AGENDA INSTITUCIONAL DE CAMBIO AMBIENTAL GLOBAL IDENTIFICADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CTEI) DEL DEPARTAMENTO DEL AMAZONAS

AGENDA INSTITUCIONAL DE CAMBIO AMBIENTAL GLOCAL IDENTIFICADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CTeI) DEL DEPARTAMENTO DEL AMAZONAS

En el marco del proyecto “Fortalecimiento de capacidades institucionales para el desarrollo y gestión de la CTeI por medio de instrumentos de cooperación en el departamento del Amazonas” BPIN 2021000100442

Contenido

1. Introducción **3**
2. Antecedentes **4**
2.1. Causas del cambio ambiental 5
2.2. Amenazas del Amazonas 6
2.3. Cambio ambiental glocal desde la perspectiva de la CTeI 17
3. Marco conceptual **20**
4. Hechos problemáticos **24**
4.2. Relación entre problema público y efectos 29
5. Objetivos de la agenda (Misión) **30**
5.2. Objetivo General 30
5.3. Objetivos Específicos 30
6. Desafíos y oportunidades **31**
7. Acciones a corto, mediano y largo plazo **33**
7.1. Acciones a Corto Plazo (1-2 años) 33
7.2. Acciones a Mediano Plazo (3-5 años) 34
7.3. Acciones a Largo Plazo (5-10 años) 35
8. Conclusiones y recomendaciones 36
8.1. Conclusiones 36
8.2. Recomendaciones 37

Listado de Figuras

Figura 1. Incremento en gases efecto invernadero 6
Figura 2. Las amenazas que enfrenta la Amazonía 7
Figura. Deforestación en la Región Amazónica 8
Figura Datos de deforestación de la región amazónica de Colombia 9
Figura. Áreas afectadas por la minería ilegal 11
Figura Quemas e incendios forestales en la Amazonía 13
Figura 7. Medida climatológica mensual de la temperatura media del aire de la Amazonía en dos periodos distintos 15
Figura 8. Datos de nivel del agua del río Amazonas de la estación hidrológica de Leticia en los meses de abril a agosto del 2024 15

1. Introducción

El cambio ambiental glocal es un concepto que conecta los efectos globales del cambio climático con sus manifestaciones concretas en el ámbito local, resaltando cómo comunidades específicas, en este caso las del departamento del Amazonas, enfrentan y adaptan sus prácticas para responder a estos desafíos. En este departamento, la combinación de su biodiversidad, la riqueza de los ecosistemas y la multiplicidad de saberes culturales indígenas genera un contexto particular donde los impactos del cambio climático generan diferentes riesgos, desde alteraciones en el ciclo de lluvias hasta la disminución de especies. Estos cambios afectan profundamente no solo de manera local, sino que también presentan efectos a mayor escala.

Este enfoque territorializado subraya la importancia de adaptar respuestas concretas que, al mismo tiempo, sean informadas por el contexto global de cambio climático y las tendencias ambientales. Los problemas ambientales que enfrentan las comunidades amazónicas no sólo se originan en su entorno inmediato, sino que también son el resultado de fuerzas globales como la deforestación para satisfacer diversas demandas, la minería ilegal que contamina las aguas con mercurio y el aumento de las temperaturas globales que afecta la biodiversidad y el ciclo hidrológico del territorio. La importancia de abordar el cambio ambiental desde una perspectiva glocal permite que las respuestas no solo busquen mitigar los efectos adversos en el Amazonas, sino que además contribuyan al esfuerzo global que enfrenta el cambio ambiental.

La diversidad cultural y biológica ubica a la región en una posición estratégica para adoptar un modelo de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) que no solo fortalezca la respuesta local, sino que también contribuya a soluciones globales de conservación y mitigación. A través de la CTeI, se integran saberes tradicionales y tecnología moderna, promoviendo un manejo sostenible de los recursos que inspira acciones locales alineadas con objetivos climáticos globales.

Para identificar las problemáticas del territorio relacionadas con la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI), se llevaron a cabo una serie de talleres participativos que convocaron a diversos actores del ecosistema de CTeI del departamento del Amazonas. Estos encuentros se realizaron con el propósito de crear espacios de reflexión y construcción colectiva, facilitando un análisis integral de las necesidades, desafíos y oportunidades que enfrenta la región en este ámbito.

En particular, el 13 de septiembre de 2024, se llevó a cabo un taller en el marco de las mesas de participación de agendas institucionales, específicamente en la mesa de Cambio Ambiental Glocal.

En esta sesión, la mesa de trabajo contó con la participación de cerca de 10 actores estratégicos, quienes representaron una diversidad de perspectivas y conocimientos. Durante las jornadas, se implementaron herramientas metodológicas como la espina de pescado, la matriz DOFA, el árbol de problemas y el árbol de objetivos. Estas metodologías permitieron una exploración estructurada y profunda para identificar, delimitar y formular el problema público central. Además, se trabajó en la generación de alternativas de solución, lo que incluyó la definición de acciones concretas, la asignación de responsabilidades y la priorización de estrategias para abordar de manera efectiva las problemáticas identificadas.

Igualmente, estas actividades no solo se enfocaron en identificar los problemas a abordar en la presente agenda, sino que también contribuyeron significativamente al diseño de la Política Pública de CTeI del departamento. Así, los espacios de participación fomentaron un enriquecedor intercambio de saberes y un diálogo colaborativo en torno a la situación actual de la CTeI en el Amazonas. Asimismo, permitieron proyectar una visión compartida sobre las metas a largo plazo, integrando tanto las perspectivas científicas como los conocimientos locales y tradicionales, fundamentales para la sostenibilidad y desarrollo del territorio.

2. Antecedentes

La Amazonia colombiana, uno de los ecosistemas más diversos y vitales del planeta, enfrenta una serie de desafíos ambientales que se han intensificado debido al cambio climático y la presión humana sobre sus recursos naturales. La deforestación, la expansión de la agroindustria, y la contaminación están alterando los equilibrios ecológicos de la región, con consecuencias que trascienden sus fronteras y afectan al clima global.

Los estudios han demostrado que la Amazonia desempeña un papel crucial en la regulación del ciclo de precipitaciones y el clima, no solo en el contexto local, sino también en el hemisferio norte. La pérdida de bosque, por ejemplo, reduce significativamente la humedad reciclada en la cuenca amazónica, con efectos como una disminución de hasta un 25% en las precipitaciones en áreas afectadas por deforestación (Spracklen et al., 2012; Lawrence y Vandecar, 2015). Además, esta degradación ambiental afecta directamente a las comunidades locales,

particularmente a los pueblos indígenas que dependen de los recursos naturales y de la estabilidad de los ecosistemas para su subsistencia y bienestar.

Por ello, proteger el Amazonas es esencial no solo para la biodiversidad y la resiliencia de las comunidades locales, sino también para mitigar los efectos del cambio climático en el ámbito global. Esto exige una acción coordinada entre gobiernos, instituciones y comunidades que promueva el desarrollo sostenible y reduzca la dependencia de actividades extractivas, implementando alternativas que aseguren la conservación de este invaluable ecosistema (Pita, 2021).

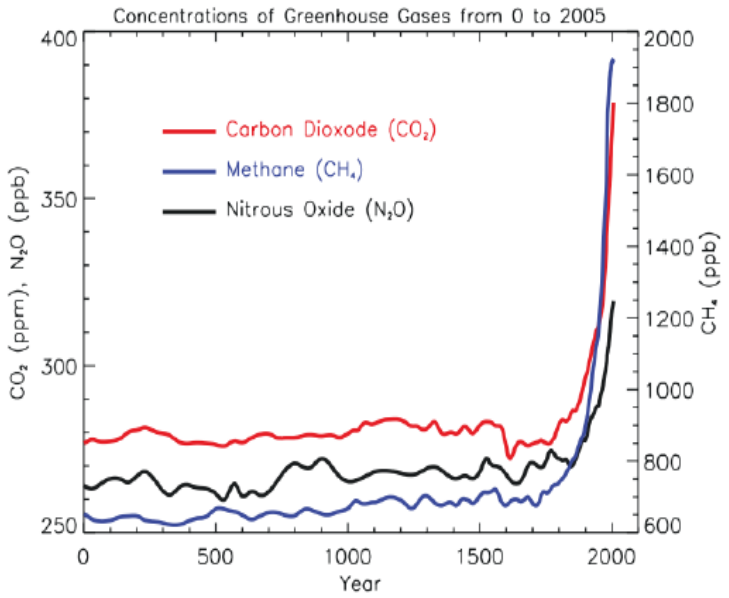
2.1. Causas del cambio ambiental

El cambio ambiental actual está impulsado por el aumento descontrolado de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Aunque estos gases, como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), están presentes de manera natural y cumplen una función esencial en el mantenimiento de la temperatura de la tierra, las actividades humanas han alterado su equilibrio. La quema de combustibles fósiles, la deforestación, la agricultura intensiva y ciertos procesos industriales han incrementado sus niveles a tal punto que ahora provocan un calentamiento global acelerado.

Este fenómeno tiene consecuencias profundas y variadas en el planeta. El aumento de temperaturas contribuye al derretimiento de los casquetes polares y glaciares, lo cual no solo eleva el nivel del mar, sino que también reduce la disponibilidad de agua dulce para millones de personas que dependen de los deshielos en regiones montañosas. A su vez, el calentamiento de los océanos afecta los patrones climáticos y contribuye a fenómenos meteorológicos extremos, como sequías prolongadas e intensas lluvias en distintas partes del mundo.

La acumulación de GEI, especialmente aquellos de origen industrial y refrigerante que contienen cloro y flúor, sigue teniendo efectos a largo plazo en la atmósfera debido a su alta estabilidad química. Aunque acuerdos internacionales, como el Protocolo de Montreal, han logrado reducir el uso de algunos compuestos dañinos, su permanencia en la atmósfera afecta el clima a largo plazo, con posibles impactos en el próximo milenio. Además, la acidificación de los océanos, provocada por el aumento de CO_2, representa una amenaza para los ecosistemas marinos, poniendo en riesgo especies vitales y, por ende, la biodiversidad y las economías dependientes de la pesca y el turismo.

Figura 1.
Incremento en gases efecto invernadero



Fuente: (IPCC, 2007) Cuarto reporte grupo de trabajo I Base física de la ciencia

En conjunto, el cambio ambiental no solo altera el equilibrio natural, sino que también afecta a millones de personas, limitando el acceso al agua, perturbando la seguridad alimentaria y aumentando la frecuencia de desastres naturales, lo que refuerza la necesidad de una acción global para reducir las emisiones de GEI y mitigar sus efectos devastadores (Castaño-Arboleda, 2009).

