



**MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO
EN RESERVAS DE BIOSFERA**

PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN UNESCO

MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO EN RESERVAS DE BIOSFERA AFECTADAS POR LA ACTIVIDAD MINERA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

EXPERIENCIAS DE LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE



Monitoreo Ambiental Comunitario en Reservas de Biosfera afectadas por la actividad minera e industrias extractivas. Experiencias de Latinoamérica y el Caribe

Encargados de contenido: Javiera Machuca, Nicolás Zanetta-Colombo, Zoë Fleming, Tania Moreno, Patricia Breuer, Konstanza Vergara, Yesenia Marín.

Colaboradores: Ericzon Tamayo Egg, Fabiola Mabel Calisaya, Julio César Castillo Fernández, Mariana Elisa Saravia, Oscar Sandoval, Thally Stephany Montero Montoya

Ilustraciones y diagramación: Claudia Torres

Proyecto financiado por el Programa de Participación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO.

Mayo 2024

© 2024. Este trabajo tiene licencia abierta vía CC-BY-NC-SA



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO EN RESERVAS DE BIOSFERA AFECTADAS POR LA ACTIVIDAD MINERA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

EXPERIENCIAS DE LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

MAYO 2024

ÍNDICE

I.	Agradecimientos / Reconocimientos	6
II.	Acrónimos y abreviaturas	7
III.	Prólogo	8
1.	Reservas de la Biosfera	9
1.1.	¿Qué son las Reserva de la Biosfera?	10
1.2.	Red Mundial de Reservas de Biosfera	11
1.3.	Gobernanza en las Reservas de la Biosfera	12
1.4.	Desafíos del ordenamiento territorial	14
2.	Desafíos ambientales e investigación	16
2.1.	Impacto de la Minería: desentrañando las consecuencias	17
2.2.	La Huella ambiental minera: una búsqueda en tiempo y espacio	18
2.2.1.	Detección en diferentes matrices	19
2.2.2.	Impactos en la salud: explorando las consecuencias humanas	21
2.2.3.	Desafíos de las ciencias y la investigación para abordar problemáticas socio ambientales	22
3.	Ciencia Comunitaria	23
3.1.	Comunidades en acción	25
3.2.	Fortalecimiento de las gobernanzas	26
3.3.	Experiencia de monitoreo en Crucitas	28
3.4.	Propuesta de modelo para el monitoreo comunitario	30
3.5.	Buenas prácticas para la gestión de datos e información en investigación	31
4.	Reservas de la Biosfera de América Latina y El Caribe participantes	33
4.1.	Reserva de Biosfera de Agua y Paz – Costa Rica	34
4.2.	Reserva de la Biosfera de Pozuelos - Provincia de Jujuy - Argentina	35
4.3.	Reserva de la Biosfera Oxapampa Ashánika Ypanesha (BIOAY) - Perú	40
4.4.	Reserva de la Biosfera San Marcos de Colon, Honduras	44
5.	Referencias	48

I. AGRADECIMIENTOS / RECONOCIMIENTOS

El proyecto **Monitoreo Ambiental Comunitario en Reservas de la Biosfera afectadas por la actividad minera e industrias extractivas**, ha sido posible gracias al financiamiento del Programa de Participación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés), y a la gestión administrativa de la Comisión Costarricense de Cooperación con la UNESCO, con el respaldo de las Comisiones Nacionales de Cooperación con la UNESCO, y Comités Nacionales del Programa el Hombre y la Biosfera (MaB por sus siglas en inglés) de Argentina, Costa Rica, Perú y Honduras.

Expresamos nuestro agradecimiento especial a la comunidad docente y estudiantes de la Universidad Técnica Nacional sede San Carlos, y a las personas gestoras y actores locales de las reservas de biosfera Agua y Paz en Costa Rica, Oxapampa-Ashaninka-Yanesha en Perú, Pozuelos en Argentina y San Marcos de Colón en Honduras, quienes han participado activamente en este proyecto y han contribuido a ampliar su alcance al llevar los aprendizajes a sus territorios.



Participantes de la gira de campo sobre monitoreo ambiental comunitario. San Carlos, Reserva de Biosfera Agua y Paz, Costa Rica, 2023.

II. ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ACAHN	Área de Conservación Arenal Huetar Norte
ACAT	Área de Conservación Arenal Tempisque
ACP	Área de Conservación Privada
AfriMaB	Red de Reservas de Biosfera Africanas
ANAP	Áreas de No Admisión de Petitorios
A.P.N	Área Protegida Nacional
ArabMaB	Red de Reservas de Biosfera de los Estados Árabes
AyA	Acueductos y Alcantarillados
BIOAY	Reserva de Biosfera Oxapampa - Asháninka - Yánesha
CNEH	Centro Neotropical de entrenamiento en Humedales
EABRN	Red de Reservas de Biosfera de Asia Oriental
EuroMAB	Red de Reservas de Biosfera de Europa y Norteamérica
FAIR	Findability, accessibility, interoperability, and reusability (Datos localizables, accesibles, interoperable y reutilizables)
FECONAYA	Federación de Comunidades Nativas Yanasha
IberoMaB	Red de Comités Nacionales MaB y Reservas de la Biosfera de Iberoamérica y El Caribe
MaB	Man and the Biosphere Programme (Programa Hombre y Biosfera)
MIDA	Multi-Internationally Designated Areas (Área de Designación Internacional Múltiple)
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica
MINAM	Ministerio de Ambiente de Perú
NCCR	National Centre of Competence in Research (Centro Nacional de Competencia en Investigación)
ONG	Organización no gubernamental
PacMAB	Red de Reservas de Biosfera del Pacífico
RBAYP	Reserva de Biósfera Agua y Paz
SACAM	Red de Reservas de Biosfera de Asia Meridional y Central
SeaBRnet	Red de Reservas de Biosfera del Sudeste Asiático
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas de Perú
UCI	Universidad para la Cooperación Internacional
UDD	Universidad del Desarrollo
UNAY	Unión de Nacionalidades Asháninkas y Yaneshas
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
UTN	Universidad Técnica Nacional

III. PRÓLOGO

El proyecto **Monitoreo Ambiental Comunitario en Reservas de la Biosfera afectadas por la actividad minera e industrias extractivas**, implementado entre julio y diciembre del 2023, enfocó su acción en actividades de investigación y capacitación dirigidas a introducir técnicas y metodologías de monitoreo ambiental para la vigilancia comunitaria de los posibles impactos de las actividades de minería en reservas de biosfera.

El proyecto cuenta con la participación de académicos e investigadores de Costa Rica y Chile, afiliados a departamentos de diferentes universidades, tales como la Cátedra UNESCO en Reservas de Biosfera y Sitios de Patrimonio Mundial de la Universidad para la Cooperación Internacional en Costa Rica; la Cátedra Biosfera Agua y Paz de la Universidad Técnica Nacional sede San Carlos, Costa Rica; el Departamento de Geografía de la Universidad de Heidelberg, Alemania; y el Centro de Investigación en Tecnologías para la Sociedad de la Universidad del Desarrollo, Chile.

El presente documento es un resumen de la experiencia del proyecto y hace un recorrido por los principales conceptos relacionados con la gobernanza y gestión de reservas de biosfera, la ciencia comunitaria y los desafíos ambientales relacionados con la actividad minera. También, se presenta una breve descripción de las reservas de biosfera

participantes del proyecto, Agua y Paz en Costa Rica, Oxapampa-Ashaninka-Yanesha en Perú, Laguna de Pozuelos en Argentina, y San Marcos de Colón en Honduras, así como herramientas y recomendaciones para la implementación del monitoreo ambiental comunitario, para el fortalecimiento de la toma de decisiones a nivel local y la gestión participativa de las reservas de biosfera.

Este manual es complementado con un curso digital disponible en la plataforma <https://territoriokeica.com/>

En este curso se abordan las temáticas del manual, acompañado de material audiovisual y ejercicios interactivos, así como también mayor detalle sobre métodos e instrumentos para el monitoreo ambiental comunitario.

1. RESERVAS DE LA BIOSFERA



1.1 ¿Qué son las reservas de biosfera?

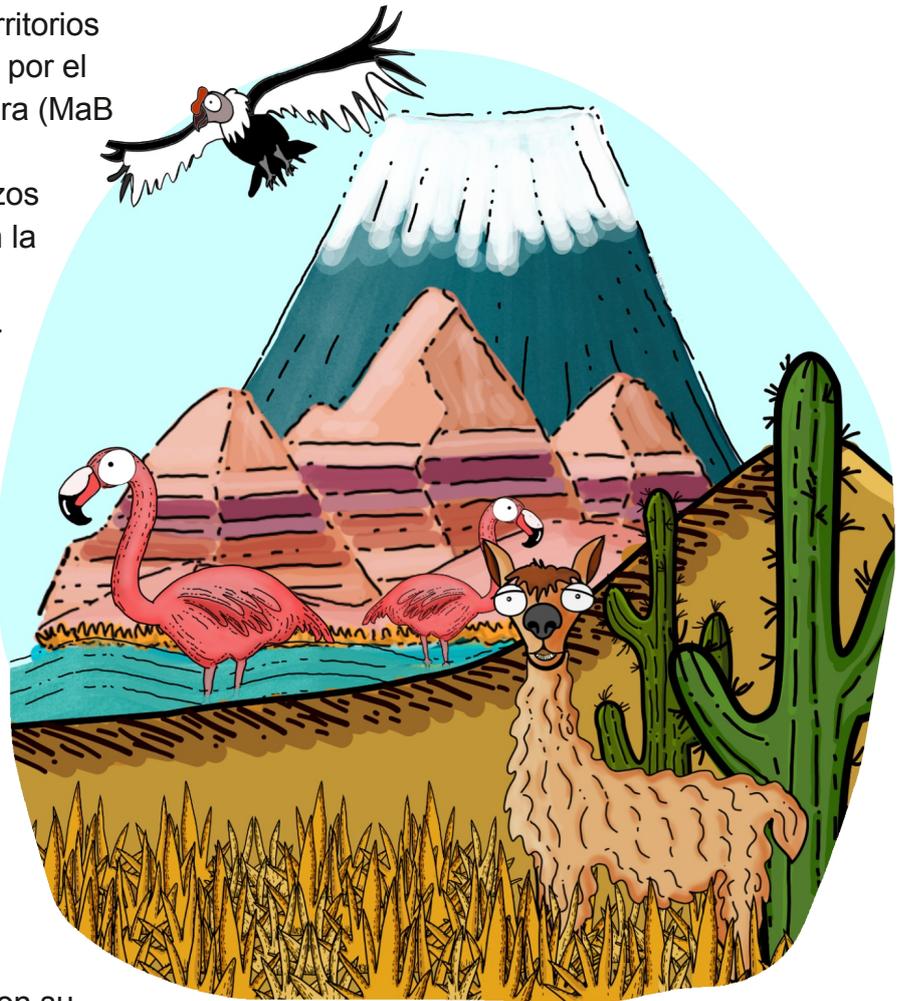
Las reservas de biosfera son territorios reconocidos internacionalmente por el Programa el Hombre y la Biosfera (MaB por sus siglas en inglés) de la UNESCO, gracias a sus esfuerzos por conectar a las personas con la Naturaleza para la construcción de un futuro positivo para todos.

Una reserva de biosfera es una herramienta para promover el bienestar de los seres humanos y la Naturaleza; no es meramente un título, una designación de área protegida o un sinónimo de conservación de la naturaleza.

Ellas albergan una variedad de ecosistemas con diferentes formas de intervención humana que muestran las interdependencias, las interacciones de las personas con su entorno, las relaciones entre diversidad biológica y cultural.

En ellas se fomentan soluciones para armonizar la conservación de la biodiversidad con su uso sostenible, soluciones que se exploran gracias a la interacción entre el conocimiento científico y el conocimiento local.

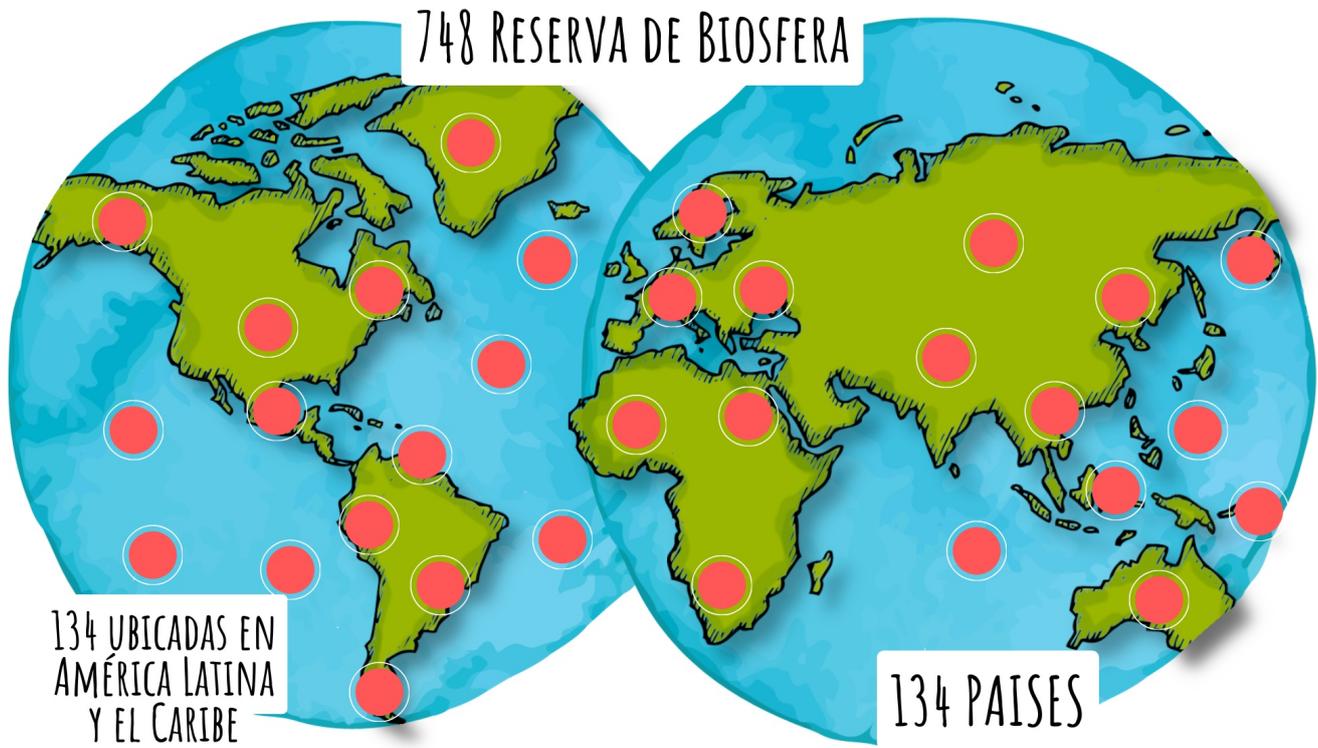
Estos territorios representan áreas de aprendizaje dinámicas donde se implementan y validan principios y prácticas para el desarrollo sostenible en una diversidad de entornos ecológicos, sociales y económicos.



