



¿Cómo priorizar acciones de protección de servicios ecosistémicos hidrológicos?

El caso de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira



Robert Yaguache

Emilio Cobo

Luis Yaguache



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE**

Los puntos de vista que se expresan en este documento no reflejan necesariamente los de la UICN o de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.

Publicado por: UICN Sur. Quito, Ecuador.

Derechos reservados:

© 2018 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros fines no comerciales, sin permiso escrito previo de parte de quien detenta los derechos de autor, siempre que se mencione la fuente.

Se prohíbe reproducir esta publicación con fines comerciales sin permiso escrito previo de quien detenta los derechos de autor.

Citación: Yaguache, R., Cobo, E. y Yaguache L. (2018). ¿Cómo priorizar acciones de protección de servicios ecosistémicos hidrológicos en una cuenca? El caso de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. UICN, Quito, Ecuador.

Disponible en: www.uicn.org/sur

Con el auspicio de:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE



Con la colaboración de:



CONTENIDOS

Introducción	5
1. El contexto de los servicios ecosistémicos y la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH).....	6
1.1 Las funciones y servicios ecosistémicos hidrológicos	6
1.2 La gestión integrada de recursos hídricos en cuencas hidrográficas	7
2. La priorización de acciones para la protección de servicios ecosistémicos hidrológicos en cuencas hidrográficas	8
2.1. La necesidad de priorizar	8
2.2. Actores Estratégicos.....	9
2.3 Metodología de Priorización	10
2.3.1. Priorización de territorios	10
2.3.2. Priorización de prácticas y acciones de manejo	13
2.3.3 Implementación a nivel de finca, articulación institucional y de incentivos	16
3. Ejercicio Piloto: Priorización de Acciones y Articulación Institucional para la Protección de Servicios Ecosistémicos Hidrológicos en la Cuenca de Catamayo Chira	18
3.1 Ubicación y caracterización general.....	18
3.2 Iniciativas en territorio.....	21
3.3 Actores relevantes interviniendo en la Cuenca	26
3.4 El contexto transfronterizo.....	27
3.5. Priorización de territorios.....	29
3.5.1 Áreas de interés para intervención institucional	30
3.5.2 Intereses locales	33
3.5.3 Áreas estratégicas para producción de servicios ecosistémicos.....	34
3.5.4 Potenciales riesgos en los territorios	36
3.5.5 Procesamiento de la información.....	41
3.6 Priorización de prácticas y acciones a nivel de unidades hidrográficas	43
3.6.1 Protección de remanentes: páramos, bosques, matorrales	43
3.6.2 Restauración de áreas de interés	45
3.7. Implementación a nivel de finca, articulación de instituciones y de incentivos.....	53
3.7.1 Negociación.....	56
3.7.2 Incorporar los resultados de la priorización en los procesos de planificación y desarrollo territorial	58
Bibliografía.....	59
Anexo 1. Información geográfica utilizada	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de los Servicios de los Ecosistemas.....	6
Tabla 2: Criterios de Priorización de Áreas de Manejo en Cuencas Hidrográficas	9
Tabla 3: Actores Clave para la Priorización de Áreas de Manejo en Cuencas Hidrográficas	9
Tabla 4: Prácticas/Acciones Básicas para la Protección de Servicios Hidrológicos en Cuencas Hidrográficas.	15
Tabla 5: Iniciativas de Conservación/Restauración en la Cuenca Catamayo Chira.....	25
Tabla 6: Actores relevantes en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.....	28
Tabla 7: Categorías, Parámetros y Criterios para el Proceso de Priorización de Territorios.	31
Tabla 8: Margen de protección de ríos y quebradas.....	46
Tabla 9: Guía de Prácticas Básicas y sus Contribuciones a la Protección de Servicios Ecosistémicos a Nivel de Finca.	51
Tabla 10: Matriz de Incentivos Potenciales para Conservación en la cuenca de Catamayo.	54
Tabla 11: Matriz de Incentivos Potenciales para Restauración en la cuenca de Catamayo.	54
Tabla 12: Matriz de Incentivos Potenciales para Innovación Productiva en la cuenca de Catamayo.....	55
Tabla 13: Matriz de Incentivos Potenciales para Manejo Forestal en la cuenca de Catamayo.	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de Priorización de Áreas de Manejo en Cuencas Hidrográficas	10
Figura 2: Categorías y Parámetros para Priorización de Territorios.....	11
Figura 3: Mapa altitudinal de la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira y su Ubicación Espacial.....	18
Figura 4: Uso Actual del Suelo en la Cuenca Catamayo.	19
Figura 5: Uso Actual del Suelo en la Cuenca Chira.	20
Figura 6: Mapa de Uso y Cobertura de la Cuenca Transfronteriza Catamayo – Chira, empleado para el ejercicio de priorización.	20
Figura 7: Iniciativas de Protección y Restauración en la Cuenca.	24
Figura 8: Mapa de las Reservas de Biósfera en la Cuenca Catamayo.	26
Figura 9: Estructura de la Comisión Binacional de la Cuenca Transfronteriza Zarumilla.....	29
Figura 10: Intereses Institucionales de Intervención Prioritaria.	30
Figura 11: Territorios de Interés Local.	33
Figura 12: Representación de la Zona del Corredor Transfronterizo.	34
Figura 13: Representación del Área con Presencia de Bosques de Neblina.	35
Figura 14: Deforestación en los Bosques y Valles Semi - Secos del Sur.....	36
Figura 15: Distribución Espacial de los Cambios Proyectados por los Modelos RLMEE.....	37
Figura 16: Riesgo a Erosión.....	38
Figura 17: Riesgo a Inundaciones.....	39
Figura 18: Riesgo a Movimientos en Masa.	40
Figura 19: Áreas de Prioridad de Acuerdo a la Suma de Intereses.....	41
Figura 20: Priorización de Territorios para Intervención en la Cuenca.....	42
Figura 21: Áreas para Protección de Remanentes.	44
Figura 22: Áreas para Restauración de Cejas de Montaña y Vegetación Ribereña en la UH 13.888.	47
Figura 23: Representación de las Prácticas de Protección y.....	48
Figura 24: Plano de la Situación Actual.	52
Figura 25: Plano de la Situación Deseada.	52
Figura 26: Posibilidades de articulación institucional e incentivos a nivel de fincas en la Cuenca de Catamayo.	53

Introducción

Una parte importante del proceso de planificación y desarrollo de una cuenca hidrográfica consiste en tomar decisiones con respecto a cómo, dónde y con quién intervenir, dado que los proyectos tienen tiempos y presupuestos limitados. Por esta razón, es importante conocer en qué lugar de la cuenca, los esfuerzos e inversión pueden generar los mayores impactos para alcanzar una gestión sostenible.

Esta es la razón fundamental para contar con una herramienta práctica que permita a un gobierno local o institución no gubernamental, priorizar áreas de intervención y acciones dentro de una cuenca hidrográfica, en este caso con el fin de proteger los servicios ecosistémicos hidrológicos. Al mismo tiempo, existe una diversidad de actores públicos y privados interviniendo en una misma cuenca, la articulación y coordinación de acciones en territorio es primordial para alcanzar un manejo eficiente y eficaz de la cuenca.

Existen varios métodos para priorizar áreas, sean estas cuencas transfronterizas, dentro de un país, microcuencas, o áreas específicas dentro de microcuencas cuya importancia estratégica ya se reconoce. Las áreas críticas dentro de una cuenca son aquellas que juegan un rol especialmente importante para sus ecosistemas, los procesos hidrológicos, y las poblaciones locales. Las áreas de vegetación próximas a un curso de agua o en las cejas de montaña pueden no ser identificadas como importantes por los actores locales; sin embargo, pueden cumplir funciones ecológicas y reguladoras relevantes, ser hábitat de especies importantes o en peligro, contribuyen al control de inundaciones o bien ser sitios críticos para los esfuerzos de conservación. Un área crítica también puede ser determinada por los usos del agua, como el abastecimiento a poblaciones, riego, áreas recreativas, o hábitats frágiles de vida silvestre. El objetivo de la planificación en áreas críticas debe ser **entonces** la identificación y ubicación de tales espacios para asegurar el mantenimiento de sus servicios ecosistémicos y biodiversidad.

La cuenca transfronteriza Catamayo-Chira es particularmente interesante para aplicar una herramienta de este tipo, debido a sus condiciones hidrológicas, ecológicas y socioeconómicas. Adicionalmente, esta cuenca transfronteriza cuenta con iniciativas que fomentan la gestión integrada del recurso hídrico y adaptación al cambio climático, lideradas por los gobiernos locales de Loja y Piura. A nivel nacional el Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador y la Autoridad Nacional del Agua (ANA) de Perú, cuentan con marcos de gobernanza y planificación que requieren de una adecuada articulación y coordinación con otras iniciativas de gobierno y de actores a nivel local. La necesidad de gestionar una cuenca de forma articulada y coordinada entre estos actores, puede ser apoyada con el desarrollo de herramientas y mapas de priorización que faciliten la planificación, el direccionamiento y costo-eficacia de acciones en territorio, evitando la duplicidad de esfuerzos, maximizando el impacto en territorio y generando sinergias entre diversas iniciativas.

La presente propuesta, procura construir de forma participativa un instrumento para la toma de decisiones, adaptado a las condiciones de la Cuenca transfronteriza. Contiene la identificación de áreas prioritarias para intervención y un marco de acciones posibles para articular a las diferentes instituciones de acuerdo a sus competencias. Además, ayuda a organizar una estrategia que regule los distintos incentivos que están disponibles para acciones de manejo de la Cuenca, tanto locales, nacionales, como transfronterizas.

1. El contexto de los servicios ecosistémicos y la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH)

1.1 Las funciones y servicios ecosistémicos hidrológicos

Se entiende como función ecosistémica a los procesos biológicos, geoquímicos y físicos que tienen lugar u ocurren dentro de un ecosistema. Las funciones ecosistémicas se relacionan con los componentes estructurales del ecosistema (por ejemplo: el suelo, agua, nutrientes, las especies animales y vegetales), y cómo estos interactúan dentro de los ecosistemas y a través de ecosistemas. A veces, a las funciones ecosistémicas se las llama también “procesos ecológicos”. Cuando estas funciones ofrecen uno o más beneficios para la vida humana se interpretan como “servicios ecosistémicos”.

La primera formalización científica del concepto de Servicios Ecosistémicos (SE) fue otorgada por Daily (1997) definiéndolos como las condiciones y procesos a partir de los cuales los ecosistemas y las especies mantienen y satisfacen la vida humana. Ahora, los servicios ecosistémicos se entienden a partir del vínculo entre los ecosistemas con el bienestar de la sociedad, puesto que todos los seres humanos dependen necesariamente de los distintos ecosistemas de la Tierra y de los bienes y servicios que éstos proporcionan, como el agua, alimentos, regulación del clima, la belleza escénica (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, agrupa los servicios ecosistémicos en cuatro categorías, los cuales se describen en la tabla 1 (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Tabla 1: Clasificación de los Servicios de los Ecosistemas

CATEGORÍA	SERVICIO ECOSISTÉMICO
Provisión o suministro Aquellos bienes tangibles que se obtienen de los ecosistemas	Alimento (cultivos, ganado, pesquerías de captura, acuicultura, alimentos silvestres) Fibras (algodón, cáñamo, seda) Madera y leña Recursos genéticos Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos Agua (agua dulce)
Regulación Relacionados con la regulación de las funciones de los ecosistemas	Regulación de la calidad del aire Regulación del clima (global, regional y local) Regulación del agua Regulación de la erosión Purificación del agua y purificación de las aguas de desecho Regulación de enfermedades Regulación de plagas Polinización Regulación de riesgos naturales
Culturales Aquellos bienes intangibles asociados con valores estéticos, educativos	Valores culturales y religiosos Valores estéticos Recreación y ecoturismo
De soporte Se constituyen en la base de los anteriores	Ciclo de nutrientes Producción primaria Formación de suelo

La relación entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano se pueden evaluar mejor en unas escalas espaciales que en otras; es así que, la cuenca hidrográfica y una comunidad local, en algunos casos, son las escalas más adecuadas. Es importante entender que la elección de una escala debe basarse en la naturaleza de los procesos socio-ambientales que nos interesa evaluar.

Aunque el buen manejo de los ecosistemas retribuirá beneficios en diversas áreas, también es posible enfocar el análisis en algún tipo particular de servicio como, en este caso, los relacionados al agua. Los servicios hidrológicos provistos por los ecosistemas tienen que ver con el mantenimiento y regulación del ciclo del agua, lo que a su vez garantiza agua en cantidad y calidad para diversos usos humanos (consumo humano, agricultura, industria, generación de energía) y procesos naturales (funcionalidad de ecosistemas y especies, recarga de acuíferos, etc.). Además, se reconoce que una buena gestión de los ecosistemas reduce el riesgo de eventos extremos como sequías e inundaciones y aumenta la resiliencia de las cuencas hidrográficas y las economías frente al cambio climático.

1.2 La gestión integrada de recursos hídricos en cuencas hidrográficas

La gestión integrada de recursos hídricos (GIRH), está hoy en día en las agendas de trabajo de los países, regiones y los consejos de cuencas hidrográficas. La Asociación Mundial para el Agua (GWP) define a la GIRH como “un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.” (Hassing *et al*, 2009). La Comunidad Andina ha adoptado este concepto, orientando el manejo del recurso con mayor equidad, eficacia y sustentabilidad/ sostenibilidad, en el marco de los siguientes objetivos:

- Promover el acceso al agua y a los beneficios que se derivan de ella como medio para enfrentar la pobreza.
- Asegurar que el agua se use con eficiencia para el beneficio del ambiente y las personas.
- Adoptar la cuenca como unidad de planificación y de gestión.
- Promover la conservación y protección de las cuencas hidrográficas, los ecosistemas y los recursos hídricos.
- Promover un enfoque participativo, involucrando a los planificadores y a los legisladores en todos los niveles.
- Reconocer el papel primordial de la mujer en el suministro, administración y salvaguarda del agua.

Adicionalmente, las acciones de la GIRH en la Comunidad Andina comprenden: la gestión del conocimiento, el fortalecimiento de la gobernanza, la cooperación subregional e internacional, la promoción de la conservación y el uso sostenible/sustentable de los recursos hídricos en los países miembros, la promoción de acciones de respuesta a los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos, el apoyo a la gestión integrada de los recursos hídricos en cuencas transfronterizas y, la promoción de lineamientos y acciones para la GIRH en el ámbito de los países miembros dentro de la Cuenca Amazónica (Comunidad Andina, 2012).

2. La priorización de acciones para la protección de servicios ecosistémicos hidrológicos en cuencas hidrográficas

2.1. La necesidad de priorizar

Son varios los esfuerzos que despliegan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para el manejo y gestión de cuencas hidrográficas, la mayoría de veces, con recursos limitados. Esta situación invita a reflexionar sobre: ¿Cuáles áreas demandan intervención inmediata, en el mediano y largo plazo? ¿En qué lugares de la cuenca, los recursos y esfuerzos que se inviertan alcanzarán los mayores impactos? ¿Cómo se pueden articular esfuerzos e incentivos para lograr mayor eficiencia y eficacia?

Los procesos de priorización permiten:

- Identificar y establecer áreas de intervención que requieren atención prioritaria, urgente o estratégica, en función de la demanda de la cuenca.
- Realizar inversiones más eficaces en áreas que demandan mayor prioridad, como resultado de la interrelación de diferentes parámetros político-institucionales, ambientales, económicos y sociales.
- Articular distintos intereses institucionales en áreas comunes; un área priorizada se constituye en una oportunidad para que las distintas instituciones que vienen actuando, construyan una visión compartida del territorio, coordinen acciones, organicen y distribuyan los esfuerzos de ejecución y regulación de los incentivos disponibles.

