Global Gateway

Cofinanciado por la Unión Europea

cooperación alemana

EL NUEVO ECUADOR | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Proyecto Nacional de Restauración del Paisaje

Metodología de identificación de áreas potenciales locales para restauración y los atributos para categorizar el escenario de referencia

Metodología de identificación de áreas potenciales locales para restauración y los atributos para categorizar el escenario de referencia

Autora: Margarita Alvarruiz

Equipo técnico de la Subsecretaría de Patrimonio Natural, Dirección de Bosques y Proyecto Nacional de Restauración del Paisaje (Ministerio del Ambiente, Agua yTransición Ecológica de Ecuador)

Revisión técnica
Valeria Biffi, Roberta Medeiros, Lucia Pezo (GIZ).

Comunicaciones
Macarena Castillo (GIZ).

Edición de textos, diseño y diagramación:
Alicia Infante.

Fotografía:
Archivo fotográfico GIZ.
Margarita Alvarruiz.

Este es un documento de difusión digital.

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Ecuador

Esta publicación cuenta con el apoyo financiero de la Unión Europea a través del programa Euroclima, implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores

Metodología de identificación de áreas potenciales locales para restauración y los atributos para categorizar el escenario de referencia

Contenido

Acrónimos		5
1.	Introducción	6
2.	Antecedentes	8
3.	Objetivo del estudio	12
4.	Restauración en Ecuador	14
5.	Metodología de identificación de áreas potenciales para restauración	18
6.	Metodología de categorización de escenarios de referencia	32
7.	Reflexiones finales	48
8.	Bibliografía	50

Acrónimos

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
AFD	Agencia Francesa de Desarrollo
ATPA	Agenda de Transformación Productiva Amazónica
BMZ	Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
DEM	Modelo Digital de Elevaciones
EC	Euroclima
EF	Expertise France
FIIAPP	Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH
INTPA	Dirección General de Asociaciones Internacionales de la Unión Europea
MAATE	Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador
MIF	Manejo Integral del Fuego
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PKR	Pueblo Kichwa de Rukullakta
PNRF	Plan Nacional de Restauración Forestal de Ecuador
PNR	Programa Nacional de Reforestación
PNRP	Proyecto Nacional de Restauración del Paisaje de Ecuador
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PdL	Pacto de Leticia
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal

1 Introducción

Euroclima es el programa de cooperación regional que fomenta la asociación estratégica entre la Unión Europea (UE) y América Latina y el Caribe, basado en valores compartidos y el compromiso de abordar el cambio climático y la pérdida de biodiversidad de manera conjunta. Una plataforma para el intercambio de ideas y de experiencia entre países de la región y con la Unión Europea. Es cofinanciado por la Unión Europea y por el Gobierno Federal de Alemania a través del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Busca contribuir a la transición sostenible, resiliente e inclusiva a través de esfuerzos de mitigación y adaptación climática, incluyendo la protección, restauración, conservación de la diversidad biológica y la promoción de la economía circular.

Euroclima se inserta dentro de la renovada Agenda de Relaciones entre la UE y América Latina y el Caribe y es parte de la estrategia Global Gateway que promueve inversiones y financiamiento en sectores relevantes, así como el uso de otros instrumentos de la UE y sus Estados Miembros para lograr sociedades más sostenibles, justas e interconectadas. Se implementa bajo el Espíritu del Equipo Europa, a través del trabajo sinérgico de ocho agencias: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Grupo AFD: Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)/ Expertise France (EF), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, el Programa de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Este trabajo se ha realizado en colaboración con el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador (MAATE), a través del Proyecto Nacional de Restauración del Paisaje (PNRP), bajo la gestión directa de la Dirección de Bosques de la Subsecretaría de Patrimonio Natural. El PNRP tiene el propósito de establecer procedimientos institucionales específicos y normados para implementar procesos de restauración del paisaje en territorio.

2
Antecedentes

El Pacto de Leticia es un acuerdo internacional firmado el 6 de septiembre del año 2019 en la ciudad de Leticia, Colombia, por varios países de la cuenca amazónica. Los países firmantes incluyen Colombia, Bolivia, Brasil, Ecuador, Guyana, Perú y Surinam. El objetivo principal del pacto es fortalecer la cooperación regional para la conservación y el uso sostenible de la Amazonía, con un enfoque particular en la protección del medio ambiente.

El pacto establece compromisos para mejorar la coordinación entre los países signatarios, promover el desarrollo sostenible en la Amazonía, proteger la biodiversidad, y hacer frente a las amenazas ambientales. Además, busca involucrar a las comunidades locales y a los pueblos indígenas en la implementación de medidas para la protección de la Amazonía.

En el año 2021, iniciaron las coordinaciones con representantes de los tres países, delegaciones de la UE, la Dirección General de Asociaciones Internacionales (INTPA por sus siglas en inglés) y representantes de las agencias implementadoras para organizar el apoyo del programa Euroclima al Pacto de Leticia (PdL). Para esta acción regional, se sumaron tres agencias implementadoras: AECID, Expertise France y GIZ. Entre ellas se decidió la implementación de siete acciones del Plan de Acción del PdL distribuidas de la siguiente manera:

AECID

- Crear y/o ampliar redes de emprendedoras amazónicas para intercambiar experiencias y buenas prácticas en negocios innovadores que contribuyan a poner en valor los productos de la Amazonía, generando alternativas de desarrollo sostenible y estimulando alianzas público-privadas para fortalecerlas.
- Fortalecer las capacidades de los pueblos indígenas y de las comunidades locales, con énfasis en las mujeres, en las acciones para la gestión del riesgo de desastres.

Expertise France

- Desarrollar e intercambiar estrategias para el uso, manejo y aprovechamiento sostenible de productos de la biodiversidad del bosque, para la generación de beneficios a las poblaciones locales que habitan dichos ecosistemas.
- Formular e implementar programas y proyectos dirigidos a que los pueblos indígenas puedan hacer un aprovechamiento sostenible y colectivo del bosque y biodiversidad, atendiendo a sus características particulares (lingüísticas, culturales, organizativas, socioeconómicas), así como que obtengan los beneficios que les correspondan por el uso de los recursos genéticos y sus conocimientos tradicionales.

GIZ

- Impulsar alianzas y acuerdos que permitan la capacitación, asesoramiento, investigación, desarrollo, uso y transferencia tecnológica limpia en los procesos de transformación de productos de bosques y biodiversidad, a los actores y a las comunidades locales.
- Articular centros de investigación para intercambiar experiencias y realizar acciones conjuntas para el manejo forestal sostenible, el desarrollo de planes de manejo de especies silvestres, y/o la implementación de sistemas productivos agroforestales que aporten a la competitividad de cadenas de valor, generación de bases técnicas de restauración, recuperación y rehabilitación ecológica.
- Promover cooperación entre centros de investigación y comunidad académica y científica priorizando el estudio para la conservación y desarrollo sostenible de la biodiversidad de la Amazonía, combinando saberes ancestrales y conocimientos tradicionales.

