



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

AGENDA DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL AL 2030

Julio, 2023

Contenido

INTRODUCCIÓN	4
I. CONTEXTO DE LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL AL 2030.....	5
1.1. Marco normativo	6
1.2. Situación actual de la investigación ambiental.....	7
II. MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.1. La investigación ambiental.....	9
2.2. El enfoque de las ciencias ambientales	10
2.3. La agenda de investigación ambiental.....	10
III. FINALIDAD Y OBJETIVOS.....	11
3.1. Finalidad.....	11
3.2. Objetivos	11
IV. PROCESO DE FORMULACIÓN	13
V. ÁREAS TEMÁTICAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN POR EJE TEMÁTICO	17
5.1. Eje temático: calidad ambiental.....	18
5.2. Eje temático: conservación de las especies y la diversidad genética	20
5.3. Eje temático: deforestación y degradación de ecosistemas.....	23
5.4. Eje temático: economía circular y cadenas productivas sostenibles.....	25
5.5. Eje temático: gestión de riesgos y adaptación al cambio climático	28
5.6. Eje temático: gobernanza ambiental	33
5.7. Eje temático: reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	34
5.8. Eje temático: gestión integrada de los recursos naturales.....	36
5.9. Eje temático: gestión integral de residuos sólidos	37
VI. CONSIDERACIONES GENERALES.....	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

INTRODUCCIÓN

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2021), en su “Estrategia a Mediano Plazo 2022-2025”, explicita que tres crisis interconectadas —el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación— están poniendo en riesgo el bienestar económico y social mundial. Por otro lado, la Política Nacional del Ambiente (PNA) al 2030 identifica como problema público a la “Disminución de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas que afectan el desarrollo de las personas y la sostenibilidad ambiental”.

El conocimiento y la información constituyen la base para la acción preventiva y la solidez de las decisiones políticas, por lo que la ciencia, y su vinculación al territorio y sus características, es un elemento fundamental de gestión (MINAM, 2016). El Ministerio del Ambiente (MINAM) promueve la investigación ambiental, teniendo como instrumento de gestión la *Agenda de Investigación Ambiental al 2030*. La primera agenda corresponde al periodo 2013–2021, aprobada por la Resolución Ministerial n.º 175-2013-MINAM, la misma que fue actualizada en el 2016 mediante la Resolución Ministerial n.º 171-2016-MINAM.

La *Evaluación de Desempeño Ambiental Perú 2016: aspectos destacados y recomendaciones* (Cepal & OCDE, 2016) recomienda, entre otros, “sentar las bases para el desarrollo científico y biotecnológico vinculado al uso sostenible de la biodiversidad dentro del marco establecido”. El MINAM considera que no existe una fuerte relación entre la ciencia y la toma de decisiones ambientales en el Perú y en la PNA al 2030 identifica los problemas ambientales priorizados, cuya solución también demanda de conocimientos.

La *Agenda de Investigación Ambiental al 2030* (AIA al 2030), es un instrumento de gestión que promueve la articulación entre la investigación científica y la producción de bienes y servicios ambientales para la población, proporcionando un marco de referencia para la generación de conocimiento ambiental que corresponda a las necesidades de investigación priorizadas.

La AIA al 2030 tiene la finalidad de racionalizar los recursos científicos y tecnológicos en atención de los problemas de mayor pertinencia con respecto a las necesidades ambientales identificadas en la PNA al 2030 y con los objetivos de articular la investigación científica y las políticas públicas, mediante la incidencia en el desarrollo de la oferta de conocimiento científico ambiental como generadora de evidencias que sustenten las políticas públicas y la toma de decisiones e identificar estrategias y proponer líneas temáticas prioritarias para que las investigaciones puedan cubrir las necesidades de generación de conocimiento ambiental en el marco de la PNA al 2030.

La AIA al 2030 desarrolla el contexto nacional, el marco normativo, la situación actual de la investigación ambiental, el marco conceptual de la investigación ambiental, la finalidad y objetivos, el proceso de formulación, los ejes temáticos de investigación, las áreas temáticas y líneas de investigación, y las consideraciones generales para la implementación de la agenda.

I. CONTEXTO DE LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL AL 2030

La Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) establece como funciones del MINAM promover la investigación ambiental, así como integrar y fortalecer, con las entidades competentes del sector público y privado, las acciones en esta materia con el objetivo de dar el apoyo científico y técnico a los diferentes organismos involucrados y a la sociedad civil organizada en general. El MINAM, como ente rector del SNGA, desarrolla, dirige, supervisa y ejecuta la Política Nacional del Ambiente.

En este contexto, el MINAM aprobó la Agenda de Investigación Ambiental 2013-2021 con Resolución Ministerial n.º 175-2013-MINAM, con la finalidad de definir un marco instrumental para fomentar y guiar las actividades de investigación ambiental del país, identificando líneas estratégicas para su impulso, y proponiendo líneas temáticas prioritarias y de interés, con el fin que las investigaciones puedan cubrir la demanda de generación de conocimiento ambiental que el país requiere. Además, mediante la Resolución Ministerial n.º 171-2016-MINAM, se aprobó la Agenda de Investigación Ambiental al 2021, la cual representa una actualización de la Agenda de Investigación Ambiental 2013-2021.

Con el fin de formular políticas públicas fundamentadas en información estratégica, resulta importante examinar el comportamiento histórico de ciertas variables, el contexto actual y sus proyecciones, lo que permitirá anticipar los cambios que tendrán lugar en el futuro y su posible impacto en la sociedad. En esa línea, el estudio *Perú 2050: tendencias nacionales con impacto de la COVID-19* (Ceplan, 2020), analiza un conjunto de tendencias desde una perspectiva nacional, incluyendo trece tendencias ambientales:

- 1) Mayor pérdida de bosques
- 2) Mayor pérdida de la biodiversidad y la degradación de los ecosistemas
- 3) Aumento de la variabilidad de las precipitaciones y temperatura
- 4) Aumento de plásticos en los océanos
- 5) Disminución de la superficie glaciar
- 6) Mayor escasez hídrica
- 7) Aumento de la contaminación
- 8) Aumento de la frecuencia de eventos climático-extremos
- 9) Incremento de la producción de energía renovable
- 10) Incremento del uso de agroquímicos
- 11) Incremento de la vulnerabilidad ante peligros naturales
- 12) Aceleración en el cambio del uso del suelo
- 13) Incremento de las emisiones de GEI

La PNA al 2030, aprobada mediante Decreto Supremo n.º 023-2021-MINAM, como herramienta del proceso estratégico de desarrollo del país, constituye la base para la conservación del ambiente, de modo tal que se propicie y asegure el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que lo sustenta, para contribuir al desarrollo integral, social, económico y cultural del ser humano, en permanente armonía con su entorno. Asimismo, identifica como problema público a la “Disminución de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas que afectan el

desarrollo de las personas y la sostenibilidad ambiental”, generado por seis causas directas: 1) pérdida de la diversidad biológica; 2) deterioro de la calidad ambiental; 3) incremento de riesgos e impactos ante peligros naturales y antrópicos en un contexto de cambio climático; 4) débil gobernanza ambiental; 5) aumento de procesos productivos de bienes y servicios no ecoeficientes ni sostenibles; y 6) comportamientos ambientales no sostenibles de la ciudadanía.

Actualmente la generación de conocimiento ambiental es aún insuficiente para el desarrollo de políticas públicas y la toma de decisiones basadas en evidencias científicas en el marco de la PNA al 2030.

La AIA al 2030, como instrumento de gestión que promueve la articulación institucional entre la investigación científica y la producción de bienes y servicios para la población, tiene la finalidad de racionalizar los recursos científicos y tecnológicos en atención de los problemas de mayor pertinencia con respecto a las necesidades ambientales identificadas, articulando la oferta de conocimiento científico ambiental con la demanda de evidencias que sustenten las políticas públicas y la toma de decisiones.

La formulación de la AIA al 2030 estuvo a cargo del Grupo de Trabajo Sectorial establecido por la Resolución Ministerial n.º 122-2022-MINAM, conformado por los directivos y especialistas de las ocho direcciones generales y los siete organismos adscritos al MINAM, que a la vez conformaron nueve subgrupos de trabajo temáticos, que corresponden a los ejes temáticos de investigación establecidos por el MINAM, mediante la Resolución Ministerial n.º 121-2022-MINAM, donde participaron los especialistas de 38 instituciones públicas, privadas y de la academia.

1.1. Marco normativo

La AIA al 2030 se sustenta en el marco normativo que se detalla a continuación:

- Constitución Política del Perú, numeral 22 del artículo 2, y artículos 66 al 69
- Ley n.º 26410, Ley del Consejo Nacional del Ambiente, literal h) del artículo 4
- Ley n.º 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, literal j) del artículo 6
- Ley n.º 28611, Ley General del Ambiente, artículos 123 y 124
- Ley n.º 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático, artículos 6.6, 6.7, 7.5, 8.4 y 19
- Ley n.º 31250, Ley del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
- Decreto Legislativo n.º 1013, norma que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente
- Decreto Supremo n.º 345-2018-EF, norma que aprueba la Política Nacional de Competitividad y Productividad, cuyo Objetivo Prioritario n.º 3 establece “Generar el desarrollo de capacidades para la innovación, adopción y transferencia de mejoras tecnológicas”
- Decreto Supremo n.º 013-2019-MINAM, norma que aprueba el reglamento de la Ley n.º 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático, numeral 3 del artículo 71
- Decreto Supremo n.º 023-2021-MINAM, norma que aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030, que establece entre los problemas más relevantes la “débil gobernanza ambiental”, planteando entre las alternativas de solución el fortalecimiento de los sistemas integrados de

gestión del conocimiento ambiental en las entidades públicas y entre niveles de gobierno, permitiendo la toma de decisiones adecuadas

- Decreto Supremo n.° 095-2022-PCM, norma que aprueba el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional al 2050, que establece en la Visión al 2050, como segundo punto relevante a la “Gestión sostenible de la naturaleza y medidas frente al cambio climático” para lo cual se plantea el fomento a la educación e investigación ambiental
- Resolución Ministerial n.° 121-2022-MINAM, norma que establece los ejes temáticos de investigación ambiental 2022-2030, en el marco de la Política Nacional del Ambiental al 2030
- Resolución Ministerial n.° 122-2022-MINAM, por la que se crea el Grupo de Trabajo Sectorial de naturaleza temporal, dependiente del Ministerio del Ambiente con el objeto de elaborar la propuesta de Agenda de Investigación Ambiental al 2030, en el marco de la Política Nacional del Ambiente al 2030
- Resolución Ministerial n.° 207-2022-MINAM, norma que dispone la publicación de la “Agenda de Investigación Ambiental al 2030” para recibir opiniones y/o sugerencias de los interesados
- Resolución Ministerial n.° 108-2023-MINAM, norma que aprueba el Texto Integrado del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, artículos 3.3 o), 12 e), 110, 111 j), 115, 116 g) y h)

1.2. Situación actual de la investigación ambiental

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), en su Evaluación de Desempeño Ambiental (Cepal & OCDE, 2016)¹ realizada al país, emitieron diversas recomendaciones, entre las cuales se incluyen:

- i) Incrementar los esfuerzos por mejorar, actualizar y gestionar el conocimiento científico sobre los ecosistemas y especies (inventarios de flora y fauna, especies amenazadas), así como la variabilidad genética de especies de flora y fauna domesticadas, de forma que contribuya al mejor diseño de políticas de protección y uso sostenible de biodiversidad y al monitoreo y notificación periódica de su estado, y
- ii) Establecer un marco jurídico claro sobre el acceso a los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales que permita fomentar la investigación y un mayor conocimiento de la biodiversidad, así como eventuales desarrollos comerciales con mecanismos transparentes de distribución de los beneficios, en consonancia con el Protocolo de Nagoya. Sentar las bases para el desarrollo científico y biotecnológico vinculado al uso sostenible de la biodiversidad dentro del marco establecido.