Existen distintos procesos de priorización. En Colombia, se desarrolló una herramienta con criterios y parámetros para ordenar cuencas, con base en una técnica de valoración con expertos con votación compuesta (IDEAM, 2002). Un procedimiento similar fue el utilizado por Sánchez *et al* (2004) aplicando el análisis multicriterio y ArcGis para la priorización de áreas que permitan el manejo de la cantidad y calidad de agua de la cuenca del río Sarapiquí en Costa Rica. Otros ejercicios contemplan la técnica de álgebra de mapas para priorizar cuencas, subcuencas y microcuencas (Faustino, 1986), combinando con encuestas Delphi para la determinación de áreas/polígonos de importancia estratégica en microcuencas abastecedoras de agua para consumo de poblaciones veredales en Medellín Colombia (Hincapié y Lema, s.a). Finalmente, ejercicios como el de Guillén *et al* (2004), utilizaron un procedimiento de programación lineal y sistemas de información geográfica integrando variables socioeconómicas y biofísicas para optimizar el uso de la tierra en la subcuenca del río Copán en Honduras.

La priorización de áreas en una cuenca se relaciona con distintas dimensiones, desde aspectos biofísicos, hidrológicos, socioculturales, tecnológicos, económicos e institucionales. El propósito es comparar distintos escenarios para seleccionar aquellas acciones que permitan el cumplimiento de los objetivos de manejo, que permitan tomar decisiones, lo más acertadas posibles, acerca de ¿Qué hacer? ¿Dónde implementar? ¿Con quién hacerlo? y ¿Cuándo hacerlo?

Los ejercicios de priorización de áreas de manejo en cuencas hidrográficas, desarrollados por IDEAM (2002), y Richters (1986), utilizan las siguientes categorías y parámetros:

Tabla 2: Criterios de Priorización de Áreas de Manejo en Cuencas Hidrográficas

CATEGORÍA	PARÁMETROS
Biofísica	Erosión, pendiente, presencia/ausencia de ecosistemas estratégicos
Hidrológica	Índice de escasez por la demanda y oferta hídrica
Socioeconómica	Potencial forestal, agrícola, ausencia de áreas protegidas, conflicto por uso de agua
Degradación del medio	Contaminación de ríos
Político institucional	Prioridad del gobierno, presencia de organizaciones gubernamentales, razón de recursos provenientes de convenios, transferencias e instrumentos económicos

El uso de estas diferentes categorías y parámetros, permite desarrollar ejercicios de priorización más integrados en términos ambientales, socioeconómicos e institucionales.

Los procesos de priorización, deben satisfacer algún propósito nacional, regional, local o institucional, por ejemplo priorizar cuencas para protección, para restauración, para manejo forestal, para mejoramiento productivo o desarrollo socioeconómico. Estos objetivos condicionan de alguna manera, la participación de distintos actores en la priorización donde se articulan los distintos intereses y su accionar en la toma de decisiones, planificación, ejecución, monitoreo y evaluación.

2.2. Actores Estratégicos

En los procesos de participación para la priorización, cada actor clave tiene la oportunidad de reflejar sus intereses institucionales por determinados territorios, proponer sus estrategias y preocupaciones, como también sus parámetros y criterios para ser integrados en el proceso de priorización. Se debe considerar la participación, al menos, de los siguientes actores claves:

Tabla 3: Actores Clave para la Priorización de Áreas de Manejo en Cuencas Hidrográficas

ACTORES	RAZÓN
Instituciones públicas (Ministerios)	Son entes rectores de políticas agropecuarias, ambientales, sociales.
Gobiernos locales	Tienen competencias exclusivas en el territorio regional, provincial, cantonal.
Organizaciones No Gubernamentales	Ejecutan proyectos de desarrollo.
Organizaciones sociales y comunitarias	Mantienen una base de organización social y con productores.
Productores	Usan y aprovechan el suelo con actividades agropecuarias.
Empresas privadas	Desarrollan Inversiones a través de proyectos productivos y de infraestructura.

2.3 Metodología de Priorización

El proceso de priorización contempla tres momentos: La priorización de territorios, la priorización de prácticas/acciones a nivel de unidad hidrográfica y la implementación a nivel de finca, sin olvidar la necesaria articulación de incentivos e instituciones.



Figura 1: Proceso de Priorización de Áreas de Manejo en Cuencas Hidrográficas

2.3.1. Priorización de territorios

2.3.1.1. Organización de información existente

Se recopila la información técnica y cartográfica existente, en lo posible actualizada y con mejor detalle, en el contexto de la cuenca en estudio. Esta información se relaciona con ejercicios de priorización de microcuencas previamente realizados, zonas de prioridad por interés institucional o político; áreas definidas para intervención de proyectos, entre otros. De la información técnica se extraen datos, resultados, conclusiones; mientras que la información cartográfica se uniformiza en formato *vector* o *raster* para ser utilizada y se representa en mapas temáticos.

2.3.1.2. Definición de parámetros y criterios

En la Figura 2, se plantean las categorías, parámetros y criterios iniciales para el ejercicio de priorización.



Figura 2: Categorías y Parámetros para Priorización de Territorios

Los intereses institucionales-políticos se refieren a los sitios, zonas, áreas político administrativas, microcuencas u otro espacio de territorio; calificado como prioritario, con base en ejercicios de priorización específicos desarrollados previamente en instituciones. En estos ejercicios se utilizan parámetros seleccionados en función de sus objetivos específicos de intervención. Por lo general, los parámetros se agrupan en categorías biofísicas, socio-económicas, ambientales y político-institucionales. Mientras que las metodologías para su procesamiento varían, desde el uso de sistemas de información geográfica, el álgebra de mapas, hasta el uso de matrices multicriterio para la calificación y ponderación de parámetros.

Se plantea el siguiente criterio: *“Las áreas seleccionadas con base en ejercicios de priorización específicos, se reconocen como territorios de prioridad en la cuenca”*.

Los intereses locales se refieren a la importancia que tienen las microcuencas que abastecen de agua (consumo humano, riego y para animales) para el bienestar y futuro de las poblaciones locales. La protección oportuna y manejo sostenible de estos territorios, es vital para asegurar la oferta de agua para el sostenimiento y desarrollo socioeconómico de estas comunidades.

El criterio en este caso es *“Cada área de recarga hídrica que abastece con agua a familias y poblaciones locales, es un territorio de prioridad”*

Las áreas estratégicas para la provisión de servicios ecosistémicos se refieren a ecosistemas que, por su ubicación estratégica en la cuenca, cumplen una función esencial en la provisión de servicios ecosistémicos, principalmente hídricos¹; entre los que se destacan:

¹ Si bien, en el manejo de cuencas tienen mayor énfasis en los servicios ecosistémicos hídricos como son la regulación de cantidad y calidad de agua; los esfuerzos de protección de éstos, contribuyen también con la protección de otros servicios ecosistémicos de manera simultánea, entre los que se destacan: la protección de biodiversidad, el secuestro de carbono y la mantención del paisaje.

- Áreas con presencia de bosques con características especiales, por ejemplo los bosques de neblina, cuya función vital es la condensación de neblina o precipitación horizontal, la cual se constituye en agua adicional a la precipitación vertical.
- Corredores ecohidrológicos² que articulan territorios ubicados en líneas de cumbre o cejas de montaña más representativos de la cuenca, cuya función primordial es la interceptación de precipitación, almacenamiento temporal e infiltración para el abastecimiento o recarga de los escurrimientos de base de la cuenca.

Cabe anotar que, por lo general, estos parámetros no se toman en cuenta en los ejercicios de priorización, pues rebasan áreas de microcuencas, parroquias u otras unidades pequeñas de intervención. Sin embargo, su inclusión es fundamental para mantener las funciones de los ecosistemas.

El criterio es “Áreas con ecosistemas ubicados estratégicamente para la provisión de servicios ecosistémicos, tienen prioridad”.

Los riesgos corresponden al parámetro que organiza información de potenciales impactos relacionadas con el clima, y las amenazas antrópicas, que estarían afectando los territorios que se prioricen. Se propone utilizar la información generada en estudios de vulnerabilidad y de riesgo climático a escala regional o nacional; otros ejemplos son estudios de escenarios de deforestación y erosión, etc.

El criterio en este caso es: “Áreas expuestas a riesgos climáticos y antrópicos, tienen mayor prioridad”.

2.3.1.3. Procesamiento

El procedimiento consiste en sumar las áreas de interés institucional (i_i) con las áreas de interés local (i_l) y las áreas estratégicas para producción de servicios ecosistémicos (a_{se}).

El resultado de este proceso nos da un gran territorio, el cual se intercepta por la suma de las áreas expuestas a riesgos por deforestación (r_d) erosión (r_e) movimientos en masa (r_{mm}) y riesgo a inundaciones (r_i).

$$t_{pr} = (i_i + i_l + a_{se}) * (r_d + r_e + r_{mm} + r_i)$$

Dónde:

t_{pr}	Territorios prioritarios
i_i	Intereses institucionales
i_l	Intereses locales
a_{se}	Áreas para producción de servicios ecosistémicos
r_d	Riesgo a deforestación
r_e	Riesgo a erosión
r_{mm}	Riesgo a movimientos en masa
r_i	Riesgo a inundaciones

Los territorios que suman áreas de interés institucional, local y de provisión de servicios ecosistémicos, en sí ya son prioritarios, y se podrían catalogar como los grandes territorios de prioridad para el manejo de la cuenca; sin embargo, la exposición de estas áreas a impactos climáticos y amenazas antrópicas, permite identificar las áreas de mayor urgencia para intervención en los territorios prioritarios.

²La UNESCO promueve la Eco hidrología como enfoque transdisciplinario para la gestión sostenible de recursos hídricos, pues interrelaciona los sistemas hidrológicos, sociales y ecológicos; busca entender de qué manera actúan entre sí y, para buscar nuevas formas de equilibrio humano y las necesidades ambientales de los recursos hídricos. En este contexto, un corredor eco hidrológico es un espacio de territorio donde interactúan estos tres sistemas mencionados (Zalewski, 1.997).

2.3.2. Priorización de prácticas y acciones de manejo

Con el paso anterior, se llegaron a obtener los territorios dentro de la cuenca que tienen prioridad de intervención; pero al interior de los mismos, se tienen ecosistemas, esfuerzos de conservación, poblaciones, acciones de deforestación, actividades productivas, comercio, contaminación, etc. Por lo tanto, se generan preguntas fundamentales como las siguientes: ¿Con cuál actividad, que tenga orientación a la protección de servicios ecosistémicos, comienzo?, ¿Dónde lo hago?, ¿Cómo lo hago? Este segundo ejercicio de priorización, a nivel de prácticas/acciones, brinda los insumos para responder a las preguntas planteadas.

En primer lugar, se selecciona una unidad hidrográfica o microcuenca al interior de uno de los territorios priorizados. La selección de esta unidad responderá al interés particular o competencia que tenga una organización o institución sobre ese territorio.

Luego, se procede con la definición del uso actual y cobertura del suelo como punto de partida para el análisis del estado de los distintos ecosistemas naturales y agro-ecosistemas de la unidad hidrográfica.

Todos anhelamos proteger en su totalidad a las cuencas abastecedoras de agua; con seguridad esto funciona mejor donde no hay presencia de actividades humanas ni productivas. Sin embargo, en la gran mayoría de casos, existen actividades agropecuarias y presiones constantes a los ecosistemas. Por esto se deben adecuar o adaptar un enfoque de “manejo sostenible”, que articule la protección de ecosistemas forestales remanentes, la restauración de áreas de interés hidrológico y la innovación productiva. Las siguientes preguntas ayudan a integrar estos elementos: ¿Cómo producir manteniendo, al mismo tiempo, la oferta de servicios ecosistémicos?; ¿Cómo innovar los sistemas productivos actuales, incorporando prácticas de conservación y restauración?; ¿Cómo aprovechar e intensificar los espacios productivos actuales para disminuir presiones a los ecosistemas remanentes?

De alguna manera, estas preguntas marcan la ruta por dónde deben orientarse los planes de manejo y gestión de las cuencas hidrográficas para aterrizar en prácticas/acciones más pragmáticas y urgentes. Con la finalidad de generar reflexión para ir encontrando estas prácticas/acciones se plantean las siguientes preguntas/criterios:

2.3.2.1. Ecosistemas con funciones esenciales de la regulación de cantidad y calidad de agua

Al respondernos, inevitablemente dirigimos nuestra mirada hacia los páramos, bosques, matorrales y humedales, como ecosistemas remanentes que tienen la función primordial de captar, almacenar temporalmente la precipitación y facilitar su infiltración y movimiento al interior del suelo para alimentar los escurrimientos subsuperficiales y de base. Estos últimos son los que aparecen en los meses secos. Es decir, un mejor funcionamiento de los escurrimientos de base demuestra una contribución en términos de regulación del agua.

Además de regular la cantidad de agua, estos ecosistemas remanentes también tienen la función primordial de regulación de la calidad de agua al retener sedimentos y filtrar contaminantes. Bajo este contexto, no se puede evitar como práctica fundamental, la protección de estos ecosistemas remanentes.

2.3.2.2 Restauración para contribuir con la protección de servicios ecosistémicos

La protección de vegetación remanente de riberas; la restauración de cejas de montaña, de vegetación ribereña y de franjas de conectividad; y la recuperación de áreas degradadas; son acciones básicas que contribuyen con la regulación de la calidad de agua. Estas prácticas no deberían faltar en los planes de manejo y gestión de cuencas hidrográficas.

En agroecosistemas donde hay presencia de actividades agropecuarias, la vegetación de ribera cumple un papel trascendental en la regulación de la calidad de agua, actuando como un filtro biológico para retener sedimentos y residuos de pesticidas y fertilizantes que bajan por la ladera.

Las líneas de cumbre o cejas de montaña, por su ubicación estratégica, se constituyen en áreas claves a restaurar, dada su función primordial de captación, almacenamiento temporal y recarga de escurrimientos de base. En este sentido, principalmente en las microcuencas que abastecen de agua para consumo humano y riego, esta acción no se puede dejar de considerar.

Una tercera posibilidad de restauración en las cuencas, son las áreas degradadas, con la finalidad de que formen parte integral del manejo del paisaje de la cuenca, y se puedan recuperar los servicios ecosistémicos que ofrecen.

Otra área opcional para restauración, son franjas horizontales en las laderas para conectar parches de bosques, las cuales, además de contribuir con la biodiversidad formando corredores biológicos, actúan como barreras para retener sedimentos, residuos de pesticidas/fertilizantes y para estabilizar taludes. Esta práctica tiene posibilidades de implementación en propiedades o fincas de gran extensión, donde se practique la agricultura migratoria³ o agricultura/ganadería extensiva. Las propiedades pequeñas con agricultura intensiva tienen restricción para esta práctica.

2.3.2.3. Innovar las prácticas productivas actuales

En las áreas que actualmente se mantienen cultivos, se requiere innovar su manejo mediante la incorporación de técnicas agroforestales y agroecológicas modernas. La finalidad es ir construyendo un enfoque de “producir conservando”; es decir, mejorar la productividad actual incorporando, por un lado, plantaciones agroforestales como linderos, cercas vivas, cortinas de protección y zanjas para conservación de suelos; y por otro lado, prácticas agroecológicas como la elaboración de abonos orgánicos y reciclaje de materia orgánica, mantenimiento de cultivos de cobertura, diversificación y rotación de cultivos, entre otros.

El mismo enfoque aplica para las áreas con actividades ganaderas, en donde, mínimamente, se deben incorporar técnicas para renovación de pastizales, manejo genético e incorporación de plantaciones silvo-pastoriles. Este mejoramiento de productividad permitiría concentrar los esfuerzos en áreas delimitadas de terreno, incrementando su rendimiento, al mismo tiempo que se disminuyen las presiones hacia los bosques y páramos.

Además, estas áreas productivas se verían beneficiadas con la regulación de cantidad y calidad de agua que genera la protección de los remanentes de bosques, páramos y la restauración de áreas estratégicas.

³ La agricultura migratoria es posible de realizar en propiedades de gran extensión, donde se dejan en descanso/regeneración natural o barbecho, ciertas áreas para recuperar su fertilidad. Luego de un periodo de alrededor de cuatro años, se regresa a estos sitios para una nueva siembra.