La visión del Programa MaB es la de “un mundo en donde las personas son conscientes de su futuro común y la interacción con nuestro planeta, y actúan colectivamente y de manera responsable para construir sociedades prósperas en armonía dentro de la biosfera”

1.2. Red Mundial de Reservas de Biosfera

La Red Mundial de Reservas de Biosfera organiza el trabajo de los territorios en redes temáticas, regionales y por ecosistemas, para realizar acciones de intercambio, investigación, fortalecimiento de capacidades y cooperación en general.



Redes regionales:

- AfriMaB integra a 33 países africanos
- ArabMaB integra a los países árabes
- EABRN integrada por países del Asia Oriental
- PacMAB integrada por las reservas de biosfera en islas de Asia – Pacífico
- PacMAB integrada por países del sur y centro de Asia
- SeaBRnet integra a reservas de biosfera del Sudeste Asiático
- EuroMAB integrada por 53 países de Europa y Norteamérica
- IberoMaB integrada por 25 países de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Redes temáticas por tipo de ecosistema:

- Tierras áridas
- Manglares
- Montañas
- Humedales
- Islas y Costas
- Bosques tropicales
- Savanas

Para cumplir su objetivo, en las reservas de biósfera se desempeñan tres grandes funciones interconectadas, de acuerdo al Artículo 3 del Marco Estatutario de UNESCO de 1996:

- **Conservación.** Contribuir a la conservación de los paisajes, los ecosistemas, las especies y la variación genética.
- **Desarrollo.** Fomentar un desarrollo económico y humano sostenible desde los puntos de vista sociocultural y ecológico.
- **Apoyo logístico.** Prestar apoyo a proyectos de demostración, de educación y capacitación sobre el medio ambiente y de investigación y observación permanente en relación con cuestiones locales, regionales, nacionales y mundiales de conservación y desarrollo sostenible.

1.3 Gobernanza en las reservas de biosfera

El sistema de gobernanza de una reserva de biosfera debe ser inclusivo de los diversos actores, sectores, e intereses involucrados en el territorio, garantizando la participación efectiva en los procesos de toma de decisiones sobre el ordenamiento y la gestión del territorio. Es un sistema que se da incluso en la interacción entre diferentes escalas, desde lo local - gobiernos municipales y organizaciones de la sociedad civil -, desde lo nacional - instituciones y políticas nacionales -, y lo global - Programa MaB UNESCO. Para su adecuada gestión, las reservas de biosfera deben contar con un comité local de

gestión representativo de los diversos sectores y una figura de coordinación. Junto con ello, se deben aplicar disposiciones organizativas que faciliten la integración de los diversos saberes y la participación de una diversidad de actores, como es estipulado en el Artículo 4 del Marco Estatutario de UNESCO, de 1996. Entre estos actores se encuentran autoridades públicas, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales, pueblos indígenas, empresas privadas, universidades, entre otros.

La gobernanza y la gestión están estrechamente vinculadas, pero se pueden diferenciar entre sí considerando que la gobernanza se refiere a quién y cómo se toman las decisiones; y la gestión corresponde a las acciones que se desarrollan.

Diferencias entre gestión y gobernanza. Borrini-feyerbendet et al., 2014

GESTIÓN

Lo que se hace en procura de unos objetivos dados
Los medios y las acciones para lograr tales objetivos

GOBERNANZA

Quién decide cuáles son los objetivos, qué hacer para alcanzarlos y con qué medios
Cómo se toman las decisiones
Quién detenta el poder, la autoridad y la responsabilidad
Quién debe, (o debería) rendir cuentas

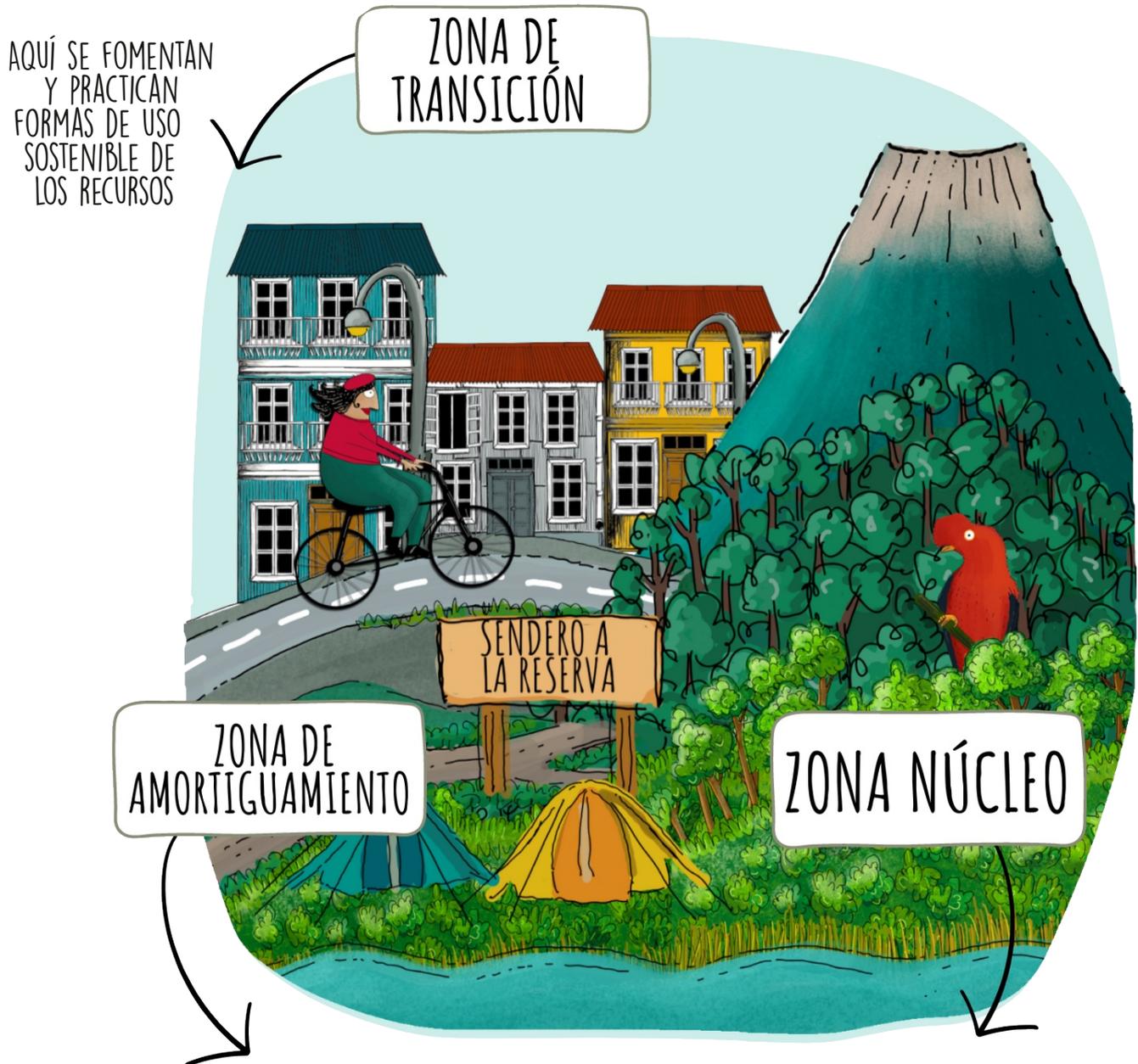
La gobernanza de las reservas de biosfera varía de región en región e incluso dentro de un mismo país. Las diferencias en ecosistemas, cultura y sistemas de gobierno influyen en las acciones necesarias en cada área. Es por ello que, para una adecuada implementación de las reservas de biosfera, es vital hacer partícipe a las comunidades y potenciar los liderazgos locales. Avanzar hacia un futuro próspero es posible si se motiva a las personas a contribuir activamente en el diseño y cimentación de su propio desarrollo.



La capacidad de afrontar los desafíos ambientales y sociales a escala local se fortalece mediante procesos de aprendizaje activos vinculados a una gobernanza local. Las reservas de biosfera tienen gran potencial y han demostrado funcionar como plataformas de aprendizaje colectivo, en donde se genera nuevo conocimiento en relación con la interdependencia entre sociedad y naturaleza, y la complejidad de los sistemas socioecológicos, combinando investigación, educación y sistemas de gobernanza participativa y adaptativa.

1.4. Desafíos del ordenamiento territorial

Las reservas de biosfera ordenan su territorio en zonas de conservación de la biodiversidad y zonas con diferentes gradientes de intervención humana. Las tres funciones conservación, desarrollo y apoyo logístico interactúan y se llevan a cabo en las tres zonas.



ZONAS CIRCUNDANTES O LÍMITROFES DE LAS ZONAS NÚCLEO, DONDE CONVERGEN COMUNIDADES LOCALES Y SE PROMUEVEN ACTIVIDADES ECONÓMICAS COMPATIBLES CON LOS OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN, ASÍ COMO LA CONECTIVIDAD A TRAVÉS DE CORREDORES BIOLÓGICOS.

DEDICADAS A LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD A LARGO PLAZO, GENERALMENTE CORRESPONDEN A ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS YA ESTABLECIDAS EN EL PAÍS.

Las reservas de biosfera se enfrentan al desafío de gestionar el paisaje y las actividades que se realizan en cada una de las zonas. Ya que el Programa MaB de la UNESCO no apunta específicamente cuáles actividades se pueden desarrollar en estos territorios, queda bajo la facultad de cada país y sus estructuras de gobernanza locales, definir las a través de su proceso de zonificación y planes de gestión.

De esta manera, la zonificación de las reservas de biosfera es una herramienta de ordenamiento territorial para equilibrar la conservación y el desarrollo de actividades extractivas y productivas. Es, a través de esta zonificación, que se puede gestionar la multifuncionalidad de un paisaje, reconciliando las necesidades y aspiraciones de los diferentes grupos de interés y alineándose con los planes de desarrollo local, la cultura y las prácticas de uso del suelo existentes, especialmente si se realiza desde un proceso participativo y de negociación con los diferentes actores.

Sin embargo, las reservas se ven enfrentadas a problemáticas ambientales globales, como es el cambio climático, y también a impactos derivados de los patrones de producción y consumo de la sociedad actual, como por ejemplo la pérdida de biodiversidad, el cambio de uso de suelos, y la contaminación derivada de diferentes actividades extractivas y productivas, entre ellas, la minería.

La creciente demanda de materia prima como los minerales metálicos ha desencadenado una expansión global de proyectos mineros de pequeña y gran escala, formales e informales, situación que afecta también a las reservas de biosfera. Esto, más allá de un desafío ecológico, representa amenazas para la salud de las personas, los ecosistemas, los

sistemas de subsistencia y las economías locales. Aunque se cree que las reservas de biosfera mantienen a las industrias extractivas fuera de sus límites, la realidad es que cada vez es más común que las actividades de exploración y extracción se desarrollen, de manera legal o ilegal, en las zonas de transición y amortiguamiento de las reservas de biosfera, y que los gestores y tomadores de decisión se vean presionados para permitir estas actividades.

Es por esto que, desde hace más de diez años, académicos y pobladores locales han hecho un llamado para que se definan políticas o estándares internacionales que guíen el desarrollo de actividades mineras y extractivas en reservas de biosfera. Ejemplo de ello es el **Informe de Política – o Policy Brief- La reserva de biosfera y las industrias extractivas, ¿en camino hacia una nueva agenda de sostenibilidad?**, publicado por el National Centre of Competence in Research (NCCR) North-South en 2012, en donde se recomienda entre otras cosas “establecer una estrategia integral de monitoreo y aprendizaje para las industrias extractivas y las reservas de biosfera en términos de sus impactos, estrategias de mitigación y enfoques de gestión”.

En este contexto, el proyecto Monitoreo Ambiental Comunitario en Reservas de la Biosfera afectadas por la actividad minera e industrias extractivas se desarrolló con el objetivo de implementar un modelo comunitario para el monitoreo de variables ambientales, y desarrollar tecnologías apropiadas para respuestas y adaptaciones presentes y futuras.

2. DESAFÍOS AMBIENTALES E INVESTIGACIÓN



2.1. Impacto de la Minería: Desentrañando las consecuencias

Durante décadas, la minería ha sido percibida como un impulsor fundamental del desarrollo económico. No obstante, su práctica desencadena una serie de consecuencias ambientales que repercuten negativamente en los territorios donde se desarrolla la actividad. Entre las preocupaciones ambientales más destacadas asociadas a la actividad minera, destaca la emisión de contaminantes, tales como metales y metaloides.



Estos elementos, inherentemente tóxicos, pueden tener consecuencias adversas para los ecosistemas y la salud humana incluso en dosis mínimas. Una vez liberados, estos contaminantes pueden ser transportados a través de cursos de agua, la atmósfera, impactando no solo en el entorno inmediato, sino también alterando la composición química de suelos y cuerpos de agua a distancias significativas, abarcando decenas de kilómetros desde los puntos de emisión.

La degradación de los ecosistemas no se restringe simplemente a la contaminación. La deforestación, que frecuentemente resulta

necesaria para acceder a los yacimientos, intensifica la pérdida de biodiversidad y perturba los patrones de comportamiento de la fauna. Alteraciones en la conducta animal, como la modificación de rutas migratorias, conllevan consecuencias de gran envergadura para la dinámica de los ecosistemas circundantes.

