible y resiliente (Podvin & Suárez, 2022).

- **Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC)**

En el Perú, las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) se enmarcan en el Acuerdo de París sobre cambio climático, ratificado por el país en el año 2016, en ellas la nación hace frente al cambio climático formulando metas de adaptación y mitigación donde se involucra a todos los sectores y actores de la sociedad en torno a objetivos comunes para la sostenibilidad del país (MINAN, 2018). El cumplimiento de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas es ejemplo de la importancia que tiene para el país contar con una visión de desarrollo a largo plazo, mirando el futuro con los ojos de la sostenibilidad y considerando acciones que contribuyan a la mejora de la calidad de vida de todos los peruanos. Es así que, el Perú apuesta por construir una economía verde; es decir, crecimiento económico sin degradar el ambiente (MINAN, 2018).

El Informe Final del Grupo de Trabajo Multisectorial para la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC), destaca que las NDC en Adaptación establecen objetivos y metas para reducir la vulnerabilidad ante los peligros asociados al cambio climático en cinco áreas temáticas priorizadas: 1) Agricultura; 2) Bosques; 3) Pesca y acuicultura; 4) Salud; y 5) Agua; a través de la incorporación de enfoques transversales de gestión del riesgo de desastres, infraestructura pública resiliente, pobreza y poblaciones vulnerables, género e interculturalidad, y promoción de la inversión privada. Asimismo, con el aporte en términos de reducción de emisiones de GEI de 20% en el año 2030, con una ambición adicional de 10% condicionada a los recursos internacionales (GTM-NDC, 2018).

- **El Financiamiento Climático del Perú**

Alinear los objetivos de desarrollo y la gestión integral del cambio climático es fundamental para garantizar que existan suficientes inversiones destinadas a la acción climática en el país.

El Ministerio del Ambiente (MINAM), como autoridad nacional en materia de cambio climático, ha identificado la necesidad de formular una Estrategia de Financiamiento para la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) que contribuya con el logro de las metas establecidas por el país. Esta Estrategia debe contribuir a la implementación de las NDC en sinergia con los ODS, la promoción de la competitividad y de la productividad; y, evidentemente, con un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. Para ello, el marco normativo establecido por el país es de suma importancia para que el financiamiento y otras condiciones habilitantes para la implementación de las NDC puedan ser alcanzada.

- **Marco normativo y político de gestión de cambio climático en Perú**

El Perú cuenta con un marco normativo e institucional en materia de cambio climático, cuyos pilares son la Ley Marco sobre Cambio Climático (LMCC) y su Reglamento (RLMCC), la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), las Estrategias Regionales de Cambio Climático (ERCC), los Planes Locales de Cambio Climático (PLCC), el Plan de Acción de Género y Cambio Climático (PAGCC), entre otros instrumentos de gestión integral del cambio climático (Podvin & Suárez, 2022).

- **Convenios y acuerdos internacionales para la lucha del Climático del Perú**

Acuerdo de París: Perú está comprometido con la implementación del Acuerdo de París y, consecuentemente, con la acción climática. En el marco del Acuerdo de París, el país se ha comprometido a reducir el 20% de emisiones de gases de efecto invernadero proyectadas para el año 2030 y un 10% adicional en la medida que podamos acceder al financiamiento internacional (GTM-NDC, 2018).

Agenda 2030: El Perú viene realizando esfuerzos para alcanzar el desarrollo de una economía sostenible. El crecimiento debe ser amigable con el ambiente y contar con criterios de competitividad que nos permitan aprovechar las oportunidades del presente y futuro. Para ello, nuestro país se suma a los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS de las Naciones Unidas con miras al año 2030 (MINAN, 2018). De este modo, implementar nuestras Contribuciones Nacionalmente Determinadas aportará al cumplimiento de gran parte de estos objetivos, como por ejemplo: ODS 5: Igualdad de género; ODS 6: Agua limpia y saneamiento; ODS 7: Energía asequible y no contaminante; ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico; ODS 9: Industria, innovación e infraestructura; ODS 10: Reducción de las desigualdades; ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles; ODS 12: Producción y consumo responsables; ODS 13: Acción por el clima; ODS 14: Vida submarina; y ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres (MINAN, 2018).

CONSIDERACIONES FINALES

El fenómeno del cambio climático y su impacto en la biodiversidad en Perú, como acontece a nivel mundial, es necesario abordarlo de forma sinérgica entre gobierno, empresas, academia y sociedad civil, para que tenga la mayor difusión posible y que, de esta forma, contribuya al conocimiento e intercambio de ideas que permitan, en el mejor de los

casos revertir su incidencia y/o mitigar sus efectos en la mayor medida posible en el corto plazo.