2.2. Amenazas del Amazonas

La Amazonia es una de las regiones más importantes del planeta, no solo por su riqueza en biodiversidad, sino también por su papel crucial en la regulación del clima global. Como el bosque tropical más grande del mundo, la Amazonia alberga alrededor del 10% de todas las especies conocidas, lo que incluye una enorme variedad de plantas, animales y microorganismos únicos. Además, esta región cumple una función fundamental en el ciclo global del agua y la captura de carbono, contribuyendo así a mitigar los efectos del cambio climático. El ecosistema amazónico regula las lluvias en Sudamérica y en otras regiones del mundo y es un recurso vital para las comunidades indígenas y locales que dependen de su biodiversidad para su sustento, cultura y tradiciones (World Wildlife Fund [WWF], 2022).

Sin embargo, la Amazonía enfrenta una serie de amenazas crecientes que ponen en riesgo tanto su integridad ecológica como su capacidad para desempeñar estos roles esenciales. El informe Amazonia Viva 2022 de WWF destaca los factores principales que contribuyen a la degradación de este ecosistema, alertando sobre el impacto acumulativo de la actividad humana en la región. Entre estas amenazas se encuentran la deforestación, la minería, la construcción de infraestructuras, la extracción de petróleo y gas, los incendios forestales y el tráfico ilegal de especies. Cada una de estas amenazas tiene efectos devastadores no solo de forma local, sino también global, ya que el deterioro de la Amazonia contribuye al avance del cambio climático y a la pérdida de biodiversidad.

Figura 2.
Las amenazas que enfrenta la Amazonía

Fuente: (WWF, 2022). Informe Amazonia Viva 2022

A continuación, se detallan las seis grandes amenazas que afectan la Amazonia, su impacto y las consecuencias que representan para la estabilidad del planeta y para las comunidades que dependen de ella:

a. Deforestación

La deforestación sigue siendo la mayor amenaza para la Amazonia, especialmente en el contexto colombiano. En el departamento del Amazonas, los niveles de deforestación han mostrado un aumento alarmante. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2023), el Amazonas registró una pérdida de 1.862 hectáreas de bosque en el último año, lo que representa un aumento de 705 hectáreas respecto al año anterior, 2022. Esta expansión de la deforestación en el Amazonas colombiano se debe principalmente a actividades de expansión agrícola, ganadería, y, en menor medida, a la construcción de infraestructura y la tala ilegal.

Figura 3.
Deforestación en la Región Amazónica

Deforestación en la Región Amazónica				
Departamento	**Deforestación 2022 (ha)**	**Deforestación 2023 (ha)**	**Variación (ha)**	**Variación en Porcentaje**
Meta	24.109	10.310	-13.800	-57%
Guaviare	15.721	11.467	-4.253	-27%
Caquetá	19.193	12.647	-6.546	-34%
Putumayo	10.852	5.169	-5.682	-52%
Amazonas	1.157	1.862	+705	+61%
Vaupés	1.079	1.978	+899	+83%
Guainía	1.504	1.782	+278	+18%
Vichada	2.921	2.827	-94	-3%

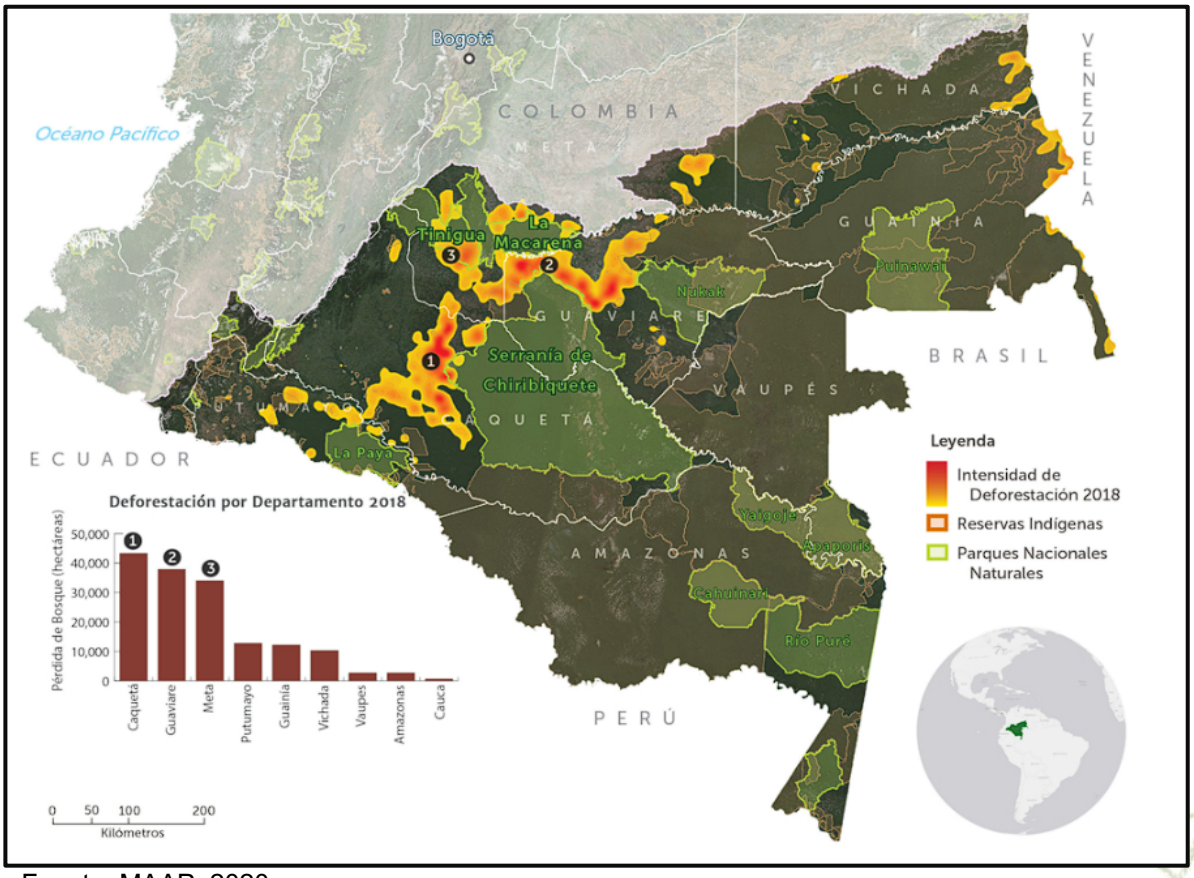
Fuente: Informe MADS (2023)

Así pues, la deforestación en el departamento del Amazonas no solo destruye hábitats esenciales y afecta a la biodiversidad, sino que también tiene consecuencias graves para el clima global. De tal modo, los bosques amazónicos actúan como sumideros de carbono, almacenando grandes cantidades de dióxido de carbono que, al ser liberado a través de la tala y quema de árboles, contribuye al aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Este fenómeno también afecta a las comunidades indígenas de la región, que ven amenazados sus territorios ancestrales y sus fuentes de sustento debido a la pérdida de bosque.

En un plano más amplio, la deforestación en el Amazonas colombiano refleja una tendencia preocupante en toda la cuenca amazónica, como se observa en la siguiente ilustración. Si no se implementan medidas efectivas de protección y restauración, la Amazonia podría alcanzar un “punto de no retorno”, en el cual el ecosistema perdería su capacidad de autorregulación y comenzaría un proceso de

conversión a un paisaje de sabana degradada, como lo advierten Lovejoy y Nobre (2018). En este sentido, es crucial no solo aumentar los esfuerzos de vigilancia y control, sino también fomentar actividades sostenibles y promover alternativas económicas que reduzcan la presión sobre los bosques.

Figura 4.
Datos de deforestación de la región amazónica de Colombia



Fuente: MAAP, 2020.

b. Minería Ilegal

La minería es otra amenaza crítica para la Amazonia, especialmente debido al impacto de la minería ilegal, que ha crecido sin control en muchas áreas protegidas. Esta actividad destruye la cobertura forestal y contamina tanto el suelo como los cuerpos de agua con metales pesados como el mercurio, usado para extraer oro. Estas sustancias tóxicas afectan no solo la vida acuática, sino también a las comunidades indígenas y locales que dependen de estos ríos para su subsistencia. La minería ilegal genera consecuencias sociales y ambientales devastadoras, como desplazamientos y conflictos con comunidades locales. Además, la explotación de

recursos mineros suele abrir caminos que facilitan la entrada de otras actividades destructivas en la región (WWF, 2024).

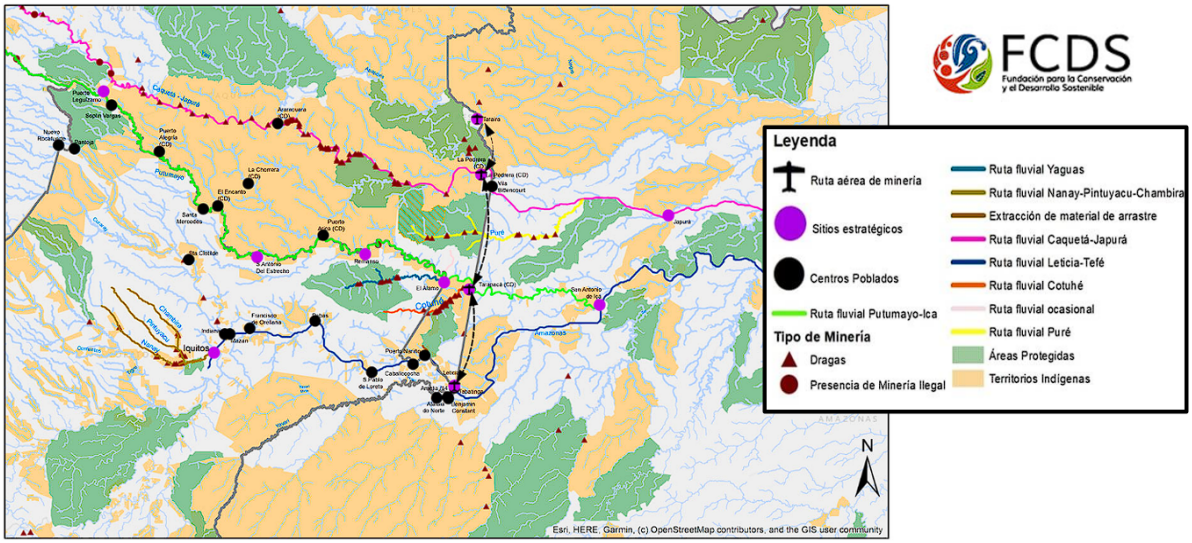
La minería ilegal, especialmente la extracción de oro, representa una amenaza crítica para la Amazonia colombiana. Esta actividad no solo destruye extensas áreas de bosque, sino que además contamina suelos y cuerpos de agua con sustancias tóxicas como el mercurio, afectando la biodiversidad y la salud de las comunidades locales.