La integridad de la cadena alimentaria se ve comprometida cuando los efectos de la contaminación minera se introducen en los alimentos fundamentales. Metales pesados y sustancias químicas tóxicas tienen la capacidad de acumularse en plantas y animales, llegando eventualmente a la mesa de los habitantes próximos. Este fenómeno conlleva riesgos significativos para la salud humana, manifestándose en impactos a largo plazo que van desde enfermedades crónicas hasta trastornos neurológicos. Este peligro se magnifica aún más al considerar que un considerable porcentaje de las operaciones mineras a nivel global se ubican en proximidades de tierras indígenas y comunidades campesinas.

El impacto resulta notablemente más acentuado para los trabajadores mineros, especialmente en el contexto de la minería ilegal y artesanal, donde las medidas de seguridad son insuficientes o simplemente no existen. La exposición directa a sustancias tóxicas y prácticas inseguras, como el uso de mercurio en la extracción de oro, afecta no solo a los trabajadores, sino también a sus familias, quienes comparten el entorno y, con frecuencia, participan en actividades contaminantes sin la adecuada protección.

2.2. La Huella Ambiental Minera: Una búsqueda en tiempo y espacio

2.2.1. Detección en diferentes matrices

La actividad minera ha marcado profundamente la superficie de la Tierra, dejando una huella que se extiende a lo largo de las eras. Un ejemplo destacado es el descubrimiento de contaminación por plomo desde la era romana, encontrado en capas de hielo de un glaciar alpino.



La investigación de la Universidad de Grenoble–Alps reveló la dispersión del plomo romano en Europa mediante minería y fundición. Los niveles de plomo en el núcleo

de hielo alcanzaron su punto máximo alrededor del siglo II a.C. y nuevamente alrededor del año 120 d.C. durante el apogeo del Imperio Romano.

Los **sedimentos lacustres**, al igual que los testigos de hielo, se han destacado como valiosos indicadores ambientales para estudiar el impacto de la minería en los ecosistemas acuáticos. Este enfoque implica explorar minuciosamente las capas de contaminantes que se acumulan en el fondo de lagos a lo largo del tiempo, actuando los sedimentos lacustres como archivos geológicos ricos en detalles sobre la historia ambiental de una región.

Este método no solo permite evaluar la temporalidad y la extensión geográfica de la contaminación, utilizando diferentes lagos como indicadores, sino que también posibilita la reconstrucción precisa de eventos y la evaluación del grado de perturbación causado por la minería en entornos lacustres. Sin embargo, dada la prevalencia de actividades mineras en zonas áridas y semiáridas, donde la presencia de cuerpos lacustres es limitada, la utilidad de esta matriz se ve restringida, generando la necesidad de explorar métodos alternativos.

Los **anillos de los árboles** representan uno de los indicadores más utilizados para monitorear la variabilidad y cambios climáticos y ambientales pasados. Dado que el crecimiento de los árboles está determinado por la interacción de factores físicos y biológicos que pueden registrarse en los anillos de los árboles, este indicador puede usarse para evaluar variaciones ambientales temporales relacionadas con anomalías químicas y determinar la disponibilidad de metales en el suelo y el aire a lo largo del tiempo.

Los árboles pueden actuar como un depósito histórico de contaminantes, almacenando sustancias contaminantes dentro de sus anillos de crecimiento anuales y proporcionando registros ambientales más allá del período de registros instrumentales, o en áreas donde tales datos no están disponibles.

Esto brinda una perspectiva única para el estudio de cambios ambientales a escala local, ofreciendo ventajas distintivas sobre otros métodos paleoecológicos comúnmente empleados para evaluaciones de la contaminación a nivel regional y global (como núcleos de hielo y sedimentos lacustres), y desentrañar los impactos de la minería en los ecosistemas.



ANILLOS DE ARBOL

Los análisis dendroquímicos, el estudio de la composición química de anillos de crecimiento de los árboles, pueden proporcionar registros con una resolución anual, permitiendo la identificación de fluctuaciones a corto plazo y tendencias a largo plazo de la contaminación.

Las **paleo-madrigueras**, construidas por roedores en rocas y endurecidas por la orina, contienen abundantes heces, materia vegetal y otros restos orgánicos, y son comunes en muchas regiones áridas del mundo. Estas estructuras también se han utilizado como indicadores de las variaciones en los niveles de contaminación. Sin embargo, el análisis de muestras puntuales, sin una continuidad temporal, dificulta la comprensión de eventos o períodos específicos de cambios en la actividad minera, siendo más útil para entender los períodos antes y después del impacto.

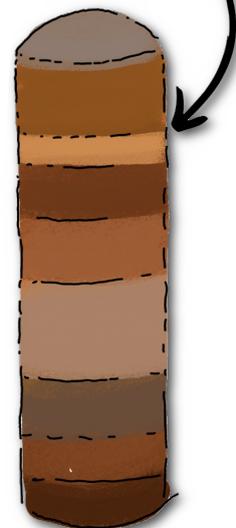
La minería puede contaminar directamente los cursos de agua (ríos, esteros, lagos) y también el agua subterránea. La contaminación puede disolverse en el agua, en partículas suspendidas o depositado en los sedimentos, desde donde pueden ser movilizados generando cambios en los parámetros físico-químicos del agua.

El análisis de **suelos superficiales** también permite responder a inquietudes sobre la distribución espacial de contaminantes en áreas mineras. En estos estudios, la estrategia de muestreo desempeña un papel crucial. Se deben seleccionar sitios representativos de diferentes áreas dentro de la región de interés, considerando las posibles variaciones geológicas y topográficas. La cantidad adecuada de muestras garantiza una representación fidedigna de la heterogeneidad del terreno, permitiendo una evaluación más precisa de los impactos. Además, la elección de la profundidad de muestreo resulta esencial para capturar posibles acumulaciones de contaminantes a diferentes niveles del suelo.

La actividad minera tiene un impacto significativo en la **calidad del aire** en las zonas aledañas.

Diversos contaminantes, como el material particulado (MP), el dióxido de azufre (SO₂), el dióxido de nitrógeno (NO₂), y el metano (CH₄), se liberan a la atmósfera durante los procesos de extracción, procesamiento y transporte de minerales.

TESTIGO DE SUELO



El **material particulado**, compuesto por partículas sólidas y líquidas de diferentes tamaños, es especialmente preocupante por su capacidad para ingresar al sistema respiratorio y causar graves problemas de salud. Además, puede contener metales pesados como plomo, arsénico y cadmio, que son altamente tóxicos.

El monitoreo de la calidad del aire en zonas mineras es esencial para evaluar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. En algunos países, se utilizan instrumentos que miden constantemente los contaminantes, pero estos son costosos, lo que limita su implementación en muchas regiones. El mercurio liberado en forma gaseosa por la minería ilegal de oro es un peligro para la salud y el medio ambiente.



contaminantes. Esto asegura que las muestras reflejen fielmente la dispersión de emisiones y su deposición en áreas circundantes. A su vez, el muestreo de polvo sedimentado en zonas habitables, tanto en exteriores como interiores de viviendas, permite una aproximación a los potenciales efectos en la salud de los habitantes en caso de inhalación, ingestión o absorción dérmica.

La evaluación del impacto de la actividad minera debe abordar, además, la dimensión espacial. La utilización de matrices ambientales, como suelos y polvos, proporciona información sobre los niveles de contaminantes presentes. No obstante, al aplicar métodos geoestadísticos a estos resultados, se logra una comprensión más detallada de las características de su distribución. Por ejemplo, al analizar la relación entre la

La medición pasiva con bioindicadores, como hojas de árboles, permite evaluar la contaminación a un costo menor. Las hojas pueden incorporar el mercurio gaseoso de la atmósfera. Esta medición es crucial ya que la minería ilegal libera el 35% del mercurio que está en la atmósfera. Permite un seguimiento continuo y a bajo costo en zonas de difícil acceso.

concentración y la distancia desde la fuente, así como otros patrones espaciales, es posible identificar de manera más precisa zonas críticas (hotspots) y fuentes secundarias de contaminación.

En lo que respecta al análisis de **polvos sedimentados**, la recolección de muestras debe realizarse de manera estratégica, considerando la dirección predominante del viento y la potencial distribución de partículas

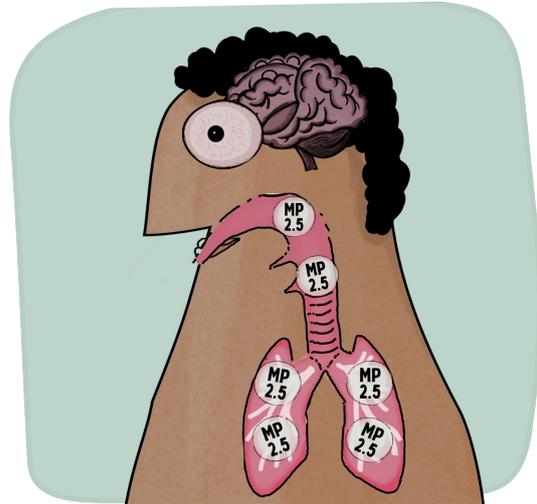
2.2.2. Impactos en la salud: Explorando las consecuencias humanas

La actividad minera y sus consecuencias ambientales, no solo deja su marca en los ecosistemas, sino que también plantea serios riesgos para la salud humana. La exposición a contaminantes provenientes de la minería puede tener repercusiones a corto y largo plazo, afectando a las comunidades locales de diversas maneras. Aquí, examinamos cómo se ha evaluado y medido este impacto en la salud.

Bioindicadores de exposición: sangre, orina, pelo y uñas. La medición directa de contaminantes en los fluidos y tejidos humanos ha sido fundamental para entender la magnitud de la exposición. Bioindicadores como sangre, orina, pelo y uñas proporcionan valiosa información sobre la presencia y acumulación de metales y sustancias químicas tóxicas en el cuerpo humano. Estas matrices permiten evaluar tanto la exposición a corto plazo como la acumulación a lo largo del tiempo, brindando un panorama completo de la carga contaminante en la población.



Dientes Caducos: una mirada pionera a la exposición temprana. Una técnica innovadora que ha surgido en la investigación es el análisis de dientes caducos. Estos dientes, que se caen durante la infancia, ofrecen información única sobre la exposición temprana a contaminantes.



El análisis de los dientes permite reconstruir la historia de la exposición a lo largo del desarrollo, proporcionando información crucial sobre el impacto en la salud desde edades tempranas.

Estudios epidemiológicos: conexiones entre exposición y enfermedades. Los estudios epidemiológicos han sido fundamentales para establecer vínculos entre la exposición a contaminantes mineros y la prevalencia de enfermedades en las comunidades afectadas. Estos estudios analizan la incidencia de enfermedades respiratorias, cardiovasculares, neurológicas y otras afecciones relacionadas con la exposición a metales pesados y productos químicos tóxicos. La correlación entre la presencia de contaminantes y la salud de la población arroja luz sobre los riesgos específicos a los que se enfrentan las comunidades mineras.

A pesar de los diferentes métodos que existen, la evaluación del impacto en la salud puede ser difícil de implementar por factores socioeconómicos y culturales. Las comunidades mineras a menudo tienen acceso limitado a servicios de atención médica, lo que dificulta la detección temprana y el tratamiento de enfermedades relacionadas con la exposición. Además, la falta de conciencia y educación sobre los riesgos puede llevar a prácticas que aumentan la vulnerabilidad de la población.

2.2.3. Desafíos de las ciencias y la investigación para abordar problemáticas socio ambientales

La elección de la matriz de estudio en investigaciones sobre el impacto de la minería dentro de Reservas de la Biosfera no se reduce a solo una decisión técnica; más bien, representa una decisión estratégica intrincadamente vinculada a diversos factores interconectados. En el ámbito de la investigación ambiental, la definición precisa de las preguntas de investigación es crucial, ya que orientará la elección del método más pertinente para obtener respuestas específicas.

La variedad de métodos disponibles es extensa, cada uno diseñado para abordar aspectos particulares de la investigación. Para comprender la **extensión temporal** del impacto minero, los testigos de glaciares y sedimentos lacustres son herramientas factibles, pero su disponibilidad puede imponer limitaciones logísticas y geográficas.

En contraste, para entender la **variación espacial** a escala local, los anillos de árboles son aliados valiosos, permitiendo investigaciones detalladas y específicas, incluyendo una comprensión en la dimensión temporal. Sin embargo, no todos los climas son propicios para la generación de anillos de crecimiento, limitando su uso en zonas tropicales o sin estaciones marcadas. Misma situación ocurre con el uso de paleo madrigueras, debido a sus requisitos específicos de climas árido.

La revisión exhaustiva de la literatura científica antes de iniciar el estudio, el asesoramiento especializado y las discusiones detalladas sobre los objetivos de

la investigación optimizan el proceso de planificación, minimizando posibles desilusiones al concluir el proyecto. La cuidadosa consideración de estos elementos asegura que la selección de la matriz de estudio sea guiada por un enfoque informado y estratégico.

La **factibilidad económica y el acceso tecnológico** son aspectos cruciales que influyen en la elección de las matrices de estudio. Algunas técnicas, debido a su costo o a la necesidad de tecnología avanzada, pueden encontrar limitaciones en su aplicabilidad en ciertos contextos. El acceso tecnológico, un desafío significativo, destaca especialmente en regiones mineras donde no todas las instituciones cuentan con laboratorios para análisis químicos detallados, subrayando la necesidad de un enfoque multidisciplinario que adapte los métodos a la complejidad de las preguntas y realidades específicas de las Reservas de la Biosfera afectadas por la minería, incluyendo redes de colaboración y recursos disponibles.

Frente a las limitaciones económicas y tecnológicas, la **colaboración** surge como un recurso valioso. La búsqueda de alianzas con instituciones académicas y laboratorios especializados no solo supera barreras tecnológicas, sino que también enriquece la investigación con perspectivas diversas y experiencias especializadas. Esta sinergia, que puede ser nacional e internacional, no solo mejora la capacidad técnica de la investigación, sino que también contribuye a un entendimiento más completo y global de los impactos mineros en las Reservas de la Biosfera.

3.CIENCIA COMUNITARIA

“Estamos en una nueva época en la que la sociedad necesita hacer frente a problemas... (de sostenibilidad y de los desafíos del cambio climático)... Tratar este tipo de problemas desafía a la comunidad de investigación a estar más conectada con la sociedad e involucrar de manera más integral a las comunidades y a los profesionales en el proceso de la ciencia.”