¹ Comisión Económica para América Latina y el Caribe & Organización de Cooperación y Desarrollos Económicos. (2016). *Evaluaciones del desempeño ambiental. Perú 2016: aspectos destacados y recomendaciones*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40171>

Se evidencia en ese sentido una débil relación entre la ciencia y la toma de decisiones ambientales en el Perú, así como una inadecuada gestión del conocimiento ambiental, lo que repercute significativamente en desarrollo de políticas públicas.

Igualmente, el Programa Cintya (Concytec, 2016)² sostiene que los problemas ambientales que afronta el Perú son muy complejos [sobreexplotación de recursos naturales, contaminación ambiental, destrucción de bosques, eventos extremos como El Niño, sismos, cambio climático, entre otros] y los actuales esfuerzos en ciencia y tecnología son aún insuficientes para la gestión de los impactos que estos podrían causar a la sociedad directa e indirectamente en los procesos de generación de políticas públicas. Por tal motivo es que se requieren de estudios más profundos, especialmente interdisciplinarios, que permitan promover, integrar y estimular los diversos campos de la ciencia y la tecnología para generar soluciones a estos problemas ambientales de fácil acceso a la sociedad y para uso en la toma de decisiones.



Foto: MINAM

² Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. (2016). *Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica Ambiental 2016-2021*. https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/464/1/CONCYTEC_programa_ambiental.pdf

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1. La investigación ambiental

De acuerdo con Sabogal (2016)³, “El objeto de la investigación ambiental es el ambiente, que consta de la vegetación, fauna, suelo, agua, aire; los cuales interactúan entre sí dando lugar a los ecosistemas, cuencas y clima”; en ese sentido, está ligado al vínculo entre la naturaleza y los procesos socioambientales. Refiere que “La investigación ambiental es parte de las ciencias de la naturaleza y por lo mismo requiere de datos primarios sobre el ambiente”.

En opinión de la misma autora, “La metodología de estudio [de la investigación ambiental] es compleja, ya que recoge elementos de diversas metodologías, de investigación y ramas de la ciencia”; por lo tanto, requiere de un enfoque transdisciplinar y la construcción de puentes entre el conocimiento científico y los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas. Agrega que “En las investigaciones ambientales a menudo se combina diferentes metodologías de investigación, empleando tanto métodos cualitativos como cuantitativos”.

Asimismo, Garay-Flühmann *et al.* (2014)⁴ definen la investigación ambiental como:

Aquella investigación aplicada que integra conocimientos derivados de las ciencias ambientales y sociales con miras a un desarrollo sustentable en la utilización de los recursos naturales, humanos, físicos y financieros disponibles. En este sentido, es el estudio de los problemas ambientales en estrecha relación con temáticas sociales. Se incluyen aquellas investigaciones que guardan relación con las ciencias naturales (por ejemplo, ecología, biología de la conservación, climatología, oceanografía, biología marina, etc.), así como estudios que cruzan las fronteras hacia los grupos humanos y abarcan diversas disciplinas tales como la sociología, antropología, geografía, ciencias políticas, etc. El propósito de la investigación ambiental es desarrollar estrategias, técnicas y métodos que puedan aportar a la gestión, manejo y planificación del uso de los recursos naturales de modo sustentable en un medio que cambia constantemente y en ecosistemas enfrentados a nuevos escenarios producto del cambio climático y las demandas del mercado global. En opinión de Glaze (2001) la investigación ambiental es una compleja mezcla de búsqueda [científicas] que tienen una diversidad de objetivos. Por tanto, al preguntarse qué es la investigación “medioambiental” se desprende que es más que indagar científicamente en lo puramente ecológico (abiótico/biótico) y que necesariamente incluye a los seres humanos de modo directo o indirecto (McDaniel y Alley, 2005; Lassoie y Sherman, 2010; Lockaby, Zhang, McDaniel, Tian y Pan, 2005 y Strang 2009) en ambientes rurales (Lockaby, Zhang, McDaniel, Tian y Pan, 2005) y/o urbanos (Pickett y Grove 2009 y Steiner 2004) en el mundo globalizado (Satake e Iwasa 2009).

³ Sabogal Dunin Borkowski, A. (2016). Gestión de la investigación ambiental en el Perú. *Espacio y Desarrollo*, 28, 7-23. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201601.001>

⁴ Garay-Flühmann, R., Erazo, M., Cárcamo, P., Reyes, L. y Méndez-Garay, M. (2014). Manual de Investigación Ambiental. 10.13140/2.1.1091.0402.

De acuerdo con el Manual de Frascati (OCDE, 2018)⁵, las actividades de investigación y desarrollo experimental (I+D) “comprende el trabajo creativo y sistemático realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento [...] y concebir nuevas aplicaciones a partir del conocimiento disponible”. En todos los casos se debe de seguir un procedimiento estructurado basado en el recojo de evidencia medible, empírica y observable sujeta a principios de razonamiento específico, y que incluya la formulación, testeo y modificación de hipótesis. Sobre esta fase, se identifica que las actividades de I+D comprenden la investigación básica, investigación aplicada y el desarrollo experimental (MINAM, 2013).

2.2. El enfoque de las ciencias ambientales

De acuerdo con Orozco (2008), el enfoque de las ciencias ambientales:

Se integra por conocimientos de una amplia variedad de disciplinas (*la física, química, biología, ecología, geología, meteorología, geografía, tecnología e ingeniería de recursos, gestión y conservación de recursos, demografía, economía, política, psicología, ética, etcétera*). Se trata de un campo de estudio interdisciplinario, en el que interesa analizar cómo operan y se relacionan entre sí las distintas partes de la naturaleza y de las sociedades humanas y cómo se realizan sus conexiones e interacciones (Miller, 2002), busca en las relaciones causa-efecto los principios ambientales fundamentales, entendiendo cómo trabaja el ambiente natural, cómo se regeneran los recursos naturales, y cómo esta capacidad regeneradora se ve afectada por las actividades humanas (Garza-Cuevas, 1997:99).

[...]

En los estudios ambientales, el referente territorial es imprescindible como aglutinante de una totalidad o sistema, cuyo estudio permite conocer y explicar las diferentes relaciones y tendencias de fragmentos territoriales a diferentes escalas (continental, nacional, regional y local), así como sus interrelaciones con los grupos sociales.

[...]

El sistema complejo, es una estructura orgánica en la que confluyen múltiples procesos (por ejemplo, del medio físico-biológico, de la producción, de la tecnología, demográficos y de la organización social), se constituye en un sistema que funciona como una totalidad organizada, que sólo es analizable desde un abordaje interdisciplinario (García, R., 1994). El abordaje interdisciplinario, integrador y sistémico de las ciencias ambientales, implica destacar la coherencia lógica entre los planteamientos de una investigación ambiental (hipótesis y objetivos), el objeto en estudio, los métodos, las técnicas y los propósitos.

2.3. La agenda de investigación ambiental

La *Agenda de Investigación Ambiental* es un instrumento de gestión que promueve la articulación entre la investigación científica y la producción de bienes y servicios ambientales para la población,

⁵ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2018). *Manual de Frascati 2025: Guía para la recopilación y presentación de información sobre investigación y el desarrollo experimental*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. <https://www.oecd.org/publications/manual-de-frascati-2015-9789264310681-es.htm>

proporcionando un marco de referencia para la generación de conocimiento ambiental que corresponda a las necesidades de investigación priorizadas e introduciendo un marco orientador para racionalizar los recursos en función de los problemas ambientales de mayor pertinencia.

Las premisas de la investigación ambiental son:

Premisa 1: La investigación se sustenta en la interacción de tres actores: el gobierno quien formula las políticas públicas sobre los problemas que requieren solución, la academia que plantea las preguntas que existen para la resolución de los problemas (hipótesis), y, la empresa invierte para que la investigación resuelva problemas propios y de la sociedad en interacción con los generadores de conocimiento.

Premisa 2: Todos los involucrados en la implementación de la Política Nacional del Ambiente al 2030 están comprometidos con la toma de decisiones basadas en evidencias científicas que permitan soluciones coherentes y sostenibles.

III. FINALIDAD Y OBJETIVOS

3.1. Finalidad

La *Agenda de Investigación Ambiental al 2030* tiene por finalidad racionalizar los recursos científicos y tecnológicos en atención de los problemas de mayor pertinencia con respecto a las necesidades ambientales identificadas en la Política Nacional del Ambiente al 2030.

3.2. Objetivos

- Articular la investigación científica y las políticas públicas, mediante la incidencia en el desarrollo de la oferta de conocimiento científico ambiental como generadora de evidencias que sustentan las políticas públicas y la toma de decisiones.
- Identificar estrategias y proponer líneas temáticas prioritarias para que las investigaciones puedan cubrir las necesidades de generación de conocimiento ambiental en el marco de la Política Nacional del Ambiente al 2030.