Según la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible, FCDS (2023) la minería ilegal se ha extendido a lo largo de varios ríos en la región amazónica de Colombia. Entre los ríos más afectados se encuentran:

- Río Caquetá: presenta una alta concentración de actividades mineras ilegales, lo que ha generado contaminación significativa y alteración de los ecosistemas acuáticos.
- Río Putumayo: la minería ilegal en este río ha provocado la degradación de hábitats y la contaminación por mercurio, afectando tanto a la fauna como a las comunidades indígenas que dependen de sus recursos.
- Río Guainía: las operaciones mineras ilegales han incrementado en esta zona, causando deforestación y contaminación de las aguas, lo que repercute negativamente en la biodiversidad local.
- Río Inírida: la extracción ilegal de minerales ha alterado los ecosistemas fluviales y ha introducido contaminantes que ponen en riesgo la salud de las poblaciones ribereñas.
- Río Vaupés: la presencia de minería ilegal ha generado impactos ambientales significativos, incluyendo la pérdida de cobertura boscosa y la contaminación de fuentes hídricas.

La FCDS destaca que la minería ilegal en estos ríos no solo afecta el medio ambiente, sino que también está asociada con redes de crimen organizado, lo que contribuye a la violencia y a la inestabilidad en las comunidades locales. Además, la contaminación por mercurio se bioacumula en las cadenas alimenticias, afectando a especies acuáticas y a las personas que consumen pescado contaminado.

Figura 5.
Áreas afectadas por la minería ilegal



Fuente: FCDS, 2023

Frente a lo anterior, es fundamental implementar medidas efectivas para combatir la minería ilegal en la Amazonia colombiana, incluyendo el fortalecimiento de la vigilancia y el control, la promoción de alternativas económicas sostenibles para las comunidades locales y la restauración de los ecosistemas afectados.

c. Infraestructura

El desarrollo de infraestructura, como la construcción de carreteras, líneas de transmisión eléctrica y represas hidroeléctricas, impacta significativamente en el ecosistema amazónico. Este tipo de proyectos fragmenta el hábitat de muchas especies y afecta su capacidad de adaptación y supervivencia. Las carreteras también facilitan el acceso a zonas remotas, lo que a menudo lleva a una intensificación de actividades ilegales, como la minería, la tala y el comercio de especies. Las represas, por otro lado, afectan los ciclos naturales de los ríos, lo cual impacta en las poblaciones de peces y en las comunidades que dependen de ellos. Además, la infraestructura a gran escala amenaza la continuidad ecológica de la Amazonia, poniendo en riesgo su función como sumidero de carbono y regulador climático (WWF, 2024).

d. Extracción de Petróleo y Gas

La extracción de petróleo y gas es una actividad de alto impacto en la Amazonia, y muchas áreas con alto valor ecológico han sido afectadas por concesiones para la explotación de hidrocarburos. La extracción de estos recursos no solo destruye el hábitat, sino que también implica riesgos significativos de derrames de petróleo y contaminación por fugas de gas, afectando la salud de las especies y de las comunidades locales. Además, estas actividades generan una infraestructura secundaria de caminos y tuberías que fragmenta aún más el ecosistema y facilita el ingreso de actividades ilegales. Las comunidades indígenas a menudo se ven afectadas, ya que estos proyectos a menudo invaden territorios ancestrales y comprometen su derecho a vivir en un ambiente saludable y seguro (WWF, 2024).

e. Incendios Forestales

Los incendios forestales en la Amazonia han experimentado un incremento significativo en las últimas décadas, constituyendo una amenaza crítica para la integridad del ecosistema y la biodiversidad de la región. Estos incendios, en su mayoría provocados por actividades humanas como la deforestación para la agricultura y la ganadería, se ven exacerbados por condiciones climáticas adversas y sequías prolongadas.

Según la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), la frecuencia y extensión de los incendios en la Amazonia han mostrado una tendencia al alza. En 2020, la Amazonia brasileña registró más de 103.000 incendios, lo que representó un aumento del 12,7% en comparación con el año anterior y marcó un máximo en la última década. Este incremento se atribuye principalmente a la expansión de actividades agrícolas y ganaderas, así como a la explotación ilegal de recursos naturales.

La RAISG también destaca que, entre 1985 y 2023, más de 88 millones de hectáreas de la Amazonia fueron deforestadas, áreas que posteriormente han sido propensas a incendios debido a la acumulación de material combustible y la alteración de los microclimas locales. Este proceso de degradación ambiental crea un ciclo vicioso donde la deforestación facilita la ocurrencia de incendios, y estos, a su vez, promueven una mayor pérdida de cobertura forestal.

Además, la RAISG señala que los incendios no solo afectan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sino que también tienen repercusiones significativas en las comunidades locales e indígenas, cuya salud y medios de vida se ven comprometidos por la degradación ambiental y la contaminación del aire. Es fundamental implementar estrategias integrales que combinen la prevención de

incendios, la restauración de áreas degradadas y el fortalecimiento de las políticas de conservación para mitigar esta amenaza creciente en la Amazonia.

Figura 6.
Quemas e incendios forestales en la Amazonia

Fuente: RAISG, 2023

f. Caza y tráfico ilegal de especies

La caza y el tráfico ilegal de especies representan amenazas significativas para la biodiversidad del departamento del Amazonas en Colombia. Esta región, reconocida por su riqueza en flora y fauna, enfrenta la extracción ilícita de animales y plantas que son comercializados en mercados nacionales e internacionales.

Según un informe de la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), el tráfico ilegal de fauna en el sur de la Amazonia colombiana ha afectado a diversas especies, incluyendo mamíferos, aves y reptiles. Entre las especies más traficadas se encuentran el jaguar (Panthera onca), cuya piel y colmillos son

altamente valorados; el mono tití (Saguinus spp.), capturado para el comercio de mascotas; y diversas especies de tortugas, como la charapa (Podocnemis expansa), cuya carne y huevos son consumidos localmente y comercializados ilegalmente. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia ha reportado que, en 2021, se incautaron 300.783 especímenes de fauna y flora en el país, siendo el departamento del Amazonas una de las regiones con mayor incidencia en este delito. Estas cifras reflejan la magnitud del problema y la necesidad de fortalecer las acciones de control y prevención en la región.

La caza y el tráfico ilegal no solo amenazan la supervivencia de las especies, sino que también afectan a las comunidades indígenas y locales que dependen de la biodiversidad para su sustento y cultura. La pérdida de especies clave puede alterar los equilibrios ecológicos y reducir la disponibilidad de recursos naturales esenciales para estas comunidades.

Con el fin de enfrentar esta problemática, es fundamental implementar estrategias integrales que incluyan el fortalecimiento de la vigilancia y el control, la promoción de alternativas económicas sostenibles para las comunidades locales y la educación ambiental para sensibilizar sobre la importancia de conservar la biodiversidad del Amazonas.

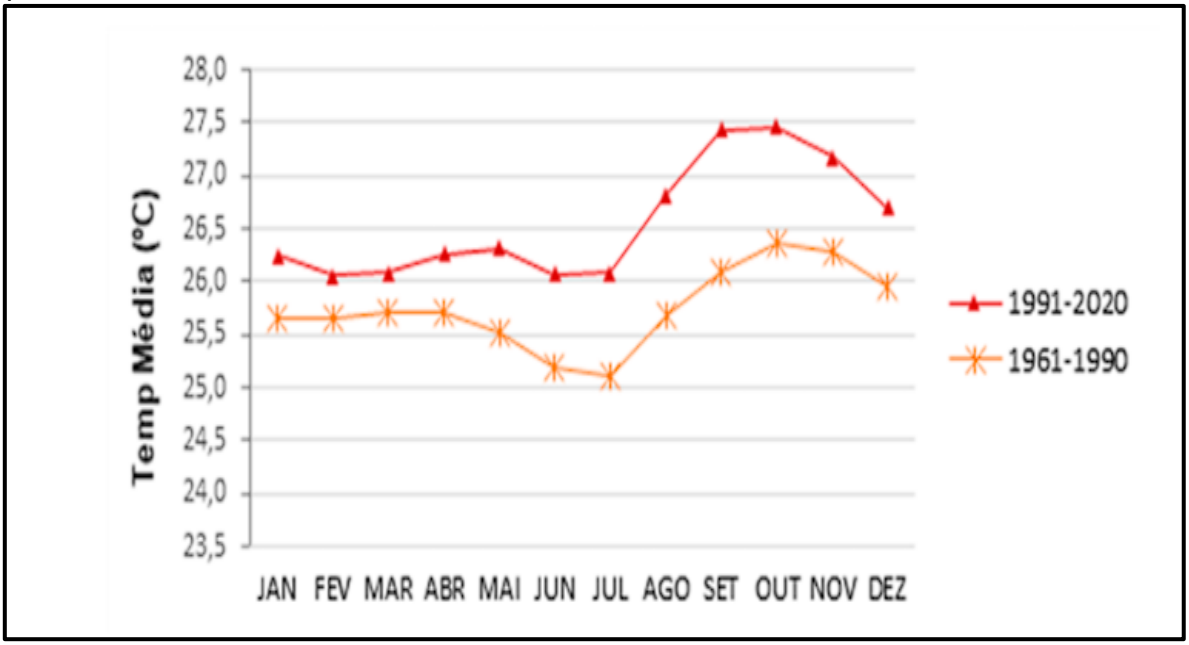
g. Variabilidad climática y niveles del río Amazonas

Para abordar de forma completa los desafíos ambientales en el departamento del Amazonas, cabe resaltar también la importancia de la variabilidad climática y el cambio climático, ambos con efectos específicos y diferentes en la región.

La variabilidad climática se refiere a las fluctuaciones naturales en el clima, como las diferencias en la cantidad de precipitación o las temperaturas de una temporada a otra o de un año a otro. Estos cambios son normales y pueden incluir eventos extremos como temporadas de lluvias más intensas o períodos de sequía más prolongados. En contraste, el cambio climático implica una alteración sostenida y, a largo plazo, de los patrones climáticos debido principalmente a actividades humanas, como la emisión de gases de efecto invernadero, lo que lleva a un calentamiento global progresivo.