Noone et al, 2022



Frente a desafíos globales como el cambio climático, tanto desde la comunidad científica como de organizaciones mundiales, se ha reconocido la importancia del trabajo colaborativo y transdisciplinario para abordar la complejidad del problema. Ello ha llevado a replantear nuevas formas de producción, como por ejemplo el desarrollo de energías limpias, y de promover un acceso justo y equitativo a los recursos.

Pero desafíos globales conllevan impactos y repercusiones locales diversas. Mientras que en algunas regiones los impactos se manifiestan con sequías frecuentes y más prolongadas, en otras se prevé un aumento de las precipitaciones más intensas y prolongadas que pueden dar paso a inundaciones. Asimismo, ello puede generar impactos en las dimensiones de salud, empleo, y educación, afectaciones que pueden verse profundizadas por las desigualdades sociales y territoriales.

De la misma forma, el desarrollo de una actividad particular puede tener impactos y repercusiones diferentes dependiendo del lugar en dónde se realice, de su ecosistema, gobernanza, entre otros factores. Es por ello que, para abordar problemas ambientales complejos, especialmente aquellos relacionados con la contaminación, el vínculo y participación de las comunidades locales se torna fundamental para la búsqueda de soluciones pertinentes y coherentes con el entorno.

De esta manera, la ciencia comunitaria surge como un enfoque que construye un **vínculo entre las comunidades locales con el mundo científico y académico**. Así, se crea un grupo de personas organizadas en torno a una problemática o necesidad que surge de su entorno local, y del cual se busca dar una solución a través de métodos científicos pertinentes.



¿Ciencia comunitaria o ciencia ciudadana?

Mientras que en la ciencia ciudadana las comunidades participan de proyectos liderados por expertos científicos en la generación de datos, la ciencia comunitaria comienza con el conocimiento comunitario, y genera un vínculo transdisciplinario para la generación de nuevo conocimiento.

En el contexto de Reservas de la Biosfera, el desarrollo de proyectos de ciencia comunitaria surge como un enfoque que permite buscar soluciones a través de la integración de los diferentes actores, así como para fortalecer las gobernanzas presentes en ellas.

3.1 Comunidades en acción

El desarrollo de proyectos desde el enfoque de la ciencia comunitaria genera diversos impactos positivos, entre ellos, el empoderamiento de las personas y de la comunidad en general que viene del trabajo en equipo, muchas veces intergeneracional.

La participación activa y el hecho de que todas las personas sean bienvenidas a contribuir con ideas, creatividad y diseño al proyecto crea una situación de inclusión. Al mismo tiempo, este tipo de proyectos permiten a comunidades locales evidenciar cambios en su entorno; coleccionar datos y evidencias; ser observadores del lugar; y compartir los resultados con diferentes actores e instituciones para generar cambios o alertar de un potencial problema que necesita seguimiento o estudios más detallados (científico, certificado o fiscal).

Así como tiene muchas potencialidades, el acceso y la interpretación de datos puede convertirse en un aspecto complejo en los proyectos de ciencia comunitaria. Es importante mantener protocolos claros y fáciles de entender, así como rigurosidad en la recopilación de datos y análisis. Ejemplo de ello es guardar de manera ordenada y consistente los datos, incluir información complementaria como la hora, ubicación de las mediciones y observaciones, y tener claridad en cómo usar los instrumentos y qué significan las unidades de medición que ellos indiquen.

Estos proyectos tienen un fuerte componente educativo, y las instrucciones de cómo medir, tienen que ser acompañadas de explicaciones, como el contexto en dónde son realizadas las mediciones, y qué significan los valores o si están en rangos “normales”, “altos”, o “bajos”, por ejemplo.

“La ciencia comunitaria asocia a las partes interesadas con científicos y otros expertos para crear comunidades resilientes, basándose en la ciencia, incluidas las ciencias sociales, los valores comunitarios y el conocimiento local para resolver los desafíos del Antropoceno. Enriquece tanto a las comunidades como a la ciencia.”

Noone et al, 2022

3.2 Fortalecimiento de las gobernanzas

Como ya fue mencionado, la ciencia comunitaria posibilita el empoderamiento de las personas y las comunidades involucradas, generando beneficios diversos en las relaciones construidas, generando impactos diversos tanto en la comunidad como en el proceso en sí mismo. La ciencia comunitaria y proyectos de carácter transdisciplinar producen un aumento de la confianza en la sociedad y fortalece las relaciones de confianza entre comunidades, socios participantes y científicos académicos.

Es importante que la gobernanza en este tipo de proyectos promueva una participación transparente y abierta a la comunidad en su totalidad, así como generar acciones y contar con herramientas que fortalezcan la comunicación y la definición de roles y tareas claras de los participantes. Estos elementos posibilitan cumplir de mejor manera con los objetivos planteados y anteponerse a dificultades, así como generar proyectos exitosos que logren comunicar los resultados obtenidos y visibilizar las problemáticas a tomadores de decisiones.

La colaboración entre las comunidades y la academia es esencial para comprender y abordar desafíos ambientales. Las comunidades locales son los principales actores del territorio. Ellos poseen conocimientos tradicionales y culturales de su entorno, y quienes pueden evidenciar de mejor manera los cambios que se producen en él.

Los roles y tareas de cada actor pueden ser definidos de la siguiente manera:

El término comunidades puede ser muy amplio, desde quienes comparten en un mismo lugar (territorios como ciudades, comunas, o espacios como escuelas), o un grupo que, por ejemplo, comparte intereses comunes.



El rol de las comunidades es fundamental en todo el proceso de investigación y cumplen un rol activo en la ciencia comunitaria, ya que es de estos grupos donde surgen las inquietudes o necesidades respecto a una determinada problemática, que luego pueden ser traspasadas a otros actores, con el objetivo de buscar respuestas y soluciones efectivas y pertinentes.

Son las comunidades quienes también evidencian los cambios o nuevos eventos que dan paso a las inquietudes, logrando tener así las primeras observaciones e hipótesis para una consecuente investigación. Participan en la toma de datos, análisis y comunicación de los resultados.

Cuando existe colaboración entre los diferentes actores para realizar proyectos de ciencia comunitaria, es importante fortalecer la participación, confianza, comunicación, y transparencia en los procesos. Ello permite incorporar en las investigaciones los conocimientos, herramientas y recursos que existen en cada comunidad.

Desarrollo, diseño y ejecución de investigaciones. Posibilitan el apoyo técnico y científico para la implementación de monitoreos y análisis de datos, como también el desarrollo de tecnologías, herramientas y métodos más simples, económicos y efectivos. Pueden implementar capacitaciones a los participantes como talleres educativos donde se enseñe sobre el uso de equipos de monitoreo, la toma de muestras y la interpretación de resultados. Si bien la búsqueda de financiamiento y recursos es un desafío para impulsar este tipo de iniciativas de monitoreo comunitario y darle sostenibilidad, pueden apoyar en la postulación de proyectos y búsqueda de fondos, junto a los diferentes actores de un proyecto comunitario.

ACADEMIA E INVESTIGADORES



ONG



En algunos casos, las ONG's cumplen un rol de intermediarios entre las comunidades y gobiernos. Dependiendo de sus objetivos, defienden el medio ambiente, denuncian prácticas perjudiciales, hacen partícipe a la comunidad y fortalecen sus capacidades de monitoreo. Abogan por la transparencia y por políticas ambientales sólidas ya que desempeñan un papel importante en la supervisión independiente, monitoreando las acciones de los gobiernos en relación con el medio ambiente, asegurando que las políticas y acciones gubernamentales se alineen con los intereses ambientales y el bienestar de la comunidad. A su vez, las ONG's pueden colaborar con los gobiernos en programas de capacitación para funcionarios públicos y comunidades locales, fortaleciendo la comprensión de cuestiones ambientales y las mejores prácticas. Al igual que la academia, pueden apoyar en la búsqueda de financiamiento para el desarrollo de proyectos de investigación comunitaria.

intereses ambientales y el bienestar de la comunidad. A su vez, las ONG's pueden colaborar con los gobiernos en programas de capacitación para funcionarios públicos y comunidades locales, fortaleciendo la comprensión de cuestiones ambientales y las mejores prácticas. Al igual que la academia, pueden apoyar en la búsqueda de financiamiento para el desarrollo de proyectos de investigación comunitaria.

GOBIERNOS Y AUTORIDADES

Los gobiernos tienen la responsabilidad de establecer y hacer cumplir políticas, leyes y regulaciones ambientales. Además, llevan a cabo la ejecución y supervisión de programas de monitoreo ambiental, donde recopilan información a nivel nacional basada en la evidencia y experiencias de campo, elaboran informes sobre el estado del medio ambiente, y utilizan la información para la toma de decisiones y formulación de políticas. Al mismo tiempo, son quienes también entregan oportunidades de financiamiento a través de fondos especiales de medio ambiente, ciencia, proyectos sociales, entre otros.



3.3 Experiencia de monitoreo en Crucitas

El desarrollo del proyecto Monitoreo Ambiental Comunitario en Reservas de la Biosfera afectadas por la actividad minera e industrias extractivas abordó capacitaciones virtuales y una gira comunitaria de una semana en terreno en la Reserva de la Biosfera de Agua y Paz, específicamente en comunidades afectadas por minería ilegal en el área conocida como “Proyecto Crucitas”, Costa Rica. Esto con el propósito de diseñar y poner a prueba un modelo basado en la comunidad para la vigilancia de los posibles impactos de las actividades antropogénicas e industriales en diferentes matrices ambientales en Reservas de Biosfera.



La gira comunitaria en la que participaron estudiantes, docentes, investigadores, gestores de reservas de biosfera, representantes de gestión pública, y líderes comunales participaron de talleres, prácticas de campo y seminarios sobre monitoreo ambiental participativo realizados del 10 al 16 de octubre 2023 en San Carlos, Costa Rica.

Estas actividades fueron coordinadas por la Cátedra UNESCO en Reservas de Biosfera y Sitios de Patrimonio Natural Mundial de la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI) y la Cátedra Biosfera Agua y Paz de la Universidad Técnica Nacional (UTN).

Durante el terreno, se realizaron talleres comunitarios de muestreo ambiental en diferentes matrices ambientales – por ejemplo, suelos, agua, hojas, entre otras-; capacitaciones de instrumentos y métodos tradicionales y pertinentes; y actividades de vinculación entre académicos, estudiantes, comunidades y representantes de reservas de la biosfera de Argentina, Perú, y Honduras.

Las capacitaciones en la aplicación de técnicas de monitoreo ambiental fueron facilitadas por el Centro de Investigación en Tecnologías para la Sociedad (C+) de la Universidad del Desarrollo (UDD) de Chile y la Universidad de Heidelberg en Alemania con instrumentos de bajo costo dirigida a estudiantes de las carreras de Salud Ocupacional y Ambiente, y Gestión Ambiental, de la UTN.

Además, participaron cuatro reservas de biosfera: Laguna de Pozuelos de Argentina; San Marcos

de Colón de Honduras; Oxapampa-Ashaninka-Yanesha de Perú; y Agua y Paz de Costa Rica. Destaca de este proyecto la importancia de la vinculación entre la academia y la comunidad, ya que la colaboración permite generar toma de decisiones más pertinentes.

Es esencial que la academia trascienda las esferas de confort, sea flexible y se adapte a las diferentes circunstancias que se presenten en las comunidades, y comparta su conocimiento para democratizar la información científica.

Las Herramientas costo-eficiente o de bajo costo son un ejercicio de empoderamiento de la comunidad, y un vehículo para que las comunidades puedan contar con información de primera mano que aporte a la toma de decisiones a nivel local.

Los instrumentos puestos a prueba en las prácticas de campo fueron también entregados a los participantes de las diferentes reservas de biosfera, con el objetivo de que pudiesen utilizarlos en sus respectivos territorios.

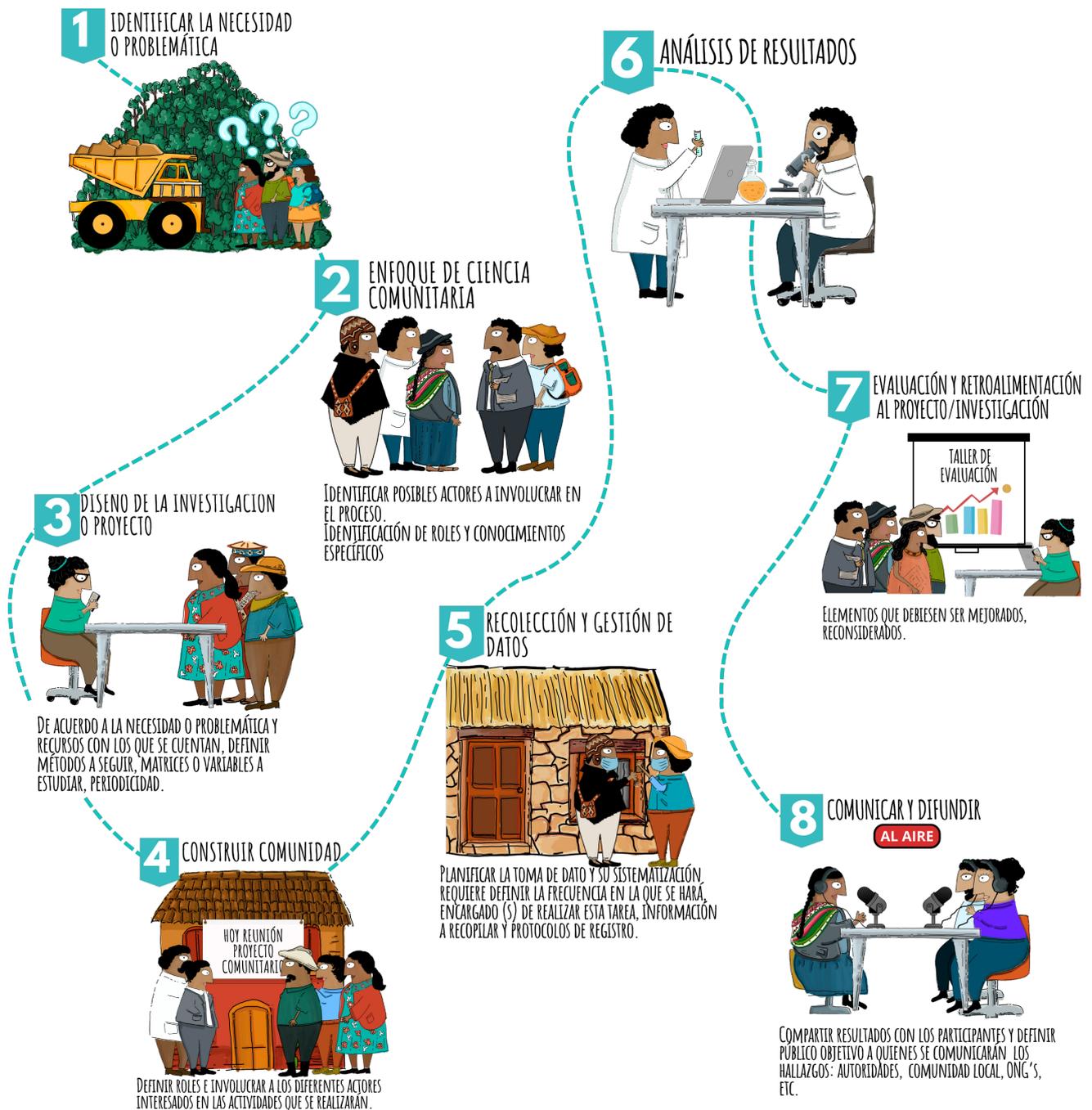
Además de las actividades, durante la gira de campo se tomaron muestras de diferentes matrices que fueron analizadas en laboratorios en Costa Rica, Chile y Alemania. Esto permitirá tener nuevos datos e información que será compartida con las comunidades y actores involucrados en el proceso, y estará disponible en el curso digital que acompaña este manual.