Foto: MINAM

IV. PROCESO DE FORMULACIÓN

El proceso de formulación de la *Agenda de Investigación Ambiental al 2030* se estructura en diez etapas, las cuales se detallan en la figura n° 1.

El proceso se inicia con la publicación de la Resolución Ministerial n.° 121-2022-MINAM que estableció nueve ejes temáticos de investigación ambiental. Estos ejes temáticos, que abarcan las principales problemáticas ambientales, están alineados con los objetivos prioritarios de la PNA al 2030 y constituyen la base para la elaboración de la Agenda (**etapa 1**). Los ejes de investigación son los siguientes:

- Calidad ambiental
- Conservación de las especies y la diversidad genética
- Deforestación y degradación de los ecosistemas
- Economía circular y cadenas productivas sostenibles
- Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático
- Gobernanza ambiental
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
- Gestión integrada de los recursos naturales
- Gestión integral de residuos sólidos

Posteriormente, se emitió la Resolución Ministerial n.° 122-2022-MINAM, a través de la cual se creó un grupo de trabajo sectorial de naturaleza temporal y dependiente del MINAM, el cual tuvo por objeto la elaboración de una propuesta de Agenda de Investigación Ambiental (**etapa 2**).

Este grupo de trabajo estuvo conformado por el Viceministerio de Gestión Ambiental (VMGA), el Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales (VMDERN), órganos de línea, programas, proyectos especiales y organismos públicos adscritos al MINAM⁶.

Con el fin de fomentar un proceso participativo con otros sectores implicados en la implementación de la PNA al 2030 y promover la participación del sector privado, la academia y la sociedad civil, se conformaron nueve subgrupos de trabajo. Cada uno de ellos estuvo asociado a los ejes temáticos de investigación ambiental y permitió la incorporación de diversos actores en función de sus competencias, especialidades y temas afines. Durante esta etapa estuvieron involucrados representantes de más de 43 entidades públicas y privadas.

Cada uno de los subgrupos de trabajo, cuya coordinación recayó en los órganos de línea y organismos públicos adscritos al MINAM, asumió la responsabilidad de definir las áreas temáticas y líneas de investigación de la Agenda. A tal efecto, se empleó una metodología que consta de las siguientes

⁶ Los órganos de línea que conformaron el Grupo de Trabajo fueron la Dirección General de Diversidad Biológica (DGDB), Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD), Dirección General de Ordenamiento Territorial y de la Gestión Integrada de los Recursos Naturales (DGOTGIRN), Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental (DGEFA), Dirección General de Políticas e Instrumentos de Gestión Ambiental (DGPIGA), Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA), Dirección General de Residuos Sólidos (DGRS) y la Dirección General de Educación, Ciudadanía e Información Ambiental (DGE CIA). Las demás entidades del sector ambiental fueron el Proyecto Especial Parque Ecológico Nacional “Antonio Raimondi” (PPNAR), Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE) y el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM).

etapas: i) identificación de priorización de intereses y los niveles de interdisciplinariedad **(etapa 3)**; ii) identificación de necesidades de investigación priorizadas **(etapa 4)**; iii) determinación de las áreas temáticas de investigación ambiental **(etapa 5)**; y, iv) determinación de las líneas de investigación ambiental **(etapa 6)**.

Seguidamente, se realizó la integración y la validación de la *Agenda de Investigación Ambiental al 2030*, la cual fue prepublicada a través de la Resolución Ministerial n.º 207-2022-MINAM, con la finalidad de recibir opiniones y comentarios **(etapa 7)**.

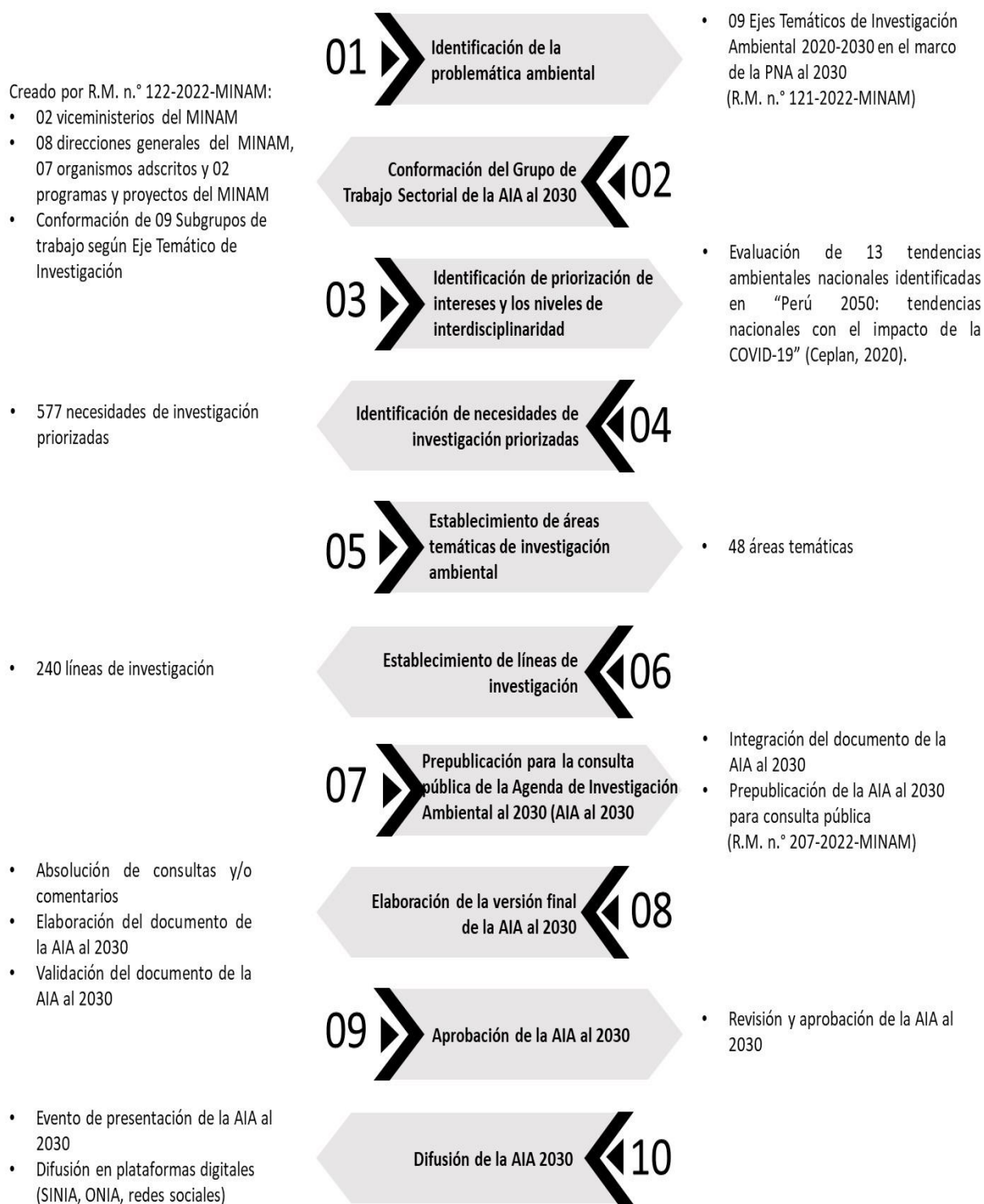
Como parte de este proceso, se recibieron un total de 94 aportes de tres entidades públicas. Luego, se procedió a la elaboración de la versión final de la AIA al 2030, la cual se compone de 48 áreas temáticas y 240 líneas de investigación **(etapa 8)**.

Emitir el acto resolutivo de aprobación de la Agenda de Investigación Ambiental **(etapa 9)**.

Finalmente, el MINAM, en el marco de sus funciones y competencias, diseña un plan de difusión de la AIA al 2030, con el propósito de divulgar su contenido a los tomadores de decisión de los tres niveles de gobierno, la comunidad científica, la sociedad civil y el público en general, y en otros espacios en los que se promueva la ciencia, tecnología e innovación **(etapa 10)**.

Durante todo el proceso de formulación de la Agenda, la DGE CIA, en calidad de Secretaría Técnica del grupo de trabajo, brindó apoyo técnico y administrativo necesario para el funcionamiento y cumplimiento de su objeto.

Figura n.º 1. Etapas del proceso de formulación de la Agenda de Investigación Ambiental al 2030



Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA



Foto: MINAM

V. ÁREAS TEMÁTICAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN POR EJE TEMÁTICO

Como resultado de las acciones desarrolladas en el proceso de formulación de la AIA al 2030, se han obtenido un total de 240 líneas de investigación, categorizadas en 48 áreas temáticas, para los nueve ejes temáticos de investigación ambiental establecidos en la Resolución Ministerial n.º 121-2022 MINAM, según se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro n.º 01. Áreas y líneas de investigación de la Agenda de Investigación Ambiental al 2030

n.º	EJE TEMÁTICO	ÁREAS TEMÁTICAS		LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	
		n.º	%	n.º	%
1	Calidad ambiental	5	10.4	25	10.4
2	Conservación de las especies y la diversidad genética	6	12.5	44	18.3
3	Deforestación y degradación de ecosistemas	6	12.5	28	11.7
4	Economía circular y cadenas productivas sostenibles	8	16.7	24	10.0
5	Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático	5	10.4	68	28.3
6	Gobernanza ambiental	5	10.4	13	5.4
7	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	4	8.3	18	7.5
8	Gestión integrada de recursos naturales	3	6.3	12	5.0
9	Gestión integral de residuos sólidos	6	12.5	8	3.3
	Total	48	100	240	100

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

A continuación, se detallan los resultados obtenidos a nivel de eje temático, áreas temáticas y líneas de investigación:

5.1. Eje temático: calidad ambiental

Busca mejorar la producción del conocimiento y de tecnologías en procura de controlar el deterioro del ambiente que se ve afectada por la contaminación y por procesos naturales que incorporan contaminantes a los de recursos valiosos como el aire, agua (marina y continental), y los suelos. Igualmente, la reducción de los niveles de morbilidad y mortalidad, tanto en enfermedades gastrointestinales, respiratorias, entre otras enfermedades asociadas a riesgo de exposición a sustancias tóxicas, así como a la necesidad de mejorar la calidad del aire y del agua en las unidades hidrográficas y cuencas atmosféricas del país.