En el Amazonas, estas dinámicas se reflejan claramente en la disponibilidad de agua durante las temporadas de lluvias y sequías, afectando los niveles del río Amazonas y, por ende, los diversos sectores críticos para la región.

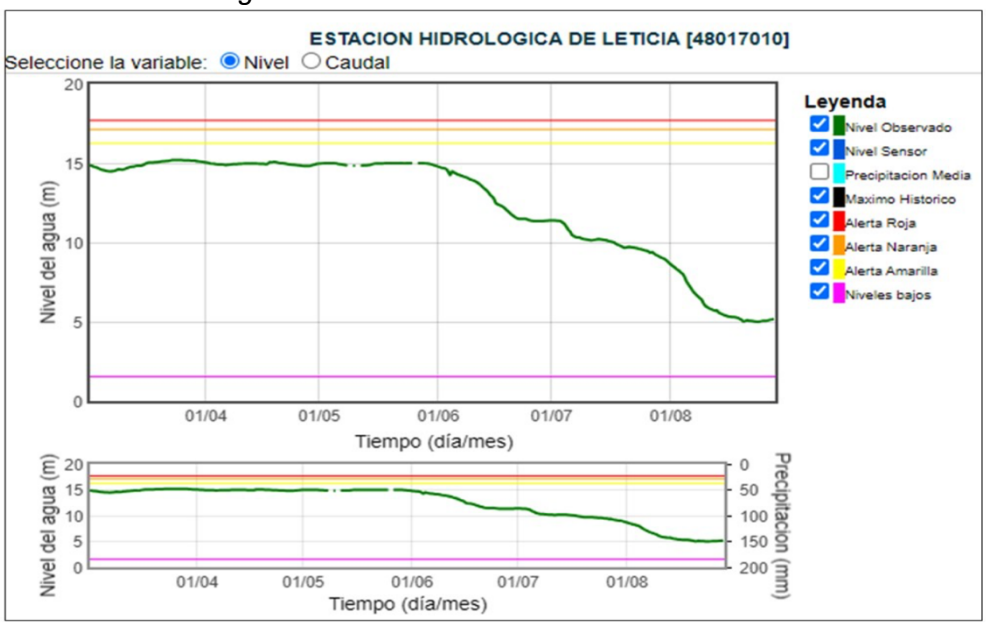
Figura 7.
Medida climatológica mensual de la temperatura media del aire de la Amazonía en dos periodos distintos



Fuente: INMET, 2023

Según datos del Instituto Nacional de Meteorología (INMET) de Brasil, se ha observado una tendencia a la disminución de las precipitaciones en la cuenca amazónica durante las últimas décadas. Esta reducción en las lluvias ha contribuido a una disminución en los niveles del río Amazonas, especialmente durante las temporadas secas. Por otro lado, eventos extremos de precipitación han provocado aumentos repentinos en los niveles del río, evidenciando una mayor variabilidad en los patrones hidrológicos.

Figura 8.
Datos de nivel del agua del río Amazonas de la estación hidrológica de Leticia en los meses de abril a agosto del 2024



Fuente: IDEAM, 2024

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia, a través de la estación hidrológica de Leticia, ha reportado fluctuaciones significativas en los niveles del río Amazonas. En años recientes, se han registrado niveles históricamente bajos durante las temporadas secas, mientras que las temporadas de lluvias han mostrado incrementos abruptos en los niveles del río, lo que indica una mayor variabilidad climática en la región.

Impacto en Sectores Clave:

- **Agricultura:** la variabilidad en los niveles del río afecta la disponibilidad de agua para riego, impactando negativamente la producción agrícola. Las sequías prolongadas reducen la humedad del suelo, disminuyendo la productividad de los cultivos, mientras que las inundaciones pueden destruir plantaciones y erosionar suelos fértiles.

- **Vivienda:** las comunidades ribereñas enfrentan riesgos significativos debido a las fluctuaciones en los niveles del río. Las inundaciones pueden dañar o destruir viviendas, infraestructuras y bienes, obligando a desplazamientos

temporales o permanentes. Por otro lado, niveles bajos del río pueden afectar el suministro de agua potable y las actividades económicas locales.

- **Transporte Fluvial:** el transporte por el río Amazonas es esencial para la movilidad y el comercio en la región. Niveles bajos dificultan la navegación, limitando el acceso a bienes y servicios, mientras que niveles altos pueden hacer peligrosas las rutas fluviales debido a corrientes fuertes y escombros flotantes.

- **Salud Pública**: las inundaciones pueden propiciar la proliferación de enfermedades transmitidas por el agua y vectores, como el dengue y la malaria. Además, la contaminación de fuentes de agua durante eventos extremos afecta la calidad del agua potable, incrementando riesgos sanitarios.

Es fundamental implementar estrategias de adaptación y mitigación que consideren la variabilidad climática y el cambio climático en la planificación y gestión de recursos en el departamento del Amazonas. Esto incluye el desarrollo de infraestructuras resilientes, prácticas agrícolas sostenibles y sistemas de alerta temprana para eventos extremos, con el fin de reducir la vulnerabilidad de las comunidades locales y preservar los ecosistemas de la región.

2.3. Cambio ambiental glocal desde la perspectiva de la CTeI

Desde el enfoque de la CTeI, el cambio ambiental se aborda integrando herramientas tecnológicas, investigación aplicada y cooperación interinstitucional para adaptar soluciones que respondan tanto a los desafíos ambientales globales como a las particularidades del contexto local. En el caso de la Amazonia, la CTeI permite la implementación de sistemas de monitoreo ambiental mediante el uso de sensores y tecnologías de teledetección que identifican patrones de deforestación, calidad del agua y biodiversidad, aportando datos cruciales para la toma de decisiones informadas. Estos esfuerzos también se complementan con programas de conservación y restauración ecológica, impulsando una gestión ambiental más sostenible (Technology facilitation mechanism, 2022; Artxo, 2022).

La CTeI también promueve la creación de alianzas estratégicas entre comunidades indígenas, organizaciones científicas y entidades gubernamentales, facilitando un intercambio de conocimientos donde los saberes locales enriquecen las tecnologías aplicadas. Este modelo participativo y colaborativo permite adaptar prácticas de manejo de recursos naturales, como la pesca sostenible y la agroforestería, que

ayudan a mitigar el impacto del cambio climático al tiempo que respetan y preservan las tradiciones culturales del territorio (León et al., 2005; Duarte, 2023).

En consonancia con lo anterior, para abordar el cambio ambiental glocal desde la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI), se pueden desarrollar varias estrategias específicas que combinan tecnología avanzada, investigación aplicada y colaboración interinstitucional, y cada estrategia se fundamenta en fuentes confiables para mayor precisión:

a. Monitoreo ambiental con tecnología avanzada

La implementación de tecnologías de monitoreo ambiental es fundamental para abordar el cambio ambiental glocal en el Amazonas. Gracias a herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG), la teledetección y el uso de sensores remotos, es posible identificar patrones y tendencias de deforestación, cambios en la biodiversidad, variaciones de temperatura y calidad del agua en tiempo real. Estos datos permiten a los gobiernos y organizaciones ambientales anticipar eventos críticos, como incendios forestales y pérdida de hábitats, y tomar decisiones informadas para mitigar impactos (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas [SINCHI], 2020).

En Colombia, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) proporciona servicios de monitoreo y análisis ambiental para todo el país, con un enfoque específico en áreas vulnerables como el Amazonas. Estos sistemas de monitoreo también permiten evaluar el cumplimiento de regulaciones ambientales, facilitando la acción inmediata y adaptativa en zonas de riesgo (IDEAM, 2021).

b. Investigación aplicada para soluciones locales

La investigación aplicada en la región amazónica, promovida por la CTeI, se orienta a resolver problemas específicos relacionados con la conservación de la biodiversidad, la restauración de ecosistemas y el desarrollo sostenible. Por ejemplo, proyectos de agroforestería y pesca sostenible se adaptan a las necesidades del contexto local, integrando prácticas tradicionales de las comunidades indígenas con técnicas científicas modernas. Este enfoque fomenta soluciones sostenibles y culturalmente apropiadas para problemas como la erosión del suelo, la contaminación hídrica y la pérdida de especies (León et al., 2005; Zuluaga y Franco, 2013).

El Centro de Pensamiento Amazonias es un ejemplo de institución que trabaja en esta dirección, promoviendo proyectos de investigación que involucran la participación comunitaria y la integración de conocimientos tradicionales en la formulación de soluciones innovadoras. Esto ayuda a generar modelos de gestión ambiental que son replicables y escalables, fortaleciendo la resiliencia local ante los desafíos globales del cambio ambiental.

c. Educación ambiental y fortalecimiento de capacidades locales

La educación ambiental es otro componente clave de la CTeI en el Amazonas, ya que permite a las comunidades locales comprender los efectos del cambio climático y adoptar prácticas sostenibles. Programas de capacitación y talleres proporcionan a los habitantes habilidades y conocimientos para gestionar sus recursos de manera respetuosa con el medio ambiente. Además, estos programas ayudan a fortalecer las capacidades locales, permitiendo que las comunidades se adapten mejor a fenómenos como las sequías, inundaciones y la pérdida de biodiversidad.

Por su parte, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia ha promovido la educación ambiental en el ámbito escolar en todo el país, incluyendo el Amazonas, mediante la incorporación de temas de sostenibilidad en el currículo. Este enfoque educativo no solo crea conciencia en las nuevas generaciones, sino que también fomenta el desarrollo de capacidades que contribuyen a una gestión ambiental más eficiente y sostenible en el largo plazo (Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, 2021).

d. Desarrollo de políticas públicas basadas en evidencia científica

La generación de evidencia científica a través de la CTeI proporciona una base sólida para la creación de políticas públicas efectivas. En el Amazonas, estas políticas no solo se enfocan en proteger los recursos naturales, sino también en equilibrar el desarrollo económico con la conservación ambiental. A través de la recopilación y análisis de datos sobre deforestación, calidad de agua y biodiversidad, se pueden crear políticas que protejan los ecosistemas críticos y promuevan prácticas de economía circular que reduzcan la huella ecológica de las actividades humanas (Duarte, 2021).

e. Cooperación internacional y transferencia de tecnología

La colaboración con entidades internacionales es esencial para enfrentar el cambio ambiental en el Amazonas. A través de acuerdos de cooperación y programas de financiamiento, las comunidades amazónicas tienen acceso a tecnología avanzada y conocimientos especializados en gestión ambiental y cambio climático. Esta cooperación facilita la transferencia de tecnología, como drones para monitoreo de bosques, y modelos de reforestación que ayudan a mitigar los efectos de la deforestación. También permite la capacitación de actores locales en nuevas prácticas de conservación y gestión de recursos.