GIZ, junto con los Ministerios del Ambiente de Colombia, Ecuador y Perú y otras agencias públicas, diseñaron un plan de trabajo con acciones que respondan a las necesidades de política pública ambiental y realidad de cada país:

Fortalecimiento de capacidades de negocios verdes amazónicos para mejorar su perfil comercial

- Evaluación de negocios verdes en la Amazonía colombiana.
- Análisis de necesidades de fortalecimiento de capacidades de bioemprendimientos amazónicos de Ecuador.
- Desafíos para potenciar los eco y bionegocios en la Amazonía peruana.

Aplicación de metodologías de restauración en áreas degradadas

- Plan estratégico para la restauración de áreas degradadas en la amazonía colombiana con enfoque comunitario.
- Metodología de identificación de áreas potenciales locales para restauración y los atributos para categorizar el escenario de referencia con el Pueblo Kichwa de Rukullacta, Napo, Ecuador.
- Diseño de mapas de ecosistemas terrestres y áreas degradadas en departamento de Loreto para definir oportunidades de recuperación en Perú.

Mejoramiento de la interoperabilidad de sistemas de información sobre biodiversidad entre agencias públicas

- La interoperabilidad como ecosistema para compartir conocimiento sobre biodiversidad en Colombia.
- Acciones para fortalecer los sistemas de información y bases de datos nacionales para lograr la interoperabilidad para la gestión de la biodiversidad en Ecuador.
- Conectando datos: interoperabilidad para la biodiversidad en el Perú.

3 Objetivo del estudio

Es detallar el proceso de desarrollo de la metodología de identificación de áreas potenciales locales para restauración y los atributos para categorizar el escenario de referencia. Esta metodología se implementó a partir de un proyecto piloto en el territorio del Pueblo Kichwa de Rukullacta (PKR), en la provincia de Napo, Ecuador. El trabajo se realizó conforme al análisis biofísico y social del modelo de áreas priorizadas para restauración forestal del Plan Nacional de Restauración Forestal 2019-2030, junto con una metodología para la identificación y caracterización de escenarios de referencia.

4

Restauración en Ecuador

El 09 de julio del año 2019, mediante el Acuerdo Ministerial n.º 065, el MAATE expidió el Plan Nacional de Restauración Forestal 2019-2030 (PNRF), cuyo objetivo es *"implementar una política pública para restaurar áreas prioritarias con la participación de actores públicos y privados para recuperar áreas degradadas a nivel nacional"*. Este plan incluye la priorización de áreas de intervención, incentivos económicos y la sostenibilidad de las acciones de restauración.

El 28 de diciembre del año 2021, mediante oficio n.º SNP-SPN-2021-1286-OF, la Secretaría Nacional de Planificación, por intermedio de la Subsecretaría de Planificación Nacional, emitió el Dictamen de Prioridad del PNRP para el período 2022-2025. En este contexto, el MAATE, a través del PNRP impulsa actividades de restauración forestal como parte del Plan de Acción REDD+ y estrategia para la mitigación al cambio climático.

La propuesta del MAATE plantea un modelo de gestión integral de la restauración con enfoque de paisaje, vinculando a actores privados y públicos en distintos niveles, para lograr las metas del Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024- 2025 y avanzar en la transición ecológica del país. El PNRP tiene especial énfasis en las áreas priorizadas bajo el modelo geográfico biofísico y socioeconómico del PNRF, y considera necesario un análisis detallado de los territorios involucrados en los proyectos de restauración para cumplir con los objetivos del MAATE.

Para cumplir con las metas establecidas en el PNRF, es necesario desarrollar una metodología que permita priorizar las áreas de intervención para la restauración del paisaje a nivel local, así como una metodología para determinar los escenarios o ecosistemas de referencia necesarios para llevar a cabo dichas actividades.

La siguiente tabla presenta los avances en política pública en restauración ecológica en Ecuador.

La propuesta del MAATE plantea un modelo de gestión integral de la restauración con enfoque de paisaje, vinculando a actores privados y públicos en distintos niveles.

Tabla 1
Restauración ecológica en Ecuador

Año	Hito	Descripción
1996	Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador	Creación de la cartera de Estado encargada de la gestión ambiental del país.
2000	Estrategia Nacional para el Desarrollo Forestal Sustentable	Modelo de gestión que busca el mantenimiento y la restauración de los bienes maderables y no maderables, y los servicios ambientales del bosque, preservando su conservación en el tiempo.
2006	Plan Nacional de Forestación y Reforestación	Marco operacional para la implementación de actividades de forestación y reforestación que aporten de forma efectiva a la conservación y manejo sustentable de los recursos forestales, así como al mejoramiento de la calidad de vida de la gente, el fortalecimiento del desarrollo humano y económico, y la integración territorial. Actualizado en el año 2013.
2008	Constitución de la República del Ecuador	Reconoce a la naturaleza como sujeto de derechos, entre estos a la restauración.
2014	Programa Nacional de Reforestación con fines de conservación ambiental, protección de cuencas hidrográficas y beneficios alternos	Entidad de Ministerio del Ambiente cuyo objetivo fue restaurar ecosistemas degradados por pérdida de cobertura vegetal, principalmente en áreas priorizadas. Operó hasta 2021.
2014	Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017	Marco operacional para la implementación de programas de restauración forestal que aporten de forma efectiva a la conservación, recuperación de los servicios ecosistémicos y al manejo sustentable de los recursos forestales; así como, al mejoramiento de la calidad de vida de la gente, el fortalecimiento del desarrollo humano y económico, y la integración territorial. Sustituye al Plan Nacional de Forestación y Reforestación.
2014	Manual operativo para la implementación del incentivo económico para la restauración forestal con fines de conservación y protección	Marco operacional y técnico para la implementación de programas de restauración forestal enmarcados en el Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017. Actualizado en el año 2015
2017	Código Orgánico del Ambiente	Norma que tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir.
2019	Reglamento al Código Orgánico del Ambiente	Reglamento que desarrolla y estructura la normativa necesaria para dotar de aplicabilidad a lo dispuesto en el Código Orgánico del Ambiente
2019	Plan Nacional de Restauración Forestal 2019-2030	Establece los lineamientos técnicos, jurídicos y financieros para la implementación de mecanismos de recuperación de la estructura, composición y funcionalidad de los ecosistemas degradados, contribuyendo de esta manera a la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones. Sustituye al Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017.
2022	Proyecto Nacional de Restauración del Paisaje	Entidad del MAATE encargada de recuperar la integridad ecológica y mejorar el bienestar humano en paisajes naturales que han sido degradados o deforestados. Dictamen de priorización hasta 2025.

Fuente: elaboración propia.

5

Metodología de identificación de áreas potenciales para restauración

La metodología utilizada en este estudio es interdisciplinaria, combinando el análisis de variables y capas de información geográfica con talleres y encuestas a actores del PKR, para validar la información y recoger percepciones locales. Esto con el fin de identificar áreas potenciales para la restauración, que, aparte de ser seleccionadas por su importancia biofísica, también sean relevantes desde el punto de vista social, cultural y económico, asegurando así que las posibles intervenciones sean sostenibles y estén alineadas con las necesidades y prioridades de la comunidad.