2.3.2.4 Manejo forestal

Algunas cuencas tienen en su interior plantaciones forestales que requieren manejo. Un ejemplo son aquellas plantaciones de pino ubicadas en las cejas de montaña o líneas de cumbre, que causan impactos negativos a los procesos de regulación de cantidad de agua. Raleos de plantaciones en bloque con fines hidrológicos contribuyen a perder menos agua de intercepción⁴ y a recuperar la vegetación nativa, por la formación de microclimas. Se pueden generar planes de raleo secuencial para lograr esta transición.

A continuación, en la tabla 4, se presenta un resumen de las prácticas básicas que no deben faltar en un proceso de manejo y gestión de cuencas hidrográficas.

Tabla 4: Prácticas/Acciones Básicas para la Protección de Servicios Hidrológicos en Cuencas Hidrográficas.

CRITERIOS	USO ACTUAL Y COBERTURA QUE RESPONDE A CRITERIOS	PRÁCTICAS BÁSICAS	CONTRIBUCIÓN A LA PROTECCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
Ecosistemas con funciones esenciales en la regulación de cantidad y calidad de agua	Páramos Bosques Matorrales Humedales	Protección de remanentes de bosques, páramos y matorrales	Almacenamiento temporal de agua, protección de biodiversidad, mitigación al cambio climático.
Restauración para contribuir con la protección de servicios ecosistémicos.	Áreas ribereñas	Protección y restauración de vegetación ribereña	Formación de filtros biológicos para mejorar calidad de agua: retención de sedimentos, incremento de oxígeno disuelto y disminución de temperatura del agua.
	Cejas de montaña o líneas de cumbre	Restauración de cejas de montaña	Recarga de flujos base para regulación de cantidad de agua. Recuperación de biodiversidad y conectividad.
	Áreas degradadas	Recuperación de áreas degradadas	Recuperación de vegetación para áreas de conservación o productivas.
	Laderas con uso agropecuario	Restauración de franjas de conectividad	Formación de una barrera natural para control de erosión, estabilización de taludes, conexión de parches de bosque y aporte con otros beneficios complementarios (sombra, forraje).
Innovar las prácticas productivas.	Cultivos Pastizales	Innovación de prácticas agropecuarias: manejo de prácticas agroforestales y agroecológicas	Mejoramiento de la productividad y estabilidad de sistemas productivos.
Manejo Forestal	Plantaciones forestales	Manejo de plantaciones forestales en bloque, con fines hidrológicos	Incremento de infiltración (disponibilidad de agua), recuperación de biodiversidad.

⁴ La intercepción como parte del ciclo hidrológico, corresponde al agua que, durante la presencia de lluvias, se queda en las copas de los árboles; esta agua no cae al suelo, se regresa a la atmósfera por evaporación.

2.3.3 Implementación a nivel de finca, articulación institucional y de incentivos

Todo proceso de intervención en un territorio que tenga como propósito implementar acciones de conservación y desarrollo; requiere diseñar y mantener una estrategia de colaboración y articulación institucional. Dicha estrategia apoya a:

- Trabajar en equipo para construir visiones comunes y compartidas sobre el manejo del paisaje en territorios prioritarios.
- Coordinar: distribuir roles y responsabilidades. Así se puede complementar acciones en un mismo territorio, evitar la duplicidad de esfuerzos y crear sinergias con la finalidad de conseguir procesos más eficientes y eficaces.
- Colaborar, a través de diferentes espacios participativos, en la construcción de políticas y otros instrumentos locales para los procesos de conservación y desarrollo.
- Implementar estrategias de formación de capacidades locales.

Se propone un proceso de articulación de esfuerzos institucionales y de incentivos locales a nivel de finca; con la finalidad de integrar de una mejor manera las actividades posibles para conservación, restauración e innovación productiva. Se busca que el apoyo técnico y los estímulos de una determinada institución no sean unidireccionales. Es necesario que estos esfuerzos se concreten con una visión integral, considerando a la finca como un sistema puesto que todos los ecosistemas y agroecosistemas en este espacio están interconectados. Un ejemplo de instrumento eficaz es el diseño predial que se explica a continuación.

La finca es la unidad básica de planificación y ejecución de acciones para operativizar el manejo de una cuenca hidrográfica:

- Es una oportunidad para una mejor articulación de las actividades de conservación con la restauración, innovación productiva y manejo forestal. Se trata de armonizar la producción sostenible de la mano con la protección de servicios ecosistémicos.
- Facilita el establecimiento de alianzas con instituciones públicas, gobiernos y organizaciones locales para una intervención más eficiente y eficaz a nivel de finca.
- La planificación en un predio permite tener mayor claridad sobre los cambios y productos deseados. Esta planificación es muy dinámica y se va ajustando conforme se van generando nuevos datos, información y conocimientos.

Para realizar un diseño predial, en una primera visita, se efectúa un acercamiento hacia las familias y actores interesados y se desarrolla una reunión para explicar las oportunidades de este proceso. Cada familia entrega información relacionada con el levantamiento topográfico o plano de la finca. Luego se realiza un recorrido de campo para el reconocimiento, ubicación, toma de coordenadas con GPS y caracterización de la finca. Con estos datos, se elabora un plano o mapa con detalles del predio, siendo importante una georreferenciación participativa del uso actual y cobertura del suelo con apoyo de ortofotos o imágenes satelitales. También se ubican las prácticas agroproductivas que se están desarrollando. Este croquis de la *situación actual*, se constituye en la línea de base o punto de partida.

Luego, se realiza un acercamiento a las instituciones locales, a fin de identificar los incentivos posibles que estén relacionados con los objetivos de la familia. Con esta información y de manera participativa, se diseñan las actividades a implementar, que permitirán acceder a esos estímulos.

Finalmente, se construye un nuevo plano en donde se plasman las prácticas de conservación, restauración e innovación productiva que son posibles de implementarse mejorarse. Este croquis refleja la *situación deseada* para la finca en el corto, mediano y largo plazo.

Se debe realizar seguimiento a los cambios producidos por las mejores prácticas de manejo, de manera que se puedan establecer los avances y retrocesos para alcanzar la situación deseada. Así, la planificación se adapta a la realidad y puede corregir desviaciones oportunamente.

3. Ejercicio Piloto: Priorización de Acciones y Articulación Institucional para la Protección de Servicios Ecosistémicos Hidrológicos en la Cuenca de Catamayo Chira

3.1 Ubicación y caracterización general

La Cuenca Catamayo Chira se ubica en el Sureste del Ecuador, en la provincia de Loja; y en el Noreste del Perú, en el Departamento de Piura. Es un territorio amplio, abarca 14 de los 16 cantones de la provincia de Loja y 7 de las 8 provincias del departamento de Piura en Perú. En total, se estiman 17.199,18 km², de los cuales el 42% están en territorio ecuatoriano conformando la cuenca Catamayo y el 58% en territorio peruano con la cuenca Chira.

En la Figura 3 se presenta la ubicación de la Cuenca.



Figura 3: Mapa altitudinal de la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira y su Ubicación Espacial.

El rango altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 3.900 m.s.n.m., con temperaturas entre 24° y 7° C. Las precipitaciones varían desde 10 mm en la parte baja, de 500 a 1.000 mm en la parte media, hasta 2.000 mm en la parte alta.

A lo largo de la Cuenca se identifican seis tipos de clima: cálido (45% de la cuenca); semicálido (24%), templado cálido (20%), templado frío (7%), semifrío (4%) y frío moderado (1%).

La Cuenca se origina en la cordillera de Los Andes, tiene relieve muy irregular formando nudos, valles, ríos, mesetas, colinas y micro colinas. El río Catamayo - Chira tiene una longitud de 315 km, de los cuales 196 km recorren territorio ecuatoriano y 119 territorio peruano. Por el lado ecuatoriano, al río Catamayo desembocan los ríos Macará y Alamor, mientras que por el lado peruano se juntan los ríos Quiroz y Chipillico.

La población total de la Cuenca (datos 2015) es de aproximadamente 678 mil habitantes: 200 mil en el lado ecuatoriano y 477 mil habitantes del lado peruano. Existen 35.222 usuarios de riego (10.833 en Ecuador y 24.389 en Perú), quienes mantienen 64.900 ha bajo riego. Esto corresponde al 3,8% de la superficie de la Cuenca: 29% en Ecuador y 71% en Perú.

Posee una riqueza hídrica con 3.000 y 6.000 millones de metros cúbicos de agua por año. El 94% se demanda para uso agropecuario, el 3,54% para mantener las funciones ecológicas, el 1,89% para consumo de la población, el 0,43% para usos industriales, el 0,08% para minería, el 0,01% para piscicultura (POMD, 2009; Consorcio ATA-UNP-UNL, 2005).

El uso actual y cobertura, tanto de la cuenca Catamayo (721.218,3 ha) como de la cuenca Chira (998.699,7 ha) se representan en las Figuras 4 y 5.

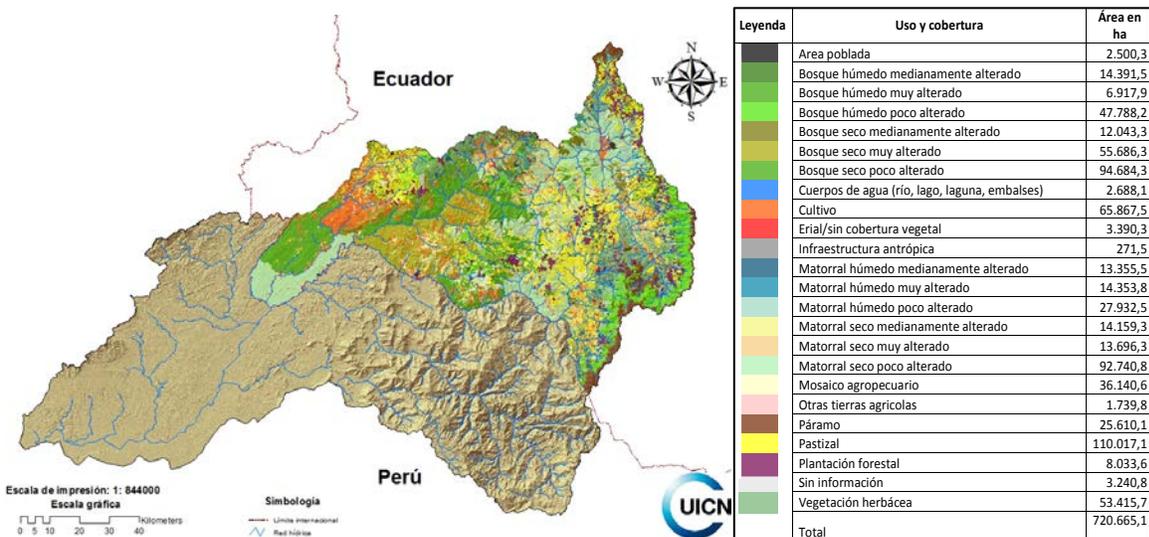


Figura 4: Uso Actual del Suelo en la Cuenca Catamayo.

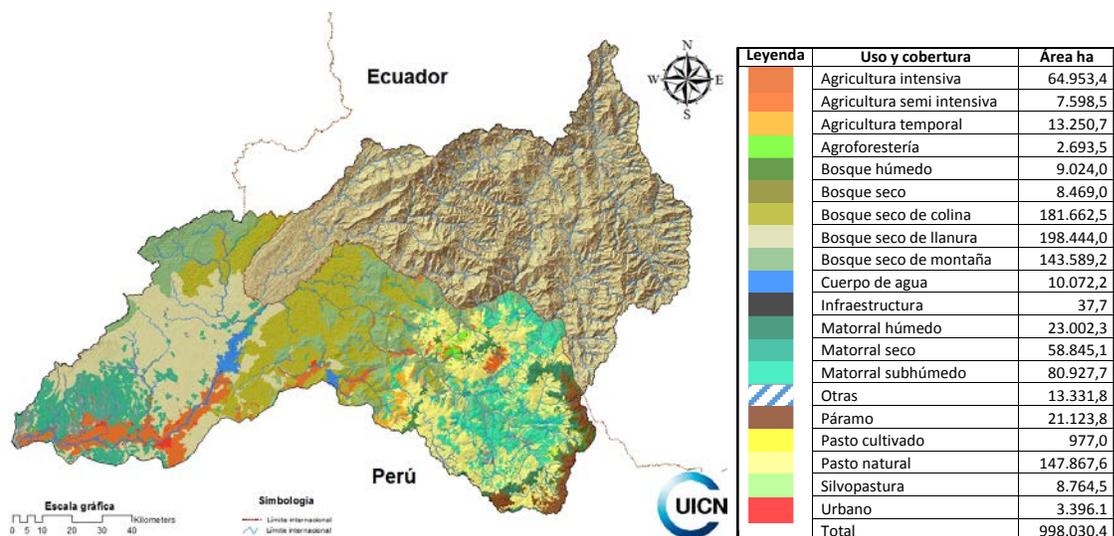


Figura 5: Uso Actual del Suelo en la Cuenca Chira.

A partir de esta información de base, se re-categorizó los mapas de uso y cobertura con fines del presente ejercicio de priorización, logrando consolidar el mapa que se presenta en la Figura 6.

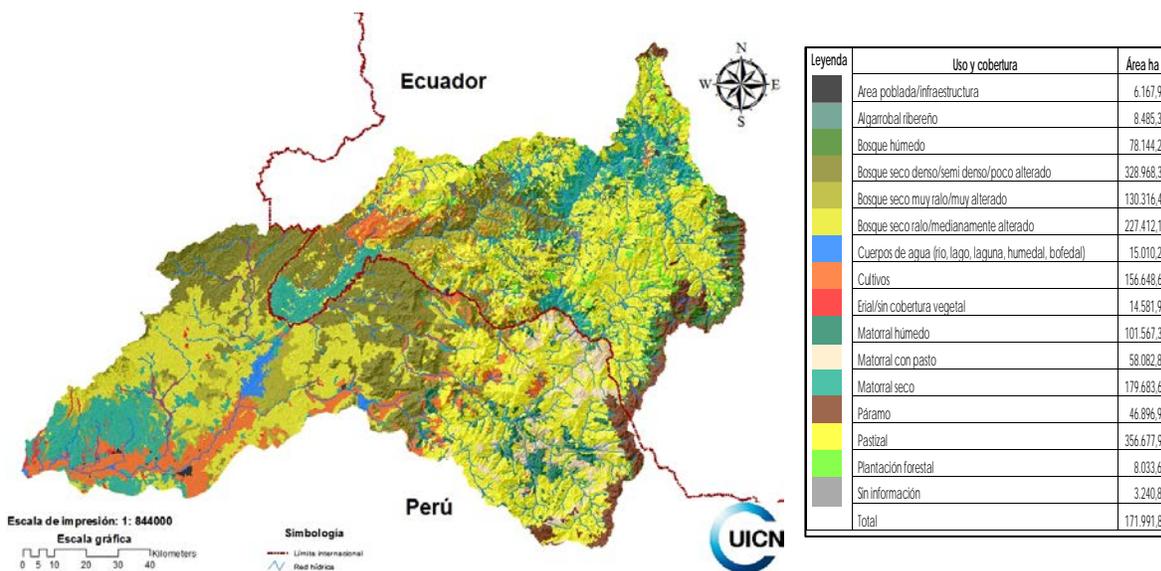


Figura 6: Mapa de Uso y Cobertura de la Cuenca Transfronteriza Catamayo – Chira, empleado para el ejercicio de priorización.

De acuerdo con la Figura 6, el 51% de la cuenca Catamayo-Chira está conformado por ecosistemas de bosque seco denso, muy ralo⁵, medianamente alterado, hasta algarrobales; el 7,2% corresponde a bosques húmedos y páramos, un 6% de matorrales húmedos, un 21% de pastizales y un 9% de cultivos. Por los datos, se puede concluir que se trata de una cuenca donde predominan los ecosistemas de bosque seco, prevaleciendo una agricultura y ganadería de secano.