La página de Naciones Unidas sobre Cambio Climático proporciona información sobre proyectos de cooperación y transferencia tecnológica, donde el Amazonas se beneficia de experiencias y recursos compartidos a nivel global, fortaleciendo su capacidad para enfrentar los desafíos ambientales de manera sostenible (Organización del Tratado de Cooperación Amazónica [OTCA], 2021).

3. Marco conceptual

El cambio ambiental glocal describe las interacciones entre dinámicas ambientales globales, como el cambio climático, y las realidades locales, como la deforestación de un área específica o la contaminación de un río. Este enfoque parte de la idea de que los problemas ambientales globales tienen raíces en acciones locales, y, a su vez, las soluciones locales pueden contribuir significativamente a mitigar impactos globales.

Por ejemplo, la tala de bosques en la región amazónica contribuye al calentamiento global debido a la liberación de dióxido de carbono y la reducción de sumideros de carbono. Al mismo tiempo, las políticas locales para proteger estos bosques pueden repercutir positivamente en los esfuerzos globales contra el cambio climático.

a. Glocal

El término "glocal" combina las palabras "global" y "local", destacando la necesidad de actuar localmente mientras se piensa globalmente. Esta perspectiva permite a las comunidades adaptar estrategias globales a sus necesidades específicas,

asegurando que las soluciones sean efectivas en contextos locales sin perder de vista el impacto mundial.
En el ámbito ambiental, "glocal" se traduce en la implementación de políticas como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que abogan por acciones locales para cumplir metas globales como la lucha contra el cambio climático y la protección de los ecosistemas.

b. Sostenibilidad

La sostenibilidad se define como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas, un principio que se alinea con la visión de Johan Rockström sobre el desarrollo humano dentro de los límites ecológicos del planeta. Según Rockström, la sostenibilidad depende de respetar los procesos biofísicos que garantizan la estabilidad del sistema terrestre, identificando nueve "límites planetarios" que no deben ser transgredidos para evitar cambios ambientales abruptos o irreversibles. Estos límites constituyen un marco para operar en un espacio seguro que permita mantener el equilibrio entre las necesidades humanas y la resiliencia del planeta (Stockholm Resilience Centre, 2023).

En el contexto de la Amazonia colombiana, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI, ha desarrollado programas que integran dimensiones clave de sostenibilidad, abordando las intervenciones inadecuadas en la región que afectan los ecosistemas y su equilibrio. A través de su Programa de Sostenibilidad e Intervención, el SINCHI promueve alternativas productivas sostenibles, como sistemas de producción basados en el uso responsable de la biodiversidad, fomentando la conservación de los ecosistemas amazónicos. Asimismo, con iniciativas como el proyecto "Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el Corazón de la Amazonia", busca reducir significativamente las emisiones de CO_2 y promover el desarrollo sostenible en la región sur del país. Estas acciones reflejan el compromiso del SINCHI con la sostenibilidad, entendida como un balance entre el desarrollo económico, la equidad social y la conservación ambiental, garantizando el bienestar de las generaciones presentes y futuras (SINCHI, 2023).

c. Cambio Climático

El cambio climático es una alteración significativa y duradera de los patrones climáticos globales y regionales. Estas alteraciones incluyen el aumento de las

temperaturas globales, el deshielo polar, el aumento del nivel del mar y eventos climáticos extremos como huracanes y sequías.

Principales causas:

- Actividades humanas: Uso de combustibles fósiles, deforestación, agricultura intensiva.
- Efecto invernadero: Acumulación de gases como CO_2, metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), que atrapan el calor en la atmósfera.

Impactos:

- Pérdida de biodiversidad.
- Escasez de agua potable.
- Desplazamiento de comunidades vulnerables.

d. Amenazas al cambio ambiental

El cambio ambiental enfrenta amenazas que provienen tanto de actividades humanas como de procesos naturales. Estas amenazas incluyen:

- Deforestación: en regiones como el Amazonas, la conversión de bosques en tierras agrícolas y la minería ilegal destruyen ecosistemas únicos.
- Contaminación: vertidos industriales, plásticos en los océanos, y contaminación atmosférica.
- Cambio climático: eventos extremos como huracanes, olas de calor e inundaciones.
- Sobreexplotación de recursos: pesca excesiva, extracción minera y uso insostenible del agua.
- Urbanización descontrolada: expansión de ciudades sin planificación adecuada. Cada amenaza tiene repercusiones tanto locales como globales, exacerbando problemas como la pérdida de biodiversidad y el calentamiento global.

e. Leyes en Colombia para el cambio ambiental

Colombia ha desarrollado un marco normativo sólido para enfrentar los desafíos ambientales:

- Ley 99 de 1993: establece el Sistema Nacional Ambiental (SINA), que integra instituciones como las Corporaciones Autónomas Regionales (CARs) para gestionar los recursos naturales.
- Ley 2169 de 2021: define metas nacionales de carbono neutralidad y resiliencia climática.
- Ley 1333 de 2009: regula el procedimiento sancionatorio para infracciones ambientales.
- Decreto 2811 de 1974: Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Ley 388 de 1997: promueve el ordenamiento territorial con criterios ambientales.
- Colombia también participa en acuerdos internacionales como el Acuerdo de París, comprometiéndose a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero.

f. Actores que intervienen en estudios o control ambiental en el departamento del Amazonas

Instituciones gubernamentales:

- CORPOAMAZONIA: diseña y ejecuta planes para la gestión sostenible de recursos naturales.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: define políticas nacionales aplicadas en el Amazonas.

Organismos de investigación:

- Instituto SINCHI: lidera investigaciones sobre la biodiversidad, el uso de suelos y el impacto humano en la región amazónica.

Organizaciones no gubernamentales (ONGs):

- WWF-Colombia: trabaja en conservación de biodiversidad y mitigación del cambio climático.
- Amazon Conservation Team (ACT): colabora con comunidades indígenas para proteger bosques.

Comunidades indígenas y locales:

- Actúan como guardianes de los territorios amazónicos, utilizando conocimientos ancestrales en manejo de recursos.

Cooperación internacional:

- Programas de la ONU y acuerdos bilaterales con países interesados en la conservación del Amazonas.

4. Hechos problemáticos

De acuerdo con la información brindada anteriormente, se puede observar que el departamento del Amazonas tiene diversos desafíos que pueden estar asociados al cambio climático, a saber: la sequía, la pérdida de biodiversidad, la contaminación por metales pesados y la deforestación, entre otros. Estos fenómenos se han visto intensificados, afectando, por ejemplo, los sistemas hídricos del departamento, situación que pone en riesgo la seguridad alimentaria de las comunidades locales puesto que, la agricultura del departamento, se ubica, en gran medida, en poblaciones ribereñas.

Por otro lado, la contaminación que en ocasiones ocurre por el uso indebido de mercurio y arsénico dentro de la práctica de la minería ilegal, representa un peligro para la salud de las personas y para la biodiversidad del Amazonas. El mercurio contamina los ríos y se acumula en la cadena alimenticia, afectando a las comunidades que dependen de la pesca. Desde la CTeI se puede promover el desarrollo de tecnologías para brindar soluciones que mitiguen los impactos ambientales de estos contaminantes, así como el diseño de estrategias para la restauración de los ecosistemas y la prevención de futuros daños ambientales.

Ahora bien, el desarrollo de soluciones basadas en Ciencia, Tecnología e Innovación son importantes también para mejorar la capacidad de monitoreo de las fuentes hídricas y para dar respuesta oportuna ante las diferentes amenazas ambientales; por ejemplo, algunas tecnologías como los sensores remotos, la Inteligencia Artificial y los sistemas de monitoreo de ecosistemas en general, permiten recopilar datos en tiempo real, analizar tendencias y anticiparse ante los eventos extremos. Este tipo de innovaciones permiten mejorar la resiliencia de las comunidades locales, ayudándoles a enfrentar sequías, inundaciones y otros fenómenos climáticos de manera más efectiva.

Aunque la implementación de soluciones basadas en CTeI tiene un gran potencial, estas enfrentan enormes desafíos. Por un lado, se enfrenta a la falta de financiación adecuada, especialmente, para la investigación y el desarrollo tecnológico, impidiendo la generación de soluciones escalables y sostenibles; por otro lado, se evidencia una carencia respecto a la formación y capacitación del talento humano

para abordar los diferentes desafíos ambientales; esto genera riesgos referentes a la transferencia de conocimientos y a la generación de soluciones que respondan a las necesidades específicas de la región.

Así mismo, se hace necesaria la integración de los saberes ancestrales puesto que, las comunidades amazónicas han trabajado en sus territorios durante generaciones y dicho trabajo les ha permitido el desarrollo de prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Por lo tanto, integrar este conocimiento con las capacidades científicas y tecnológicas actuales puede ofrecer enfoques innovadores que permitan una adecuada gestión de los recursos naturales.

Las dinámicas del territorio exigen, además, que se implementen soluciones de manera colaborativa, especialmente entre Brasil, Colombia y Perú, teniendo en cuenta que los problemas como la deforestación y la contaminación de los recursos hídricos hacen parte de las problemáticas transfronterizas, y la generación de alianzas internacionales, a través de la Cooperación Internacional, pueden facilitar el Intercambio de conocimientos y enfocar los recursos para buscar soluciones a desafíos comunes.

Finalmente, es importante que desde la CTeI se promuevan, mediante políticas públicas, la innovación y la inversión para desarrollar e implementar diferentes iniciativas que permitan cumplir con las regulaciones ambientales, generen articulación entre los diversos actores y, lo más importante, ofrezcan alternativas económicas donde prime la conservación de los ecosistemas y el uso sostenible de los recursos naturales; esto, porque el cambio ambiental impone retos complejos para el departamento del Amazonas, pero ofrece oportunidades para transformar estos desafíos en soluciones innovadoras.

La CTeI, en combinación con el conocimiento ancestral puede desempeñar un papel clave en la mitigación de los impactos del cambio climático, la protección de la biodiversidad y el desarrollo económico sostenible. A través de inversiones estratégicas, cooperación internacional y la formación de talento local.

4.1. Definición del problema público

A partir del taller de mesas de participación en la agenda de Cambio Ambiental Glocal, se identificó que uno de los problemas públicos más urgentes hace referencia a **la débil articulación entre los actores locales, nacionales e**

internacionales para implementar soluciones basadas en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) con un enfoque ambiental; tal problemática no solo pone en riesgo la sostenibilidad del ecosistema, sino que también amenaza la estabilidad económica y social de las comunidades que dependen de estos recursos.