5.1. Información utilizada

5.1.1. Información cartográfica

Se revisaron las siguientes capas y fuentes de información: zonificación del PKR; mapa de conectividad, fragilidad, vulnerabilidad, amenaza y ecosistemas (MAATE, 2012); mapa de estratos de bosque, modelo digital de elevación 12,5 m del Ecuador Continental; vías actualizadas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas - MTOP); densidad de población proyectada; mapa de cultivos (Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG); mapa de riesgo climático (MAG,2022); plantaciones forestales comerciales; fincas del Manejo Integral del Fuego de la Agenda de Transformación Productiva Amazónica; sistemas de riego, concesiones mineras y bloques petroleros actualizados; mapa de cobertura y uso de la tierra (MAATE, 2020); y mapa de deforestación 2018-2020 (MAATE, 2023). También se revisaron datos climáticos de WorldClim, balances hídricos (modelos IPCC-RCP), y series temporales de estaciones meteorológicas cercanas para evaluar los cambios locales. Finalmente, se analizaron las áreas de intervención del PNRP, parcelas ocupadas por unidades familiares en PKR y proyectos de infraestructura en el territorio (minería, hidroeléctricas, hidrocarburos, sistemas de riego, entre otros).

Como parte de la metodología, se generó el modelo de priorización de áreas potenciales para restauración con insumos y variables actualizadas a nivel local, como la tenencia de la tierra, conectividad de parches, amenazas, fragilidad y presencia de perturbaciones antrópicas (deforestación, entre otras). Además, se incluyó la presencia de proyectos de infraestructura, como bloques, pozos, ductos y piscinas de hidrocarburos, minería, instalaciones de aprovechamiento hídrico (captación hídrica, potabilización, entre otros) y depuración de aguas residuales.

Se realizó también un análisis de las dinámicas históricas de deforestación y regeneración en el área de estudio, con el fin de identificar las áreas más susceptibles a estos procesos, ya sea por proximidad o por haber sido afectadas previamente. Asimismo, se revisaron imágenes satelitales actualizadas del sensor Planet para determinar parches de bosque y áreas deforestadas recientes, a una escala más detallada que la proporcionada por los mapas disponibles. A partir de estos parches, se calcularon métricas de paisaje y zonas con efecto de borde, seleccionando las áreas que contribuyen más a la conectividad biológica y el tamaño del hábitat de las poblaciones. Finalmente, con la ayuda de la capa de Cobertura y uso de la tierra 2020, la zonificación de la comunidad y las imágenes satelitales, se generó un mapa preliminar de cobertura y zonificación actualizado al año 2023.

5.1.2. Información cualitativa

Además de las fuentes de información cartográfica, se recolectó información cualitativa a través de talleres con mapas parlantes y encuestas con los habitantes en las diecisiete (17) comunidades del PKR. Esto con el objetivo de validar las variables existentes en el modelo de áreas potenciales para restauración a nivel local. Esta recolección de información cualitativa buscó garantizar enfoques participativos e interculturales en la metodología de identificación de dichas áreas. Los talleres con mapas parlantes permitieron identificar los diferentes usos de los recursos, sus amenazas y la proyección el uso del territorio en el futuro. Esta información fue complementada con encuestas, entrevistas y un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) en el territorio del PKR. Cabe mencionar que, en los talleres participativos, se realizaron las actividades diferenciadas según género, edad u otras condiciones, involucrando a personas de distintos grupos en técnicas participativas de levantamiento de la información, como la “madeja de hilo” y la “pelota preguntona”.

Ilustración 1
Elaboración de mapas parlantes

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 1
Métodos de recopilación de la información

MODELO BIOFÍSICO

Información secundaria
Capas geográficas biofísicas y documentos sobre restauración y específicos de PKR (plan de vida, plan de manejo, etc.)
Perturbaciones antrópicas al medio físico

Generación de información
Elaboración capa CUT 2023 (edición Planet 2023)
Creación de capa de áreas con dinámicas históricas de deforestación
Obtención de índices de paisaje (fragmentación)
Obtención de índices de vegetación
Verificación de campo de la zonificación

MODELO SOCIOECONÓMICO

Información secundaria
Estadísticas - datos alfanuméricos
Capas geográficas socioeconómicas

Levantamiento de información en campo
Mapas parlantes: zonificación actual
Análisis FODA (levantamiento de información en taller)
Encuestas socioeconómicas
Entrevistas

Fuente: elaboración propia.

5.2. Construcción del modelo

La metodología contempla inicialmente la construcción de dos modelos (componentes): uno biofísico, que considera las restricciones del territorio y el enfoque de restauración, y, uno socioeconómico, donde influye el aspecto demográfico y el desarrollo de actividades productivas.

5.2.1. Componente Biofísico

Para la construcción del modelo biofísico se utilizaron criterios de degradación, importancia hídrica, riesgos, fragmentación y, aptitud y conflicto de usos (Tabla 2).

Tabla 2
Relación de criterios, variables, indicadores y categorización para el Componente Biofísico

COMPONENTE BIOFÍSICO					
CRITERIO	NIVEL	VARIABLE	INDICADOR	ESTANDARIZACIÓN	CATEGORÍAS
Degradación	Parche	Cambios en los índices de vegetación	Deforestación, regeneración y degradación (Índice NDFI)	DIRECTA	-1--0.3 -0.3-0 0 0-1 +1
Importancia hídrica	Microcuenca	Áreas de almacenamiento hídrico	Áreas de Recarga Hídrica (Submodelo)	DIRECTA	Muy Baja Baja Media Elevada Muy Elevada
		Áreas de protección de cursos hídricos superficiales	Ríos	DIRECTA	Áreas de protección fluvial Sin protección fluvial
		Otras zonas de protección hídrica	Bocatomas, ojos de agua, lagunas y cascadas	DIRECTA	Bocatomas Lagunas Cascadas Ojos de agua Sin cuerpo de Agua
Riesgos	Parche	Riesgo de deslizamientos de tierra	Susceptibilidad a movimientos en masa	DIRECTA	Sin Susceptibilidad Susceptibilidad Baja Susceptibilidad Media Susceptibilidad Alta Susceptibilidad Muy Alta
Fragmentación	Parche	Fragmentación de parches de bosque/ ecosistema natural	Índice de fragmentación	DIRECTA	0--0.85 0.85-1.03 1.03-1.23 1.23--1.53 1.53-2.04
Aptitud y conflicto de usos	Paisaje	Aptitud de uso	Conflicto de usos Actual	CATEGORIZACIÓN	Sobreutilización alta Sobreutilización moderada Sobreutilización ligera Uso adecuado Otros

Fuente: elaboración propia.

El criterio de degradación cuya variable es “Cambios en los índices de vegetación” se construyó con dos capas: índice de vegetación NDFI y áreas de deforestación histórica.

En el caso de las áreas de recarga hídrica, variable “Áreas de almacenamiento hídrico”, se elaboró un submodelo utilizando las siguientes capas: precipitación, altitud, pendiente, textura y geomorfología.

Para la variable “Riesgo de deslizamientos de tierra” se empleó el mapa de susceptibilidad de movimientos de masa (2013) de la Secretaría de Riesgos de Ecuador.

El índice de fragmentación se obtuvo a partir de indicadores como el número de parches (NumP), el tamaño medio del parche (mps) y el coeficiente de variación del tamaño de parches (PSOV).