A lo largo del desarrollo de este escrito, se abordó la implicación del cambio climático en la intensificación de fenómenos naturales en el país, tal como, la elevación de la temperatura ambiental, aumentos y disminuciones bruscas en las precipitaciones, sequías extremas, inundaciones extraordinarias, entre otros eventos que constituyen una grave amenaza y un riesgo para los ecosistemas nacionales, que se traduce en la reducción de la biodiversidad y un mayor riesgo de extinción de numerosas especies de flora y fauna de la Costa, los Andes y la Amazonia peruana.

En el reconocimiento de que del cuidado de la biodiversidad depende el futuro del planeta y de las generaciones venideras, y siendo el Perú uno de los países megadiverso del globo, nos impone la responsabilidad de generar acciones conducentes y contundentes para la absoluta protección de los sistemas ecosistémicos, en este sentido, si bien es cierto que, se han hecho esfuerzos en esta dirección, los cuales se han implementado en acciones educativas, construcción de un marco legislativo con estas competencias, asunción y ratificación de convenios internacionales en materia de cambio climático, aún queda mucho por hacer, para enfrentar las dinámicas y demandas que cada vez son más necesarias, urgentes y profundas.

El control distribuido es una técnica eficiente para el manejo de grandes sistemas. En el caso de las micro-redes, la generación de cada fuente se integra a un bus de energía DC o AC. Las fuentes que reemplazan a las energías no renovables son la energía solar, energía térmica, energía hidroeléctrica, pilas de combustibles, entre otras. También se incluyen elementos complementarios que permiten mejorar el desempeño del sistema, como las predicciones temporales, datos históricos, y la inclusión del sistema de almacenamiento de energía como baterías y supercapacitores. Una ventaja de estos sistemas de almacenamiento es que poseen una gran capacidad de densidad energética y una gran capacidad de densidad de potencia respectivamente. Dentro de la arquitectura de control, el nivel superior es referido a la distribución de energía del sistema y puede ser implementado con los controladores MPC, EMPC, difusos entre otros. Dentro del control jerárquico, esta sería la capa de nivel superior, o de planificación, en donde las consignas para los controles de bajo nivel se definen. La capa de nivel inferior incluye los controladores de tipo proporcional, proporcional integral (PI, siglas en inglés) y el proporcional integral derivativo (PID, siglas en inglés), además de los controles para lazos locales.

Dentro del tipo de controladores MPC, tenemos la ventaja de que podemos integrar las limitaciones físicas del sistema como restricciones de operación, las mismas que pueden ser de tipo duras o flexibles. La función de control puede diseñarse para asegurar la estabilidad del sistema. Una desventaja es que necesitamos un optimizador en tiempo real (RTO, siglas en inglés) para dar las consignas de control. Podemos trabajar con sistemas directamente no lineales, o linealizar los sistemas con modelos aproximados, perdiendo un porcentaje de eficiencia en la resolución del sistema de control. La ventana temporal en la que se resuelve el MPC es un aspecto importante en la predicción. Existen modelos del MPC que permiten hacer el sistema robusto, incluyendo los errores de predicción y de los componentes. Las ventajas del control EMPC es la inclusión de los términos económicos en la función de coste del sistema directamente. Con esto, podemos unir la capa del RTO directamente con la etapa de control superior. Una desventaja es que la estabilidad del sistema no se puede asegurar como en el caso del MPC normal.

El control predictivo clásico y de tipo económico, junto al control jerárquico, permiten entonces un eficiente manejo de las micro-redes, permitiendo el aumento de las prestaciones y asegurando un funcionamiento óptimo. Por este motivo y como se revisó en la literatura, son ampliamente usados en las aplicaciones de micro-redes.

REFERENCIAS

- CANCC. (2020). Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional del Perú – Estudio Técnico. Comisión de Alto Nivel de Cambio Climático (CANCC), Gobierno de Perú. Lima. Perú. http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/10353_contribuciones-determinadas-a-nivel-nacional-del-peru.pdf, pp.142.
- CEPAL. (2023). La biodiversidad como impulsor de la transformación sostenible en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/enfoques/la-biodiversidad-como-impulsor-la-transformacion-sostenible-america-latina-caribe>.
- CONCYTEC. (2016). Programa Nacional Transversal de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica De Valorización De La Biodiversidad 2015 – 2021. Lima-Perú: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), 2ª edición, pág.48. https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/libro_biodiversidad_valbio_oct.pdf.
- FAO. (2016). Los Bosques y Cambio Climático en el Perú. Documento de trabajo 14. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. <https://www.fao.org/3/i5184s/i5184s.pdf>, pp.142.
- Fonseca, C. (2019). Variabilidad Climática. Cuba: Editorial AMA. http://ccc.insmet.cu/cambioclimaticoencuba/sites/default/files/resultados/03%20VARIABILIDAD%20CLIMATICA_0.pdf.
- González, J. (2005). Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales del Estuario de Virrilá, Piura - Perú. Asociación Perú Verde-Lima y Comité Holandés de la IUCN. https://rsis.ramsar.org/RSISApp/files/54275910/documents/PE2455_lit210522_9.pdf, pp.40.
- GTM-NDC. (2018). Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar nformación técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC). Lima. Perú: Gobierno del Perú, http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/127/2019/01/190107_Informe-final-GTM-NDC_v17dic18.pdf PPA%3%91OL.pdf.
- IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany: E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). Pág. 1148. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>.