3.2 Iniciativas en territorio

En el año 2009, se formuló la herramienta de gestión: Plan de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo (POMD). Esta fue desarrollada con participación pública bajo el enfoque metodológico de la Zonificación Ecológica Económica ZEE. Su objetivo fue contribuir a la mejora de la gestión de la cuenca, en forma eficaz y eficiente, a través de un manejo integral y binacional consensuado de los recursos naturales renovables, para la mejora de la calidad de vida de la población y la consolidación de la paz entre Ecuador y Perú (POMD, 2009).

El POMD contempla nueve programas y 31 proyectos articulados en las siguientes seis directrices: gestión integral de recursos hídricos, gestión de los recursos naturales, actuaciones socioeconómicas y productivas, institucionalidad, desarrollo de capacidades, y sistemas de información.

Los esfuerzos por el manejo y gestión integrada de los recursos hídricos con un enfoque transfronterizo, se evidencian en las siguientes acciones relevantes:

- Ejecución del proyecto “Gestión Integrada de Recursos Hídricos en las Cuencas y Acuíferos Transfronterizos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla”, en el marco de la cooperación entre el Ministerio de Agua y Ambiente de Ecuador con la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en Perú. Este proyecto tiene como entidad coordinadora binacional a la Subsecretaría Social y Articulación Territorial del Ecuador y al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como agencia implementadora del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). Se ejecuta entre 2015 y 2019.

El proyecto tiene el propósito de fortalecer las capacidades institucionales, políticas, jurídicas y científico-técnicas para implementar una gestión integrada de recursos hídricos, incluyendo las preocupaciones de la variabilidad climática. El enfoque es triple: mejorar el entendimiento común sobre estos recursos hídricos compartidos y su situación social y económica; fortalecer las capacidades institucionales y los mecanismos de cooperación entre los dos países que comparten estos acuíferos y cuencas; y aplicar y diseminar demostraciones de gestión integrada de recursos hídricos transfronterizos (GIRHT) en intervenciones de sitio elegidas (www.undp.org).

- El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Loja (GADP Loja) y el Gobierno Regional de Piura, en el marco de la cooperación de la Comunidad Europea y Waterclima-LAC⁶, ejecutan el proyecto “Manejo Integral Binacional de Cuencas Hidrográficas

⁵ En los bosques secos alterados y ralos, por lo general, existe pastoreo intensivo de ganado vacuno, caprino y equino; en este sentido, el área para ganadería es mucho más que el 21% de pastizales de la cuenca.

⁶ El programa WATERCLIMA – LAC, “Programa Regional de Gestión de Cuencas y Áreas Costeras en el contexto del Cambio Climático en América Latina y el Caribe” es financiado para el período 2014-2018 a través del programa temático EuropeAid de Medio Ambiente y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales, incluida Energía (ENRTP).

Tiene como objetivo “Contribuir a la mejora de la gestión de las cuencas hidrográficas y las zonas costeras aumentando la resistencia de los países de América Latina y el Caribe a las consecuencias del Cambio Climático”. Sus resultados esperados

Transfronterizas como Medidas de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático”, para beneficiar a 4.000 familias en los cantones de Espíndola, Gonzanamá, Quilanga, Sozoranga, Macará y Calvas en el lado ecuatoriano y, en las municipalidades distritales de Suyo, Jililí, Siches y Ayabaca en el lado peruano.

- Por otro lado, en el lado peruano, el Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chira-Piura (CRHCCHP), lidera la gestión en este territorio. Fue creado en julio de 2.011 como instancia integrada por organismos públicos, privados y de la sociedad civil, para efectuar un trabajo concertado, corporativo y coordinado, con el propósito de participar en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento de los recursos hídricos en la cuenca.

El Consejo lideró la formulación del Plan de Gestión de Recursos Hídricos cuenca Chira Piura para el año 2.020 con 15 programas, 45 subprogramas en las siguientes seis líneas de acción: Aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos, preservación de la calidad del agua, reducción de la vulnerabilidad frente a riesgos, mejora de la institucionalidad, mejora de la cultura del agua y mejora del financiamiento de la gestión del agua. El monto de implementación es de 3.596,8 millones de soles hasta el año 2.035.

Además, el CRHCCHP, en coordinación con la Gerencia de Recursos Naturales del Gobierno Regional de Piura, lideraron el proceso de planteamiento y aprobación mediante ordenanza del Fondo Regional de Agua y Saneamiento (FORASAN), como mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos. Este instrumento tiene el propósito de implementar acciones para la conservación y recuperación de ecosistemas en la cuenca Chira Piura. En otras palabras, el FORASAN se constituye en el mecanismo financiero que capta, administra y canaliza recursos financieros para su inversión, según el plan de gestión, en distintas actividades que garanticen la cantidad y calidad de los recursos hídricos en la cuenca.

- La ejecución del proyecto para la Adaptación y la Resiliencia (PARA-Agua) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo (USAID), también en Perú, tiene el propósito de fortalecer capacidades para mejorar la toma de decisiones, reducir la vulnerabilidad y fomentar una mayor capacidad de resiliencia y adaptación en la cuenca ante los impactos del cambio climático.

En su ejecución, el proyecto PARA-Agua mantiene un acuerdo de entendimiento con la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para apoyar el funcionamiento del Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chira con las siguientes actividades: a) Promover alianzas estratégicas para el intercambio de información, metodologías, transferencia y réplica de mejores prácticas; b) Identificar fuentes financieras para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, consideradas en el plan de gestión de recursos hídricos; y c) Contribuir a la incorporación de técnicas de modelamiento WEAP (Water Evaluation and Planning System) como soporte a las decisiones de la cuenca, frente a riesgos climáticos (www.para-agua.net).

- El Fondo de Agua Quiroz, es otra iniciativa peruana que se orienta a proteger 18.153 ha de bosque de neblina y páramo del sistema hídrico Chira mediante un mecanismo de retribución, donde “quienes se benefician del agua en la parte baja de la cuenca, reconocen y retribuyen a

incluyen: 1) Mejorar el diálogo y la cooperación en la gestión de las cuencas y zonas costeras en el contexto del CC y 2) Apoyar mecanismos técnicos y financieros para la gestión de cuencas y zonas costeras. (http://eeas.europa.eu/delegations/dominican/press_corner/all_news/news/2014/20140610_es.htm).

las comunidades que están en la parte alta para tomar decisiones de producción y consumo que conserven los páramos y bosques”.

El Fondo de agua Quiroz, es una alianza público - privada sin fines de lucro que recibe, administra y canaliza los recursos financieros, para la protección y recuperación de los bosques y páramos. Hasta el momento se tienen cuatro aportantes: La Junta de Usuarios del sector hidráulico menor San Lorenzo, con el 1% de la recaudación por consumo total de agua de riego; la Junta de Usuarios del sector hidráulico Chira, con el 0,3% de la recaudación total anual; la municipalidad provincial de Ayabaca, con aporte de personal técnico; y la Fundación Naturaleza y Cultura Internacional, con un aporte de US\$ 47.300, de los cuales, 50% son de recursos propios y 50% de cooperación internacional (MFS, 2.015).

Estos recursos se invierten en la parte alta de la cuenca mediante acuerdos con 700 familias propietarias para la protección de 18.153 ha de bosque y páramo, ecosistemas que regulan el agua para la parte baja en donde se benefician 12.209 usuarios en San Lorenzo para regar 38.263 ha de arroz, maíz, mango y limón.

- En el Ecuador, el Fondo Regional del Agua FORAGUA, es un fideicomiso mixto, público y privado, creado en julio de 2.009, administrado por la Corporación Financiera Nacional y ejecutado por los municipios constituyentes con vigencia de 80 años. Las actividades de este espacio se orientan a potenciar los mecanismos de protección de fuentes de agua de los municipios constituyentes, fundamentalmente con las actividades de conservación, restauración de las microcuencas, con sensibilización ambiental de los usuarios de agua de consumo y con apoyo en el desarrollo de instrumentos para la toma de decisiones de las autoridades municipales.

Actualmente, los municipios de Celica, Puyango, Pindal, Macará y Loja, (parroquias Malacatos y Vilcabamba) son constituyentes de FORAGUA y sus territorios forman parte de la cuenca del Catamayo. Los municipios tienen ordenanzas aprobadas, mediante las cuales crearon tasas para conformar fondos locales cuyos recursos se invierten en actividades de protección y restauración de las microcuencas abastecedoras de agua para cada cantón⁷. En la actualidad, los usuarios de agua de estos municipios pagan tasas entre US\$ 0,05 y 0,08/m³ de agua consumida. Estos recursos son administrados por el Fideicomiso y se reinvierten en las microcuencas a través de planes de inversión, los cuales comprenden compensaciones monetarias y no monetarias a los propietarios que tienen firmados acuerdos y contratos de conservación, y en otras actividades de educación ambiental, capacitación, monitoreo y evaluación.

Además de las iniciativas mencionadas, existen otras acciones que aportan también al manejo y gestión de la cuenca con diversas actividades de conservación y restauración, a distintas escalas y temporalidad. Para tener una aproximación, en el lado ecuatoriano de la Cuenca, se destacan los esfuerzos de conservación y restauración del Ministerio del Ambiente y Agua, Naturaleza y Cultura Internacional (NCI), los gobiernos municipales y parroquiales. Por su parte, en el lado peruano, se destacan iniciativas del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP), del Gobierno Regional de Piura, y de las municipalidades provinciales y distritales. En la Figura 7 y la tablas 5, se detalla la superficie bajo conservación con cada uno de los mecanismos indicados.

⁷ Estas áreas se elevaron a categoría de reservas municipales, mediante ordenanzas aprobadas por los concejos municipales.



Figura 7: Iniciativas de Protección y Restauración en la Cuenca.

Tabla 5: Iniciativas de Conservación/Restauración en la Cuenca Catamayo Chira

CATEGORÍA	NOMBRE			SUPERFICIE (HA)
Parques Nacionales	15	Ec	Podocarpus	11.736
	16	Ec	Yacuri	6.168
	14	Pe	Cerros de Amotape	10.384
Bosques protectores	5	Ec	Barrio Susuco	101,7
	6	Ec	El Bosque	678
	7	Ec	El Guabo	2.305
	10	Ec	La Chorrera	2.210
	11	Ec	Rumi Wilcu	26,3
	9	Ec	La Ceiba	9.178,6
	8	Ec	El Ingenio y Santa Rosa	12.401,1
12	Ec	Santa Rita	2.141,5	
Coto de Caza	13	Pe	El Angolo	11.357,4
Sitios prioritarios de conservación	34	Pe	Bosque Seco Timbes-Llicsa	4.425,5
	33	Pe	Bosque Seco de Suyo	20.797,8
	31	Pe	Bosque Húmedo Aypate	696,1
	32	Pe	Bosque Húmedo Cuyas - Los Molinos	1.150,6
	35	Pe	Bosques Secos de Talara	2.690,7
	36	Pe	Cabeceras de Quiroz, Calvas, Samaniego y Huancabamba	9.715,8
	37	Pe	Cachiacó	4.274,9
Áreas de conservación privada	3	Pe	Cujaca	416,5
	4	Pe	Samanga	2.476
Área de conservación comunal	1	Pe	Tapal	907,4
	2	Pe	Yanta	16.227,4
	38	Ec	Reserva forestal comunal de Angashcola, comuna Cochecorral	1.400
Reservas municipales	22	Ec	El Ceibal (En proceso de creación)	536,4
	30	Ec	Pisaca	406,3
	26	Ec	Motilón, Pucará y Pintor	609,4
	25	Ec	Microcuencas Mataderos, Jatumpamba Jorupe	15.764,6
	20	Ec	Algodonal de Jujal	13.114,8
	29	Ec	Pircas	2.506,2
	28	Ec	Piedras Blancas	599,2
	21	Ec	El Cardo	859,8
	23	Ec	Limonos (En proceso de creación)	5.692,7
	27	Ec	Pallanga (Laipuna)	2.102,8
	24	Ec	Luz de América	35
Reservas privadas y comunales	39	Ec	Reserva privada de Utuana	250
	40	Ec	Reserva privada El Tundo	1.093
	41	Ec	Reserva privada Laipuna	1.600
	42	Ec	Reserva privada Jorupe	1050
Programa Socio Bosque	17	Ec	121 convenios individuales y 4 colectivos	2.385,9
	18	Ec	Convenios individuales	9.902,8
Programa de restauración del MAE	19	Ec	Convenios con doce parroquias: El Cisne, 12 de Diciembre, Malacatos, Milagros, Paletillas, Quilanga, San Antonio de Las Aradas, Tacamoros, Taquil, Tnte. Maximiliano Rodríguez, Vilcabamba y Yangana.	1.216,1
Total				193.591,3

Existen ocho categorías de conservación y dos programas de incentivos, uno para conservación y uno para restauración. En total, bajo estos mecanismos, se están protegiendo 42 áreas, 13 en Perú y 29 en Ecuador, con una superficie de 193.591,3 ha, que corresponden al 11,2% de toda la Cuenca. Este es un avance muy importante que debe potenciarse mediante coordinación y cooperación interinstitucional para una protección más efectiva.

Además de estos mecanismos, también están presentes en el territorio de la Cuenca, tres reservas de biósfera: Podocarpus-El Cóndor y Bosque Seco en Ecuador y Reserva de Biósfera del Noroeste del Perú. Entre las reservas de Biósfera Podocarpus y Bosque Seco se cubre el 31% de la cuenca Catamayo Chira. El mapa de estas dos reservas de biósfera se presenta en la Figura 8.



Figura 8: Mapa de las Reservas de Biósfera en la Cuenca Catamayo.

3.3 Actores relevantes interviniendo en la Cuenca

Al ser una cuenca transfronteriza y con una superficie considerable, los actores y sus intervenciones son diversas. Como parte de este ejercicio, en la Tabla 6, se destacan los actores cuyas acciones tienen mayor relación con las iniciativas de protección de servicios ecosistémicos y gestión integrada de recursos hídricos. De acuerdo con la tabla, los actores identificados en la Cuenca tienen incidencia desde distintos campos para la GIRH y protección de servicios ecosistémicos de la cuenca Catamayo Chira.

Es necesario mencionar también el trabajo previo que realizó el Proyecto “Fortalecimiento de la Gestión Integral de la Cuenca Binacional Catamayo Chira”, financiado por la cooperación española (AECID). El Proyecto buscaba lograr una gestión integral y compartida de la cuenca transfronteriza, que permitiera superar los desequilibrios socioeconómicos y ambientales existentes; y posibilitara un desarrollo sostenible bajo el marco de un crecimiento económico, equidad social y sustentabilidad ambiental. Así mismo, proponía el desarrollo de actividades orientadas a la promoción del desarrollo productivo, y la

mejora de la formación técnica de la población, congruentes con las vocaciones propias de cada zona. Como ejes transversales de actuación se tomaron los siguientes: lucha contra la pobreza, preservación de la biodiversidad, equidad de género, articulación y fortalecimiento institucional, participación y organización comunitaria, interculturalidad y derechos humanos. Se trabajó desde tres líneas estratégicas de actuación: planificación de los recursos naturales, desarrollo productivo y formación técnica y fortalecimiento institucional.

Entre los principales resultados del proyecto, cabe mencionar los estudios completos de la Cuenca: caracterización territorial e hídrica, diagnóstico socioeconómico, estudios de: valoración económica de los recursos, de legislación comparativa, de legislación supranacional, zonificación ecológica – económica. Otro resultado relevante es el desarrollo del Plan de Ordenamiento Manejo y Desarrollo (POMD), y las líneas de acción priorizadas por las instituciones con competencias consensuadas a nivel nacional y binacional. El POMD formulado y consensuado como instrumento de gestión para las actuaciones binacionales en la Cuenca, fue concluido en el 2.013. Lamentablemente, no ha tenido un rol director en el ordenamiento territorial de la Cuenca, pero ha servido de insumo para otras iniciativas.