La variable “Aptitud de uso” se desarrolló utilizando la información recolectada a través de los mapas parlantes sobre el territorio actual, el mapa de cobertura y uso del suelo actualizado al 2023, y la capa de conflicto de usos (MAG, 2019).

Obtenidas las capas de las respectivas variables, las mismas fueron normalizadas de acuerdo con cada categoría, teniendo en cuenta la estandarización directa e inversa en variables cuantitativas, o categórica en variables cualitativas. Para la asignación de pesos a las distintas variables e indicadores se realizó un taller con expertos en restauración. A continuación, se incluye los resultados de la mencionada ponderación:

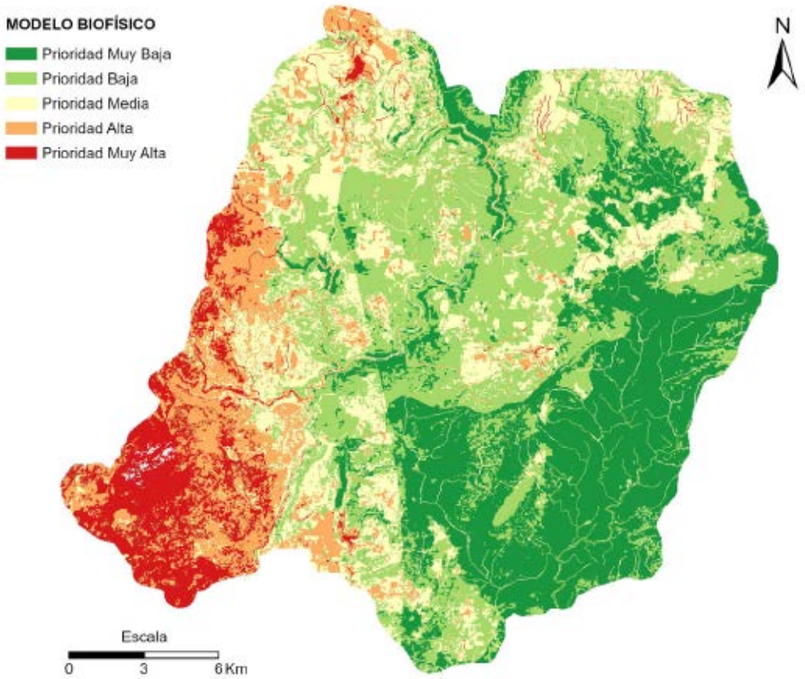
Tabla 3
Resultado de la ponderación con la matriz de importancia

INDICADOR	ESTANDARIZACIÓN (DIRECTA/INVERSA)	POND	%
Deforestación, Regeneración y Degradación (Índice NDVI)	DIRECTA	0,086	9 %
Áreas de recarga hídrica	DIRECTA	0,226	23 %
Ríos	DIRECTA	0,144	14 %
Bocatomas, ojos de agua, lagunas y cascadas (mapas parlantes)	DIRECTA	0,162	16 %
Susceptibilidad a movimientos en masa	DIRECTA	0,181	18 %
Índice de Fragmentación	DIRECTA	0,090	9 %
Aptitud de usos actual	CATEGORIZACIÓN	0,112	11 %

Fuente: elaboración propia.

Una vez categorizadas, estandarizadas y ponderadas las variables, se realizó el cruce cartográfico de las mismas en formato ráster, utilizando el álgebra de mapas. Del proceso de análisis mediante la utilización de las herramientas SIG, se obtuvo la cobertura geográfica del modelo biofísico que se muestra a continuación:

Mapa 1
Modelo biofísico de áreas prioritarias de restauración local



Fuente: elaboración PNRP.

5.2.2. Componente socioeconómico

Para la construcción del modelo biofísico se utilizaron los criterios de limitaciones sociales (como los conflictos de límites identificados en los talleres y con la información del consejo de gobierno del PKR), potencial de comercialización, costo de oportunidad y ordenamiento territorial participativo.

Tabla 4
Relación de criterios, variables, indicadores y categoría para el componente socioeconómico

COMPONENTE SOCIOECONÓMICO					
Criterio	**Nivel**	**Variable**	**Indicador**	**Estandarización**	**Categorías**
Limitación social	Comunitario	Conflictos de límites	Áreas con conflictos de límites	Inversa	Conflictos de límites Sin conflictos de límites
Potencial de comercialización	Predio	Submodelo de accesibilidad	Submodelo de accesibilidad	Inversa	Rangos: 1-2 2-3 3-4 5-6 7-9
Costo de oportunidad	Predio	Oportunidades económicas	Uso del suelo participativo	Categorización	Chakras Manejo forestal sustentable Pasto Monocultivos Bosque nativo
		Demografía	Polos de población	Inversa	Rangos (hab.): 1-100 100-200 200-500 500-700 700-2000
Ordenamiento Territorial Participativo	Paisaje	Zonificación futura	Zonificación Futura Participativa	Categorización	Zona de conservación Zona de restauración Manejo forestal sustentable Desarrollo turístico Desarrollo sustentable

Fuente: elaboración propia.

El potencial de comercialización se construyó utilizando un submodelo de accesibilidad, con una capa de distancias basada en los costos hacia centros poblados y vías (Cost-Distance). Para esto, se desarrolló previamente una capa de costos que incluyó indicadores como tipología de vías, tipología de ríos, pendiente, cobertura y uso de la tierra, distancia a poblaciones y vías.

El costo de oportunidad influye en la decisión del potencial beneficiario para incluir su terreno en actividades de restauración. Para ello, se consideraron indicadores como uso del suelo actualizado mediante los mapas parlantes, detallando los usos intensivos (monocultivos, área urbana, turismo, entre otros) y los polos de población (número de habitantes según la importancia de los centros poblados).

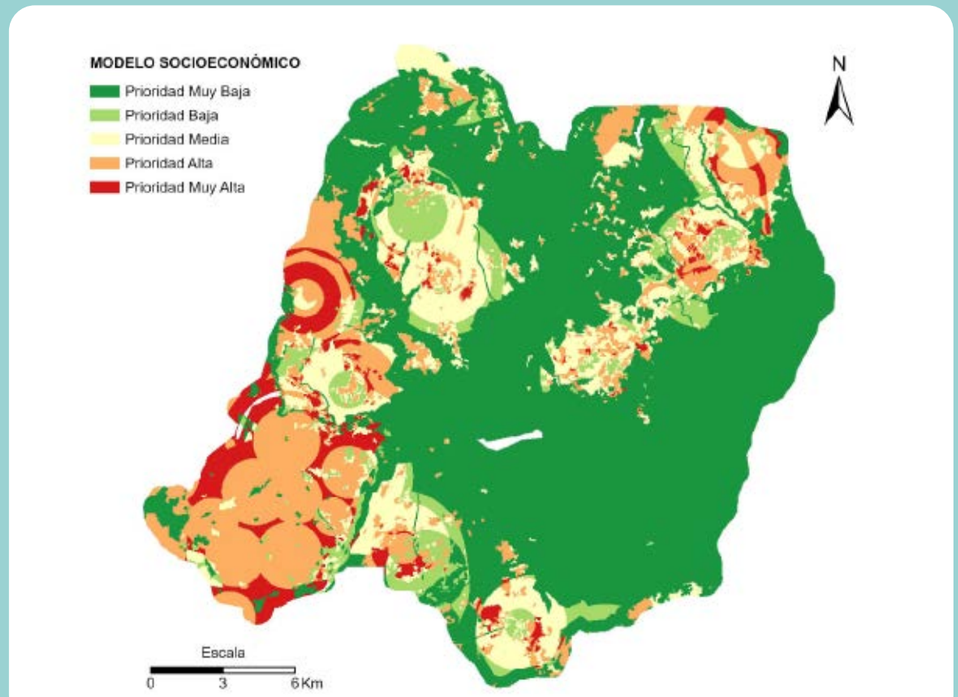
El ordenamiento territorial participativo se utilizó para desarrollar la variable de Zonificación Futura, apoyándose en las coberturas cartográficas del Plan de Vida del PKR y los mapas parlantes del territorio futuro. De igual manera que en el modelo biofísico se normalizó la información, se ponderó las variables y se utilizó el álgebra de mapas para obtener la cobertura geográfica del modelo socioeconómico.