La calidad del agua es monitoreada en 98 de 159 unidades hidrográficas; sin embargo, más del 40% (41 de 98) de las unidades hidrográficas monitoreadas no cumplen con los estándares de calidad ambiental.⁷

Respecto a la calidad de aire en general, los contaminantes evaluados, principalmente los asociados al material particulado (PM₁₀ y PM_{2,5}) son los que han presentado los valores más altos, sobrepasando el valor establecido como Estándar de Calidad Ambiental (ECA) anual para aire que corresponde a 50 µg/m³ para el PM₁₀ y 25 µg/m³ para el PM_{2,5}.⁸

La generación del conocimiento busca mejorar la comprensión, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación orientada a solucionar los problemas ambientales identificados en la Política Nacional del Ambiente al 2030, tales como: 1) alta contaminación del aire; 2) limitada fiscalización; 3) pasivos ambientales con limitada atención; 4) contaminación sonora; 5) contaminación por mercurio; 6) presencia de metales pesados en el agua ; y 7) contaminación del agua por el vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos al mar y ríos.

Cuadro n.º 2: Áreas temáticas y líneas de investigación del Eje temático: calidad ambiental

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Bases científicas para la fiscalización y control de la contaminación ambiental	Evaluación de la calidad del aire e impactos en la salud en zonas de atención prioritaria
	Evaluación de los efectos e impactos de la contaminación ambiental en ecosistemas acuáticos (marinos y continentales) y terrestres
	Impacto en la calidad ambiental por las actividades industriales informales y artesanales
	Efectos e impactos asociados al deterioro de la calidad ambiental que afectan directamente a la población y sus relaciones socio ambientales

⁷ MINAM. 2021. Política Nacional del Ambiente al 2030. Pag.27.

⁸ Decreto Supremo n.º 003-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen disposiciones complementarias. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-aire-establecen-disposiciones-1>

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	<p>Efectos e impactos del material particulado (PM10, PM 2.5, carbono negro) y micro plásticos sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres generado por actividades económicas priorizadas (minería, pesquería, curtiembre, etc.)</p> <p>Evaluación y análisis de los contaminantes de origen natural (drenaje ácido de roca)</p> <p>Predicción de impactos ambientales</p> <p>Modelación de proyectos de inversión con enfoque ambiental</p>
Tecnologías para la recuperación de la calidad ambiental	<p>Remediación de ambientes contaminados</p> <p>Recuperación de humedales y cuencas hidrográficas contaminadas</p> <p>Purificación del aire en áreas prioritarias</p> <p>Transición tecnológica hacia equipamiento que emita menos contaminantes atmosféricos como material particulado (PM10, PM 2.5, carbono negro, etc.) y gases de efecto invernadero</p> <p>Gestión y mitigación de pasivos ambientales</p> <p>Identificación y manejo de las fuentes de ruido y vibraciones</p> <p>Evaluación de la aplicabilidad de los límites máximos permisibles y estándares de calidad ambiental, tomando datos basales naturales</p>
Gestión integral de sustancias químicas	<p>Movilización, bioacumulación y biomagnificación de metales, metaloides y otras sustancias químicas tóxicas entre las diferentes matrices ambientales y en los seres vivos</p> <p>Especiación química y toxicidad de metales y metaloides y otras sustancias químicas tóxicas presentes de manera natural en ecosistemas</p>
Gestión de la calidad ambiental en la minería de oro artesanal y de pequeña escala	<p>Alternativas al mercurio en la pequeña minería y minería artesanal</p> <p>Externalidades en la gestión de la calidad ambiental para la minería de oro artesanal y de pequeña escala</p> <p>Toxicología ambiental del mercurio en ecosistemas lacustres y fluviales</p> <p>Restauración de áreas degradadas por minería aurífera artesanal y de pequeña escala</p>

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Gestión sostenible de las aguas residuales	Tratamiento de aguas residuales para pequeñas ciudades y centros poblados de ámbito rural
	Gestión y manejo de aguas residuales con enfoque de economía circular
	Estrategias económicas para el reúso sostenible de aguas residuales
	Tratamiento de aguas residuales para reúso en áreas urbanas

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

5.2. Eje temático: conservación de las especies y la diversidad genética

Está orientado a mejorar la generación de conocimientos y tecnologías para lograr la conservación efectiva y puesta en valor de la biodiversidad, a través del aprovechamiento sostenible de los bienes y servicios que brindan los ecosistemas, las especies y recursos genéticos del país, disminuyendo su vulnerabilidad, garantizando su uso racional y asegurando la provisión de los múltiples servicios que proveen a las comunidades amazónicas, andinas y costeras para esta y las futuras generaciones.

La conservación de los ecosistemas, las especies y la diversidad genética es altamente relevante, dado que nuestro patrimonio natural fortalece la seguridad alimentaria y la economía nacional, especialmente de poblaciones vulnerables (comunidades indígenas, campesinas y pescadoras), así como la identidad nacional, entre otros muchos beneficios.

La generación del conocimiento busca mejorar la comprensión, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación, teniendo como objetivo central solucionar los problemas ambientales identificados en la Política Nacional del Ambiente al 2030, tales como: 1) caza ilegal e indiscriminada de especies; 2) comercio ilegal de especies de flora y fauna silvestre; 3) alta vulnerabilidad de los ecosistemas; 4) pérdida de especies nativas y endémicas; 5) pérdida y deterioro de hábitats; 6) pérdida de conocimientos tradicionales asociados a la diversidad biológica; 7) escasa participación de los beneficios por la utilización de recursos genéticos y conocimientos tradicionales asociados; 8) sobreexplotación de recursos hidrobiológicos; 9) escasa investigación e infraestructura para la conservación de la diversidad genética; 10) gestión inadecuada de las especies objeto de comercio internacional que conllevan a su extinción comercial y ecológica; y 11) erosión de los sistemas de conocimiento tradicional, en especial de los conocimientos ecológicos tradicionales.

Cuadro n.º 3: Áreas temáticas y líneas de investigación del eje temático: conservación de las especies y la diversidad genética

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Biología y Ecología	Evaluación de <i>stocks</i> naturales de especies forestales, fauna silvestre e hidrobiológicos para el aprovechamiento comercial sostenible
	Biología de la conservación de especies endémicas, amenazadas, así como sujetas a comercio y caza ilegal
	Evaluación de la integridad de los ecosistemas y especies claves a través de herramientas biotecnológicas
	Genética de poblaciones de especies de la agrobiodiversidad y sus parientes silvestres
	Determinación de marcadores moleculares y químicos para el monitoreo de la cadena de custodia de las especies de flora y fauna
	Taxonomía y sistemática de especies crípticas, nuevas y no resueltas
	Impacto y vías de introducción de las especies exóticas invasoras
	Impacto del cambio climático en la diversidad biológica
	Impacto de actividades antropogénicas sobre las especies nativas y endémicas forestales y no forestales, de fauna silvestre e hidrobiológicas
	Prospección de especies de la diversidad biológica para bionegocios
	Categorización de la biodiversidad en riesgo
	Inventarios de la diversidad biológica en zonas prioritarias y poco evaluadas
	Evaluación de la variabilidad genética poblacional de especies de flora y fauna de interés comercial
	Situación, interacciones y tendencias de especies polinizadoras
	Desarrollo de herramientas y métodos para el monitoreo de especies a nivel de poblaciones y comunidades para su conservación
Zoonosis y enfermedades emergentes procedentes de la fauna silvestre	

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	<p>Manejo de fauna silvestre</p> <p>Evaluación de espacios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica</p> <p>Caracterización, distribución geográfica e impactos en especies, cultivos y crianzas potencialmente afectados por organismos vivos modificados</p> <p>Análisis de los límites de cosecha sostenible para diferentes especies clave de la diversidad biológica</p> <p>Evaluación de la capacidad de adaptación al cambio climático de los ecosistemas terrestres, y de la agrobiodiversidad y parentales silvestres</p> <p>Desarrollo de códigos de barra para la evaluación de la diversidad biológica nacional</p> <p>Bioprospección en ambientes extremos, para identificar adaptaciones útiles para la industria, biorremediación y/o procesos de adaptación al cambio climático</p>
Informática y Ciencias de la información	<p>Herramientas informáticas para la gestión de la información de la diversidad biológica y del comercio nacional e internacional de especies</p> <p>Herramientas informáticas para la identificación, monitoreo y trazabilidad de especies silvestres sujetas a comercio nacional e internacional</p>
Ciencias sociales y geografía humana	<p>Evaluación de la contribución de la diversidad biológica en los medios de vida de las poblaciones locales</p> <p>Identidad cultural y conocimientos tradicionales asociados a la diversidad biológica</p> <p>Estrategias y modelos que incorporen valores, prácticas y conocimientos tradicionales en la educación</p> <p>Identificación de valores, prácticas y conocimientos tradicionales orientados a la valoración de la diversidad biológica y la interculturalidad</p> <p>Motivaciones y percepciones culturales complementarias para la conservación de la diversidad biológica</p> <p>Reconocimiento de los usos y valoración que las poblaciones locales que dan a diferentes ecosistemas y especies naturales, que favorezcan su conservación</p> <p>Etnobiología e historia natural de las especies asociadas a comunidades indígenas y rurales</p> <p>Herramientas para evaluar la eficacia de medidas para participación justa y equitativa de beneficios por el uso de la biodiversidad</p> <p>Mecanismos para la integración y articulación de sistemas de conocimiento indígena con el sistema científico nacional</p>

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Economía, Negocios	Bioproductos a partir de la diversidad biológica
	Cadenas de valor y mecanismos financieros para el uso sostenible de los recursos genéticos y sus derivados
	Valoración de los recursos genéticos y derivados, y conocimientos tradicionales asociados, incluyendo metodologías, estado del arte, amenazas, biopiratería
	Mecanismos para la participación justa y equitativa de beneficios por el uso de recursos genéticos
Comunicación, Medios de comunicación	Percepción de la contribución de la diversidad biológica al desarrollo nacional para establecer estrategias de comunicación
Agricultura, Silvicultura, Pesquería	Impacto de plagas y alternativas de manejo y control biológico en agrobiodiversidad y parientes silvestres
	Impacto de cultivos comerciales y otras amenazas sobre la diversidad biológica
	Tecnologías de manejo forestal y plantaciones/Silvicultura de especies forestales
	Tecnologías de manejo de recursos hidrobiológicos de aguas continentales y marinas
	Tecnologías de reproducción asistida de especies Cites de flora y fauna

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

5.3. Eje temático: deforestación y degradación de ecosistemas

Pretende mejorar la generación de conocimientos y de tecnologías orientadas a evitar el deterioro de los ecosistemas utilizados por las comunidades amazónicas, andinas y costeras, así como promover la restauración y gestión sostenible que asegure la provisión de los servicios ecosistémicos y, además de reducir la posibilidad de emergencia y desastres (por ejemplo: incendios forestales, deslizamientos o huaicos).