- Laso Salvador, S. (2018). La Conciencia Ambiental de los Futuros Maestros de Educación Primaria: Diseño de una Propuesta Didáctica Mediante la Aplicación de Herramientas Metacognitivas. Universidad de Valladolid. Tesis Doctoral. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/28618>, pp.642.
- Laurent, M. (2014). El Perú frente al cambio climático . Lima. Perú: Ediciones IRD. <https://books.openedition.org/irdeditions/19607?lang=es>.
- Linares, P., & Romero, C. (2008). Economía y Medio Ambiente: Herramientas de Valoración Ambiental. En B. Zuazua, F. Cazorla, L. Martínez, & J. Sánchez, Tratado de Tributación Ambiental (Volumen II). Thomson-Aranzadi.
- MINAM. (2016). El Perú y el cambio climático. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente (MINAM) del Perú. Pág. 329. Primera edición. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/83>.
- MINAM. (2017). ¿Por qué nuestra biodiversidad es importante para el desarrollo sostenible de nuestro país? Ministerio del Ambiente (MINAM) del Perú. <https://www.minam.gob.pe/diiversidad/celebraciones-de-anos-antiores/dia-nacional-de-la-diversidad-biologica-2015/por-que-nuestra-biodiversidad-es-importante-para-el-desarrollo-sostenible-de-nuestro-pais/>.
- MINAM. (2018). Mapa Nacional de Ecosistemas. Memoria descriptiva . Ministerio del Ambiente (MINAM) del Perú. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/309735/Memoria_descriptiva_mapa_Nacional_de_Ecosistemas.pdf, pp.60.
- MINAM. (2021). Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050. Ministerio del Ambiente (MINAM) del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/minam/campa%C3%B1as/3453-estrategia-na-cional-ante-el-cambio-climatico-al-2050>.
- MINAM. (2018). Contribuciones Nacionalmente Determinadas. La respuesta peruana al cambio climático. Ministerio del Ambiente (MINAM) de Perú. <https://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/127/2018/06/Dossier-NDC.pdf>, pp.1-16.
- Montes, C. (2007). Del Desarrollo Sostenible a los servicios de los ecosistemas. Ecosistemas, 16: 3. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=513>.
- Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>.
- Naciones Unidas. (1992). Convenio Sobre la Diversidad Biológica. Organización de las Naciones Unidas (ONU). <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>, pp.32.
- Podvin, K., & Suárez, N. (2022). Curso Virtual desarrollado en el marco del Proyecto "Enfoques de Adaptación basada en Ecosistemas: fortaleciendo la evidencia y generando información para las políticas". Quito, Ecuador: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) Ecuador y Lima, Perú: MINAM y SERNANP. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CV-SbN-PE-002-Es.pdf> .
- Pulido, V. (2023). Crónica de la conservación de la biodiversidad peruana. Marc Dourojeanni: Actor Principal y Espectador Privilegiado. The Biologist (Lima), vol. 21 (1), <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/1515/2269>, pp.125-130.
- Salaverry, E., & Botana, M. (2022). Las teorías sobre cambio climático aplicadas en América Latina y la estandarización de los sistemas ambientales. Memoria académica XXII Jornadas de Investigación y Enseñanza de la Geografía. Universidad Nacional de la Plata. Argentina. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.15067/ev.15067.pdf, pp.1-17.
- Samaniego, J., Galindo, L., Mostacedo, S., Ferrer, J., Alatorre, J., & Reyes, O. (2017). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de América Latina. Santiago de Chile. Chile: Publicación de las Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Unión Europea, programa EUROCLIMA (CEC/14/001).
- Solano, J., & Millán, C. (2022). Valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos del Parque Nacional Archipiélago Los Roques. Revista Tekhné; 25(2). <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/5223>, pp.58-92.
- Tomasini, D. (2000). Valoración económica del ambiente. Universidad de Buenos Aires. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Equidad-Desarrollo-Social/136.pdf>, pp.29.
- UNEP-WCMC. (2016). El estado de la biodiversidad en América Latina y el Caribe. Cambridge, Reino Unido: Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-WCMC). <https://www.cbd.int/gbo/gbo4/outlook-grulac-es.pdf>.