Tabla 5
Resultado de la ponderación con la matriz de importancia

INDICADOR	ESTANDARIZACIÓN (DIRECTA/INVERSA)	POND	%
Deforestación, regeneración y degradación (Índice NDVI)	Directa	0,086	9 %
Áreas de recarga hídrica	Directa	0,226	23 %
Ríos	Directa	0,144	14 %
Bocatomas, ojos de agua, lagunas y cascadas (mapas parlantes)	Directa	0,162	16 %
Susceptibilidad a movimientos en masa	Directa	0,181	18 %
Índice de fragmentación	Directa	0,090	9 %
Aptitud de usos actual	Categorización	0,112	11 %

Fuente: elaboración propia.

Mapa 2
Modelo socioeconómico de áreas prioritarias de restauración local

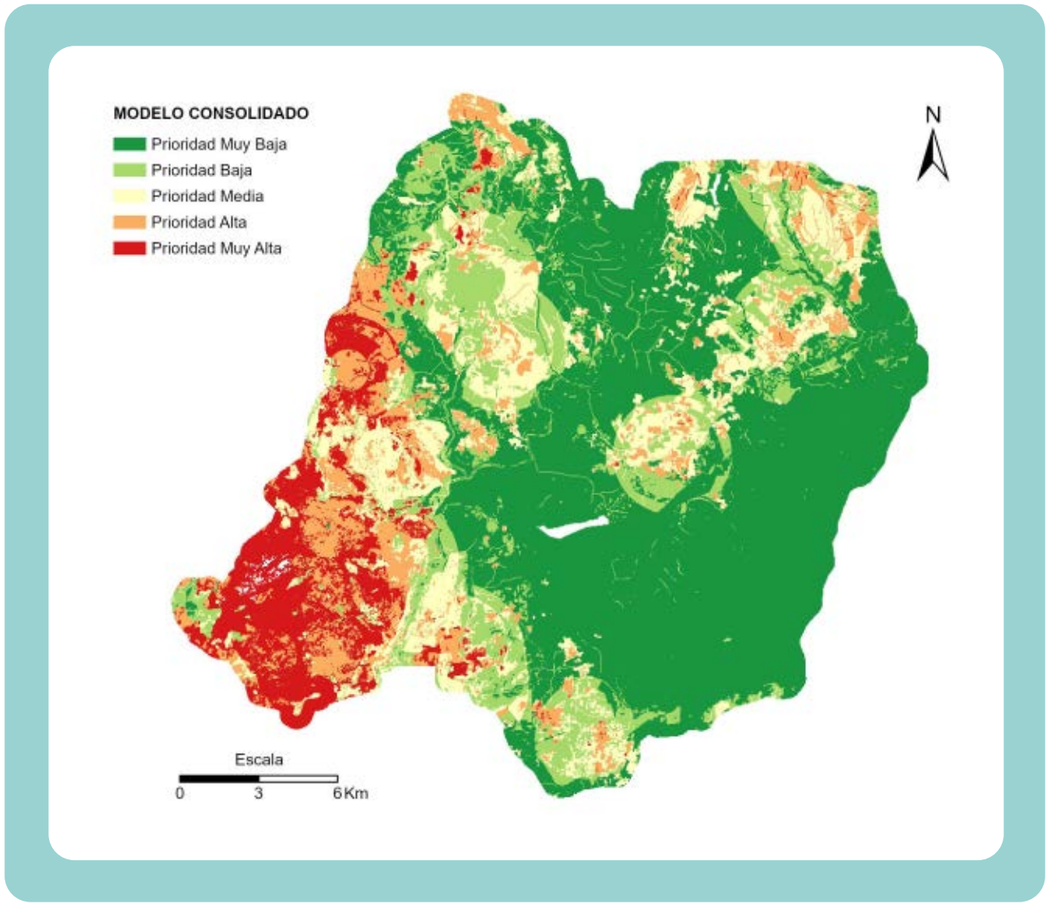


Fuente: elaboración PNRP.

5.2.3. Modelo de áreas priorizadas para restauración

Una vez generados los modelos de los componentes, estos fueron integrados mediante una multiplicación de los pixeles para obtener el modelo consolidado que identifica las áreas donde la restauración es priorizada considerando aspectos biofísicos y socioeconómicos.

Mapa 3
Modelo Consolidado de áreas prioritarias de restauración



Fuente: elaboración PNRP.

La clasificación de la priorización fue realizada en 5 categorías basadas en el Método de Cortes Naturales o "*Natural Breaks*" (Jenks, 1967). A continuación, se hace la descripción de cada uno de los niveles de clasificación:

Priorización Muy baja
Áreas en las que no se requiere intervención prioritaria, por lo que no se prevé que se desarrollen actividades de restauración. Se trata de áreas de bosque nativo, en buen estado de conservación, en las que se ubican algunas categorías y proyectos de conservación como el Bosque Protector Cerro Sumaco y Cuenca Alta del Río Suno, el predio Socio Bosque y se encuentra en las inmediaciones del Parque Nacional Sumaco Napo Galeras.

Priorización Baja
Áreas en las que la probabilidad de que se incluyan áreas de restauración es escasa. Son áreas con cierto grado de influencia antrópica, pero aún alejadas del área de influencia urbana y vial; o bien zonas con usos agrícolas intensivos y con mayor costo de oportunidad como para priorizar las actividades de restauración.

Priorización Media
Áreas en las que se prevé que se localicen algunas actividades de restauración. Estas zonas presentan mayor accesibilidad, dónde es más factible realizar actividades de restauración por la mayor cercanía a las áreas pobladas y vías, pero no tanto como en las áreas de prioridad alta y muy alta. Son, por tanto, áreas de transición entre las áreas de menor y mayor prioridad.

Priorización Alta
Áreas con aptitud elevada para la restauración del paisaje. Se trata de áreas con alta accesibilidad para el mantenimiento y cuidado de las especies recuperadas.