La relevancia de la deforestación y degradación está asociada a la pérdida acumulada de bosques en nuestro país, que al año 2019 asciende a 2 433 314 hectáreas de acuerdo con la Plataforma Geobosques. De la misma forma, y según el Mapa Nacional de Ecosistemas, existen 17 596 306,80 hectáreas de superficie degradada, lo cual reduce las posibilidades, con enfoque de sostenibilidad.

La producción del conocimiento busca mejorar la comprensión, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación, orientada a solucionar los problemas ambientales identificados en la Política Nacional del Ambiente al 2030, tales como: 1) tala indiscriminada de especies forestales

silvestres; 2) sobrepastoreo; 3) cambio de uso de suelo; 4) pérdida de conocimientos, valores y prácticas tradicionales vinculadas a los 5) desertificación; 6) minería ilegal e informal; y 7) uso insostenible de los recursos forestales y no forestales. .

Cuadro n.º 4: Áreas temáticas y líneas de investigación del eje temático: deforestación y degradación de ecosistemas

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Ecosistemas y bienestar humano	Recuperación de ecosistemas naturales post pandemia
	Gestión del riesgo de los incendios forestales
	Bioacumulación de metales pesados y otros contaminantes en especies silvestres
	Recuperación del conocimiento tradicional asociado a la gestión de los ecosistemas
	Desarrollo de instrumentos financieros para la sostenibilidad.
	Evaluar la relación entre degradación de ecosistemas y la salud de la población local
	Evaluación y valoración de la recuperación de servicios ecosistémicos, asociados a la recuperación de ecosistemas terrestres
	Herramientas de valoración económica de los diferentes servicios ecosistémicos.
Gestión sostenible del Paisaje	Conservación y manejo sostenible de humedales y otros ecosistemas frágiles
	Estimación del riesgo de desertificación en ecosistemas prioritarios
	Conectividad ecológica y paisajes
	Fisionomía del paisaje para la conservación de ecosistemas
	Metodologías de evaluación y monitoreo ecológico
Herramientas geoespaciales	Cambios de uso del suelo y procesos de pérdida de cobertura vegetal y desertificación
	Teledetección la evaluación y monitoreo de ecosistemas

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	Aplicación de inteligencia artificial para la evaluación de recursos naturales disponibles
	Firmas espectrales de especies vegetales silvestres
Políticas socioambientales	Dinámicas socio-ecológicas en el uso del suelo y su relación con políticas aprobadas
	Ecología política, biodiversidad y deforestación
Reforestación y recuperación de áreas degradadas	Biorremediación, restauración y reforestación con especies nativas
	Identificación de estrategias para la restauración ecológica post incendios forestales
	Identificación de estrategias de recuperación de ecosistemas naturales degradados priorizados
	Restauración de ecosistemas marino-costero y de aguas continentales
Sistemas productivos sostenibles	Ganadería sostenible y sistemas silvopastoriles
	Manejo y evaluación de pastizales y agroecosistemas
	Dinámica de paisajes agroforestales y piscícolas
	Valoración socio-productiva de sistemas agroecológicos
	Bioeconomía y nuevos paradigmas productivos

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

5.4. Eje temático: economía circular y cadenas productivas sostenibles

Busca generar conocimiento y tecnologías orientadas al fortalecimiento de las condiciones de sostenibilidad de las cadenas productivas y de consumo, proceso que no solo debe incluir las variables económicas (reducción de costos de producción) sino también variables sociales (que genere mejora de las condiciones de vida de la población y la sostenibilidad de sus procesos de consumo) y ambientales (que genera un uso más eficiente de los recursos naturales, la prevención y minimización de la generación de los residuos sólidos, promoviendo su valorización, y la mejora de la calidad ambiental). Dicha sostenibilidad se relaciona con las energías renovables, que son alternativas económicamente competitivas y técnicamente fiables para su aprovechamiento en zonas rurales del

Perú, debido a que son una fuente autónoma, reducen la dependencia energética, promueven el desarrollo local y procuran el cuidado del ambiente.

La promoción para el uso de las energías renovables está orientada a la eficiencia energética, que no solo permite generar ahorro a los hogares y conservar mayor tiempo las reservas energéticas de nuestro país; sino que, además, ayudan a emitir menos gases de efecto invernadero (GEI). Por otro lado, el enfoque de economía circular coadyuva a la adecuación progresiva de los modelos de producción y consumo en todo el ciclo de vida, de modo tal que los productos y materiales que se diseñen puedan ser reutilizados, remanufacturados, reciclados o recuperados y así mantenidos en la economía durante el mayor tiempo posible, junto con los recursos de los que están hechos, mientras que se evita o minimiza la generación de residuos, especialmente los peligrosos, contribuyendo significativamente al consumo y producción sostenible⁹. Además, la economía circular permite la utilización de residuos orgánicos en la producción de alimentos en zonas rurales.

La generación del conocimiento busca mejorar la comprensión, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación, orientados a solucionar los problemas ambientales identificados en la Política Nacional del Ambiente al 2030, tales como: 1) débil compromiso con la economía circular de parte de los actores públicos y privados; 2) escasa promoción del uso de tecnologías ecoeficientes; 3) escaso desarrollo de tecnologías limpias; 4) insuficientes capacidades humanas para promover la ecoeficiencia y la economía circular; 5) escasa práctica de procesos ecoeficientes en los actores públicos y privados.

Cuadro n.º 5: Áreas temáticas y líneas de investigación del eje temático: economía circular y cadenas productivas sostenibles

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Ecodiseño	Diseño de negocios circulares, eco y bionegocios (bioeconomía) incluyendo los conceptos de ecodiseños
	Diseño de ecoempaques con sustitución de sustancias peligrosas
	Ecoetiquetado para el desarrollo de productos y servicios sostenibles
Optimización de recursos	Eficiencia energética en la industria, el transporte, el comercio y los hogares
	Ecoeficiencia en los procesos productivos
	Aplicación de logística inversa en las cadenas de valor
	Innovación ecológica y productiva

⁹ Ministerio del Ambiente. (2021). Decreto Supremo n.º 016-2021-MINAM. <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/2035441-016-2021-minam>

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	Análisis de ciclo de vida y flujo de materiales para procesos, servicios y productos
Recuperación de recursos	Recuperación de materiales
	Optimización de la energía (renovable y no renovable) en los procesos productivos
	Simbiosis industrial
	Prospección de materias primas secundarias en el desarrollo de nuevos y/o mejores insumos y productos
Tecnologías limpias	Desarrollo de tecnologías de recursos energéticos renovables
	Renovación y sustitución tecnológica para la transición a la circularidad
Consumo sostenible	Actitudes sostenibles del consumidor y cliente
	Gestión de los residuos sólidos orgánicos de uso doméstico e industrial para la generación de alternativas como alimento para la crianza de animales y fertilización de cultivos.
	Educación ambiental para la sostenibilidad y circularidad a nivel local
Financiamiento para la circularidad	Mecanismos de financiamiento para la circularidad
	Diseño y evaluación de incentivos económicos y no económicos en economía circular
Capacidades y competencias	Economía verde y el desarrollo sostenible
	Desarrollo y oportunidades del empleo verde
Brechas de circularidad	Bases científicas para la evaluación del nivel de circularidad
	Redes organizacionales y asociatividad en cadenas de valor sostenibles
	Impacto de las políticas públicas en el desarrollo de la economía circular

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

5.5. Eje temático: gestión de riesgos y adaptación al cambio climático

Procura mejorar la comprensión de los fenómenos sobre el incremento de riesgos e impactos ante fenómenos naturales y antrópicos en un contexto de cambio climático que coadyuve a evitar el deterioro de las estructuras productivas, que se ven afectadas por los fenómenos naturales, a los cuales la población se expone por la forma como desarrollan sus actividades económicas y culturales.

El Perú es un país con gran diversidad climática y de fenómenos naturales, contando con 28 de los 32 climas en el mundo, ello aunado a su geomorfología, su ubicación en el borde sur oriental del Océano Pacífico, y a ser parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico que propician la ocurrencia de sismos, erupciones volcánicas y sus procesos asociados, da como resultado no solo un país con gran riqueza y diversidad étnica y cultural, sino también con un alto nivel de vulnerabilidad y una gran variedad de potenciales fenómenos naturales que han llevado a su población a convivir a lo largo de su historia con múltiples escenarios de riesgo¹⁰.

Las pérdidas sufridas en el país en las últimas dos décadas a consecuencia de emergencias y desastres ocurridos muestran cifras de alrededor de los 4 mil millones 196 mil dólares, en pérdidas económicas. Los daños causados por el Fenómeno El Niño Costero 2017, superaron los US\$ 3100 millones, lo que equivale al 1,6 % del PBI. En el período del 2003 al 2017, las emergencias y desastres dejaron un saldo de 2 mil 682 personas fallecidas, alrededor de 9 mil 131 lesionadas y 369 desaparecidas¹¹. A ello se suman las pérdidas de los medios de vida de la población, tanto materiales, como financieros, naturales y sociales, generando un impacto negativo en el desarrollo del país y retroceso en las metas alcanzadas por el país. El último gran sismo que afectó al país ocurrió el 15 de agosto del 2007 y dejó como saldo una pérdida económica del orden de 139,1 millones de dólares, el 95% correspondió a daños a los establecimientos de salud y 5% a las pérdidas en infraestructura.

De otro lado la adaptación al cambio climático, como proceso de ajuste a las condiciones climáticas, intenta anticipar los efectos futuros del cambio climático sobre la sociedad y los ecosistemas, al mismo tiempo que responde a los ya experimentados. Asimismo, aborda la forma cómo las desviaciones futuras previstas sobre los patrones pasados en las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas debido al cambio climático deberán afectar la asignación de esfuerzos para gestionar los riesgos.