La COP16, celebrada en Cali, Colombia, refuerza este diagnóstico al exponer la necesidad de estructuras de cooperación fortalecidas y el acceso a financiamiento internacional para abordar los desafíos de la Amazonía y la protección de la biodiversidad.

Durante la COP16, la comunidad internacional destacó a la Amazonia como una región prioritaria y reconoció la importancia de alianzas multilaterales y el apoyo de fondos internacionales para la preservación ambiental. Por ejemplo, se creó la Coalición Mundial por la Paz con la Naturaleza, una iniciativa liderada por Colombia y respaldada por 30 países, orientada a enfrentar la crisis climática, la pérdida de biodiversidad y la contaminación. Sin embargo, el evento también subrayó los vacíos existentes en el acceso equitativo a financiamiento y recursos tecnológicos para las naciones amazónicas y el rol fundamental de comunidades locales e indígenas como custodios del territorio (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2024).

Las voces de las comunidades amazónicas y organizaciones ambientalistas, recogidas durante la COP16, enfatizaron la necesidad de una Amazonia libre de actividades extractivas, lo que requiere mayor financiamiento y coordinación global para impulsar soluciones sostenibles que incluyan perspectivas socioambientales (UN Environment Programme [UNEP], 2023).

Como se puede observar, el problema público está claramente alineado con las conclusiones y necesidades expresadas en la COP16. Este evento subrayó que, aunque existen compromisos y esfuerzos globales, la implementación de soluciones en Ciencia, Tecnología e Innovación con enfoque ambiental depende en gran medida de la capacidad de articulación entre las instituciones locales y la cooperación con aliados internacionales.

Las conclusiones de la COP16, especialmente el enfoque en la Amazonia y el llamado a fortalecer la colaboración global, muestran que los problemas ambientales requieren una estructura de articulación y coordinación robusta. Además, las voces de las comunidades locales y las organizaciones ambientales resaltaron la necesidad de una Amazonía sin extracción de petróleo y de una gestión sostenible del territorio, algo que solo puede lograrse con apoyo financiero y tecnológico adecuado y accesible para los países amazónicos. La coalición de

países y los compromisos de financiamiento anunciados refuerzan que, sin una cooperación activa y una articulación efectiva entre actores, los esfuerzos aislados difícilmente lograrán frenar el deterioro ambiental y promover soluciones sostenibles.

En el ámbito local, se pudo identificar una diferencia entre las políticas de conservación y los procesos culturales entre Colombia y los países vecinos (Perú y Brasil), esto hace que la ejecución de proyectos conjuntos en pro de la conservación ambiental se ralentice y no se obtengan los impactos esperados. En este caso, es importante reconocer e incluir a las organizaciones indígenas que tan tienen una labor adelantada respecto al manejo sostenible de los recursos naturales; no obstante, estos han sido excluidos de algunos proyectos de conservación, lo cual ha significado una limitante respecto al alcance de los resultados esperados.

Respecto a las causas identificadas que sustentan la problemática, se puede decir que, frente al tema de la minería ilegal, se observa que dichas actividades no solo deterioran los ecosistemas, sino que también perpetúan un ciclo de dependencia económica; de ahí la importancia de implementar políticas que promuevan un desarrollo sostenible que permita a las comunidades transitar hacia un modelo de desarrollo que respete y valore los recursos naturales.

Aunque las iniciativas de economías verdes están presentes en el territorio, en ocasiones resultan insuficientes en la medida en que no han generado un impacto significativo en los modos de vida de las comunidades locales. Por lo anterior, es necesario el desarrollo y adopción de tecnologías sostenibles que posibiliten la transformación de las prácticas agrícolas, reduzcan la dependencia de actividades ilícitas que destruyen los ecosistemas y que permitan la generación de empleos en sectores más sostenibles de la economía.

Lo anterior, aunado con un marco regulatorio para la adecuada gestión del territorio; no obstante, dentro del departamento se identifican algunas debilidades respecto a esta área ya que, las sanciones por las actividades contaminantes son insuficientes o inexistentes, haciendo que dichas prácticas continúen implementando sin algún tipo de control. Para enfrentar estos desafíos, se propone establecer marcos regulatorios robustos y efectivos, acompañados de sistemas de monitoreo ambiental que utilicen tecnologías modernas, como drones y sistemas de información geográfica (SIG).

La inclusión social en los procesos de desarrollo sostenible es fundamental para asegurar que las comunidades puedan participar activamente en la gestión de los recursos amazónicos. Y si bien la región tiene un gran potencial para el desarrollo

de economías verdes, en algunas comunidades aún carecen de acceso a oportunidades laborales en este ámbito, en parte por falta de capacitación; esto, sumado a los impactos del cambio ambiental, ha afectado gravemente su calidad de vida. Para ello, es necesario invertir en programas que promuevan la inclusión, la equidad y el acceso a oportunidades de formación y acceso a empleos sostenibles.

En ese mismo sentido, la Cooperación Internacional se identificó como uno de los eslabones débiles respecto al abordaje de los problemas ambientales en el departamento. Para ello, se debe tener en cuenta que la Amazonia no es un territorio aislado y se ve afectado por la implementación de políticas de los países que la integran; y a pesar de los esfuerzos implementados por las autoridades nacionales, departamentales y locales, se hace necesario generar alianzas estratégicas y mecanismos de financiamiento como como bonos verdes o esquemas de pago por servicios ambientales para la gestión efectiva y sostenible de los recursos naturales.

Entonces, el problema público identificado requiere una solución integral que combine la acción de las políticas locales con la Cooperación Internacional, la innovación y el desarrollo de tecnologías, así como la inclusión social; esto, porque la falta de articulación institucional, la desconexión entre las diferentes políticas, la exclusión de las comunidades indígenas y la ausencia de cooperación efectiva limitan la capacidad para enfrentar los desafíos ambientales. Lo anterior, es necesario para asegurar un futuro sostenible en el que la generación de alianzas estratégicas permita no solo fortalecer las capacidades locales, sino que se pueda promover un marco regulatorio donde se integre el conocimiento ancestral con las prácticas científicas.

De igual manera, los puntos abordados en la COP16 confirman que la falta de articulación institucional y la insuficiencia de cooperación internacional limitan el avance de soluciones en CTeI con un enfoque ambiental. Si bien se establecieron compromisos y mecanismos de financiamiento, el cumplimiento efectivo de estos acuerdos depende de una colaboración y articulación sólidas entre gobiernos, organizaciones internacionales y comunidades locales. Esto resalta la urgencia de fortalecer las capacidades institucionales y de cooperación en el contexto de la agenda de Cambio Ambiental Glocal para enfrentar los desafíos de la Amazonia y cumplir los objetivos ambientales globales.

4.2. Relación entre problema público y efectos

Teniendo en cuenta la problemática anteriormente expuesta y el contexto en el cual se ubica el departamento en torno al cambio ambiental glocal, esta problemática profundiza o genera ciertos efectos sobre algunas áreas como la soberanía alimentaria, la articulación con los territorios indígenas y la limitada apropiación social del conocimiento.

Uno de los principales efectos del cambio ambiental glocal que se evidencian dentro del departamento del Amazonas es **la baja soberanía alimentaria**. Esta situación se ve permeada, por un lado, por los factores globales como el cambio climático que afecta y altera, en ocasiones, los ciclos de la agricultura; y, por otro lado, en el ámbito local, por la débil articulación en torno a la formulación e implementación de políticas públicas, así como por la ausencia de estrategias sostenibles en el tiempo que les permitan a las comunidades hacer un uso racional de los recursos naturales y pesqueros para su subsistencia. La sobreexplotación a la cual se ven enfrentados los ecosistemas no solo afecta la biodiversidad local, sino que contribuyen a la intensificación de problemáticas como la deforestación y la reducción de la captura de carbono, haciendo de este un proceso circular que perpetúa la crisis ambiental y alimentaria en el departamento.

Otro de los efectos hace referencia a la **falta de articulación en los programas y proyectos dirigidos a los territorios indígenas**. Dichas comunidades, históricamente, han sido las encargadas de salvaguardar los ecosistemas y han implementados en los diferentes territorios, prácticas sostenibles que se han sustentado en los conocimientos ancestrales; no obstante, requiere implementar proyectos que, de manera coordinada con las autoridades indígenas y teniendo en cuenta sus prácticas culturales y sociales, permitan generar impactos positivos en materia ambiental. De esta forma, al dejar de lado los saberes de las comunidades indígenas, se puede perder capacidad de acción, generar desconfianza en las instituciones y acentuar una visión del desarrollo que ignora el conocimiento local y deja al territorio vulnerable ante las externalidades.

El último de los efectos que se enmarca dentro de la problemática identificada, se refiere a la **limitada apropiación social del conocimiento en actividades bioeconómicas y tecnológicas**, el cual constituye un obstáculo para enfrentar los retos del cambio ambiental en el departamento teniendo en cuenta que, por medio del conocimiento científico y tecnológico, se pueden potenciar las capacidades locales para darle respuesta a los desafíos ambientales. Para solventar dicha situación, es necesario consolidar un enfoque respecto a la CTeI en el departamento donde prime la transferencia del conocimiento y las comunidades tengan las capacidades para adaptarse a los desafíos ambientales, anticipar riesgos y prevenir impactos negativos. Y es que la desconexión entre el territorio y la ciencia puede

llegar a perpetuar modelos de desarrollo que profundizan la problemática tanto local como global; de ahí la necesidad de políticas y estrategias que conecten las realidades locales con las demandas globales por medio de un enfoque incluyente y adaptado a las particularidades del territorio.

En síntesis, la problemática identificada requiere respuestas integrales que garanticen la sostenibilidad en el territorio y fortalezca las relaciones en el ámbito local, regional, nacional e internacional con la finalidad de minimizar los efectos que puede acarrear el cambio ambiental en un territorio como el departamento; así mismo, es preciso implementar soluciones integrales que, basadas en CTeI permitan gestionar las problemáticas de manera eficiente.

5. Objetivos de la agenda (Misión)

5.2. Objetivo General

Generar estrategias de articulación entre los actores locales, nacionales e internacionales para implementar soluciones basadas en Ciencia, Tecnología e Innovación con un enfoque ambiental.

5.3. Objetivos Específicos

- Fortalecer la cooperación y la articulación efectiva entre actores locales, nacionales e internacionales para la conservación y gestión sostenible en el Amazonas, mediante el desarrollo e implementación de políticas, estrategias y proyectos conjuntos basados en Ciencia, Tecnología e Innovación, que respondan a las necesidades ambientales, sociales y económicas de la región.