3.4 Propuesta de modelo para el monitoreo comunitario

Todo proyecto e investigación requiere que se definan de manera apropiada las actividades que se realizarán, la forma en que se llevarán a cabo, así como los roles que los participantes deberán cumplir. Para los proyectos de investigación comunitaria, proponemos un modelo de 8 etapas.

Etapas de una investigación comunitaria



3.5 Buenas prácticas para la gestión de datos e información en investigación

a. Principios FAIR para la gestión de datos

La ciencia moderna genera una cantidad considerable de datos. Para aprovechar al máximo este potencial, es fundamental que los datos sean localizables, accesibles, interoperable y reutilizables (FAIR, por sus siglas en inglés). Estos principios, establecidos por la comunidad científica internacional, buscan facilitar el intercambio y la reutilización de datos de investigación, lo que a su vez puede impulsar la colaboración, la innovación y el avance científico.

¿Cómo aplicar los principios FAIR?

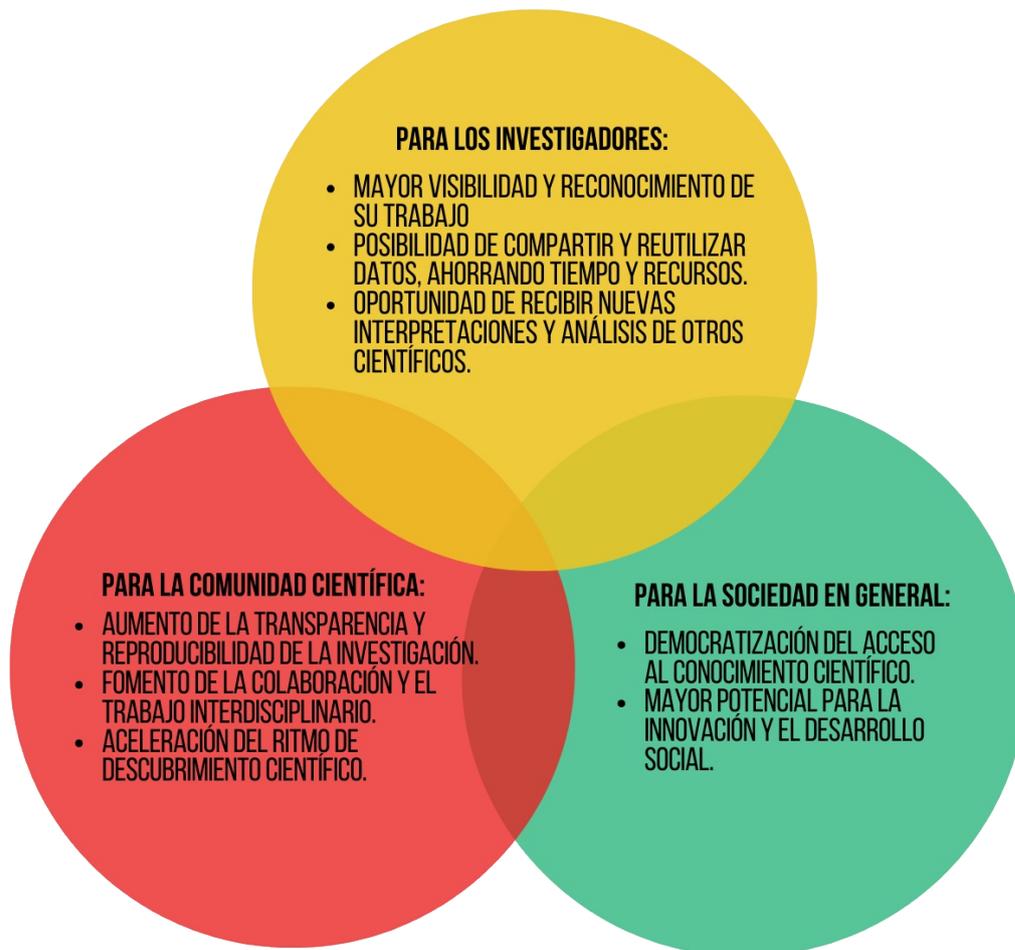
Asignar identificadores únicos y persistentes a los datos.

Documentar los datos de manera completa y precisa, utilizando metadatos estandarizados. Almacenar los datos en repositorios confiables y de acceso abierto.

Utilizar formatos de datos abiertos y legibles.

Aplicar licencias de Creative Commons que permitan la reutilización de los datos.

Beneficios de aplicar los principios FAIR



b. Rigurosidad en la toma de muestras

La calidad de los datos de investigación depende en gran medida de la rigurosidad con la que se toman muestras. Para obtener resultados confiables y representativos, es fundamental seguir un proceso cuidadosamente planificado, documentado y discutido.

Aspectos a considerar al tomar muestras:

- No toda muestra es ideal: toda matriz (ej. suelo, polvo, anillos de árboles, sedimentos lacustres, etc.) puede ayudar a responder distintas preguntas. Para ello, el primer paso es seleccionar la matriz la cual debe ser elegida en base a las preguntas de investigación, el contexto territorial y revisión de literatura.

- Selección del punto de muestreo: justificar la ubicación del punto de muestreo en base a los objetivos de la investigación y las características del área de estudio.

- Representatividad de la muestra: asegurar que la muestra sea representativa de la población o fenómeno que se desea estudiar.

- Tamaño de la muestra: calcular el tamaño adecuado de la muestra para obtener resultados precisos y confiables.

- Metodología de muestreo: seleccionar una técnica de muestreo acorde al tipo de investigación y a las características del estudio.

Documentación del proceso: registrar detalladamente el proceso de toma de muestras, incluyendo las técnicas utilizadas, las condiciones ambientales y cualquier otra variable relevante.

c. Divulgación y comunicación de los resultados



Es importante compartir los resultados obtenidos en las diferentes etapas de la investigación, no sólo con la comunidad involucrada, sino también de manera pública a otros actores interesados y/o relacionados con la temática. Esto permite democratizar el acceso a los datos y resultados, así como a generar sinergias y facilita la colaboración entre comunidades,

investigadores e instituciones públicas y privadas. Además, compartir los resultados y experiencias puede inspirar a otras comunidades a desarrollar iniciativas similares, obtener retroalimentación y aprender de otras prácticas.

4. RESERVAS DE LA BIOSFERA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE PARTICIPANTES

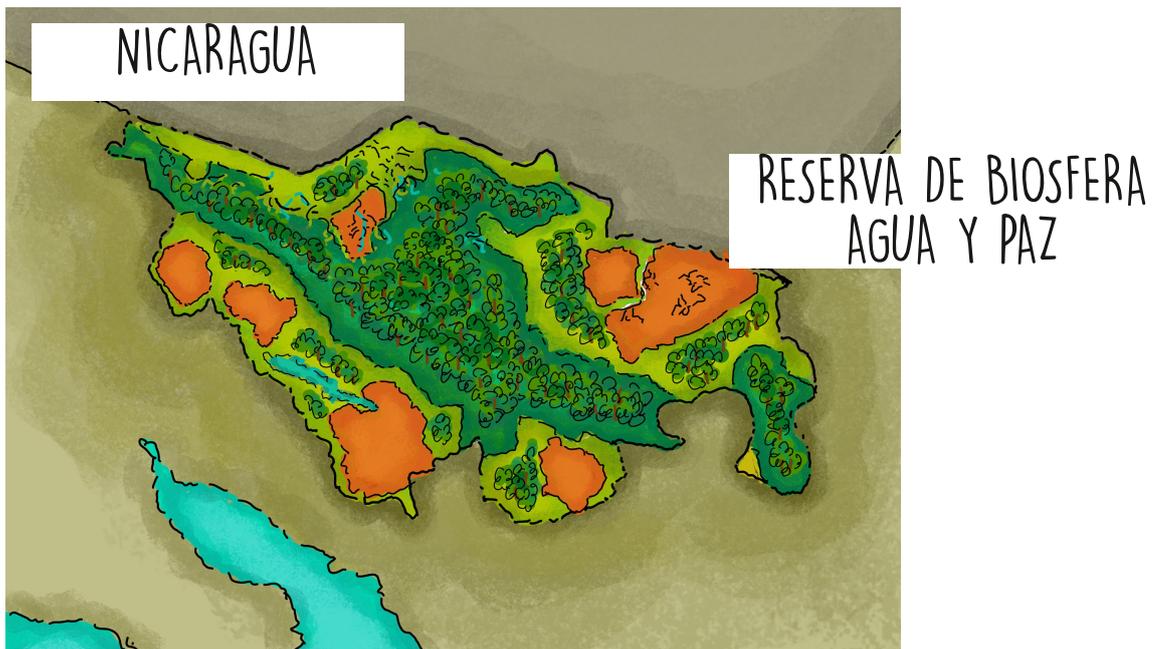


4.1. Reserva de Biosfera Agua y Paz – Costa Rica

Situada al norte de Costa Rica, la reserva de biosfera Agua y Paz en una de las cuatro reservas que se encuentran en el país. Tiene una extensión de 916.120,7 hectáreas, y fue declarada como tal el 18 de septiembre de 2007.



Colinda al norte con la Reserva de Biosfera Río San Juan-Nicaragua y al sur con la Reserva de Biosfera Cordillera Volcánica Central-Costa Rica. La Reserva Agua y Paz comprende los cantones de Upala, Guatuso, Los Chiles, San Carlos, Zarcerro, Río Cuarto, San Ramón (Distrito Peñas Blancas), Tilarán, Sarapiquí, Puntarenas (Distrito Monteverde).

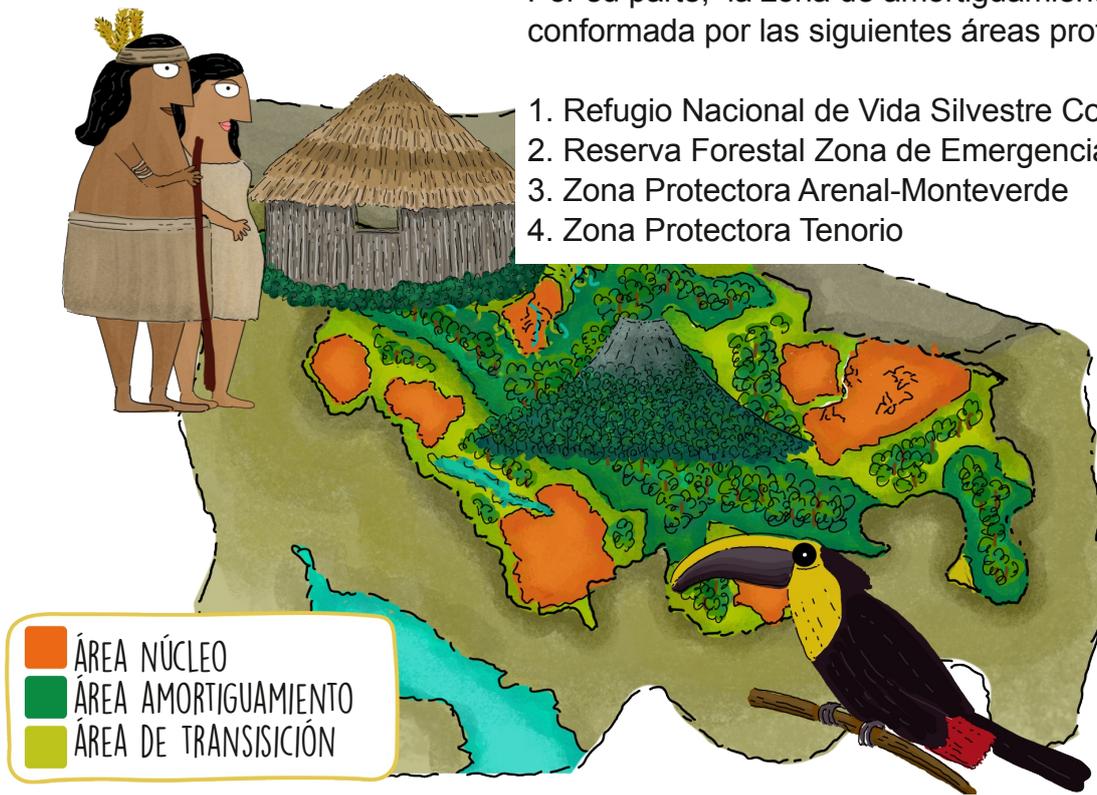


Dentro de la zonificación, las áreas núcleo son áreas silvestres protegidas, donde podemos encontrar:

1. Parque Nacional Volcán Tenorio
2. Zona Protectora Miravalles
3. Refugio Nacional de Vida Silvestre Laguna Las Camelias
4. Parque Nacional Arenal
5. Reserva Biológica Monteverde
6. Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro
7. Refugio Nacional de Vida Silvestre mixto Maquenque
8. Parque Nacional Juan Castro Blanco

Por su parte, la zona de amortiguamiento está conformada por las siguientes áreas protegidas:

1. Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo
2. Reserva Forestal Zona de Emergencia Volcán Arenal
3. Zona Protectora Arenal-Monteverde
4. Zona Protectora Tenorio



El comité de gestión local es coordinado por la Universidad Técnica Nacional sede de San Carlos, y está integrado los siguientes actores clave:

- Asociación para el Desarrollo de la Cultura y el Ambiente
- Ministerio de Cultura y Juventud, Región Huetar Norte
- Reserva privada: Bosque Eterno de los Niños
- Fundación Abuela Ecológica
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación
- Representantes del territorio indígena Malecu
- Representantes de la red de jóvenes de la RBAyP
- Instituto Nacional de las Mujeres, Región Huetar Norte

- Municipalidad de San Carlos
- Municipalidad de Zarcero
- Municipalidad de Los Chiles
- Municipalidad de Upala
- Municipalidad de Guatuso
- Universidad Técnica Nacional
- Instituto tecnológico de Costa Rica
- Universidad Nacional de Educación a Distancia
- Hotel Montaña de Fuego
- Colectivo Lúdico
- Cooperativa Coochique

La RBAyP cumple con ser un área de designación internacional múltiple (Conocidas como MIDA por su nombre en inglés), al incluir también en su territorio tres humedales de importancia internacional RAMSAR: aquenque, Caño Negro, y Embalse Arenal.