3.4 El contexto transfronterizo

Hasta el año 1998, la gestión de la cuenca se hizo de forma descoordinada por ambos países y sin considerar criterios de sostenibilidad, o tener en cuenta las necesidades de uno y otro al planificar las obras hidráulicas y gestión de los recursos hídricos. Debido a ello, se realizaron grandes inversiones en infraestructuras de regulación que cumplieron solo parcialmente sus fines.

En 1998, con la firma de los Acuerdos de Paz entre Ecuador y Perú, se crea el Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza, dependiente de los Ministerios de Relaciones Exteriores en ambos países. Dicho Plan tiene como objetivo el desarrollo esta zona, como camino a la integración y la consolidación de la paz. El Plan continúa ejecutando acciones a nivel binacional y es fortalecido con las reuniones binacionales entre los Presidentes de Ecuador y Perú, y sus gabinetes, que se realizan una vez al año para dar seguimiento a la agenda de integración transfronteriza.

Desde sus inicios, un componente central de la agenda binacional, ha sido la gestión de los recursos hídricos. Con ese motivo se han iniciado acercamientos entre las instituciones competentes de cada país, con el fin de construir una visión compartida y llegar a acuerdos de mutuo beneficio. En algunos casos se han creado mecanismos binacionales como la Comisión Binacional del río Zarumilla (creada en octubre del 2009), que se ha convertido en la primera institución de carácter binacional que busca promover la gestión integrada de los recursos hídricos en la Cuenca.

En octubre del 2010 se acuerda un modelo de estructura de la Comisión, liderada por las agencias de agua de los países, la cual se representa en la Figura 9.

Tabla 6: Actores relevantes en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.

ACTORES RELEVANTES		GOBERNANZA	CAPACITACIÓN	PROTECCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ⁸	GESTIÓN DE INFORMACIÓN	COOPERACIÓN	INCENTIVOS PARA GESTIÓN INTEGRAL DE PAISAJES
MAYA	Ec	X	X		X	X	X
GADP Loja	Ec		X	X	X	X	X
GADs municipales	Ec			X			X
GADs parroquiales	Ec		X	X			
FORAGUA	Ec						X
Mancomunidad BS	Ec						X
MAGAP	Ec						X
NCI			X	X	X		X
Universidades			X		X		
ANA	Pe	X	X			X	
Consejo recursos hídricos Chira-Piura	Pe	X	X	X	X	X	X
GRP	Pe		X	X	X	X	X
Gobiernos municipales Piura	Pe			X			X
IRAGER	Pe	X	X		X	X	

⁸Control de la contaminación. Gestión de inundaciones y sequías. Actividades de conservación

**ORGANIGRAMA DE LA COMISIÓN BINACIONAL GIRH DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
TRANSFRONTERIZA ZARUMILLA**

ENCUENTRO PRESIDENCIAL Y IV REUNION DEL GABINETE DE MINISTROS BINACIONAL – 26 –OCTUBRE -2010

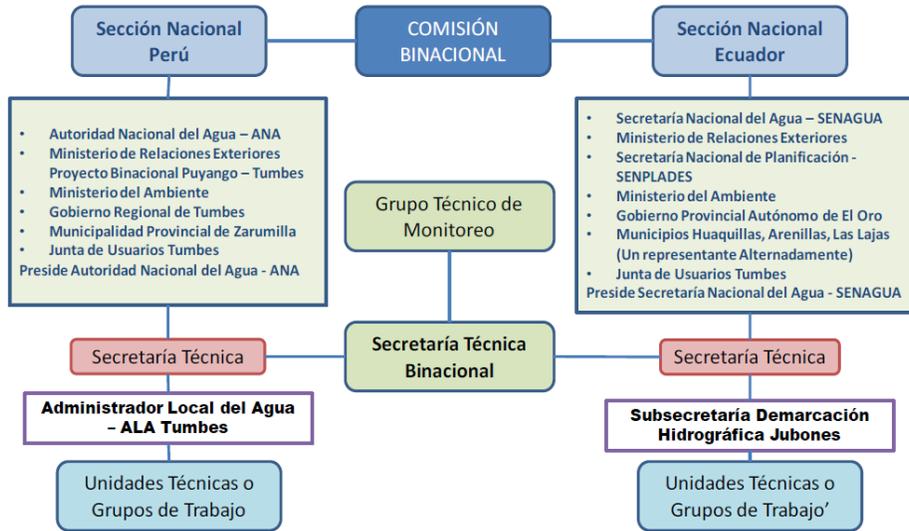


Figura 9: Estructura de la Comisión Binacional de la Cuenca Transfronteriza Zarumilla.

El ejemplo de Zarumilla, es un referente interesante para la cuenca del Catamayo-Chira y podría servir como un modelo de gestión a replicar. Al momento, se está planteando la creación de una comisión binacional única para todas las cuencas compartidas entre Perú y Ecuador. La conceptualización de esta comisión ha partido del modelo implementado en el Zarumilla y se espera llegar a un acuerdo de estructura y modelo de gestión en el transcurso del 2018.

3.5. Priorización de territorios

Se partió con la organización de la información cartográfica base y temática disponible⁹ en formato digital (vector y/o raster) generada en las cuencas Catamayo y Chira. Luego se unificó espacialmente a nivel de cuenca, corrigiendo errores topológicos.

Se elaboró la cartografía temática a nivel de cuenca. En el caso del uso y cobertura de suelo, se reclasificaron las categorías en función de sus características fisiográficas y de distribución espacial, conservando su denominación original. Finalmente, toda la información fue convertida a formato raster para realizar álgebra de mapas y así determinar las áreas con prioridad de intervención.

En un esfuerzo por no sobrevalorar parámetros, se fueron descartando aquellos que ya habían sido considerados dentro de los ejercicios de priorización de las instituciones que proveyeron los datos fuente. Por ejemplo, profundidad de suelos y pendiente; que ya fueron considerados por el Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador y Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Loja (GADP Loja). También, hubo que eliminar parámetros porque no contaban con suficiente información; por ejemplo: contaminación.,

⁹ Se trabajó con la información cartográfica disponible proveniente de fuentes oficiales en cada país, a pesar de que no posee características homogéneas en cuanto a escala, tiempo de elaboración, procesos metodológicos, etc. En el Anexo 1 se presentan los datos de la información cartográfica empleada en este ejercicio de priorización.

Los parámetros potenciales y seleccionados se ajustaron con la participación de instituciones como el Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador, GADP Loja, Gobierno Regional de Piura y Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chira Piura, hasta su consolidación como se muestra en la tabla 7 y a continuación se describe cada uno.

3.5.1 Áreas de interés para intervención institucional

Instituciones como el Ministerio del Ambiente y Agua y GADP Loja, en el lado ecuatoriano, y el Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chira-Piura, en el lado peruano, realizaron ejercicios de priorización de unidades hidrográficas, parroquias y áreas para conservación y recuperación. Estas áreas priorizadas se constituyen en los sitios de interés para intervención institucional.

En la figura 10 se representan gráficamente estas áreas de interés institucional.



Figura 10: Intereses Institucionales de Intervención Prioritaria.

Tabla 7: Categorías, Parámetros y Criterios para el Proceso de Priorización de Territorios.

CATEGORÍAS		PARÁMETROS	CRITERIOS
Político-institucional	Áreas de interés para intervención institucional	Unidades Hidrográficas (UH) y parroquias de interés para intervención del Ministerio de Agua y Ambiente de Ecuador	Seis unidades hidrográficas priorizadas con base en tres criterios sociales, siete ambientales y un económico: UH 13.899 y 13.888 en la parte alta; 13.894 y 13.849 en la parte media; 13.848 y 13.845 en la parte baja;
		Microcuencas prioritarias para intervención del GADP Loja	Cinco parroquias priorizadas en los niveles con base en dos parámetros sociales y uno en salud: 1 (Malacatos), 2 (El Tambo y Vilcabamba) y 3 (Pózul y Nambacola). Cinco microcuencas priorizadas con base en 7 componentes y 14 factores sociales, ambientales y biofísicos: Para conservación: microcuencas de los ríos Tambillo, Trapichillo y Matalanga Para recuperación las microcuencas de los ríos Macandamine, Malacatos y Tambillo.
		Zonas prioritarias para intervención del Consejo de Recursos Hídricos Chira Piura	Las áreas para conservación y recuperación, definidas de acuerdo a la meso zonificación ecológica económica del departamento de Piura.
Socio económica	Intereses locales	Demanda constante de agua para consumo humano, animales y riego	Áreas con mayor densidad de captaciones de agua para consumo, para animales y riego, tendrán mayor prioridad.
Ambiental	Áreas estratégicas para producción de servicios ecosistémicos	Corredor eco hidrológico transfronterizo Podocarpus. Páramos de Ayabaca	Áreas que conectan diversas áreas protegidas y otros ecosistemas proveedores de servicios ecosistémicos, tendrán mayor prioridad.
		Formación vegetal: bosques de neblina montano (bn-M) entre 2.300 y 2.900 msnm	Todas las áreas cubiertas por bosques de neblina, tienen mayor prioridad.
Potenciales riesgos	Potenciales riesgos en territorios de interés	Riesgo a deforestación	Lugares con escenario alto a deforestación, tendrán mayor prioridad.
		Riesgo a erosión	Sitios con exposición a erosión alta, tendrán mayor prioridad.
		Riesgo a inundaciones	Zonas con potencial de inundaciones, tendrán mayor prioridad.
		Riesgo a movimientos en masa	Lugares con alta probabilidad de movimientos en masa (incluye deslaves) tendrán mayor prioridad.

El Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador desarrolló un primer ejercicio de priorización en la demarcación hidrográfica Puyango Catamayo (DHPC). Seleccionó seis unidades hidrográficas para intervención: la UH 13.899 y 13.888 en la parte alta, la UH 13.894 y 13.849 en la parte media y, la UH 13.848 y 13.845 en la parte baja. Esta priorización se realizó con la finalidad de que las UH seleccionadas sean consideradas por el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD y GEF como sitios piloto para aplicar y diseminar acciones demostrativas del proyecto “Gestión integrada de Recursos hídricos transfronterizos de los acuíferos y cuencas de Puyango-Túmbes y Catamayo-Chira”. Este ejercicio consideró los siguientes criterios (Senagua, s.a.):

- *Dimensión social:* Usuarios del agua por UH; organizaciones no legalizadas en la UH; y usuarios de hecho en la UH.
- *Dimensión ambiental:* Estado de contaminación del agua superficial por UH; déficit hídrico (periodicidad); déficit hídrico (duración); demanda de volumen de agua para riego por UH; demanda de volumen de agua para uso doméstico por UH; demanda de volumen de agua para abrevadero por UH; índice de protección hidrológica por tipo de vegetación.
- *Dimensión económica:* Índice de necesidades básicas insatisfechas-NBI.

En un segundo ejercicio, también se realizó una priorización para seleccionar parroquias de la DHPC que, con base en los criterios de selección definidos, demostraran que necesitaban atención prioritaria con fines de protección, resultando con mayor calificación en su orden las siguientes: Malacatos, El Tambo, Vilcabamba y Pózul (González, 2014). En este ejercicio se utilizaron los siguientes parámetros:

- *Dimensión social:* Número de organizaciones sociales de agua para consumo humano, número de habitantes por parroquia.
- *Dimensión de salud:* Número de casos con enfermedades diarreicas agudas (EDAS) por parroquia.
- *Posibilidad de replicación:* posibilidad de repetir la iniciativa en otras parroquias de características similares.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Loja (GADP Loja), a través de un ejercicio de priorización y categorización de microcuencas con fines de desarrollo rural y manejo ambiental, seleccionó seis microcuencas: Tambillo, Trapichillo y Matalanga, con objetivos de conservación; y las microcuencas de Macandamine, Malacatos y Tambillo para recuperación,. Para este ejercicio, utilizaron los siguientes componentes y factores (Campoverde y Sánchez, 2011):

- *Uso actual del suelo:* Cobertura boscosa (bosque y matorral); agropecuaria; áreas degradadas (riesgos de erosión); plantaciones forestales con especies exóticas; áreas protegidas.
- *Potencial hídrico:* Forma, volumen medio, pendiente del río.
- *Población según información existente y de SIG:* Número de habitantes de la microcuenca.
- *Servicios ambientales (agua):* Provisión de agua para consumo (hasta cabeceras parroquiales); provisión de agua para riego.
- *Potencialidad del suelo:* Potencial agrícola; potencial forestal; potencial pecuario.
- *Procesos socio organizativos:* Iniciativas parroquiales y cantonales en marcha; aportes de la población parroquial, cantonal con recursos varios; apertura para establecer una relación con la municipalidad, gobiernos parroquiales y otras organizaciones.
- *Incidencias humanas:* Incendios forestales.

El Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chira-Piura, impulsado como plataforma de gestión integrada de recursos hídricos para la cuenca Chira-Piura priorizó como áreas para su intervención, las zonas de protección y recuperación, contempladas en la meso zonificación ecológica económica del departamento de Piura.

3.5.2 Intereses locales

La cuenca alta y media de Catamayo se caracteriza por la presencia de comunidades y barrios rurales donde las familias se dedican a la agricultura y ganadería extensiva. De acuerdo a los registros¹⁰ del Ministerio de Ambiente y Agua, se tienen 4.855 captaciones para abastecimiento a nivel familiar: 46% para agua de consumo y 54% para riego. En virtud de la densidad de captaciones, se generaron polígonos que agruparon a las mismas.

En la Figura 11 se representan las diferentes captaciones y los polígonos de territorio generados.



Figura 11: Territorios de Interés Local.

Cada una de estas captaciones tiene un área de drenaje o microcuenca de abastecimiento que requiere manejarse con actividades de conservación, restauración e innovación productiva, a fin de proteger la función de regulación de estas unidades hídricas. Así se otorga mayor garantía para la estabilidad de la finca y resiliencia ante efectos del cambio climático. Sencillamente, para las familias campesinas, las fincas son el patrimonio y el medio para generar bienestar en la actualidad y en el futuro. El agua se convierte en un recurso elemental para el funcionamiento de estas unidades productivas. Todas las acciones que impliquen manejo de estas áreas, son de interés local y deben tomarse en cuenta en los

¹⁰ Del lado peruano, específicamente en la parte alta de la cuenca Chira-Piura, no se consiguió suficiente información de las demandas de agua a nivel familiar, para riego, consumo humano y abrevadero de animales.

diferentes niveles de planificación (local, regional, nacional) y en las políticas de incentivos y ejecución de proyectos.

3.5.3 Áreas estratégicas para producción de servicios ecosistémicos

3.5.3.1 El corredor eco hidrológico transfronterizo Andino Podocarpus-Páramos de Ayabaca

La parte alta de la cuenca Catamayo Chira, conformada por la cordillera de Los Andes y donde nacen sus cinco ríos principales, tiene un potencial enorme para conformar un corredor eco - hidrológico, en donde se encuentran varios sitios claves de conservación. Por el lado ecuatoriano, están los parques nacionales Podocarpus y Yacuri; los bosques protectores El Bosque y El Ingenio-Santa Rosa. Por el lado peruano, se encuentran los sitios prioritarios para conservación de Cachiaco, cordillera alta de Quiroz, bosque húmedo de Aypate, área de conservación comunitaria de Yanta y las áreas de conservación privada de Samanga y Tapal. Además se tienen áreas adscritas a programas de incentivos para la conservación como Socio Bosque y el programa de restauración del Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador.

En la Figura 12, se representa el área de corredor propuesta como parámetro para este análisis de priorización.