- Promover la inclusión y participación activa de las comunidades indígenas en la formulación y ejecución de proyectos de conservación y desarrollo sostenible, valorando su conocimiento ancestral y fomentando oportunidades laborales sostenibles en sectores relacionados con las bioeconomías y tecnologías emergentes.

- Desarrollar e implementar un marco regulatorio robusto y efectivo que integre la normativa ambiental, promueva la sostenibilidad y fortalezca las sanciones contra actividades ilícitas, utilizando tecnologías modernas para el monitoreo y gestión del territorio.

6. Desafíos y oportunidades

El problema público identificado acarrea grandes desafíos y oportunidades para el departamento del Amazonas que, si se aprovechan adecuadamente, podrían transformar el futuro de la región. A continuación, se exponen los desafíos y oportunidades enmarcadas dentro de la CTeI.

a. Cambio climático y sostenibilidad ambiental

Los desafíos que enfrenta el departamento respecto al cambio climático y a la sostenibilidad ambiental se pueden discriminar en dos momentos. En un primer momento, se identifican desafíos respecto a los periodos de sequías y su impacto en el sistema hídrico de la región; esto no solo altera el equilibrio de la biodiversidad, sino que además afecta la seguridad alimentaria de las comunidades. Y en un segundo momento, con la deforestación que contribuye al aumento de la liberación de dióxido de carbono, destruyendo hábitats y exacerbando el calentamiento global.

No obstante, por medio de la implementación de soluciones basadas en CTeI, se pueden empezar a mitigar estos impactos y restaurar los ecosistemas. La tecnología implementada en el monitoreo ambiental, como es el caso de los sensores remotos y los sistemas de información geográfica, son herramientas que permiten la recopilación de datos en tiempo real, anticiparse a eventos extremos y detectar cambios en los ecosistemas; en tanto, la innovación puede usarse para mejorar la resiliencia de las comunidades y proporcionarles alternativas para enfrentar desastres climáticos de manera más efectiva.

b. Contaminación y actividades ilícitas

Frente a la contaminación y a las actividades ilícitas, los desafíos se enmarcan específicamente en combatir la contaminación por metales pesados (mercurio) como producto de la minería ilegal; dicha actividad afecta la biodiversidad y representa un gran riesgo para la salud de las comunidades que dependen de los recursos hídricos para su subsistencia.

Desde la ciencia, específicamente, desde la investigación y el desarrollo, se pueden generar estrategias para limpiar los ecosistemas afectados; no obstante, y a pesar de los posibles esfuerzos por los centros de ciencia y la academia, es importante que desde el Estado se cree un marco regulatorio para el control de las actividades ilícitas. Para el caso del departamento, se hace necesario tener en cuenta unas regulaciones ambientales efectivas, acompañadas de sistemas de monitoreo moderno que permitan detener el avance de actividades ilegales que ponen en riesgo la biodiversidad del Amazonas.

c. Coordinación y articulación institucional

La articulación entre los actores locales, nacionales e internacionales es uno de los principales desafíos que enfrenta el departamento puesto que la falta de acciones conjuntas que respondan de manera integral a los desafíos ambientales hace que esta atomización de las acciones implementadas por los diferentes actores, no tengan los impactos esperados para la solución o para darle respuesta a las problemáticas en torno a los desafíos ambientales.

La generación de alianzas estratégicas, acuerdos de cooperación e intercambio de conocimientos son esenciales para mitigar algunas problemáticas como la deforestación y la degradación de los recursos hídricos. Sin embargo, dicha integración de esfuerzos debe ir acompañada por los saberes ancestrales de las comunidades indígenas, teniendo en cuenta que han sido ellas quienes han mantenido sus territorios durante generaciones en completa armonía con los preceptos de la sostenibilidad.

d. Inclusión y participación de las comunidades indígenas

Respecto al tema de conservación de los ecosistemas, es importante tener en cuenta a las comunidades indígenas del departamento ya que representan un recurso humano invaluable, dado su profundo conocimiento ancestral en cuanto a las prácticas sostenibles. Sin embargo, históricamente han sido excluidas de los procesos de formulación y ejecución de políticas para la conservación.

Incluir a estas comunidades para dar respuesta a los múltiples desafíos que se presentan en torno al cambio ambiental es fundamental; esto, en la medida en que su participación activa en la formulación e implementación de diferentes proyectos, puede generar soluciones efectivas y, además, respetuosas con el contexto cultural y social de la región. Además, la capacitación y formación en áreas de CTeI puede facilitar la apropiación y gestión de los territorios, fomentando la sostenibilidad y

reduciendo la dependencia de actividades que tengan impacto en la pérdida de biodiversidad.

e. Economías verdes y tecnologías limpias

Otro de los desafíos hace referencia a la transición hacia modelos de desarrollo económico que fomenten las economías verdes, el ecoturismo y la producción de bienes sostenibles, los cuales a mediano y largo plazo pueden ofrecer alternativas económicas que reduzcan la dependencia de las comunidades de la explotación desmedida de los recursos naturales. Para que dichas economías puedan ser atractivas deben superarse, en una primera instancia, las barreras relacionadas con el acceso, uso y apropiación de las tecnologías lo cual, puede hacerse por medio de políticas públicas que se enfoquen en la promoción de la innovación, en la creación de marcos regulatorios que incentiven la sostenibilidad y en el fortalecimiento de alianzas estratégicas enmarcadas en la Cooperación Internacional para la gestión del cambio ambiental.

7. Acciones a corto, mediano y largo plazo

7.1. Acciones a Corto Plazo (1-2 años)

a. Fortalecimiento de capacidades locales

- **Programas de capacitación:** implementar talleres para las comunidades locales e indígenas sobre el manejo sostenible de recursos naturales, tecnologías limpias, conservación de la biodiversidad y monitoreo ambiental.
- **Educación y sensibilización ambiental:** organizar campañas comunitarias de concienciación en escuelas, organizaciones y asociaciones locales para promover prácticas sostenibles y resaltar la importancia del ecosistema amazónico.

b. Monitoreo y gestión ambiental

- **Uso de tecnologías de monitoreo:** implementar el uso de drones, sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) para supervisar la deforestación, la contaminación hídrica y otras amenazas ambientales en tiempo real.
- **Centros de monitoreo ambiental:** establecer centros locales que permitan una vigilancia continua y coordinada de los problemas ambientales,

asegurando respuestas rápidas ante amenazas como incendios y contaminación.

c. Control de actividades ilícitas y fortalecimiento regulatorio

- **Operativos de vigilancia y control:** incrementar la capacidad y presencia de instituciones encargadas del control ambiental para frenar actividades ilegales como la minería, la tala y el tráfico de especies.
- **Programas laborales:** crear oportunidades de empleo en sectores sostenibles para quienes dependen de actividades ilegales, con capacitación en agricultura ecológica, ecoturismo, entre otros.

d. Fomento de proyectos de bioeconomía

- **Agroecología:** apoyar iniciativas que integren la producción agrícola con la conservación de los bosques, proporcionando incentivos económicos y apoyo técnico a los agricultores locales.
- **Emprendimientos verdes:** brindar acceso a financiamiento y asistencia técnica para proyectos sostenibles, como el ecoturismo, productos no maderables (aceites, frutos, plantas medicinales) y artesanías.

7.2. Acciones a Mediano Plazo (3-5 años)

a. Promoción de economías verdes

- **Desarrollo de ecoturismo comunitario:** crear rutas y actividades turísticas sostenibles con la participación de comunidades indígenas y locales, generando ingresos y promoviendo la conservación.
- **Incentivos para la innovación sostenible:** Crear fondos y líneas de crédito que respalden proyectos de innovación tecnológica enfocados en la sostenibilidad ambiental.

b. Fortalecimiento del marco regulatorio

- **Regulaciones ambientales mejoradas:** actualizar y fortalecer las leyes ambientales para garantizar un manejo sostenible de los recursos, con la participación activa de las comunidades indígenas.
- **Sistemas de monitoreo y aplicación de sanciones:** utilizar tecnologías modernas, como sensores y redes de vigilancia, para supervisar el cumplimiento de las regulaciones y aplicar sanciones efectivas.

c. Cooperación regional e internacional

- **Acuerdos de cooperación entre países amazónicos:** fomentar alianzas estratégicas entre Brasil, Perú y Colombia para compartir recursos, conocimientos y tecnologías que mejoren la gestión sostenible de la región.
- **Transferencia de tecnología:** promover el intercambio de tecnologías y conocimientos entre países para abordar problemas transfronterizos como la deforestación y contaminación.

d. Formación de talento y transferencia de conocimientos

- **Capacitación de profesionales locales:** desarrollar programas que fortalezcan las capacidades de profesionales en áreas de CTeI relacionadas con la sostenibilidad.
- **Integración de saberes ancestrales y modernos:** promover proyectos de investigación que integran el conocimiento ancestral con el conocimiento científico.

7.3. Acciones a Largo Plazo (5-10 años)

a. Economía circular sostenible

- **Fomento del reciclaje y la reutilización:** implementar programas que impulsen la economía circular, promoviendo la reducción de desechos y el uso eficiente de recursos.
- **Redes de producción sostenible:** desarrollar cadenas de valor y redes de producción que respeten la biodiversidad y utilicen recursos naturales de manera responsable.

b. Integración de conocimientos ancestrales y tecnología

- **Investigación conjunta:** crear centros de investigación donde científicos y comunidades indígenas colaboran para desarrollar soluciones adaptadas al contexto local.
- **Formación de líderes indígenas:** implementar programas que formen y capaciten a líderes indígenas en CTeI para liderar políticas y proyectos de conservación.

c. Resiliencia ante el cambio climático

- **Planes de adaptación climática:** desarrollar estrategias que incluyan infraestructura sostenible, tecnologías innovadoras y fortalecimiento de la resiliencia comunitaria ante desastres.
- **Restauración de ecosistemas:** promover iniciativas de reforestación y recuperación de suelos, priorizando técnicas agroecológicas.

d. Fortalecimiento de la gobernanza

- **Regulaciones ambientales sólidas:** establecer leyes coherentes, sistemas efectivos de monitoreo y sanciones para proteger los recursos del Amazonas.
- **Cooperación internacional permanente:** crear plataformas de diálogo constante entre países amazónicos para coordinar estrategias y compartir recursos.

7.4. Acciones propuestas por la comisión técnica indígena

- Fortalecer Capacidades Económicas Inclusivas (Mujeres Indígenas): es decir,promover la inclusión económica de las mujeres indígenas, permitiendo que accedan a oportunidades laborales y de emprendimiento.
- Capacitación y Fortalecimiento Institucional: capacitar a las comunidades locales en el uso de tecnologías y en la formulación de proyectos, asegurando una mayor apropiación social de las iniciativas y su sostenibilidad a largo plazo.