Las Área de Designación Internacional Múltiple son zonas que cuentan con varias designaciones internacionales reconocidas por la Convención sobre los Humedales Ramsar, la Convención de Patrimonio Mundial Cultural y Natural, el Programa MAB de UNESCO, y/o el Programa Internacional de Ciencias de la Tierra y Geoparques.

Minería de oro en la Biosfera Agua y Paz, el caso Crucitas

El proyecto minero Crucitas, ubicado en Cutris de San Carlos, en lo que ahora es zona de transición de la Reserva de Biosfera Agua y Paz, ha sido un foco de conflicto y controversia legal, ambiental y social durante más de dos décadas. Iniciado en diciembre de 1999 por la empresa Industrias Infinito S.A., filial de la canadiense Infinito Gold Ltd., el proyecto enfrentó una fuerte oposición por parte de grupos ambientalistas y ha sido marcado por una serie de irregularidades legales y disputas políticas. La controversia se agudizó tras la emisión del Decreto Ejecutivo 30477-MINAE en 2002, que declaraba una moratoria nacional sobre la minería metálica de oro a cielo abierto, aunque el proyecto Crucitas continuó su curso. Este acto fue seguido por la declaración del proyecto como de interés público y conveniencia nacional a través del Decreto Ejecutivo 34801-MINAET en 2008, lo que permitió su avance a pesar de las protestas y la oposición legal (Madrigal, M., 2019). Decreto que, tras varias demandas, es anulado por el Tribunal Contencioso Administrativo en el año 2010 (Resolución N° 04399 – 2010), asegurando así el cierre del proyecto minero de Industrias Infinito.

Posterior al cierre del proyecto, y hasta la actualidad, la actividad minera ilegal ha surgido en la zona, lo que ha generado preocupaciones ambientales significativas, sobre todo cuando el Ministerio de Salud y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) confirmaron que varios acueductos en las comunidades de Crucitas, Chamorro, El Roble, Jocote, Llano verde y Chorreras, estaban contaminados con mercurio, lo que llevó a declarar estado de emergencia, bajo el Decreto Ejecutivo N°43949–MP en el año 2023.

La minería ilegal ha provocado deforestación, pérdida de biodiversidad, y contaminación de ríos y acuíferos, presentando desafíos considerables para la conservación ambiental y el bienestar de las comunidades cercanas.

A pesar los esfuerzos del gobierno costarricense, universidades y organizaciones ambientales que han implementado medidas para combatir la minería ilegal, incluyendo acciones de vigilancia y aplicación de la ley, así como iniciativas para promover alternativas económicas sostenibles para las comunidades afectadas, la actividad minera ilegal continúa.

El caso Crucitas subraya el desafío de equilibrar las industrias extractivas con la conservación de la Naturaleza y el desarrollo local.



4.2. Reserva de la Biosfera de Pozuelos, Argentina

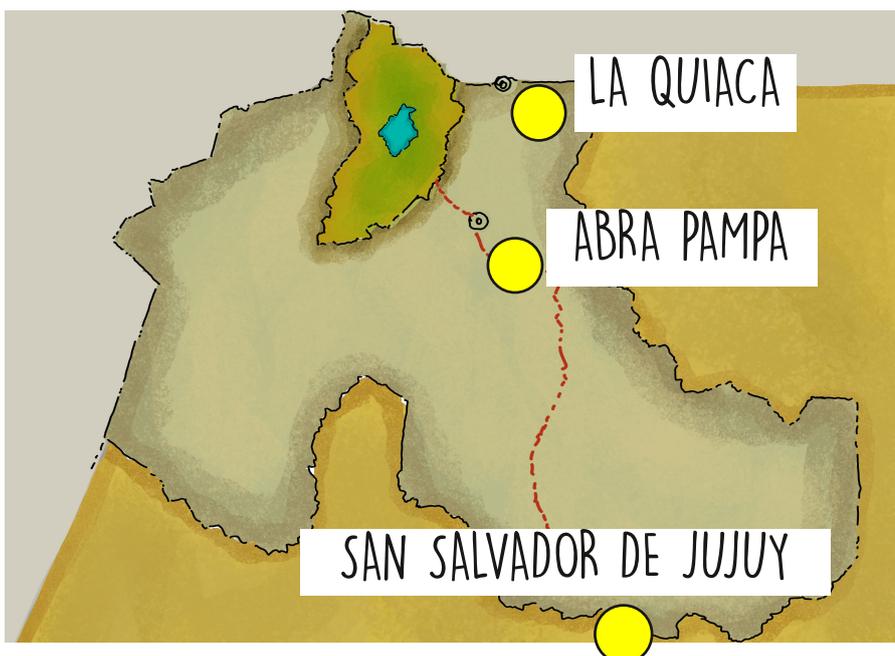
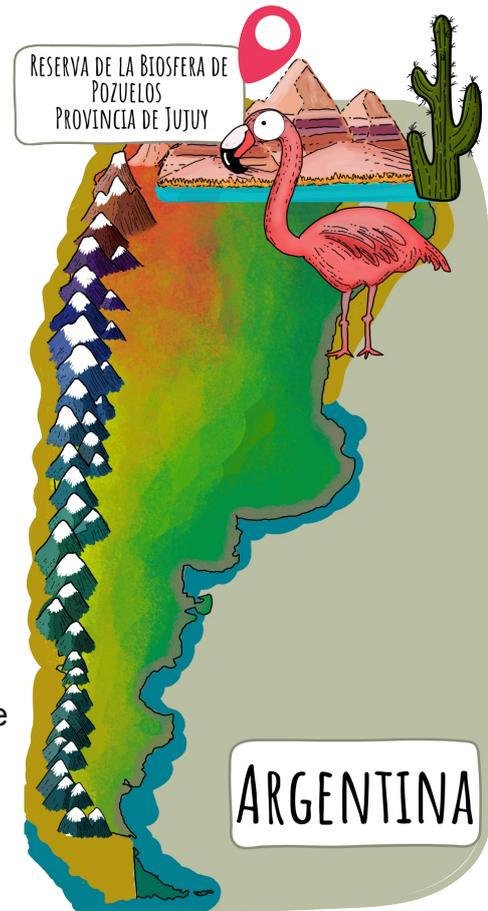
Situada a 3600 msnm, la reserva de biosfera de Pozuelos se encuentra localizada en tres departamentos de la provincia de Jujuy, Argentina: departamento de Yavi, Rinconada (donde se ubica la sede de Parques Nacionales), y Santa Catalina. La reserva de Pozuelos fue declarada en 1990 como tal, y abarca una extensión de 377.841 hectáreas.

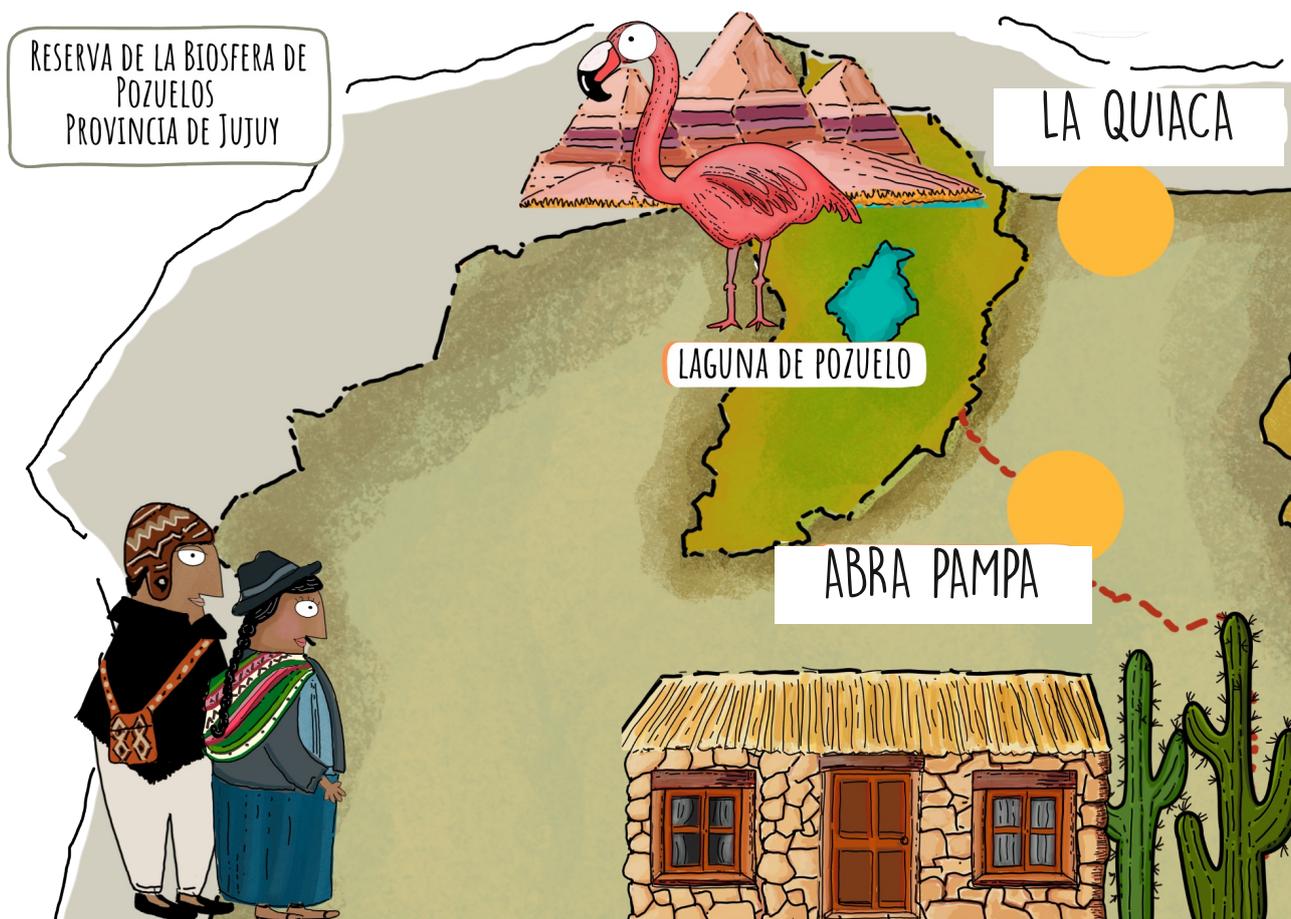
Laguna de Pozuelos es también un Área de Designación Internacional Múltiple. Ha sido declarada como Monumento Natural Laguna de Pozuelos, Área Protegida Nacional (A.P.N.) en el año 1981, Reserva de la Biosfera por el programa MaB de UNESCO en el año 1990, y sitio Ramsar en 1991. Su gestión está a cargo del gobierno nacional.

La misión de la reserva es promover el estudio, búsqueda, propuestas y ejecución de medidas y acciones tendientes al desarrollo integral, sustentable y sostenido de la Cuenca de la Laguna de Pozuelos, conciliando la promoción de la capacidad productiva de la zona, con la adecuada conservación del patrimonio natural y cultural. Para ello, se fomenta la participación de sus habitantes y organizaciones, respetando y revalorizando la identidad cultural, y el fortalecimiento de los procesos organizativos de las

comunidades en vistas a un mejor aprovechamiento de recursos locales.

Es un área de importancia para la conservación de las aves e integra la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de Flamencos.





Sitios de valor

- Paisaje puneño: paisaje natural y cultural, limpidez del cielo.
- La Laguna de los Pozuelos en sí mismo por su recurso hídrico.
- Servicios ecosistémicos: agua, vertientes, relación espiritual filosófica de las comunidades con su territorio socio-productivo. La actividad productiva de las personas locales se basa en cría de camélidos para la venta de carne y fibra para tejidos.
- La comunidad de aves acuáticas, con énfasis en las parinas y las aves playeras (recurso natural y paisajístico, valor espiritual).
- Plantas con usos tradicionales y medicinales, por ejemplo: queñoa, chachacoma, muña muña, quinchamala, airampo, tola, tolilla entre otras. Las comunidades vegetales de la puna semiárida, con énfasis en queñoales y vegas.
- Fauna: vicuña, llamas, suri, vizcacha, liebre, tojo, gatos (ozcoyo), quirquincho y zorro. Fauna puneña, con énfasis en vicuña y suri (recurso natural y paisajístico, valor espiritual, chaku).
- Manifestaciones culturales locales y de significancia espiritual, contextualizadas en la cosmovisión andina (Pachamama, saberes constructivos, medicina ancestral, lengua ancestral "quechua", comidas típicas, música, lavadores artesanales, territorio y sistemas productivos, ganadería y agricultura tradicional, celebraciones).
- Lugares sagrados, sitios arqueológicos e históricos: Minas Azules y Capilla de Oratorio, y otras manifestaciones materiales de la cultura local (museo, antiguales).