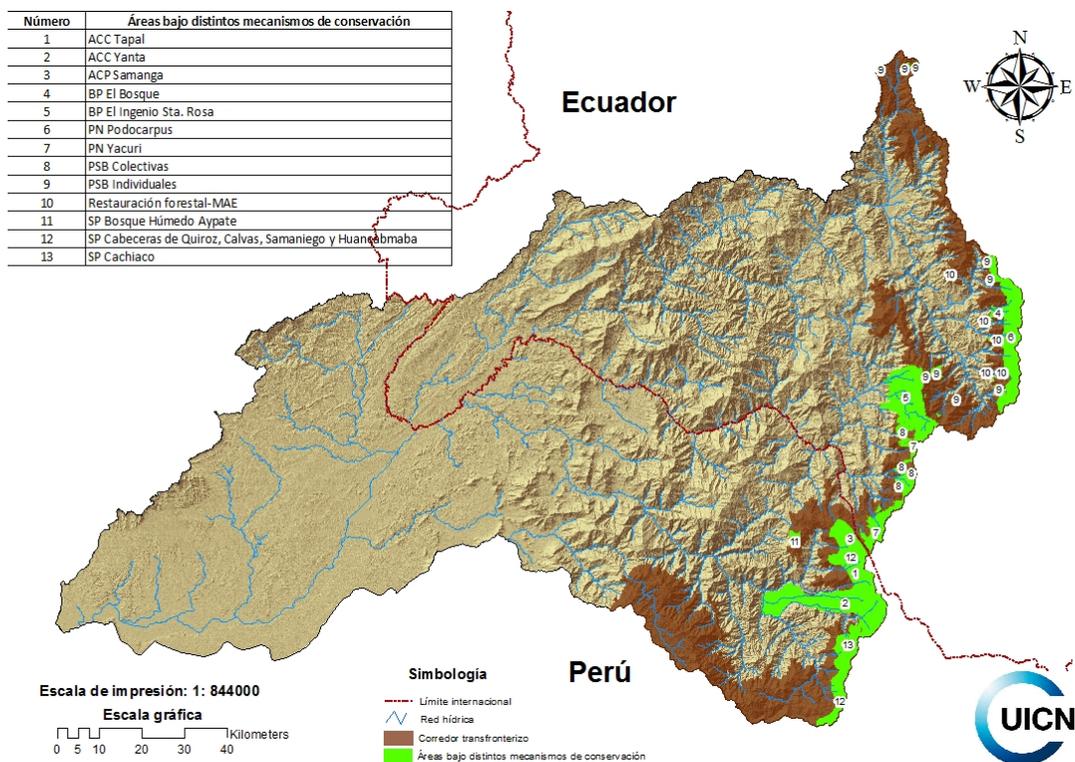


Figura 12: Representación de la Zona del Corredor Transfronterizo.

Uno de los propósitos es crear conectividad entre las distintas áreas y sitios de conservación. Por otro lado, la franja a partir de los 2.300 m.s.n.m¹¹ se constituye en un área de amortiguamiento para estas áreas protegidas, cuyos territorios deben ser manejados participativamente con los propietarios y pobladores locales.

Esta franja de corredor alcanza una superficie de 208.756 ha, de las cuales el 31% está ocupado por las diez áreas protegidas y sitios de conservación. De las 143.475 ha restantes sin mecanismos de conservación, el 51% corresponde a páramos, bosques y matorrales permanentes, 45% con pastizales, 1% de humedales, 0,5% de cultivos y otras áreas.

El corredor viene a constituirse en un área clave para la regulación de agua por estar ubicado estratégicamente en la ceja de la cordillera de Los Andes. En este sector nace la cuenca transfronteriza y los ríos que abastecen a los principales sistemas de riego para los dos países. Además, se trata también de un área estratégica para protección de biodiversidad ya que acoge a diez sitios importantes de conservación en los dos países.

3.5.3.2. Formación vegetal: bosques de neblina montano (bn-M)

En la Figura 13, se representa la presencia de bosques de neblina.



Figura 13: Representación del Área con Presencia de Bosques de Neblina.

Los bosques de neblina juegan un papel preponderante en la regulación de cantidad de agua en las cuencas por su capacidad de condensar la neblina o niebla que es arrastrada por las corrientes de aire. Se trata de precipitación horizontal adicional a la precipitación vertical, cuyo aporte puede estar entre el 2 y 24% de la precipitación vertical (Rollenbeck *et al*, 2.008). Bajo este principio, su conservación es

¹¹ Se consideró esta cota, en virtud de que a partir de esta altitud se encuentran los ecosistemas remanentes como matorrales, bosques y páramos.

primordial por esta función ecosistémica. La deforestación de estos bosques, cubiertos frecuentemente por neblina, provoca la disminución de caudales hasta consecuencias catastróficas (Hamilton, 1.982; Bruijnzeel, 2.004).

Los bosques de neblina no solamente son puntales en la regulación de agua en las cuencas, sino que también albergan una diversidad de especies endémicas, por lo que su valor en biodiversidad es alto.

Según Lozano (2.002), el bosque de neblina se localiza entre los 2.300 y 2.900 m.s.n.m., en la zona del flanco occidental del Parque Nacional Podocarpus: Cajanuma, Cerro Toledo, Cruz del Soldado, Loma del Oro, Fierro-Urco Bosque de Angashcola en Amaluza.

En la cuenca Catamayo-Chira existe una superficie de 77.171 ha en dicha franja altitudinal, donde se distribuyen bosques de neblina a los cuales se propone la protección permanente.

3.5.4 Potenciales riesgos en los territorios

3.5.4.1 Riesgo a deforestación

De acuerdo al estudio desarrollado por Sierra (2.015), la deforestación bruta en los bosques y valles semi-secos del sur del Ecuador, corresponde a 72,6 km² en la década 1.990 - 2.000. La tasa disminuye a 65,5 km² entre 2.000 y 2.008 y se incrementa ampliamente, casi al doble, entre 2.008 y 2.013 con 115,4 km². Por su parte, la regeneración bruta se incrementa de 22 km² entre 1.990-2.000 a 24,5 km² entre 2.000 a 2.008 y es mucho mayor para el 2.008 y 2.013, con 90,98 km². En la Figura 14, se pueden apreciar estos datos:

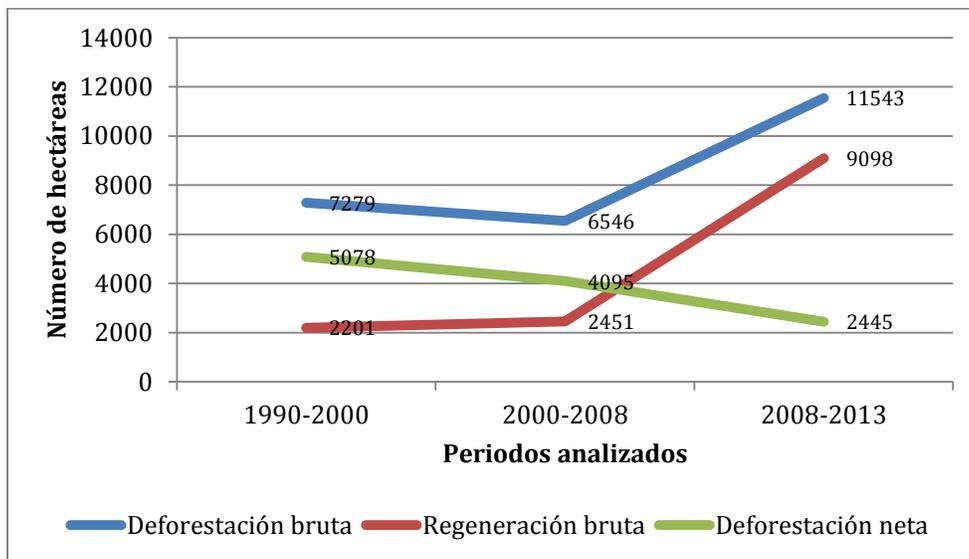


Figura 14: Deforestación en los Bosques y Valles Semi - Secos del Sur.

De acuerdo con la figura, la deforestación neta tiende a bajar entre 1.990 y 2.013. Esto se da porque la regeneración natural en áreas de cultivos y pastizales se incrementa, debido al abandono de estas áreas por múltiples razones: pérdida de fertilidad de suelos, abandono temporal (agricultura migratoria), cultivos o ganadería poco competitiva, o por problemas con la capacidad para el mantenimiento de las fincas. Sin embargo, la deforestación bruta se incrementa, es decir que se tala sobre bosque primario o intervenido. Esta relación es preocupante puesto que, aunque exista regeneración natural en un buen porcentaje, la

deforestación es mayor y sobre ecosistemas más frágiles. Se van perdiendo funciones ecosistémicas claves como la regulación de agua y biodiversidad, las cuales tardarían varias décadas en conseguir una recuperación cercana a su estado original; significando pérdidas de bienestar y económicas, principalmente para las poblaciones locales.

En la Figura 15 se representa el riesgo a deforestación en la Cuenca, mapa elaborado considerando el escenario alto con probabilidad de ocurrencia para el año 2.020 del estudio desarrollado por Sierra (2.015) para la parte ecuatoriana; Para la parte peruana, se muestra el mapa de deforestación generado en el año 2014 por el Gobierno Regional de Piura.

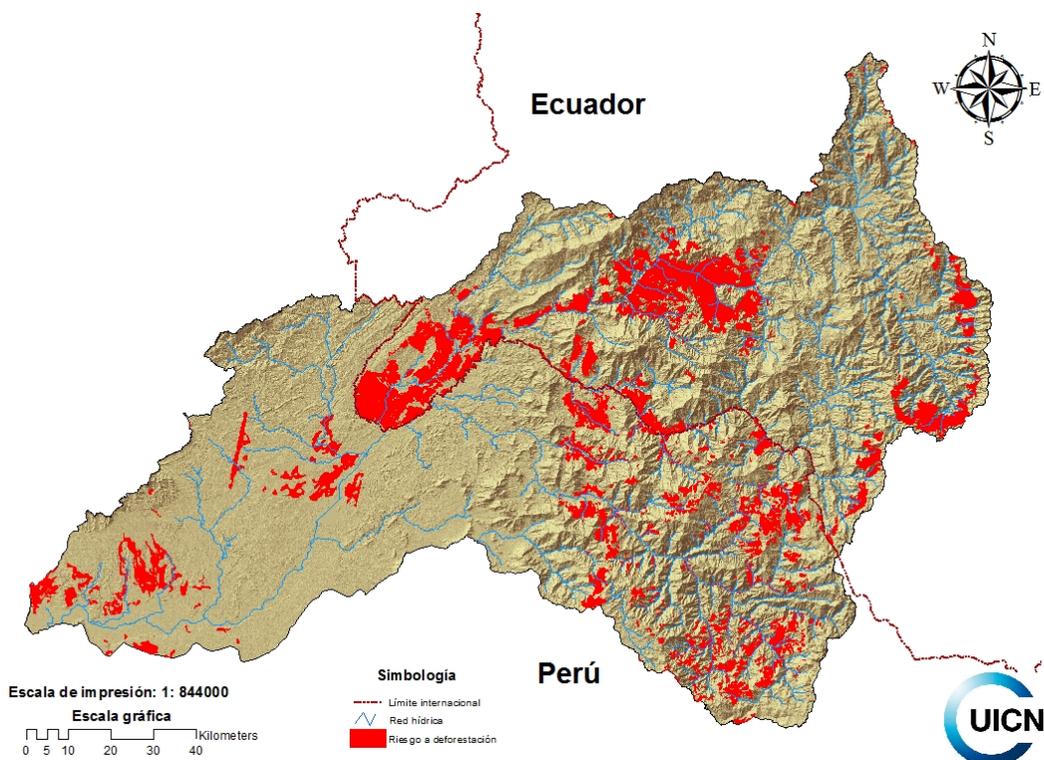


Figura 15: Distribución Espacial de los Cambios Proyectados por los Modelos RLMEE

3.5.4.2. Riesgo a erosión

La erosión es el desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento. Es un proceso natural pero se agrava por las malas prácticas agrícolas y es uno de los grandes problemas en la cuenca transfronteriza Catamayo Chira en virtud de la pérdida de cobertura forestal y por el relieve con altas pendientes.

Las áreas que presentan un mayor grado de erosión a nivel de la cuenca alta del río Catamayo (Ecuador), se encuentran en “Alamor, Catamayo y Macará, ocupando una superficie de 170.291 ha con una tasa promedio de pérdida de suelo de 36.5 ton/ha/año” (Oñate y Aguilar, 2008).

Un claro ejemplo de este problema, es la sedimentación de la represa de Poechos que receipta las aguas del río Catamayo y Chira, en la cual se estima, existen 394 millones de metros cúbicos (MMC) de sedimentos, de un volumen útil de 885 MMC. Es decir, prácticamente el 45% de la presa se encuentra colmatada (Morocho, 2004).

En la Figura 16 se presenta el mapa de riesgo a erosión elaborado con base en la información de los estudios de susceptibilidad a erosión del MAGAP-SIGAGRO en el lado ecuatoriano, y de riesgo a erosión generado en el Gobierno Regional de Piura.

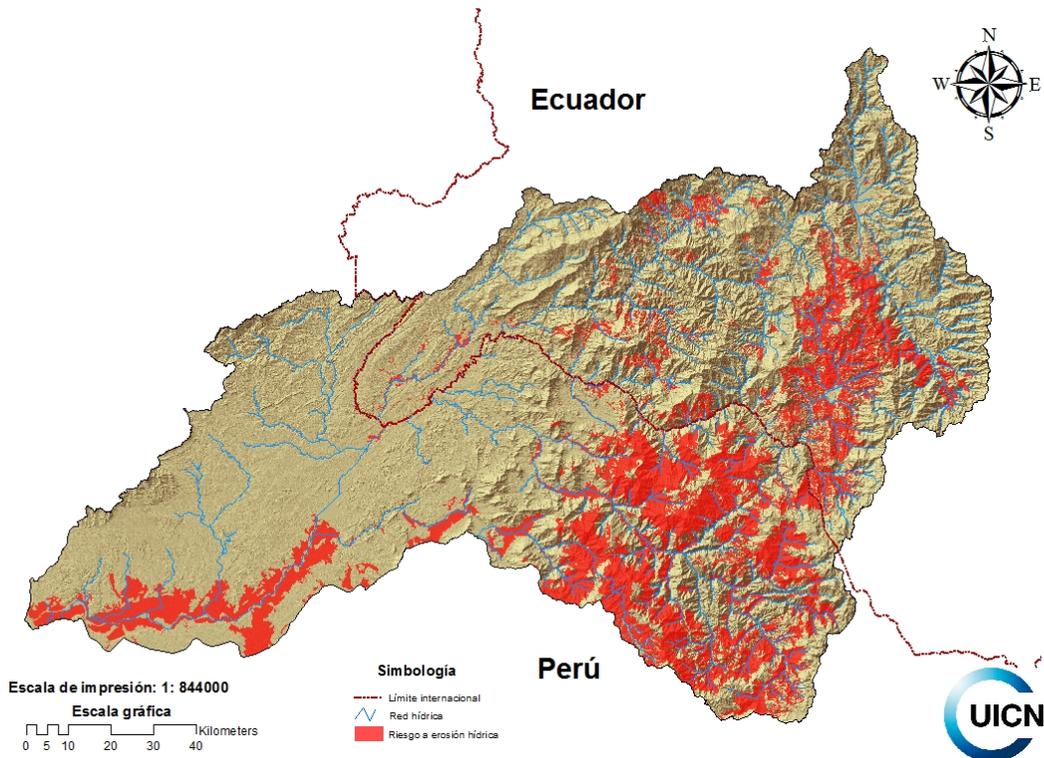


Figura 16: Riesgo a Erosión.

3.5.4.3. Riesgo a inundaciones

La inundación es un efecto de fenómenos meteorológicos o climáticos extremos que puede provocar pérdida de vidas humanas y daños materiales. Las partes bajas de la Cuenca tienen mayor susceptibilidad a inundarse por el desbordamiento o por la acumulación de grandes cantidades de agua. Se trata de un parámetro importante en la priorización de territorios, puesto que permite identificar las áreas susceptibles que deberían integrarse en un concepto de manejo integral del territorio.

El 17,5% de la cuenca Catamayo tiene exposición alta y máxima a inundaciones de larga duración que corresponde a la zona baja de Zapotillo y Macará, (Neira, *et al* 2.009).