Este eje temático de investigación se orienta a mejorar la comprensión sobre los fenómenos naturales y los asociados al cambio climático, al desarrollo de la investigación aplicada, al desarrollo tecnológico y a la innovación, para coadyuvar a la solución de los problemas ambientales identificados en la Política Nacional del Ambiente al 2030, tales como: 1) expansión urbana no planificada en zonas de riesgo; 2) escasa infraestructura para afrontar los riesgos; 3) Pérdida de cobertura vegetal en partes altas de las cuencas; 4) incendios forestales; 5) construcciones urbanas e industriales en zonas vulnerables; 6) desarrollo de actividades productivas con base a recursos naturales en zonas vulnerables; 7) incremento en la frecuencia e intensidad de los peligros hidrometeorológicos,

¹⁰ Presidencia del Consejo de ministros. (2021). Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre al 2050. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/1892252-politica-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-al-2050>

¹¹ Óp. Cit.

glaciológicos y geofísicos asociados al cambio climático; y 8) insuficiente monitoreo y vigilancia para la prevención de alertas ante peligros de origen natural en un contexto de cambio climático.

Cuadro n.º 6: Áreas temáticas y líneas de investigación del eje temático: gestión de riesgos y adaptación al cambio climático

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Conocimiento de la variabilidad y cambio climático, y procesos (peligros) asociados	Desarrollo de escenarios climáticos para identificar impactos socioeconómicos y ambientales asociados en los diferentes ámbitos (local y regional)
	Investigación de eventos extremos, paleoclima, variabilidad y cambio climáticos
	Variabilidad y cambio climático en la Antártida
	Variabilidad y cambio climático (efectos) sobre los procesos físicos, químicos y biológicos en el sistema de la Corriente de Humboldt (incluyendo el Niño) y las aguas someras en la costa
	Reconstrucciones paleoambientales de eventos geofísicos extremos (clima, sismos, erupciones volcánicas, etc.), para conocer su magnitud, recurrencia y su proyección a futuro
	Mecanismos, teleconexión y desarrollo o mejoras de modelos para la predicción de los eventos El Niño extremos y sus impactos en el Perú
	Mecanismos, dinámica, modelado y probabilidad de ocurrencia de flujos de masa (flujos de lodo y agua, lahares, deslizamientos, etc.) y su impacto en el medio ambiente y la sociedad presente y futura
	Dinámica de la geomorfología de los ríos asociado a la variabilidad y cambio climático
	Variabilidad espaciotemporal de la cobertura glaciar y los peligros asociados al cambio climático en las cordilleras del Perú. Incluye el estudio de la formación de nuevas lagunas de origen glaciar y peligros asociados.
	Entendimiento de procesos hidrológicos (incluido los glaciares), y aplicación de modelos hidroglaciológicos para entender el presente y hacer predicciones hacia el futuro, en los diferentes ámbitos (local, regional y global)
	Dinámica de la criósfera (glaciares, nieve, permafrost) y su relación con otros ecosistemas acuáticos y terrestres en un contexto de cambio climático.
Interacción entre el cambio climático, deforestación e incendios y la probabilidad de colapso en los bosques amazónicos, y sus posibles efectos climáticos	
Vulnerabilidad y exposición al cambio climático (aspectos socioeconómicos y ecosistémicos, gobernanza, políticas y ordenamiento territorial)	Actividades antrópicas que generan o exacerban los riesgos del cambio climático (urbanización y residuos sólidos, agricultura de exportación, contaminación por fumigaciones, incendios forestales, etc.)
	Evaluación de características, brechas, tensores sociales y económicos sobre los ecosistemas, sus servicios y su vulnerabilidad al cambio climático

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	Vulnerabilidad, exposición, fragilidad, resiliencia al cambio climático, peligros de origen natural y antrópico en los ecosistemas y los servicios que estos prestan
	Servicios ecosistémicos, considerando la infraestructura natural, para la regulación hídrica y reducción de riesgos de desastres
	Metodologías y/o protocolos para la gestión prospectiva y correctiva del riesgo de desastre, incluyendo la evaluación y estimación de los riesgos asociados a fenómenos geofísicos
	Medición de la gestión de riesgos, vulnerabilidad y exposición ante los peligros considerando el cambio climático
	Medición de la gestión de riesgos, vulnerabilidad y exposición ante la ocurrencia de fenómenos naturales como los sismos, las erupciones volcánicas y sus procesos asociados que afectan el desarrollo urbano y la economía del país
	Vulnerabilidad presente y futura de las zonas costeras frente al cambio climático y del nivel del mar
	Análisis de la vulnerabilidad y exposición de los bienes y/o servicios e infraestructuras ante peligros asociados al cambio climático
	Vulnerabilidad de los recursos hídricos ante el cambio climático en relación con la funcionalidad de los ecosistemas andinos, amazónicos y costeros
	Regulación del sistema de derechos de aguas, considerando su adaptabilidad al cambio climático y la búsqueda de la seguridad hídrica
	Funciones y procesos ecológicos para la adaptación al cambio climático
	Aplicación de modelos climáticos para determinar áreas de protección de biodiversidad
Riesgos e impactos socioeconómicos, culturales y ecosistémicos asociados al cambio climático	Impactos socioeconómicos, culturales y ecosistémicos ante la ocurrencia de peligros hidrometeorológicos, glaciológicos y geofísicos
	Riesgos e impactos de los procesos oceanográficos y geodinámicos sobre los ecosistemas marino-costeros de las áreas naturales protegidas y alrededores en un contexto de cambio climático
	Génesis, erosión y uso de los suelos y transporte de los sedimentos
	Variabilidad y cambio climático y su impacto en la salud
	Impactos y riesgos del cambio climático en la ganadería, agricultura, pesca, acuicultura, turismo, transporte y salud
	Impactos y riesgos del cambio climático en la fauna silvestre

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	<p>Impactos de la interacción entre los procesos climáticos y los procesos humanos en el marco de los sistemas socio-ecológicos y culturales</p> <p>Impacto del carbono negro en el clima, ecosistemas y la salud</p> <p>Modelamiento de escenarios de riesgos ante el cambio climático considerando peligros hidrometeorológicos, glaciológicos y geofísicos asociados</p> <p>Impacto del retroceso glaciar en las poblaciones y los ecosistemas</p>
<p>Innovación, conocimientos ancestrales y efectividad de medidas para la adaptación al cambio climático</p>	<p>Diseño e innovación de artes de pesca sostenible</p> <p>Tecnología e innovación para la diversificación de cultivos acuáticos</p> <p>Medición de la efectividad pasada, presente y futura de medidas de adaptación ante el cambio climático (infraestructura natural, ABE, etc.)</p> <p>Evaluación y valoración de servicios ecosistémicos y su vinculación con los conocimientos ancestrales en ecosistemas priorizados</p> <p>Evaluación cuantitativa y cualitativa del impacto real de la infraestructura natural y servicios ecosistémicos de regulación hídrica</p> <p>Tecnologías ancestrales de sumideros de sedimentos y/o suelos para mejorar los servicios ambientales/ecosistémicos y control de desastres ambientales</p> <p>Análisis, comprensión y cuantificación de la ocurrencia histórica de sismos, erupciones volcánicas y sus procesos asociados que en el pasado han afectada a las sociedades, tanto económicamente como socialmente.</p> <p>Conocimiento científico meteorológico, climático, agrometeorológico e hidrológico para la implementación de servicios climáticos asociados a agricultura y seguridad alimentaria, reducción de riesgos de desastres, salud, agua, entre otros</p> <p>Análisis y cuantificación de pérdidas y daños de poblaciones vulnerables ante el cambio climático</p> <p>Conocimiento, registro y valoración de saberes, prácticas y valores ancestrales en el manejo y defensa del ambiente</p> <p>Desarrollo y adaptación de sistemas agrosilvopastoril para recuperación y conservación de cuencas hidrográficas</p> <p>Tecnologías de reforestación, considerando especies nativas y conocimientos tradicionales, en zonas de riesgos</p> <p>Desertificación y su afectación en las poblaciones vulnerables ante el cambio climático</p>

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	<p>Innovación tecnológica con enfoque de adaptación al cambio climático de cultivos nativos con potencial para la exportación en comunidades indígenas y/o campesinas</p> <p>Evaluación de recursos genéticos con tolerancia y/o resistencia a factores bióticos (plagas potenciales) y abióticos (sequía, estrés hídrico, heladas, temperaturas extremas) relacionados con el cambio climático</p> <p>Cambios y variabilidad climática y ambiental con un enfoque histórico, arqueológico y paleontológico: impactos sobre el ambiente y organizaciones sociales, económicas y políticas (andina, amazónica y costera) desde el plioceno a la actualidad</p> <p>Evaluación, medición y propuestas de mejora de conocimiento y capacidades, para la gestión del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático a nivel local y regional</p> <p>Evaluación de la capacidad de la resiliencia de ecosistemas y poblaciones vulnerables asociadas a la gestión de riesgos y adaptación al cambio climático</p> <p>Vulnerabilidad de ecosistemas y servicios de provisión de recursos hídricos, y conservación de los ecosistemas naturales asociados a la población vulnerable ante el cambio climático</p> <p>Estrategias de adaptación de poblaciones locales a los impactos del cambio climático en los ecosistemas como bofedales, pajonales, turberas y bosques nativos</p>
Sistemas de vigilancia, monitoreo y alerta temprana	<p>Desarrollo de un sistema de monitoreo a largo plazo, de gases de importancia climática, en referencia a la Organización Mundial de Meteorología (OMM)</p> <p>Monitoreo de las condiciones oceánicas y atmosféricas, en tiempo real a través de un sistema de observación oceánico y atmosférico en el mar del Perú, con énfasis en el fenómeno El Niño/La Niña</p> <p>Monitoreo y vigilancia del estado y calidad de ecosistemas acuáticos</p> <p>Metodologías para la vigilancia y monitoreo del clima espacial y peligros astronómicos</p> <p>Observación, desarrollo tecnológico y modelamiento de la dinámica de eventos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos para la gestión integral de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático</p> <p>Detección, atributos y pronóstico de eventos extremos asociados al cambio climático</p> <p>Desarrollo de radares y otras tecnologías de bajo costo para la vigilancia, monitoreo y alerta temprana de los peligros geofísicos ante los efectos del cambio climático y peligros asociados</p> <p>Aplicación de técnicas de inteligencia artificial para la caracterización y predicción de peligros naturales y estimación de los efectos del cambio climático</p> <p>Innovación tecnológica para el establecimiento de redes de monitoreo en cuencas glaciares prioritizadas, en apoyo al desarrollo de sistemas de alerta temprana ante aluviones de origen glaciar</p>

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	Monitoreo y modelamiento glaciológico para la determinación del potencial hídrico en cuencas vulnerables al cambio climático
	Desarrollo de sistemas de alerta temprana ante la ocurrencia de sismos, erupciones volcánicas y sus procesos asociados
	Modelos de predicción atmosférico, oceánico, climático, geológico, hidrológico e hidráulico, reológico en múltiples escalas temporales
	Monitoreo del impacto del cambio climático en la dinámica, estructura, composición y función de los bosques

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

5.6 Eje temático: gobernanza ambiental

La gobernanza ambiental conduce a la armonización de las políticas, instituciones, normas, procedimientos, herramientas e información de manera tal que sea posible la participación efectiva e integrada de los actores públicos y privados, en la toma de decisiones, manejo de conflictos y construcción de consensos, sobre la base de responsabilidades claramente definidas, seguridad jurídica y transparencia, por lo tanto integra la dimensión ambiental en el desarrollo sostenible, no solo con los actores estatales, sino también con otros grupos como la academia, las empresas, las comunidades y las organizaciones de base, a nivel nacional, regional y local; asimismo, la gobernanza ambiental es soporte para el logro de los objetivos planteados en la Política Nacional del Ambiente (PNA).