Existen líderes comunitarios que han impulsado la organización de la comunidad para solicitar la protección del territorio. Sin embargo, no ha sido suficiente. Modelos de gestión de reservas como los que se implementan en Costa Rica les han permitido abrir los ojos para replicar y trabajar en pos de una gestión ejecutiva que se hace localmente:

“Como somos una comunidad rural, la mayoría de las personas no conoce de qué se trata ser reserva, qué beneficios se pueden tener como reserva. De a poco se fue trabajando mediante asambleas con diferentes referentes. También tienen a parques nacionales dentro de la reserva, quienes ayudan brindando información sobre la reserva. Como comunidad queremos trabajar desde la reserva, porque tenemos minería legal y también minería artesanal con oro (...).

Para nosotros, que vivimos en el territorio y realizamos nuestras actividades productivas aquí, es muy importante acceder a los resultados de los estudios que los científicos investigadores hacen en la comunidad. Queremos replicar estas prácticas”

Fabiola, líder comunera y vecina productiva que vive dentro de la Reserva.

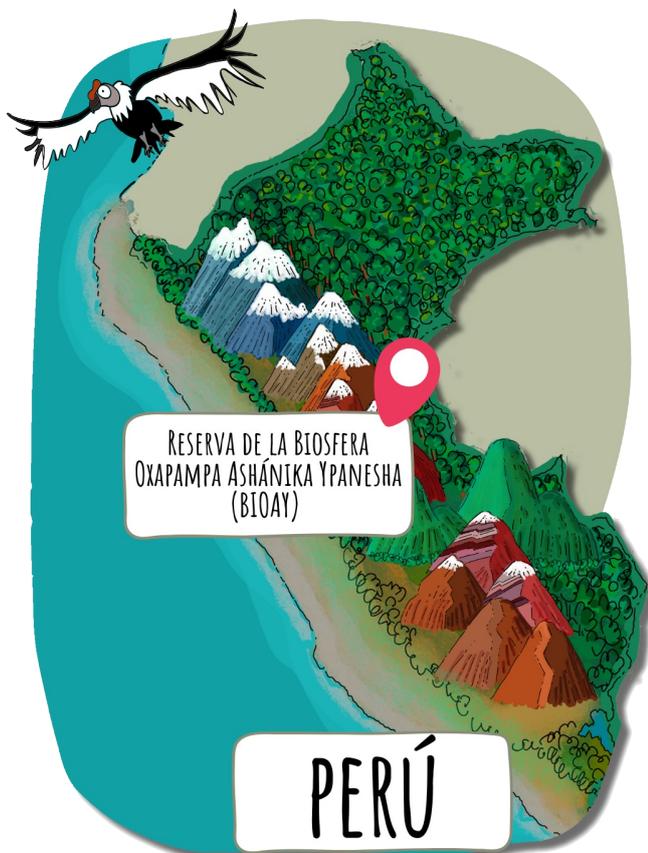


La minería en Laguna de Pozuelos

La Puna es una zona rica en minerales, y donde tradicionalmente se ha desarrollado la actividad minera, predominando los yacimientos de oro, plata, plomo, zinc y estaño. Además, es una región que tiene grandes salares y presencia de boratos. Los principales emprendimientos activos son la Mina Pirquitas y Chinchillas. Debido a los impactos en la cuenca producto de la actividad minera, Pan de Azúcar se encuentra inactivo, y a la fecha, no se ha hecho remediación de ello.

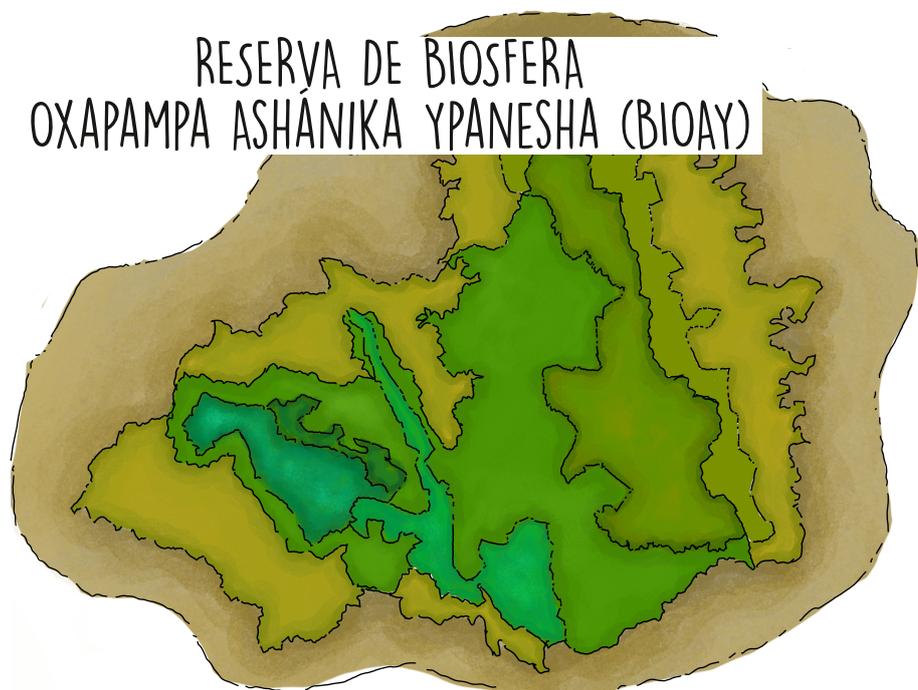
En la reserva también hay presencia de minería artesanal con pequeños productores, dedicados principalmente al lavado de oro de manera artesanal. Esta actividad se encuentra dentro del margen occidental de la reserva. Sin embargo, desde la década de los 90's se ha observado una disminución de la actividad.

4.3 Reserva de Biosfera Oxapampa Ashánika Ypanesha (BIOAY) - Perú



Ubicada en la parte central de Perú, abarca toda la provincia de Oxapampa, departamento de Pasco. Tiene una extensión de 1.768.785,5 hectáreas y una gradiente altitudinal que va desde los 3500 hasta los 300 msnm.

La reserva de biosfera Oxapampa Ashánika Ypanesha (BIOAY) fue declarada como tal en el año 2010. Se encuentra ubicada en la parte central de Perú. Abarca toda la provincia de Oxapampa, en el departamento de Pasco. Tiene una extensión de 1.768.785,5 hectáreas, con una gradiente altitudinal que va de los 3500 hasta los 300 msnm. Su gradiente altitudinal hace que tenga diversidad de pisos ecológicos y diversidad de actividades económicas, como ganadería, agricultura, extracción forestal, y turismo.



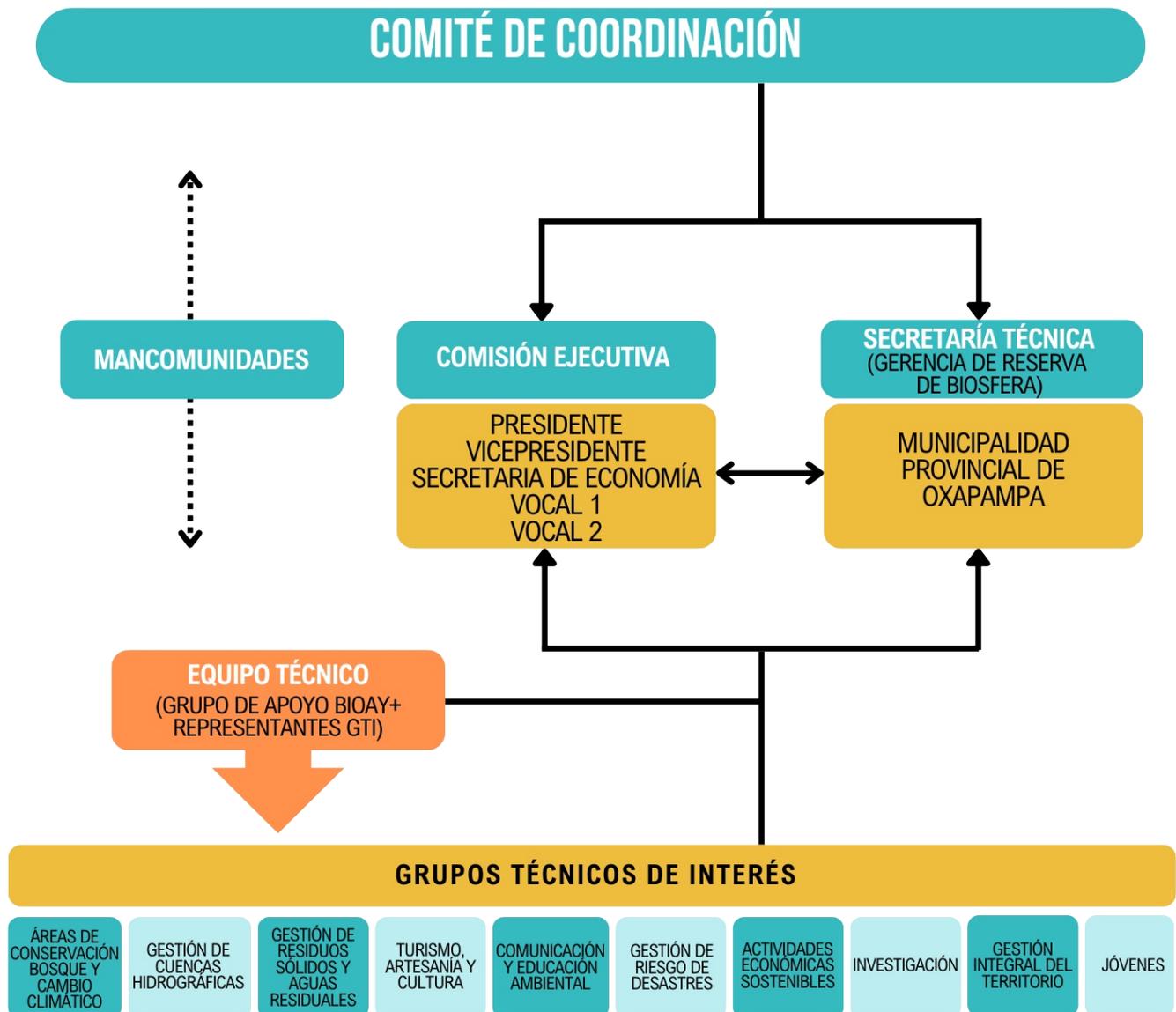
La gestión de la reserva es a cargo de un comité de coordinación conformado por:

- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Perú (SERNANP)
- Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM)
- Gobierno Regional Pasco, Municipalidad Provincial de Oxapampa
- Municipalidad Distrital de Constitución
- Municipalidad Distrital de Chontabamba
- Municipalidad Distrital de Huancabamba

- Municipalidad Distrital de Palcazú
- Municipalidad Distrital de Pozuzo, Municipalidad Distrital de Puerto Bermúdez
- Municipalidad Distrital de Villa Rica
- Áreas de No Admisión de Petitorios (ANAP)
- FECONAYA
- UNAY
- Cámara de Turismo
- Productores
- Academia.

INSTANCIAS DE GESTIÓN

RESERVA DE BIOSFERA OXAPAMPA ASHÁNINKA YÁNESHA



En el año 2001 se constituyó la marca BIOAY, convirtiéndose en la primera marca de certificación de una reserva de biosfera en Perú. La marca BIOAY es el signo distintivo oficial de la Reserva de Biosfera Oxapampa-Asháninka-Yánesha (BIOAY), que reconoce a las y los productores que realizan buenas prácticas agrícolas y de agregación de valor, demostrando el compromiso a la conservación y desarrollo sostenible.

Se ha implementado como un medio que permite impulsar los bienes y servicios que tienen su origen en la reserva de biosfera, para atraer inversiones, innovación e investigación, y para alinearse a los objetivos de desarrollo sostenible de la UNESCO. Este distintivo se usa para colocar en los productos y servicios de la provincia de Oxapampa que hacen un buen uso de los recursos naturales y del paisaje de la BIOAY, protegiendo el

medio ambiente y la biodiversidad.

Entre los desafíos que la reserva tiene, es que presenta un alto nivel de deforestación. En los últimos 20 años se han perdido 20.000 hectáreas aproximadamente, equivalente al 17% del territorio de la reserva. Con ello, otro de los desafíos que se enfrentan los Gestores de la Reserva es conciliar los intereses que existen entre los diferentes actores. La mayor parte de la población aún percibe como limitante el reconocimiento como Reserva de Biosfera, sin ver los beneficios positivos que este reconocimiento conlleva. Para visibilizar las oportunidades que brinda la denominación como reserva de biosfera, es importante empoderar a la población y trabajar en conjunto.

Luego de la gira de campo realizada en Costa Rica, Julio Cesar y Erickson comparten las siguientes reflexiones:

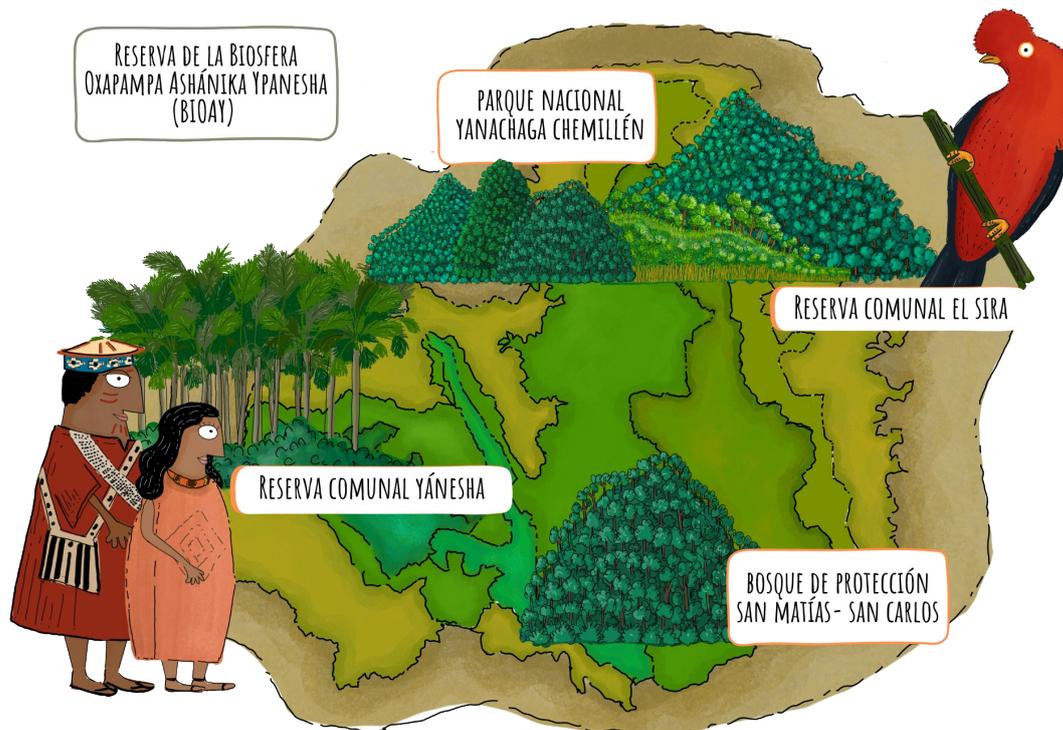


“...ha sido una experiencia muy rica porque hemos podido ver que hay un trabajo coordinado entre la academia y las instancias de gestión de las diversas reserva de biosfera locales. Me he nutrido de conocimiento técnico y la oportunidad de haber podido interactuar con personas y actores de otras localidades”.