En la Figura 17 se presentan los lugares susceptibles a inundaciones con base en la información generada en INAMHI-MAGAP en el lado ecuatoriano, y por el Gobierno Regional de Piura en el lado peruano.

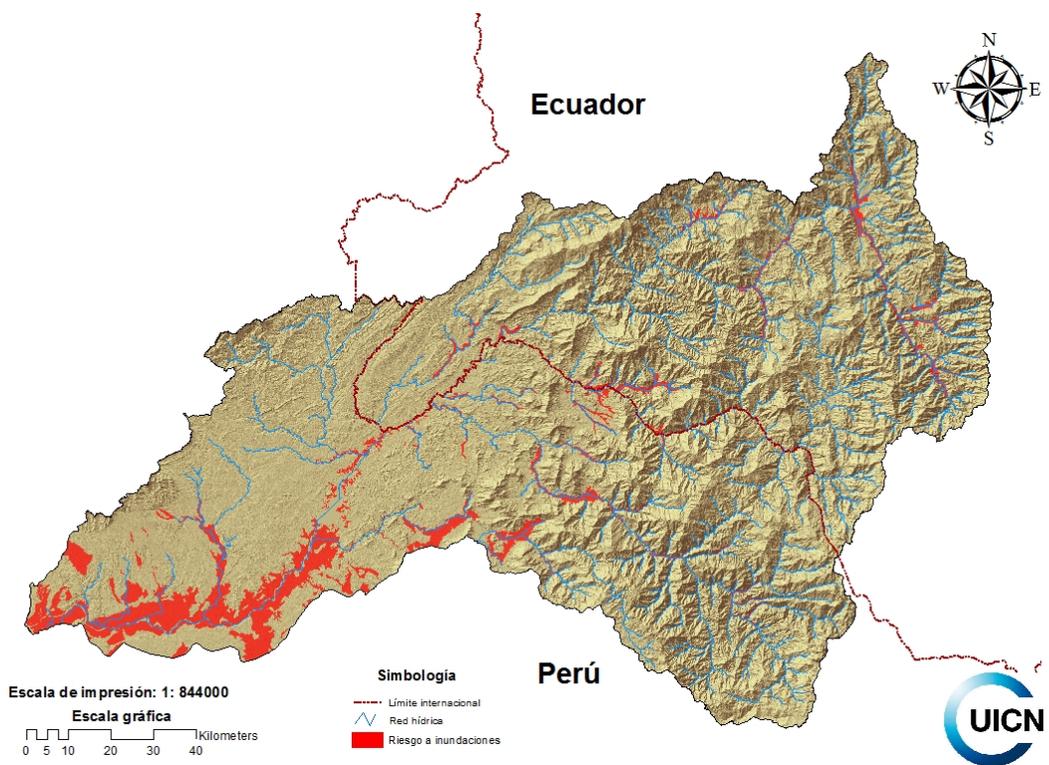


Figura 17: Riesgo a Inundaciones.

3.5.4.4 Riesgos a movimientos de masa

Los movimientos en masa son procesos gravitatorios originados por exceso de agua en el suelo debido a lluvias torrenciales, puesto que éstas incrementan las fuerzas desestabilizadoras, reduciendo la resistencia del suelo al deslizamiento. Se definen como el movimiento de una masa de roca, escombros o tierra a lo largo de una ladera. Algunos movimientos en masa son lentos, pequeños e imperceptibles, mientras que otros implican mayores volúmenes de material y alcanzan velocidades con gran poder destructivo (Cruden, 1.991).

Los movimientos en masa constituyen una de las causas más frecuentes de desastres en el mundo. Aunque tienen causas como las condiciones geológicas, geomorfológicas y la intervención antrópica; un solo factor, como precipitaciones extremas, es considerado el estímulo externo suficiente para que se produzcan estos movimientos (Aristizábal *et al*, 2.010). Los tipos de movimientos en masa, de acuerdo a Cruden y Varnes (1.996) son: caídas, volcamientos, deslizamientos, flujos, y propagación lateral.

En la cuenca del Catamayo, todos los cantones, a excepción de Zapotillo, tienen áreas con exposición alta y máxima a los deslizamientos. En total, 37% del territorio de la Cuenca (Neira *et al*, 2.009). En la Figura 18 se presentan los lugares susceptibles a movimientos en masa en el lado ecuatoriano y a deslizamientos en Perú, con base en información generada por la Secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador y por el Gobierno Regional de Piura.

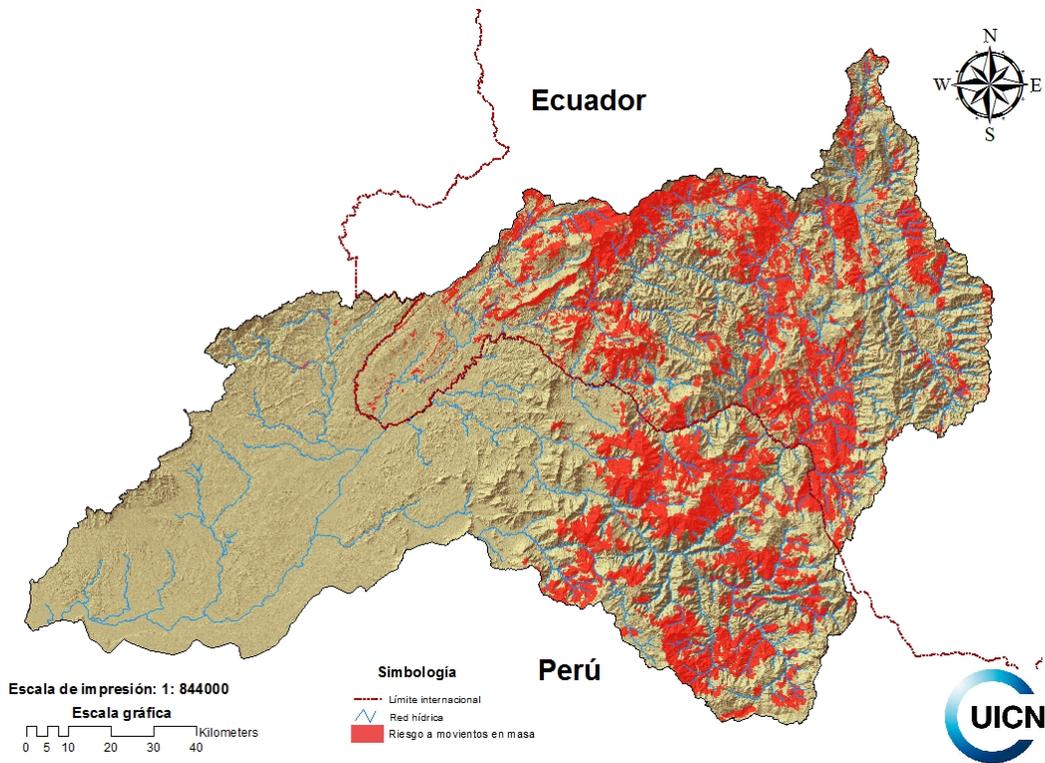


Figura 18: Riesgo a Movimientos en Masa.

3.5.5 Procesamiento de la información

Una vez organizados cada uno de los parámetros, se procedió a su procesamiento, bajo el siguiente concepto:

$$t_{pr} = (i_i + i_l + a_{se}) * (r_d + r_e + r_{mm} + r_i)$$

Dónde:

- t_{pr} Territorios prioritarios
- i_i Intereses institucionales
- i_l Intereses locales
- a_{se} Áreas para provisión de servicios ecosistémicos
- r_d Riesgo a deforestación
- r_e Riesgo a erosión
- r_{mm} Riesgo a movimientos en masa
- r_i Riesgo a inundaciones

Realizando el ejercicio, se obtuvo el mapa que suma los intereses institucionales, intereses locales y áreas para provisión de servicios ecosistémicos, el cual se muestra en la Figura 19.



Figura 19: Áreas de Prioridad de Acuerdo a la Suma de Intereses.

Los polígonos que se muestran en las figuras 10 a la 13, representan los territorios de prioridad para el manejo y gestión de la Cuenca y están representados en la figura 19 (Nivel 2).

Al interceptar estos territorios con las áreas de riesgo a amenazas (figuras 15 a la 18), se obtiene una sección de territorio con mucha más prioridad o urgencia para intervenir (Nivel 1, en color verde claro). El resultado de este ejercicio se presenta en la Figura 20.



Figura 20: Priorización de Territorios para Intervención en la Cuenca.

3.6 Priorización de prácticas y acciones a nivel de unidades hidrográficas

Dentro del territorio priorizado con el Nivel 1, se identificó y seleccionó la unidad hidrográfica 13.888 a fin de realizar el ejercicio de planteamiento de prácticas básicas que no deben faltar en el manejo de territorios con fines de protección de servicios ecosistémicos de regulación de la cantidad y calidad de agua en cuencas hidrográficas. A continuación se argumentan estas prácticas y acciones:

3.6.1 Protección de remanentes: páramos, bosques, matorrales

Se propone la protección de los páramos, bosques y matorrales que aún se mantienen en la cuenca, aplicando distintos instrumentos y prácticas, a fin de que no se degraden o se pierda una sola hectárea adicional. Estos ecosistemas tienen la función esencial de regular la cantidad y calidad de agua en la cuenca; entre más superficie cubierta por estos ecosistemas se disponga, mayor será la capacidad reguladora de agua.

Los páramos de por sí, son considerados fábricas de agua debido a su capacidad de almacenamiento por sus suelos de origen volcánico, profundos y ricos en materia orgánica. La conversión de pajonales a pastizales produce un efecto negativo mayor al producido por la conversión de bosques a plantaciones de pino, debido al incremento de la densidad de los suelos por el pisoteo. Esto reduce la capacidad de retención de agua (Quichimbo, 2.008) y la conductividad hidráulica que puede reducirse a 1,5 y 1,78 cm/hora de valores entre 6,1 y 7,33 cm/hora medidos en páramos no alterados (Díaz y Paz, 2.002).

Los bosques, principalmente los andinos, tienen una capa de hojarasca en descomposición y humus sobre el suelo que ayuda a “retener o atrapar” temporalmente agua y facilitar su infiltración, alimentando con ello los escurrimientos profundos o de base. Además de la hojarasca, en los bosques andinos también se encuentran musgos y briofitas que cumplen la misma función de almacenar temporalmente agua.

Los bosques andinos son reconocidos por su importancia hidrológica, como reguladores de caudales, puesto que ayudan a controlar y mantener los flujos de agua durante periodos secos (Bruijnzeel, 2.004). Por lo general, se caracterizan por tener baja evapotranspiración y entradas con precipitaciones relativamente altas (Tobón, 2.009). La presencia de niebla influye en la reducción de la radiación solar y de evapotranspiración.

En la Figura 21 se representan las áreas para protección de remanentes en la unidad hidrográfica 13.888.



Figura 21: Áreas para Protección de Remanentes.

Una de las estrategias principales para la protección de remanentes es fortalecer un proceso de cooperación y articulación institucional. En primer lugar, se busca fortalecer las iniciativas de conservación actuales en sus distintas categorías, de tal forma que se alcance un manejo más efectivo de estas áreas. Cabe recordar que al interior de los territorios prioritarios se encuentran 33 áreas que conservan 189.936 ha.

En segundo lugar, se podría realizar evaluaciones y caracterizaciones de los ecosistemas que no disponen de mecanismos de conservación en las áreas prioritarias, a fin de analizar la factibilidad de crear nuevas áreas protegidas desde el nivel privado, con familias, hasta áreas protegidas comunitarias, parroquiales y municipales.

3.6.2 Restauración de áreas de interés

Los intereses de restauración se enmarcan en cuatro prácticas básicas:

3.6.2.1 Restauración de riberas de quebradas y ríos

Las franjas ribereñas se consideran un sitio prioritario para la conservación de la diversidad biológica, funciones ambientales y provisión de servicios ecosistémicos (Suárez *et al.* 2.002). Esta práctica está relacionada con la regulación de calidad de agua. La protección y restauración de una franja de por lo menos 10 a 20 metros desde cada margen se constituye en verdadero filtro natural, desempeñando una función eficaz en la retención de sedimentos y residuos de pesticidas que bajan por las laderas con la erosión y en escurrimientos superficiales. Por este motivo, la vegetación ubicada junto a las riberas de quebradas, esteros, ríos y otros humedales (Price y Lovett 2.002), también es denominada *buffer* biológico (National Research Council, 2.002).

Estos sistemas, dinámicamente unidos longitudinal, lateral y verticalmente por los procesos hidrológicos, geomorfológicos y de sucesión ecológica (Gregory *et al.*, 1.991); desempeñan las siguientes funciones ecológicas: a) Hidrología y dinámica de sedimentos, b) Biogeoquímica y ciclo de nutrientes, y c) Hábitat y mantenimiento de tramas tróficas (National Research Council, 2.002).

Las principales características de la vegetación ribereña o riparia, se describen a continuación:

- Forman eficientes filtros naturales para retención de sedimentos, residuos de pesticidas y de fertilizantes. Las raíces de las plantas y la vida microbiana del suelo y del manto orgánico, tienen la capacidad de asimilar los nutrientes disueltos en las aguas superficiales y subsuperficiales (Tabbacci, 1.997). Los nutrientes pueden ser retenidos por el sistema radicular de la vegetación ribereña (Lima y Brito, 2.008) –hasta el 50% de sedimentos en cobertura ribereña con pastos (Magette *et al.*, 1.989) –y pueden disminuir significativamente la concentración de herbicidas en los cursos de agua, transformando residuos de pesticidas transportados por escorrentías en componentes no tóxicos por descomposición biológica y otras formas biodegradables. Las franjas con un ancho de 16 m son efectivas para remover nitratos de aguas superficiales (Moller, 2.011).
- El cierre de copas de la vegetación de ambos lados de quebradas y ríos provoca que el agua se torne más fría, lo que significa que se mejoran los niveles de oxígeno disuelto y con ello se dan mejores condiciones para la vida acuática. National Research Council (2.002) destaca el papel de la vegetación en la regulación de la temperatura, en la estructura del flujo y la sedimentación, lo que beneficia directamente al desarrollo de vida acuática.
- Se protegen los taludes como medidas de prevención y adaptación ante eventos de inundaciones. Se pueden desarrollar especies nativas que retienen el suelo, como la guadua (*Guadua* sp.) y también son tolerantes al exceso o encharcamiento de agua. Según Price *et al.* (2.004), la vegetación riparia ayuda a mantener la integridad hidrológica, hidráulica y ecológica del área de cauce, del suelo y de la vegetación asociada, estabilizando las orillas, regulando crecidas y evitando el incremento de la escorrentía superficial.
- Potencian la conectividad con ecosistemas acuáticos y terrestres, para la movilización, refugio, hábitat y alimentación de algunas especies importantes de fauna. Según National Research Council (2.002), una de las principales funciones de la vegetación ribereña es el mantenimiento de la biodiversidad tanto acuática como de aves y otros hábitats de vida silvestre; es el hogar de abundantes especies de fauna incluyendo invertebrados, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Brasil es uno de los países que más ha investigado este tema, logrando incorporar normativas para el manejo de estas áreas en la legislación ambiental. En Ecuador, la norma de manejo sustentable de bosques andinos, en su Art. 5, establece un margen de protección en función del ancho del río o quebrada:

Tabla 8: Margen de protección de ríos y quebradas.
Norma para el Manejo Sustentable de Bosques Andinos, Ecuador.

ANCHO DE LA QUEBRADA EN METROS	FAJA DE PROTECCIÓN EN METROS
Hasta 3	20
Entre 3 y 6	30
Más de 6	50
Lagunas, reservorios, represas	Mínimo 40

Esta normativa, es un buen comienzo para preocuparse por la protección y recuperación de estas áreas. Sin embargo, se requiere manejar procesos de negociación y articulación de incentivos para llegar a acuerdos con los propietarios.