La producción del conocimiento busca mejorar la comprensión, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación orientada a solucionar los problemas de la gestión ambiental identificados en la Política Nacional del Ambiente al 2030 y otros instrumentos, tales como: 1) marco normativo ambiental no armonizado; 2) deficiente implementación de la gestión ambiental descentralizada; 3) insuficiente participación de la población en materia ambiental; 4) inadecuada ocupación del territorio con enfoque ambiental; 5) insuficiente conocimiento tecnológico y científico ambiental para la gestión ambiental, la innovación y el desarrollo sostenible; 6) inadecuada gestión de la información ambiental para la toma de decisiones; 7) débil conciencia y ejercicio de ciudadanía ambiental; 8) incremento de conflictos socioambientales; e 9) insuficientes técnicas y capacidades institucionales para hacer cumplir la legislación ambiental.

Cuadro n.º 7: Áreas temáticas y líneas de investigación del eje temático: gobernanza ambiental

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Normatividad y políticas ambientales	Impacto de la implementación de normas y políticas ambientales y de los recursos naturales

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Estudios socio-ecológicos	Metodologías de gestión ambiental con enfoque de género, interculturalidad y de derechos humanos
	Impacto de los mecanismos de participación ciudadana en los procesos de gestión ambiental
	Metodologías de gestión de la información para la gobernanza ambiental
Ambiente y economía	Evaluación del desempeño de la gestión del territorio en materia ambiental
	Evaluación de la gestión del territorio para el control adecuado del crecimiento de las áreas urbanas siguiendo las normativas para dicho fin
Tecnología, información e investigación ambiental	Tecnologías para mejorar el ambiente y la salud de las personas
	Desarrollo de tecnologías que permitan evaluar el cumplimiento de la legislación ambiental.
	Desarrollo de tecnologías para la evaluación de las prioridades ambientales y climáticas regionales y locales
	Tecnologías para la educación, la sensibilización y el conocimiento ambiental
	Evaluación del impacto de la información e investigación ambiental
	Desarrollo de tecnologías aplicadas al establecimiento de sistemas alertas tempranas ante la ocurrencia de fenómenos naturales
Conflictividad en torno a los recursos naturales y calidad del ambiente	Evaluación y monitoreo de los conflictos socioambientales

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

5.7 Eje temático: reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

Busca generar conocimiento y tecnologías que contribuyan a disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) provenientes de actividades antropogénicas, así como la conservación de los sumideros que se encuentren bajo amenaza de pérdida o deterioro, y la mejora de los mismos. Es importante destacar que el Perú cuenta con el compromiso de reducir sus emisiones de GEI, a través de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) en el marco del Acuerdo de París, por medio del cual el país está comprometido a que sus emisiones netas de GEI no excedan las 208,8 MtCO₂eq en el año 2030. Asimismo, considerando que el Acuerdo de París plantea que, hacia mediados de este siglo, los países miembros deben lograr un equilibrio entre las emisiones

antropogénicas y las absorciones por sumideros, es que el Perú debe lograr este balance hacia 2050, lo cual implica que las emisiones netas del país tiendan a cero.

En ese sentido, la generación del conocimiento procura mejorar la comprensión, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación, orientados a solucionar los problemas ambientales identificados en la Política Nacional del Ambiente al 2030, tales como: 1) escasa participación de energías renovables en la matriz energética; 2) parque automotor obsoleto; 3) quema de bosques; 4) incremento de la deforestación; 5) uso de tecnologías intensivas en carbono; 6) transporte público no sostenible; y 7) riesgo de pérdida de turberas amazónicas.

Cuadro n.º 8: Áreas temáticas y líneas de investigación del eje temático: reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Combustión estacionaria	Evaluación y caracterización de equipos intensivos en el consumo de combustibles fósiles y de energía eléctrica de equipos intensivos, para reducir su uso
	Evaluación de la eficiencia del consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica por subsectores y fuentes
	Identificación del potencial de energías renovables no convencionales en el territorio nacional
	Evaluación cuantitativa y cualitativa de la competitividad de las energías renovables
Combustión móvil	Evaluación de emisiones de GEI por el cambio del sistema de transporte, tecnología y/o combustibles
	Evaluación de energías renovables y su aplicación en soluciones de electromovilidad
Procesos industriales y uso de productos	Determinación de factores de emisiones/conversiones nacionales para el cálculo de las emisiones de procesos industriales intensivos en carbono
	Evaluación y caracterización de la industria según rubro, consumo energético, tamaño, nivel formalidad, grado tecnológico, entre otros
	Identificación de tecnologías alternativas bajas en emisiones de carbono y estrategias económicas relacionadas para la industria y los mercados locales
Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura y ecosistemas acuáticos	Dinámica de bosques secundarios
	Monitoreo de deforestación y degradación de bosques amazónicos, andinos y secos
	Evaluación del stock de carbono por encima y debajo del suelo para cada uso de tierra y en turberas
	Impulsores de la deforestación y degradación de bosques y turberas

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	Evaluación del cambio de uso de tierras y degradación de turberas
	Evaluación de la captura de carbono en diferentes tipos de ecosistemas recuperados
	Comparación de “emisiones evitadas” y captura de carbono al aplicar estrategias de conservación vs. restauración
	Evaluación y balance de emisiones de GEI en ecosistemas costeros, andinos y amazónicos
	Evaluación y monitoreo de carbono azul y su contribución a la reducción de emisiones de carbono

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

5.8 Eje temático: gestión integrada de los recursos naturales

Busca generar conocimiento y tecnologías que contribuyan a la gestión integrada de los recursos naturales como un proceso que impulsa la articulación de instrumentos y mecanismos con componentes ambientales, en el ámbito de un territorio, a fin de asegurar la provisión de los servicios ecosistémicos. La participación de actores vinculados a los servicios ecosistémicos que articulan instrumentos y mecanismos con componentes ambientales promueve modelos que recojan la visión y expectativas de desarrollo de la población, y las particularidades de sus territorios, cuyo ámbito incluye ecosistemas, cuencas y paisajes como soporte de los medios de vida de la población.

En la provisión de los servicios ecosistémicos, existe una complejidad de vínculos entre los ecosistemas, sus servicios, los actores, la gobernanza, que trasciende las escalas espaciales y temporales, así como las barreras sectoriales.

La generación del conocimiento procura mejorar la comprensión, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación, orientada a solucionar los problemas ambientales que se desprenden de los lineamientos de la gestión integrada de los recursos naturales, tales como: 1) gestión de los recursos naturales de forma aislada en el territorio; 2) débil gestión de la diversidad biológica, considerando los factores ambientales, ecológicos, económicos y socioculturales, incluyendo la cosmovisión indígena y la planificación territorial; 3) escaso cumplimiento de los compromisos asumidos por el Estado referentes a recursos naturales; 4) deficientes espacios de gobernanza orientados a la toma de decisiones sobre recursos naturales; e 5) insuficiente conocimiento y seguimiento de las acciones de gestión integrada de recursos naturales, a través de la investigación e innovación tecnológica, la revaloración de conocimientos y prácticas tradicionales.

Cuadro n.º 9: Áreas temáticas y líneas de investigación del eje temático: gestión integrada de los recursos naturales

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Territorio, dinámica social y modelos de articulación para el manejo de los recursos naturales	Estado de los recursos naturales y su efecto en las dinámicas socioeconómicas
	Modelos de articulación para el manejo de los recursos naturales
	Generación de metodologías para la planificación de la gestión de los recursos naturales
	Valoración del capital natural y costos de la degradación ambiental
	Evaluación de los servicios ecosistémicos en la planificación del territorio
Sistemas socio-ecológicos complejos	Gestión de la resiliencia y sus respuestas a la incertidumbre
	Transiciones ecológicas y sostenibilidad
	Dinámica de los agroecosistemas en entornos complejos
	Evaluación procesos urbanos y sostenibilidad ambiental
	Manejo sostenible, participativo e inclusivo de recursos naturales
Semiótica ambiental	Evaluación de los impactos colaterales de las políticas públicas en la gestión de recursos naturales
	Generación de instrumentos para la transversalización de la temática ambiental en la política pública

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

5.9 Eje temático: gestión integral de residuos sólidos

Busca mejorar la generación de conocimientos y aplicación de tecnologías para la gestión integral de los residuos sólidos, priorizando la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa; así como la valorización material y energética de los residuos generados; y, como última alternativa, la disposición final de los residuos sólidos en infraestructuras con condiciones ambientalmente adecuadas con la finalidad de prevenir o mitigar los impactos ambientales negativos que se presentan en los medios físicos, biológicos, socio económicos y culturales.

Actualmente en el país se generan 8 214 355,9 toneladas de residuos sólidos, de los cuales el 77,8 % tiene potencial de valorización, sin embargo, sólo el 1,8 % es valorizado. Por otro lado, a nivel nacional

se cuenta con 65 rellenos sanitarios en los que se dispone el 61,3 % de los residuos generados¹² y el resto de los residuos sólidos se dispone en 1704 áreas degradadas por residuos sólidos existentes, que ocupan 2337 hectáreas a nivel nacional según el inventario de áreas degradadas por residuos sólidos del OEFA¹³, situación que se agrava con el crecimiento poblacional y la expansión de áreas urbanas.