Julio Cesar Castillos Fernandez, vicepresidente de la Comisión Ejecutiva de la RESERVA DE BIÓSFERA Oxapampa Ashaninka Yanasha.

“Además de los kits que nos llevamos como instrumentos, también nos llevamos el aprendizaje y el compromiso de seguir trabajando y asignar algún presupuesto para poder gestionar este tipo de actividades en nuestra reserva. Nos interesa poder hacer nexos con la academia en el territorio”.

Ericzon Melchor Tamayo Egg, Alcalde de Oxapampa y Presidente de la Comisión Ejecutiva de la RESERVA DE BIÓSFERA Oxapampa Ashaninka Yanasha.



Sitios de Valor:

- Parque Nacional Yanachaga-Chemillén
- Reserva Comunal Yánesha
- Bosque de Protección San Matías-San Carlos
- Reserva Comunal El Sira
- Área de Conservación Privada (ACP) “Bosque de Churumazú”
- Área de Conservación Privada (ACP) “El Palmeral”
- El Centro Neotropical de entrenamiento en Humedales (CNEH)

La minería en BIOAY

La actividad minera en Perú representa el 16% de su Producto Interno Bruto (PIB). El Estado, a través de concesiones mineras, es quien otorga los permisos y autoriza el desarrollo de explotación minera. A pesar de ello, se ha registrado un aumento de la minería ilegal, concentrado fundamentalmente en la extracción de oro.

En Oxapampa, se evidenció el ingreso de minería ilegal de oro en la parte más extrema de la provincia, en la zona de amortiguamiento de la reserva comunal colindante “El Sira”. Esta actividad está afectando la pérdida de bosques, y generando impactos no evaluados por el uso de mercurio.

Existe una creciente preocupación del impacto en la contaminación, más allá de los límites de la reserva, dando que es en esta reserva donde nacen los principales afluentes hacia el Amazonas. En este contexto, la posibilidad de generar colaboraciones para el desarrollo de investigaciones se torna primordial, para poder estudiar y obtener datos que permitan evidenciar los impactos de la actividad en la zona, y así tomar decisiones pertinentes en el territorio. Ejemplo de ello es la intervención que se realizó en el centro poblado Puerto Sira, ubicado en el distrito y provincia de Puerto Inca donde se lograron detener actividades de minería ilegal.

4.4 Reserva de la Biosfera San Marcos de Colon, Honduras

La reserva de biosfera San Marcos de Colon se encuentra en el municipio de ese mismo nombre, en el Departamento de Choluteca, a lo largo de la carretera panamericana a 192 km de Tegucigalpa, a 53 km de Choluteca y a 12 km de la frontera con Nicaragua (El Espino).

La reserva, declarada como tal en 2017, cubre una extensión de 57.810 hectáreas, con una altitud que varía entre los 500 y 1700 msnm, y comprende a 18 pueblos, hogar de 26.350 personas.



Su gestión está a cargo de un Comité de Gestión local, una asamblea general y una junta directiva, conformada por grupos de mujeres, empresas, municipalidad, ONGs, asociaciones productivas y escuelas asociadas.

La ONG Sur en Acción, es la institución que actualmente tiene la presidencia de la Reserva. Además, mantiene activa la Red de Jóvenes de la Reserva desde la cual trabajan con jóvenes de zonas rurales.



La reserva tiene gran importancia hídrica, histórica y de generación de energía renovable. Es área de recarga de tres cuencas (u origen de tres grandes ríos): El río Choluteca, el Río Coco o Segovia (el más grande de Centroamérica que desemboca en el océano Atlántico) y el Río Negro (que desemboca en el Océano Pacífico).

Alberga una rica diversidad biológica que incluye varias especies de fauna, algunas de las cuales están presentes solo en pequeñas poblaciones. El área también incluye especies de mamíferos como el tamandua norteño (*Tamandua mexicana*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el mono cariblanco (*Cebus capucinus*), y reptiles/serpientes (*Methlacolpiatus Indomitus*) endémicos de la zona.

Se ha registrado una diversidad biológica significativa de aves con 129 familias.

Las principales actividades productivas de la reserva son: la horticultura, la fruticultura, la floricultura, la caficultura, actividad forestal, la ganadería y la producción lechera. La región es reputada por sus productos de guarnicionería (cinturones, botas, arcos para cabalgaduras, etc.). Sin embargo, no cuentan con un plan de regulación respecto a las actividades productivas que puedan hacerse en la Reserva.

Entre sus preocupaciones buscan que tanto sus principales actividades agrícolas como ganaderas sean amigables con el medioambiente y respetuosos con el ecosistema.



“Pertenezco a la ONG Sur en Acción que actualmente preside el comité de gestión local y desde donde nos dedicamos a la capacitación. De esta experiencia pude ver que hay instrumentos y estrategias que permite hacer monitoreos más fáciles con los niños. Me llevo la intención de enlazar la academia, y las escuelas para poder hacer un monitoreo medioambiental con los habitantes de las comunidades de la reserva. No hacerlo una sola vez, sino hacer una línea de base y, de allí, poder hacer un proceso de seguimiento sostenido y gradual, para así tener datos respecto a la contaminación sobre las actividades que estamos haciendo”.

Oscar Sandoval, docente voluntario de la ONG Sur en Acción, institución que preside la gestión local de la Reserva

Sitios de Valor:

Área protegida “La Botija”: bosque nublado con grandes extensiones de bosque de pino y a una altura superior de 1700 msnm.

Aldea de Cacamuyá: la Cascada La Mina y la Cascada La Loma del Salto.

La flor “el Cacho” es la más particular creciendo en el territorio de San Marcos de Colón, una especie de orquídea de color amarillo huevo, cuya forma recuerda a un toro con cuernos grandes. Florece a principios del invierno (mayo). Su aroma exquisito y particular la distinguen de otras orquídeas similares en otras partes del país.

La fauna es característica de una selva subtropical. Incluye todo tipo de mariposas, sapos, ranas, ruiseñores, colibríes, ardillas, conejos y muchos reptiles de montaña por ejemplo la serpiente boa arborícola.

En la línea fronteriza con Nicaragua está El Caulato, donde el Río Wans Coco o Segovia forma una caída de agua que desemboca en la poza del Caulato.

Cerro El Mogote: muralla construida a inicios de 1930 cuando el General José Pérez temía una invasión nicaragüense, aún se conservan las trincheras de piedra.

Parque Cabañas: lugar de referencia por excelencia de la ciudad. Sus altos muros, las especies exóticas de árboles y su limpieza lo diferencian de la mayoría de los parques en el país. En este parque se pueden observar libremente iguanas en sus diferentes colores y tamaños lo que hace aún más atractivo dicho lugar, el cual fue declarado como Maravilla Municipal.

La Peña Del Banquito es el mirador natural más alto, donde se observa todo el Golfo de Fonseca, Los Volcanes de Nicaragua y La República de el Salvador.

ORVASA: finca cultivadora y exportadora de helechos donde se puede observar el proceso de producción y empaque.

Fiestas históricas culturales: La Santaneada; La feria de San Marcos; La Fiesta de San Marcos Evangelista.

La minería en la reserva San Marcos de Colon

En la reserva existe minería artesanal en pequeña escala y de pequeñas industrias, tanto legales como ilegales. Aún se requiere seguimiento que dé cumplimiento a las normativas nacionales respecto a regulaciones e inversión en capacitaciones, así como implementar buenas prácticas y procesos de regulación para la minería, en pos de transformarse en ambientalmente sostenibles. Al mismo tiempo, es imperante

fortalecer la gestión para el desarrollo de capacitaciones en el manejo de químicos y de seguridad ocupacional durante las extracciones y procesamiento.

Por parte de los gestores de la reserva, se manifiesta la necesidad de visibilizar mejor la actual situación minera dentro de la reserva, con el objetivo de generar acciones que permitan desarrollar una actividad ambientalmente sostenible.



5. REFERENCIAS

Referencias citadas

Borrini-Feyerabend, G., N. Dudley, T. Jaeger, B. Lassen, N. Pathak Broome, A. Phillips y T. Sandwith (2014). *Gobernanza de áreas protegidas: de la comprensión a la acción* No. 20 de la Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas, Gland, Suiza: UICN. xvi + 123 pp.

Madrigal, M., 2019. El Caso Crucitas, de principio a fin. Extraído de <https://delfino.cr/2019/02/el-caso-crucitas-de-principio-a-fin>

Noone, K. J., Schensul, J. J., & Buchanan, P. R. 2022. Augmenting the grammar of science— the community science exchange. *Community Science*, 1, e2022CSJ000012. <https://doi.org/10.1029/2022CSJ000012>

Schultz, L., Lundholm, C. 2010. Learning for resilience? Exploring learning opportunities in biosphere reserves. *Environmental Education Research*, vol. 16, Nos. 56, pp.645663. <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2010.505442>

UNESCO. 1996. *Reservas de biosfera: la estrategia de Sevilla y el marco estatutario de la red mundial*. Paris: UNESCO.

Material consultado

Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres, Ecuador (2018), *Manual de monitoreo comunitario de la calidad del agua con bioindicadores*, <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2018/04/BIO.pdf>

Binda, G., Di Iorio, A., Monticelli, D., 2021. The what, how, why, and when of dendrochemistry: (paleo)environmental information from the chemical analysis of tree rings. *Sci. Total Environ.* 758, 143672. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143672>

Decreto ejecutivo N° 43949-MP-S. *La Gaceta* N° 48 — Miércoles 15 de marzo del 2023. Extraído de: <https://www.cne.go.cr/recuperacion/declaratoria/decretos/Decreto%20N%C2%B0%2043949-MP-S%20Crucitas.pdf>

Ecociencia y CONFENIAE, 2023, *Manual Para la Vigilancia territorial comunitaria*, Quito, Ecuador: <https://ecociencia.org/manual-para-la-vigilancia-territorial-comunitaria/>

Larsen P, Gaspar A. 2012. Biosphere reserves and extractive industries: towards a new sustainability agenda. Evidence for Policy Series, Regional edition South America, No. 3, ed. Elizabeth Jiménez. La Paz, Bolivia: NCCR North-South. https://www.unilu.ch/fileadmin/fakultaeten/ksf/institute/ethnosem/dok/News_Veranstaltungen/policy_brief_extractive_industries_biosphere_reserves.pdf

Mahajan, S., Chung, MK., Martinez, J. et al. Translating citizen-generated air quality data into evidence for shaping policy. *Humanit Soc Sci Commun* 9, 122 (2022). <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01135-2>

Pareja, C., Xavier, A., Daitch, S. (2019). Comités de Monitoreo Ambiental Participativo en Contextos Mineros: Lecciones a Partir de Nuevos Estudios de Casos en Cuatro Países de Latinoamérica. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD): New York https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/UNDP-CIRDI_Participatory_Environmental_Monitoring_Committees_in_Mining_Contexts_ES.pdf

Ramírez, S.A., van Meerveld, I., Seibert, J. (2023): Citizen science approaches for water quality measurements, *Science of The Total Environment*, 897, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165436>

Samamé Farfán, M., Martínez Ruiz, J.L. (2014): Construyendo un Sistema de Monitoreo Participativo: El Caso de Comunidades Nativas de la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul, Perú, *Lessons in Conservation*, Vol. 4, Network of Conservation Educators & Practitioners, <https://www.amnh.org/content/download/141372/2285444/file/construyendo-un-sistema-de-monitoreo-participativo-el-caso-de-comunidades-nativas-de-la-zona-de-amortiguamiento-del-parque-nacional-cordillera-azul-peru.pdf>

Tribunal Contencioso Administrativo Sección IV. Resolución N° 04399 – 2010. Extraído de: <https://nexuspj.poder-judicial.go.cr/document/sen-1-0034-552000>

Ulloa, Astrid, Julieta Godfrid, Gerardo Damonte, Catalina Quiroga y Ana Paula Lopez. 2021. "Monitoreos hidricos comunitarios: conocimientos locales como defensa territorial y ambiental en Argentina, Peru y Colombia". *Íconos. Revista de Ciencias Sociales* 69: 77-97. <https://doi.org/10.17141/iconos.69.2021.4489>

UNESCO. 2020. Marco estatutario de la red mundial de Reservas de la Biosfera. Paris: UNESCO.

UNESCO. 2021. Technical Guidelines for Biosphere Reserves. Paris: UNESCO.

UNESCO. 2024 Ciencia ciudadana en América Latina: perspectivas y políticas públicas: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388986>

United Nations Environment Programme, 2021. Making peace with nature: a scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies. United Nations. doi: 10.18356/9789280738377, <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789280738377#overview>

Referencias web

<https://bioay.org/>

<https://www.chmhonduras.org/index.php/acerca/noticias/1563reservadelhombrelabiosferasanmarcosdecolon>

<https://www.creacr.org/reservabiosferaaguaypaz>

<https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/parquesnacionales/pozuelos>

<https://redencuentros.org/cientifico-cientifico-todos-cientificos-la-tendencia-la-ciencia-comunitaria-ciencia-ciudadana/>