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1. Conclusiones

La problemática identificada en torno a la agenda del cambio ambiental glocal requiere respuestas integrales y coordinadas que combinan enfoques científicos, tecnológicos, sociales y culturales.

Los esfuerzos de las instituciones deben iniciar por generar una conciencia por el territorio que se habita, reconociendo y resaltando las características de la Amazonia teniendo en cuenta que el desarrollo del departamento no debería centrarse en las actividades extractivistas y modelos económicos que ejercen una presión insostenible sobre los ecosistemas.

La transición hacia la implementación de economías verdes y modelos de desarrollo sostenibles por medio de actividades como el ecoturismo, la agroecología y la economía circular, permite la generación de ingresos; a su vez, protege el medio ambiente y reduce la explotación indiscriminada de los recursos naturales. Sin embargo, hay una barrera de acceso a mercados, financiación y el uso de tecnologías que posibiliten el desarrollo de dichas actividades de manera más eficiencia.

En ese orden de ideas y teniendo en cuenta que los problemas que enfrenta al departamento en ocasiones obedecen al orden transfronterizos, se hace indispensable generar alianzas con otros países como Perú y Brasil con la finalidad de implementar soluciones efectivas y tener una plataforma de colaboración que permita la gestión adecuada de recursos, así como, la implementación de los mismos en desafíos conjuntos como la deforestación y la contaminación. Aquí, también se requiere de regulaciones ambientales coherentes con el manejo sostenible de los recursos.

Finalmente, el cuidado y protección del territorio requiere un enfoque integral donde no solo es importante el papel que cumplen las autoridades nacionales e internacionales, sino también el papel de las autoridades indígenas, las cuales, desde su conocimiento, pueden ayudar a generar impactos positivos para la conservación y gestión de los territorios.

8.2. Recomendaciones

Para abordar de manera integral los desafíos que enfrenta el departamento, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones que buscan fortalecer la conservación del ecosistema, mejorar la calidad de vida de sus comunidades y asegurar un manejo sostenible de los recursos.

Tener en cuenta la participación de las comunidades indígenas en diferentes órganos de decisiones y mesas de diálogo con la finalidad de garantizar que sus necesidades y conocimientos acerca del territorio se vea reflejado en las políticas públicas.

Implementar programas de educación intercultural y capacitación profesional que fortalezcan su liderazgo en la protección de sus territorios, respetando su autonomía y dándole valor al conocimiento ancestral.

La promoción de economías verdes y sostenibles debe entenderse como una oportunidad para equilibrar la conservación ambiental con el desarrollo económico, como es el caso de los proyectos de ecoturismo.

Respecto a la gobernanza de la CTeI en el departamento, es importante tener en cuenta el pilar ambiental e integrar –a un posible organismo de gobernanza– un comité para la gestión sostenible de los recursos del territorio desde el cual se coordinen acciones para la conservación de los recursos, el control de las actividades ilícitas y el desarrollo de proyectos sostenibles.

Generar acuerdos internacionales para compartir buenas prácticas respecto al monitoreo de recursos, formulación de políticas públicas y participación en plataformas de diálogo de los organismos internacionales que permita enfrentar las problemáticas de la región de manera conjunta

Respecto a la normatividad ambiental, es importante actualizarla teniendo en cuenta las necesidades locales

Implementar mecanismos de monitoreo eficiencias mediante el equipamiento de tecnologías con el cual se asegure el cumplimiento de las normas o las aplicaciones de sanciones

La educación ambiental debe entenderse como la base para transformar la relación de las comunidades con el medio ambiente; para ello, las campañas de sensibilización deben enfocarse en exaltar las características del territorio y en los beneficios de las prácticas sostenibles

En esa misma vía, es importante empezar a integrar en los planes educativos, el tema ambiental como uno de los pilares de la educación en el departamento con el propósito de incentivar la preservación de la biodiversidad.

Referencias bibliográficas

Artaxo, P. (2022). Nuevo informe del IPCC: lo que hagamos con la Amazonía será vital para el planeta. Boletín PlenaMata, agosto, 2022. https://plenamata.eco/es/author/paulo-artaxo/

Banco Mundial. (2021). *Impacto del cambio climático en la agricultura de América Latina*. https://www.bancomundial.org

Castaño-Arboleda, N. (2009). La Amazonia frente al cambio climático. *Revista Colombia Amazónica (Instituto Sinchi)*, (2).

Departamento Nacional de Planeacion, DNP. (2024). La COP16 marca un hito con el posicionamiento de los movimientos ambientales, sociales, comunitarios y étnicos [Documento Web]. https://www.dnp.gov.co/Prensa_/Noticias/Paginas/cop16-marca-un-hito-con-el-posicionamiento-de-los-movimientos-ambientales-sociales-comunitarios-y-etnicos.aspx

Duarte, C. D. (2023). *Los pueblos indígenas de la Amazonía colombiana: Una exploración de su representación política*. https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/57501

FAO. (2021). *Global Forest Resources Assessment*. Recuperado de https://www.fao.org

Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS). (2020). *Tráfico ilegal de fauna silvestre en el sur de la Amazonía colombiana*. https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/50990

Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible,FCDS. (2023). *Observatorio de conflictos socioambientales de la Amazonia*. https://fcds.org.co/publicaciones/conflictos-socioambientales-de-amazonia/

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales,IDEAM. (2024). *Informe de variabilidad climática en el Amazonas*. https://archivo.ideam.gov.co

Instituto Nacional de Meteorología,INMET, de Brasil. (2023). *Relatório anual de clima*.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Sixth Assessment Report*. https://www.ipcc.ch

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2023). *Un escenario de desarrollo sostenible evitaría la deforestación de 3,5 millones de hectáreas al 2040*. SINCHI. https://sinchi.org.co/un-escenario-de-desarrollo-sostenible-evitaria-la-deforestacion-de-35-millones-de-hectareas-al-2040-instituto-sinchi

MAAP (Monitoring of the Andean Amazon Project). (2020). *Colombia 2020*. MAAP Program. https://www.maapprogram.org/es/colombia-2020/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2021). Por tráfico ilegal, en 2021 han sido incautadas 300.783 especies de fauna y flora. https://www.minambiente.gov.co/por-trafico-ilegal-en-2021-han-sido-incautadas-300-783-especies-de-fauna-y-flora/

Lawrence, D., Vandecar, K. (2015). Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. *Nature Climate Change 5*(2), 174-174. https://www.nature.com/articles/nclimate2502

Lovejoy, T., Nobre, C. (2018). Amazon Tipping Point. *Science Advances, 4*(2). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/sciadv.aat2340Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2022). *Estado del clima en América Latina y el Caribe*.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2020). *Efectos de las inundaciones en la salud pública en la región Amazónica*.

Organización del Tratado de Cooperación Amazónica, OTCA (2021). *El Cambio Climático en la Región Amazónica.* Brasil: OTCA. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://otca.org/wp-content/uploads/2021/02/El-Cambio-Climatico-en-la-Region-Amazonica-Acciones-de-la-OTCA-1.pdf

Pita, N. (2021). *Efectos que tiene la destrucción, contaminación y el inadecuado manejo de los recursos naturales con el calentamiento global en el departamento de Amazonas, Colombia*. https://www.researchgate.net/publication/354914050

Plenamata. (2022). *Hagamos Amazonia vital para el planeta: Informe IPCC*. Recuperado de https://plenamata.eco/es/2022/08/24/nuevo-informe-ipcc-hagamos-amazonia-vital-planeta/

Poveda Jaramillo, G. (2011). *El papel de la Amazonía en el clima global y continental: Impactos del cambio climático y la deforestación*. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9760

Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada, RAISG. (2023). *La Amazonía sufrió una pérdida de bosques casi tan grande como el tamaño*

de Colombia, revela análisis de MapBiomas. https://www.raisg.org/es/radar/la-amazonia-sufrio-una-perdida-de-bosques-casi-tan-grande-como-el-tamano-de-colombia-revela-analisis-de-mapbiomas/

Robertson, R. (1995). Glocalization: Time-Space and Homogeneity-Heterogeneity. En *Global Modernities*.

Spracklen, D. V., Arnold, S. R., Taylor, C. M. (2012). Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. Nature, *489*, 282-285. https://www.nature.com/articles/nature11390

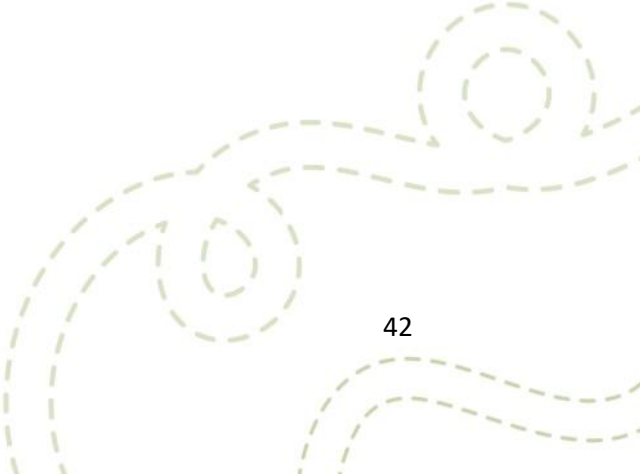
Stockholm Resilience Centre. (2023). Planetary boundaries. Stockholm Resilience Centre. from https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html

Technology facilitation mechanism (2022). Informal note by the Secretariat on the first phase (2015-2022) and food for thought on the way forward [Documento Web]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-01/TFM%20informal%20note%20by%20the%20Secretariat%20-17Oct2022%20rev.pdf

UN Environment Programme,UNEP.(2023). *Environmental impacts and solutions*. https://www.unep.org

World Wildlife Fund, WWF. (2022). *Informe Amazonia Viva 2022*. https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/amazonia-en-crisis-la-perdida-de-bosques-amenaza-a-la-region-y-al-planeta#:~:text=La%20Amazon%C3%ADa%20est%C3%A1%20en%20crisis

World Wildlife Fund, WWF Colombia. (2013.). *Acuerdos de pesca sostenible en Inírida*. https://www.wwf.org.co/?208921%2FAcuerdos-de-pesca-sostenible-Inirida=



CONECTA+ZONAS

@Upholdingcol

UP holding focused on your results

IT makers The best people working together

CCPE CÁMARA DE COMERCIO DE PERÚ EN ESPAÑA

SGR SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS

Ciencias