Priorización Muy alta
Áreas en las que se recomienda que, en la matriz del paisaje, predomine la zonificación destinada a la restauración. Estas son las áreas con buena accesibilidad, pero no tanto como para tener un muy alto coste de oportunidad, predominando la restauración en áreas productivas extensivas (sistemas silvopastoriles y agroforestales) y áreas de bosque intervenido y con prácticas de manejo forestal. Las únicas prácticas consideradas son las de restauración activa.

6

Metodología de categorización de escenarios de referencia

El presente estudio también emplea una metodología para la categorización de escenarios de referencia que combina el análisis de variables y capas de información geográfica con encuestas a actores del PKR, con el fin de validar datos de gabinete y recoger percepciones del proceso en el territorio. Esto se realizó con el objetivo de completar la metodología de categorización.

6.1. Análisis de la información

Se revisaron documentos y mapas incluidos en el Plan de manejo del Bosque Protector, Planes de Vida, Planes de Ordenamiento Territorial (PDOT), documentos de titularidad de la tierra y el Certificado de Gravamen, entre otros. Además, se llevó a cabo el levantamiento de información a través de talleres con mapas parlantes, en los que se identificaron los usos, recursos y amenazas actuales, así como del territorio futuro anhelado por los pobladores de las comunidades del PKR. En estos talleres se detectaron actividades diferenciadas por género y grupos de edad. Se utilizaron técnicas participativas como la "madeja de hilo" y la "pelota preguntona" para el levantamiento de la información.

Adicionalmente, se actualizó el Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra (MAATE, 2023) mediante sensores remotos de alta resolución temporal y espacial, se generó una capa de dinámicas históricas de deforestación e índices de vegetación ("change detection" del NDFI con la herramienta de software libre SEPAL), y se calculó el índice de fragmentación a través de parches por microcuencas y verificación de campo. La información recogida en los talleres, encuestas y entrevistas fue clave para la elaboración del modelo.

Finalmente, se normalizaron los valores de cada indicador, reclasificados entre el 1 y el 5, dependiendo si la relación era directa o inversa, para hacer compatibles las variables. Se utilizó un nivel de clasificación de 5 rangos o categorías, aplicando el Método de Cortes Naturales o "Natural Breaks" (Jenks, 1967), con las siguientes categorías: Muy Alta, alta, media, baja y muy baja.

FIGURA 1
Diseño conceptual de los escenarios de referencia en relación a los paisajes actuales

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se observa la correspondencia entre el paisaje actual y el escenario o paisaje de referencia:

Tabla 6
Correspondencia entre paisaje actual y escenario de referencia

PAISAJE ACTUAL	ESCENARIO DE REFERENCIA	CARACTERÍSTICAS DEL PAISAJE DE REFERENCIA
Urbano	Urbano sostenible	Uso urbano, con suficiente agua en las bocatomas gracias a la restauración de áreas de influencia hídrica y áreas de recarga hídrica. Con franjas de restauración, zonas verdes con especies nativas y algunas chakras ancestrales. Sin contaminación de ojos de agua, sin basura y sin movimientos en masa, con actividades sostenibles de aprovechamiento de especies no maderables y de la biodiversidad.
MONOCULTIVOS (naranjilla, pitajaya)	Cultivos enriquecidos con franjas ecológicas de restauración	Cultivos diversos enriquecidos con franjas ecológicas de restauración y chakras ancestrales.
PASTOS (uso intensivo)	Pastos enriquecidos con especies forestales nativas y franjas ecológicas	Pastos con especies arbóreas nativas que dan sombra y enriquecen el suelo, junto con franjas ecológicas en los márgenes y restauración con especies nativas medicinales y madereras (para aprovechamiento forestal, autoconsumo y bioemprendimientos).
Agroforestal no sostenible	Agroforestal sostenible (chakra ancestral)	Zonas de chakras ancestrales, enriquecidas con especies forestales, medicinales nativas para aprovechamiento sostenible y franjas ecológicas.
Rastrojo y bosque muy intervenido (tala rasa y aprovechamiento forestal)	Zona de manejo forestal sostenible	Bosque secundario con franjas ecológicas y restauración para enriquecer con especies nativas y con un manejo sostenible.
Bosque medianamente intervenido	Bosque secundario levemente intervenido	Bosque secundario en buen estado de conservación, con sotobosque, con poca evidencia de especies de fauna, con 1-2 estratos.
Bosque levemente intervenido	Bosque secundario maduro (según el tipo de ecosistema)	Bosque secundario en muy buen estado de conservación, con sotobosque en desarrollo, 3-4 estratos, con evidencia de especies de fauna, presencia alta de leñosas y epífitas, y altos valores de riqueza, diversidad y área basal.
Bosque maduro (según el tipo de ecosistema)	Bosque maduro (según el tipo de ecosistema),	Bosque maduro con altos valores de riqueza, diversidad, área basal, 4 estratos, sotobosque completo, elevada presencia de especies leñosas, presencia de epífitas, evidencia de especies de fauna, etc.

Fuente: elaboración propia.

Margarita Alvarruiz Bermejo.

La tabla 7 indica la caracterización estructural de los escenarios de referencia:

Tabla 7
Caracterización de los escenarios de referencia según el grado de intervención antrópica

Paisaje / variables	Categorización	Urbano sostenible	Cultivos enriquecidos con franjas ecológicas de restauración	Pastos enriquecidos con especies forestales nativas y franjas ecológicas	Agroforestal sostenible (chakra ancestral)	Zona de manejo forestal sostenible	Bosque secundario levemente intervenido	Bosque secundario maduro (según el tipo de ecosistema)	Bosque maduro (según el tipo de ecosistema)
Cambios de NDFI (últimos 10 años)	ÍNDICE NDFI -1--0,3 -0,3-0 0 0-1 +1	-1--0.3	-1--0.3	-1--0.3 0-1	-1--0.3 -0.3-0 0-1 +1	-1--0.3 -0.3-0 0-1 +1	-0.3 - 0 0 - 1	0	0
Mapa de cobertura y uso del suelo 2023	CATEGORÍA Bosque nativo Mosaico agropecuario Infraestructura Urbano Vegetación arbustiva y herbácea	Primordialmente Uso Urbano: Urbano e infraestructura (antrópico)	Uso Agrario (Mosaico Agropecuario)	Uso Pecuario (Mosaico Agropecuario)	Uso agroforestal (Mosaico agropecuario)	Bosque intervenido (Bosque nativo y Vegetación arbustiva y herbácea)	Bosque intervenido (Bosque nativo y Vegetación arbustiva y herbácea)	Bosque (Bosque nativo)	Bosque (Bosque nativo)
Distancia a vías	RANGOS (m) 1-500 500-1000 1000-3000 3000-5000 +5000	< 500 m	< 500 m	1-1000 m	1-1000 m	1000-3000 m	1000-5000 m	3000-5000 m	> 5000
Distancia a poblaciones	RANGOS (m) 1-500 500-1000 1000-3000 3000-5000 +5000	< 500 m	< 500 m	1-1000 m	1-1000 m	1000-3000 m	1000-5000 m	3000-5000 m	> 5000
Densidad de población (habitantes/ comunidad)	RANGOS (hab) < 100 100-300 300-500 500-700 700-2000	100-300 300-500 500-700 700-2000	100-300 300-500 500-700 700-2000	100-300 300-500 500-700 700-2000	100-300 300-500 500-700 700-2000	100-300 300-500	100-300	< 100	< 100
Pendiente	RANGOS (%) 0-12 12-25 25-50 50-75 +75	0-12	0-12	0-12 12-25 25-50	0-12 12-25 25-50	0-12 12-25 25-50 50-75	0-12 12-25 25-50 50-75	0-12 12-25 25-50 50-75 +75	0-12 12-25 25-50 50-75 +75
Perturbaciones antrópicas	**Presencia de Perturbaciones** **Ninguna perturbación:** especies invasivas, especies naturalizadas, evidencia de pastoreo, evidencia de cultivos, evidencia de incendios o quemas, presencia de infraestructura, erosión, evidencia de tala o aprovechamiento. **Grado severo:** principal fuente de disturbio en el ecosistema que ha afectado el estado de conservación. **Grado medio:** fuente primaria o secundaria de disturbio que ha afectado el estado de conservación, pero no causa degradación. **Grado leve:** fuente secundaria de disturbio, pero no causa degradación.	Grado severo	Grado severo	Grado severo	Grado severo	Grado medio	Grado medio	Grado leve	Ninguna