Ante la problemática señalada, la generación del conocimiento busca mejorar la comprensión, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación, orientados a solucionar los problemas ambientales identificados en la Política Nacional del Ambiente al 2030, tales como: 1) inadecuada gestión de los residuos sólidos; 2) escasa valorización de los residuos; 3) manejo inadecuado de residuos hospitalarios; 4) escaso manejo de residuos no municipales; 5) inadecuada disposición de residuos de construcción y demolición; y 6) escasa infraestructura.

Cuadro n.º 10: Áreas temáticas y líneas de investigación del eje temático: gestión integral de residuos sólidos

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
Impactos a la salud y el ambiente	Herramientas para la identificación, medición y evaluación de impactos por residuos sólidos
Mejoras técnicas y tecnológicas	Factibilidad económica de la aplicación de tecnologías en la gestión y manejo de residuos sólidos
	Técnicas, procesos y tecnologías aplicadas a la minimización, gestión y manejo de residuos sólidos
Mejoras de instrumentos técnicos y metodológicos de gestión y manejo	Impacto de la aplicación de los instrumentos de gestión y manejo de los residuos sólidos en el ambiente, la economía y la salud
Cadenas de valor y técnicas de valorización	Identificación de potenciales cadenas de valor asociadas a la gestión y manejo de los residuos sólidos
Conocimiento y evidencia científica y normativa	Bases científicas para el desarrollo de instrumentos de gestión de residuos sólidos
Infraestructuras de residuos sólidos y áreas degradadas	Recuperación y reconversión de áreas degradadas por residuos sólidos
	Innovaciones tecnológicas en infraestructuras de residuos sólidos

Fuente: MINAM-DGECIA-DIIIA

¹² Ministerio del Ambiente. (29 de septiembre de 2021). *Lista de rellenos sanitarios* [Web]. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279709-listado-de-rellenos-sanitarios-a-nivel-nacional>

¹³ Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2022). Resolución n.º 018-2022-OEFA/DSIS. <https://www.gob.pe/institucion/oefa/normas-legales/3156088-00018-2022-oefa-dsis>

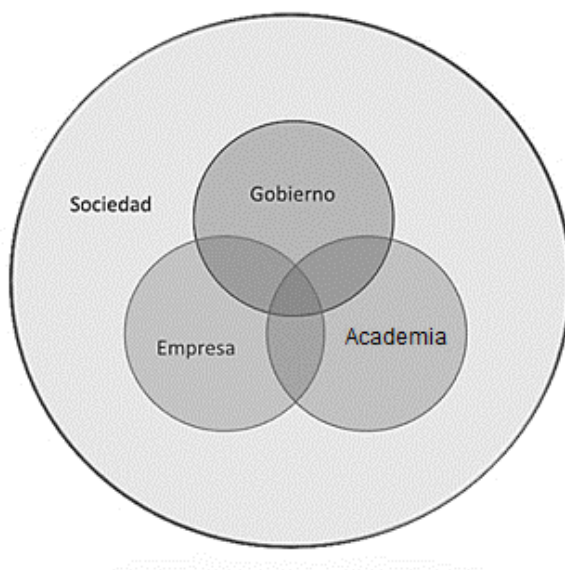


Foto: MINAM

VI. CONSIDERACIONES GENERALES

Tomando como base el modelo de triple hélice¹⁴, el mismo que postula que las innovaciones surgen en el ámbito de las relaciones de las tres partes involucradas: el gobierno, las empresas y las instituciones académicas (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), se han identificado un conjunto de orientaciones para la adopción de la AIA al 2030 para cada uno de estos actores con el propósito de fomentar el uso y apropiación de este instrumento como parte del proceso de generación y uso de conocimiento ambiental.

Figura 2. Modelo triple hélice



Fuente: elaborado a partir de Etzkowitz & Leydesdorff (2000)

El gobierno (sector gubernamental)

Este actor tiene como rol principal el desarrollar políticas basadas en evidencias y en conocimiento para la toma de decisiones en el territorio, así como para el desarrollo de iniciativas de inversión. En ese sentido, este actor requiere mejorar la articulación entre la ciencia y la política, así como potenciar su capacidad de movilizar los recursos financieros, humanos y tecnológicos públicos, promoviendo de esta manera el incremento de la producción científica y la generación de evidencias.

En ese contexto, la propuesta de valor de la AIA 2030 se centra fundamentalmente en orientar la movilización de recursos públicos alineados con las necesidades y líneas de investigación de la AIA al 2030, además de propiciar las condiciones para la articulación de este actor con la academia, la empresa, así como con la sociedad.

El uso y apropiación de la AIA al 2030 para el sector gubernamental tienen como propósito:

¹⁴ El modelo de innovación de triple hélice se refiere a un conjunto de interacciones entre la academia, la industria y los gobiernos, para fomentar el desarrollo económico y social.

- Orientar la construcción de agendas de investigación regional con la finalidad de priorizar y territorializar la generación de conocimiento en correspondencia con las necesidades de conocimiento del desarrollo regional.
- Canalizar recursos públicos para la generación de conocimiento y evidencias alineados con las necesidades y líneas de investigación de la AIA al 2030, utilizando los mecanismos públicos de financiamiento vigentes.
- Establecer mecanismos de divulgación del conocimiento científico (p.e *policy brief*) orientado a tomadores de decisión alineado con los ejes temáticos y líneas de investigación de la AIA al 2030.
- Utilizar la AIA al 2030 como un instrumento de referencia en la planificación estratégica en todos los niveles de gobierno.

Las empresas (sector privado)

Las empresas se identifican principalmente como un usuario del conocimiento e interesados en configurar una imagen comprometida con la sostenibilidad ambiental; para ello cuentan generalmente con capacidad de cofinanciar el desarrollo de investigaciones ambientales que correspondan a sus demandas.

En ese contexto, la propuesta de valor de la AIA 2030 se expresa en la priorización de la generación de conocimiento en procura de la sostenibilidad ambiental, basada en la articulación con la academia.

El uso y apropiación de la AIA al 2030 para la empresa tiene como propósito:

- Facilitar el establecimiento de espacios vivos de articulación con la academia y el sector gubernamental en correspondencia con las demandas de conocimiento de las empresas.
- Fomentar el desarrollo de mecanismos de divulgación del conocimiento científico (p.e *policy brief*) a público no especializado alineados con los ejes temáticos o líneas de investigación de la AIA.

Las instituciones académicas y científicas (sector académico)

Se constituye como un actor principal en la generación y búsqueda de conocimiento, definiendo perfiles profesionales acorde con la demanda laboral sobre la base de líneas de investigación; sus principales expectativas entorno a la AIA al 2030 están orientadas hacia la mejora de sus capacidades de acceso a recursos financieros para la investigación, además de ver incrementada su valoración y reconocimiento respecto de su labor científica.

En ese contexto, la propuesta de valor de la AIA al 2030 se relaciona directamente con el establecimiento de las necesidades de conocimiento ambiental para la toma de decisiones, permitiendo de esta manera orientar las prioridades de investigación, en función de la demanda de los usuarios del conocimiento en el ámbito público y privado, lo que facilita el acceso a financiamiento.

El uso y apropiación de la AIA al 2030 para la academia tienen como propósito:

- Generar espacios para la interacción multisectorial, creando condiciones para el desarrollo de la investigación interdisciplinar y transdisciplinar.
- Respalda propuestas de investigación que se encuentran alineadas con la AIA 2030 facilitando el acceso a fuentes de financiamiento nacional e internacional.

- Generar condiciones para el establecimiento de redes de investigación alineados con los ejes temáticos de la AIA 2030, lo que permitirá que los esfuerzos que se realicen en estos espacios tengan correlación con las necesidades de conocimiento ambiental para la toma de decisiones.

La sociedad como receptora del conocimiento

Es importante además reconocer al ciudadano como un actor “receptor” del esfuerzo articulado de las tres partes involucradas. Además de identificarse como usuarios y generadores de conocimiento, procuran el reconocimiento del conocimiento tradicional o local y buscan acceder a conocimiento científico.

La propuesta de valor de la AIA 2030, para la sociedad civil se basa en la facilitación al acceso a las prioridades de conocimiento, además de crear condiciones para la articulación con la academia, instituciones científicas, la empresa y el sector gubernamental.

El uso y apropiación de la AIA al 2030 para la sociedad civil buscan:

- Facilitar espacios de diálogo con los tomadores de decisión para analizar las líneas de investigación de la AIA e integrarlas a sus sistemas de conocimientos y necesidades en el entorno
- Fomentar la participación de la sociedad civil en los espacios de articulación
- Facilitar la integración del conocimiento científico con el conocimiento tradicional.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2020). *Perú 2050: tendencias nacionales con impacto de la COVID-19*. https://www.ceplan.gob.pe/documentos_/peru-2050-tendencias-nacionales-con-impacto-de-la-covid-19/

Comisión Económica para América Latina y el Caribe & Organización de Cooperación y Desarrollos Económicos. (2016). *Evaluaciones del desempeño ambiental. Perú 2016: aspectos destacados y recomendaciones*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40171>

Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(99)00055-4)

Garay-Flühmann, R., Erazo, M., Cárcamo, P., Reyes, L. y Méndez-Garay, M. (2014). Manual de Investigación Ambiental. 10.13140/2.1.1091.0402.

Ministerio del Ambiente. (2013). *Agenda de Investigación Ambiental 2013-2021*. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/438>

Ministerio del Ambiente. (2016). *Ciencia para la sostenibilidad (2011-2016). El rol del sector ambiente en la promoción de la ciencia*. <https://www.minam.gob.pe/informessectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/06/Ciencia-para-la-Sostenibilidad.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2018). *Manual de Frascati 2025: Guía para la recopilación y presentación de información sobre investigación y el desarrollo experimental*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. <https://www.oecd.org/publications/manual-de-frascati-2015-9789264310681-es.htm>

Orozco Hernández, M. E. (2008). Didáctica de la investigación ambiental. Utilidad de los modelos lógicos o sistemas teórico-cognitivos. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 10(1), 32-46. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40113197003>

Presidencia del consejo de ministros. (2021). Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre al 2050. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/1892252-politica-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-al-2050>

Sabogal Dunin Borkowski, A. (2016). Gestión de la investigación ambiental en el Perú. *Espacio y Desarrollo*, 28, 7-23. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201601.001>

United Nations Environment Programme & United Nations Environment Assembly. (2021). *For People and Planet: The United Nations Environment Programme strategy for tackling climate change, biodiversity and nature loss, and pollution and waste from 2022-2025*. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/35875>



MINISTERIO DEL AMBIENTE

Central telefónica: **(01) 6116000**

Página web: <https://www.gob.pe/minam>