Fuente: elaboración propia.

Variables utilizadas para el Modelo General (consolidado):

Tabla 8
Modelo Consolidado de Escenarios de Referencia

ESCENARIOS DE REFERENCIA					
CRITERIO	**NIVEL**	**VARIABLE**	**INDICADOR**	**Estandarización (Directa/ Inversa)**	**CATEGORÍAS**
Estructura Ecosistémica	Parches	Submodelo de Caracterización ecosistémica	Ecosistemas con Características naturales	Categorías	1. Altitud 2. Precipitación 3. Textura 4. Geomorfología 5. Tipo de ecosistema
Grado de intervención del paisaje	Parches	Submodelo de Amenazas	Amenazas	Inversa	RANGOS 1-3 3-6 6-9 9-12 15
	Parcela	Actividades productivas	Uso del Suelo participativo (mapas parlantes)	Categorización	Chakras Manejo Forestal sustentable Pasto Monocultivos Bosque nativo
	Parches	Degradación	Deforestación, regeneración y degradación	Directa	Índice NDFI -1--0.3 -0.3-0 0 0-1 +1
Funcionalidad	Parches	Conectividad	Área Conexa Equivalente (ACE)	Inversa	RANGOS (EC) 0-44 44-991 991-1872 1872-4218 4218-9520
	Microcuenca	Servicios Ecosistémicos	Bocatomas, Ojos de agua, Lagunas, Cascadas	Directa	INCLUSIÓN (estas zonas tendrán distintos escenarios de referencia: función de regulación y almacenamiento de agua)
Valores Culturales	Parcela	Chakras ancestrales y Ceremonia de Guayusa	Chakras (mapas parlantes)	Categoría	Inclusión (estas zonas tienen distintos escenarios de referencia)
	Sitios	Recursos culturales-sagrados	Cuevas (petroglifos), lagunas, sitios sagrados	Categoría	Inclusión (estas zonas tienen distintos escenarios de referencia)

Fuente: elaboración propia.

Para la asignación de pesos a las distintas variables e indicadores, se realizó un taller con expertos en restauración. A continuación, en la tabla 9 se indica el resultado de la matriz de comparaciones de los distintos indicadores del Modelo de Escenarios de Referencia.

Tabla 9
Resultado de la ponderación con la matriz de importancia

INDICADOR	Estandarización	Abrev.	POND	%
Ecosistemas con características naturales	Categorias-variables	ECO	0,234	23 %
Amenazas	Inversa a la conservación	AMZ	0,152	15 %
Uso del suelo participativo (mapas parlantes)	Inversa a la conservación	MNC	0,073	7 %
Deforestación, regeneración y degradación	Inversa a la conservación	DEG	0,171	17 %
Área Conexa Equivalente (ACE)	Directa a la conservación	ACE	0,124	12 %
Bocatomas, ojos de agua, lagunas, cascadas	Directa a la conservación	H2O	0,125	13 %
Chakras (Mapas parlantes)	Directa a la conservación. Cultura	CHK	0,067	7%
Cuevas (petroglifos), lagunas, sitios sagrados	Directa a la conservación. Cultura	CULT	0,055	6%

Fuente: elaboración propia.

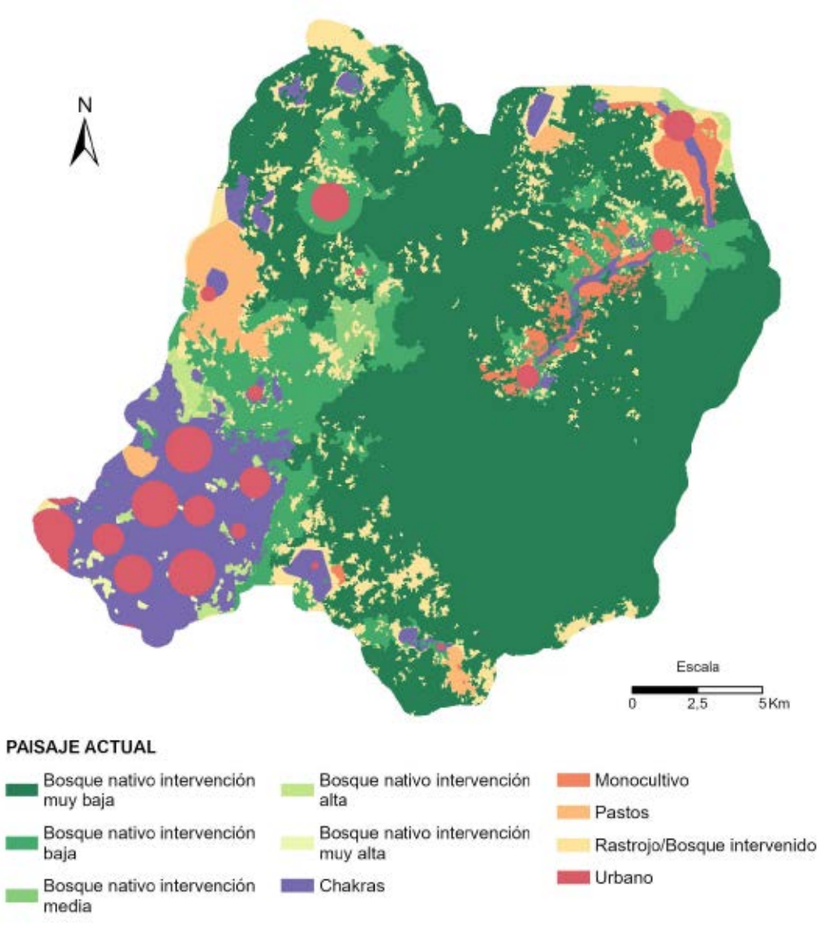
Margarita Alvarruiz Bermejo.

6.2. Paisajes de referencia

Además de la caracterización de los escenarios de referencia, se generaron los mapas del paisaje actual y el paisaje futuro. Se realizó una simplificación al modelo para representar gráficamente y de manera geográfica la complejidad de los paisajes, así como una visión general del funcionamiento y abstracción.

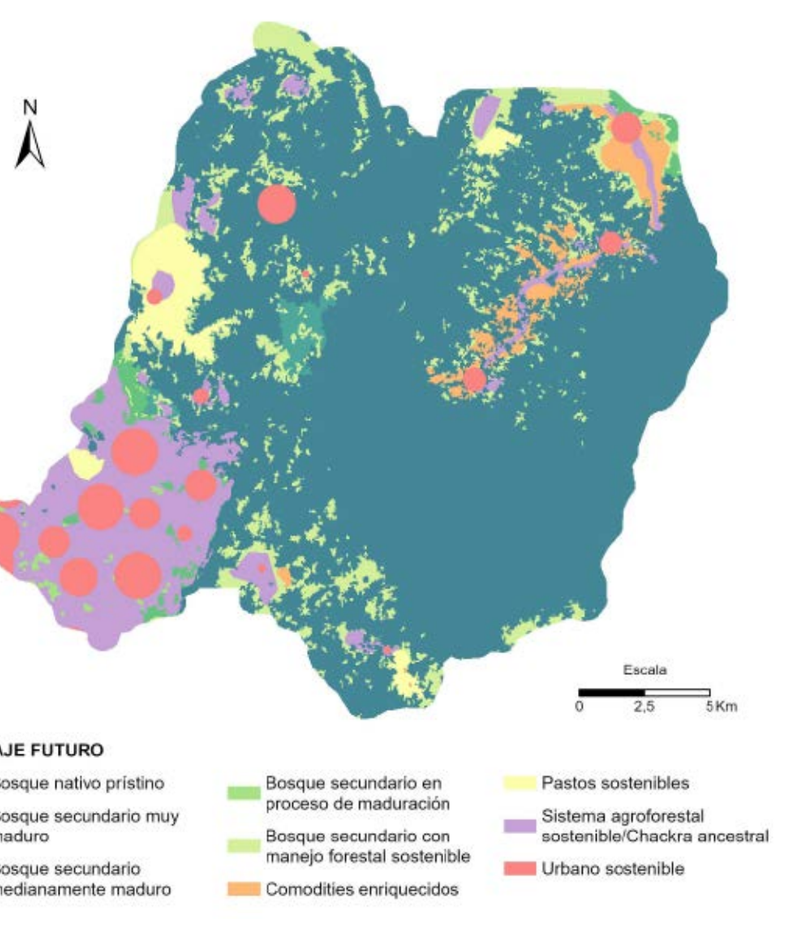
Esta simplificación se basó en el esquema número 1 de la metodología general para seleccionar escenarios de referencia y la Tabla 7 de Caracterización de los Escenarios de Referencia según el grado de intervención antrópica. Los mapas del paisaje actual y paisaje futuro de referencia al que el pueblo Kichwa Rukullacta aspira a llegar mediante la restauración, se muestran a continuación.

Mapa 4
Modelo de Escenarios de Referencia Simplificado. Paisaje Actual



Fuente: elaboración PNRP.

Mapa 5
Modelo de Escenarios de Referencia Simplificado. Paisaje Futuro



Fuente: elaboración PNRP.

7 Reflexiones finales

Los habitantes del PKR son conscientes de los desafíos asociados a la restauración y muestran interés en participar en proyectos de este tipo. Durante el proyecto piloto, el uso de mapas parlantes y metodologías participativas resultó fundamental para el diagnóstico y la obtención de información cartográfica. El trabajo de campo, que incluyó parcelas, recorridos, visitas a predios donde ya se implementaban actividades de restauración, fue esencial.

A partir de este piloto, se recomienda dotar y diversificar fuentes de financiamiento a los proyectos, con el fin de recuperar la funcionalidad ecológica y mitigar los efectos de la deforestación y degradación. Además, es crucial que las políticas de restauración, la realización de diagnósticos adecuados y la recolección de información en el territorio de manera participativa, para planificar eficazmente las actividades, modalidades y prácticas de restauración. Antes de la implementación, es necesario priorizar las áreas de intervención a nivel local, para asegurar el uso eficiente de los recursos. Las actividades de restauración se deben complementar con otras prácticas sostenibles, como la agropecuaria libre de deforestación, el ecoturismo, la piscicultura autóctona y la mejora de infraestructura sanitaria.

Un desafío clave para la restauración ecológica es fomentar el compromiso de las comunidades locales para aplicar prácticas sostenibles e implementar acciones de restauración, considerando incentivos para facilitar su adopción. También es importante desarrollar una metodología oficial para evaluar la degradación, que esté alineada con la realidad territorial y los procesos ecológicos de funcionalidad ecosistémica, más allá de impactos específicos y deforestación.

8. Bibliografía

Aguirre, Z., Yaguana, C. (2012). Métodos para la medición de la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Carrera de Ingeniería Forestal. Loja, Ecuador. 72 p.

Aguirre Mendoza, Z., Celi Delgado, H., & Herrera Herrera, C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. Arnaldoa, 25(3), 923-938.

Bravo, C., Torres, B., Alemán, R., Marín, H., Durazno, G., Navarrete, H., ... & Tapia, A. (2017). Indicadores morfológicos y estructurales de calidad y potencial de erosión del suelo bajo diferentes usos de la tierra en la Amazonía ecuatoriana. In Anales de Geografía de La Universidad Complutense (Vol. 37, No. 2, p. 247). Universidad Complutense de Madrid.

Calero, A. S., & Vizuete, O. (2018). ¿Por qué son frágiles los suelos de la amazonia ecuatoriana? Castro Barreno, K. F. (2019). Diseño de un centro de interpretación de medio ambiente y manejo de turismo sostenible para el Pueblo Kichwa de Rukullakta en Archidona, Napo (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

De Pedraza, J. (1996). Geomorfología, Principios, Métodos y Aplicaciones, Madrid.

Eguiguren, P., Ojeda, T. (2009). Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florísticas en una zona piloto del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. Tesis Ingeniería Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 101 p.

Guevara J., Mogollón, H., Cerón, C., Josse, C., PMV. (2013). Páginas 107-109 & 187-189 en: Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

Palacios, B.; Z. Aguirre; D. Lozano & C. Yaguana. (2016). Riqueza, estructura y diversidad arbórea del bosque montano bajo de la microcuenca "El Padmi" Zamora ChinchipeEcuador. Bosques Latitud Cero 6(2):104-117.

Poma, K. (2013). Composición Florística, Estructura y Endemismo de un bosque siempreverde de tierras bajas de la Amazonía, en el cantón Taisha, Morona Santiago. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja, Loja- Ecuador.

Ritchey, E. L., McGrath, J. M., & Gehring, D. (2015). Determining Soil Texture by Feel. Agriculture and Natural Resources Publications. 139.

Santiana, J., Báez, S., Guevara, J., PMV. (2013). Páginas 109-111 en: Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.

Sayre, R., Roca, E., Sedaghatkish, G., Young, B., Keel, S., Roca, R., & Sheppard, S. (2002). Un enfoque en la naturaleza. Evaluaciones ecológicas rápidas. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, USA.

Euroclima es implementado por