3.6.2.2 Restauración de cejas de montaña desprovistas de vegetación forestal

Como se había mencionado anteriormente, las cejas de montaña cumplen con un rol fundamental: ayudar con la captación e infiltración de precipitación para alimentar los escurrimientos de base. En tal virtud, cuando no existe vegetación paramuna o forestal en estas áreas, es vital su recuperación para mejorar la función de almacenamiento temporal o retención de agua de la cuenca para facilitar su infiltración. Este proceso de restauración se debe realizar en el marco de la negociación de acuerdos con los propietarios y de la coordinación con instituciones para el manejo de incentivos.

Entre más superficie se consiga restaurar, desde la línea de cumbre por la ladera hacia abajo en dirección de las quebradas y ríos, mayor será el área de recepción y almacenamiento temporal de agua.

En la Figura 22, se representan las áreas potenciales para restauración de vegetación ribereña y cejas de montaña



Figura 22: Áreas para Restauración de Cejas de Montaña y Vegetación Ribereña en la UH 13.888.

3.2.3 Restauración de franjas de conectividad

Existen varios parches de bosque, páramos y matorrales en zonas con pendientes elevadas al interior de las cuencas que han sido fraccionados, perdiendo su conectividad debido a múltiples causas como la deforestación o la apertura de áreas para ganadería y agricultura. Este fraccionamiento no solamente aísla a la vegetación de estos remanentes, sino también a la distribución de varias especies de fauna.

Dependiendo del área de la propiedad y de la capacidad de regeneración natural; se propone restaurar franjas horizontales, en curvas de nivel, con un ancho mínimo de cinco metros, a fin de que conecten parches de bosques, chaparros y páramos, actuando como mini corredores para movilización y forrajeo de especies.

Además, estas barreras perpendiculares a la pendiente, actúan como filtros para la retención de sedimentos, residuos de fertilizantes y pesticidas que bajan por las laderas. Los costados de estas barreras pueden contribuir con sombra y forraje complementario para el ganado. La caída de hojas de especies forestales que desarrollen en estas franjas aporta materia orgánica a los suelos. Las cercas vivas de estas franjas pueden ser también enriquecidas con productos forestales no maderables. Un beneficio adicional, es su contribución a la estabilización de laderas.

La principal restricción para la implementación de esta práctica es el tamaño de la propiedad. En propiedades con poca extensión (1 a 3 ha), resultará difícil llegar a acuerdos con los propietarios ya que se vería disminuida el área de producción. Mientras que en áreas con agricultura y ganadería extensiva, donde tradicionalmente se practica la agricultura migratoria, existen posibilidades de llegar a acuerdos para la implementación y manejo de esta práctica.

Para el funcionamiento efectivo de estas franjas, se recomienda implementar cercas (en lo posible eléctricas) a ambos lados de la franja. Se pueden implementar plantaciones con especies forestales para la formación de cercas vivas con una o dos hileras de alambre. Dependiendo de la capacidad de regeneración natural, se puede optar por el enriquecimiento con especies nativas forestales y arbustivas.

En la Figura 23 se representa la restauración de franjas de conectividad.

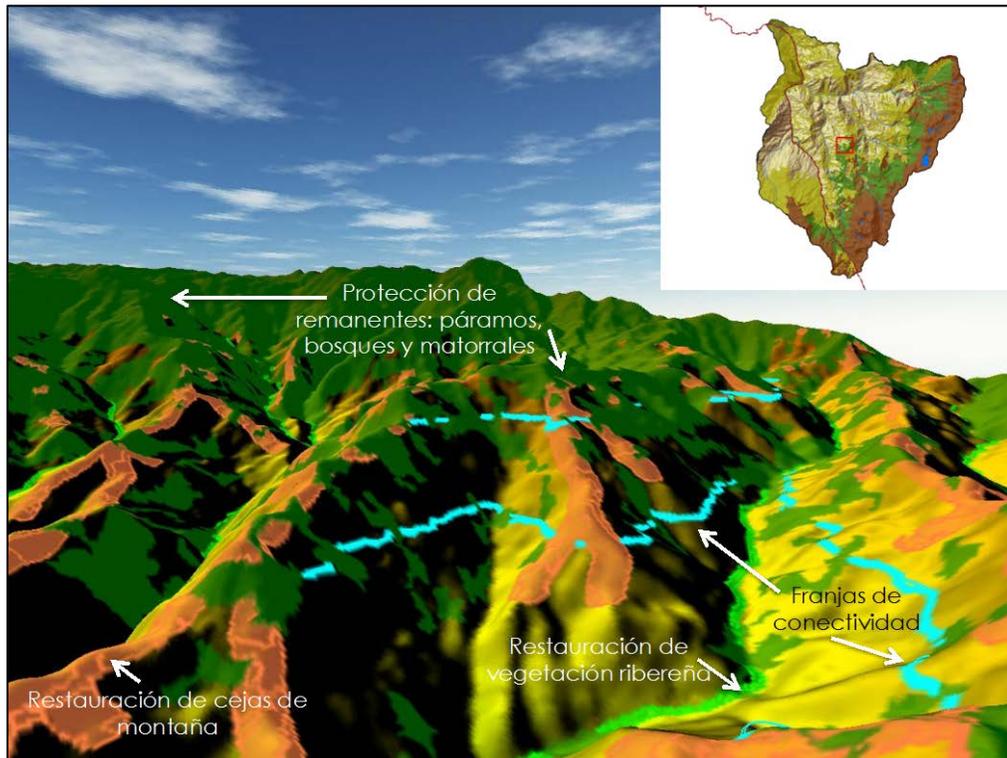


Figura 23: Representación de las Prácticas de Protección y Restauración en una Sección de la UH 13.888.

3.6.2.4 Recuperación de áreas degradadas

Se recomienda iniciar un proceso de recuperación de áreas degradadas, donde las prácticas forestales tengan protagonismo en la recuperación de la cobertura vegetal y de los suelos, como contribución al manejo de las cuencas hidrográficas.

Se deberá partir reconociendo los aprendizajes de experiencias exitosas en recuperación de estas áreas para seleccionar especies forestales adecuadas.

3.6.2.5 Innovación productiva

Con el ánimo de tener un mejor acercamiento e interacción entre la conservación y producción en las cuencas hidrográficas, se requiere que los espacios ocupados actualmente por actividades agropecuarias, innoven su forma de producir. Es necesario, incorporar prácticas agrosilvopastoriles y agroecológicas elementales, de tal forma que se integre un enfoque de “producir conservando”. Entre las prácticas que se recomiendan para innovar la producción agropecuaria tradicional, están, las siguientes¹²:

- Agroforestería: destacándose las cercas vivas, los linderos, las cortinas de vegetación contra vientos y heladas, las barreras de vegetación acompañadas de zanjas de infiltración y las silvopasturas; como las mejores prácticas agrosilvopastoriles para mejorar las condiciones de las prácticas agropecuarias actuales, en virtud que brindan los siguientes beneficios potenciales:
 - o Forraje complementario
 - o Sombra para el ganado
 - o Protección a los cultivos de la influencia de vientos y heladas
 - o División de propiedades y potreros
 - o Leña y madera para autoconsumo
 - o Cosecha de frutos, medicinas y otros productos forestales no maderables
 - o Aporte de hojarasca al suelo, que significa materia orgánica adicional
 - o Fijación de nitrógeno por plantas leguminosas
 - o Protección del suelo de la excesiva evaporación de agua
 - o Retención de sedimentos
 - o Almacenamiento temporal de agua en las zanjas de infiltración
 - o Incremento de diversidad en las fincas.

- Agroecología: enfoque de producción con enfoque ecológico, es decir se centra en la sustentabilidad del sistema de producción. El manejo agroecológico trata de optimizar el reciclaje de materia orgánica y de nutrientes, cerrar los flujos de energía, conservar el agua y el suelo, balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales y aprovechar la combinación de árboles y animales en arreglos temporales y espaciales (Altieri, 2.001). Entre las prácticas agroecológicas con potencialidad de implementar se destacan:
 - o Rotación, asociación y diversificación de cultivos
 - o Reciclaje de la materia orgánica y producción de abonos orgánicos
 - o Cultivos de cobertura y uso de mulch
 - o Incremento de otras especies de cultivos, arbustos y forestales
 - o Conservación y manejo ecológico de suelos.

¹² Además de estas prácticas agroecológicas y agrosilvopastoriles básicas, no olvidar, que para alcanzar la innovación de los sistemas ganaderos, se requiere trabajar en el mejoramiento y renovación de pastizales y, en el mejoramiento genético.

3.6.2.6 Manejo de plantaciones forestales

Hace aproximadamente 30 años, se realizaron varias plantaciones forestales, especialmente con pino en los páramos y laderas andinas, con el propósito de proteger cuencas hidrográficas. En la actualidad, se observa y se ha comprobado que estas plantaciones tienen impactos negativos sobre el suelo y la hidrología de las cuencas.

Uno de los elementos a considerar es la intercepción o interceptación de lluvia por las copas de los árboles. En las plantaciones de *Pinus radiata* puede estar en el rango de 18-39% (Myers y Talsma, 1.992) mientras que en los bosques nativos puede fluctuar de 9 a 15% en bosques nublados del sur del Ecuador (Motzer *et al*, 2.008); y entre 8 y 30% en bosques nublados montanos de la cordillera de Yanachaga en Los Andes centrales de Perú (Gómez-Peralta *et al*, 2.008).

Un análisis sobre el estado del conocimiento técnico científico sobre los servicios ambientales hidrológicos generados en los Andes, realizado por Célleri (2.010), destaca que a nivel de microcuencas en páramo, el rendimiento hídrico en la cuenca con plantación de *Pinus patula* es un 50% menor que el observado en una microcuenca sin plantación (PROMAS, 2.004 y Buytaert, 2.006). Una plantación de pino de nueve años de edad, puede alcanzar hasta el 69% de evapotranspiración, frente al 34% en pastizales (Cicco, 2.011).

Por lo visto, las plantaciones de pino tienen efectos directos sobre la hidrología de las cuencas. Mucho más si estas se ubican en cejas de montaña o líneas de cumbre, puesto que estas zonas se constituyen en receptoras o captadoras de precipitación para infiltrarla y alimentar los escurrimientos de base que duran semanas, meses y años en aparecer para formar las quebradas y ríos, regulando de esta manera la cantidad de agua: infiltrando el agua en los periodos de lluvia para que esté disponible en la época seca o de estiaje.

En tal virtud, se ve importante considerar el parámetro “manejo de plantaciones” a través de: raleos con fines hidrológicos; es decir, raleo en bloques para permitir aclareos de tal forma que:

- En primer lugar, el agua de precipitación, que debía interceptarse y transpirarse en estos bloques, pasa directamente al suelo, dando paso a su infiltración para alimentar los escurrimientos subsuperficiales y de base, lo que significa un incremento en el rendimiento hídrico de la cuenca.
- En los bloques sin árboles al interior de la plantación, se forma un microclima favorable para el crecimiento de vegetación nativa, puesto que el pino resiste vientos y heladas y con ello el ambiente al interior de estos bloques es más abrigado en la noche y más fresco en el día.
- Con esta propuesta, el problema de las plantaciones de pino ubicadas en las cejas de montaña, se puede mitigar y convertir en una oportunidad. Se puede incrementar el rendimiento hídrico debido a la intercepción y transpiración evitada y, por otro lado, facilitar un proceso de sucesión hacia vegetación nativa.

La tabla 9, se presenta un resumen de las prácticas básicas propuestas y cómo éstas contribuyen a la protección de servicios ecosistémicos y al manejo sostenible de fincas en la cuenca Catamayo Chira.

Tabla 9: Guía de Prácticas Básicas y sus Contribuciones a la Protección de Servicios Ecosistémicos a Nivel de Finca.

PRÁCTICA		CONTRIBUCIÓN A LA PROTECCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y AL MANEJO SOSTENIBLE DE LA FINCA
Protección de remanentes		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Contribuyen con la regulación de cantidad de agua para la finca</i>, puesto que son áreas de recepción de precipitación, almacenamiento temporal y recarga de escurrimientos de base. • <i>Protegen la biodiversidad</i>, como refugio de especies, para aprovechamiento de productos no maderables y en actividades de turismo. • <i>Otorgan mayor garantía para la estabilidad de la finca</i>, puesto que regulan cantidad y calidad de agua para consumo humano, para animales, riego y los sistemas acuáticos. Además, ofrecen mayor resiliencia ante efectos del cambio climático.
Restauración de áreas de interés	Cejas de montaña	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Recuperan la vegetación forestal</i>, para mejorar la capacidad de recepción de precipitación, almacenamiento temporal y recarga de escurrimientos de base, flujos más profundos que se mueven a través del suelo y duran entre semanas y meses.
	Vegetación ribereña	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mejora la calidad de agua</i> para consumo humano, animales, riego, crianza de peces; en virtud de su función como filtro biológico para atrapar sedimentos, residuos de pesticidas y fertilizantes que bajan por las laderas hacia quebradas y ríos. • <i>Forma corredores ecológicos</i>, para movilización, refugio, hábitat y alimentación de diferentes especies de fauna. • <i>Son franjas con mayor resistencia</i> ante posibles inundaciones y deslizamientos.
	Franjas horizontales y de conectividad	<ul style="list-style-type: none"> • Franjas de por lo menos cinco metros de ancho en zonas con pendientes, para <i>conectar parches de bosques</i>. • Su ubicación en sentido perpendicular a la pendiente, contribuye con la <i>retención de sedimentos, residuos de pesticidas, productos veterinarios y fertilizantes</i> que bajan por las laderas.
	Recuperación de áreas degradadas	<ul style="list-style-type: none"> • Permite entrar en procesos de recuperación de zonas improductivas de la finca, mediante el establecimiento de plantaciones con especies forestales y arbustivas adecuadas.
Innovación productiva.	Manejo de linderos, cercas vivas, cortinas contra vientos y heladas, prácticas de conservación de suelos y silvopastoriles	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrecen <i>diversos beneficios</i> como: protección de cultivos, producción de hojarasca para materia orgánica, protección de vientos, protección de heladas, sombra para el ganado, protección del suelo, aprovechamiento de leña, forraje y otros productos forestales no maderables. • Antes que pensar en deforestar o ampliar la frontera agropecuaria en páramos, es mejor innovar la forma de hacer agricultura y ganadería aplicando técnicas agroforestales y agroecológicas.
	Mejoramiento de los sistemas agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mejoramiento de la productividad de la tierra, mejorando la fertilidad y nutrición de los suelos</i>, para ello se propone una práctica fundamental que consiste en la generación y reciclaje de la materia orgánica, mediante compostajes, bioles, etc. incremento de diversidad, policultivos, cultivos de cobertura y uso de mulch.
	Mejoramiento de los sistemas ganaderos	<ul style="list-style-type: none"> • Permitirá <i>mantener las productividades actuales en menor espacio y con menos costos</i>, manejando al menos tres prácticas básicas: el mejoramiento genético del ganado con distintos métodos, el mejoramiento de pastos para una nutrición más adecuada (en este caso se destacan la sustitución de pastos tradicionales bajos en proteína, por pastos más nutritivos y con mayor producción de biomasa) y la implementación de plantaciones silvopastoriles que incluyan bancos forrajeros con especies leñosas.
Manejo de plantaciones		<ul style="list-style-type: none"> • El raleo de plantaciones, especialmente de pino, ubicadas en cejas de montaña, <i>contribuye en el incremento de agua de los escurrimientos de base y recuperación de vegetación nativa</i>, mediante un plan de aprovechamiento de la plantación de manera progresiva.

Para tener un mejor entendimiento del proceso de implementación de estas prácticas de manejo, en las figuras 24 y 25 se presentan los croquis de la situación actual y deseada a nivel de una finca tipo. Este es un ejemplo que representa espacialmente los lugares de implementación; sin embargo, en otras fincas será posible implementar una o dos prácticas solamente. De todas maneras, es aconsejable elaborar un croquis con la situación actual y el diseño predial deseado.



Figura 24: Plano de la Situación Actual.

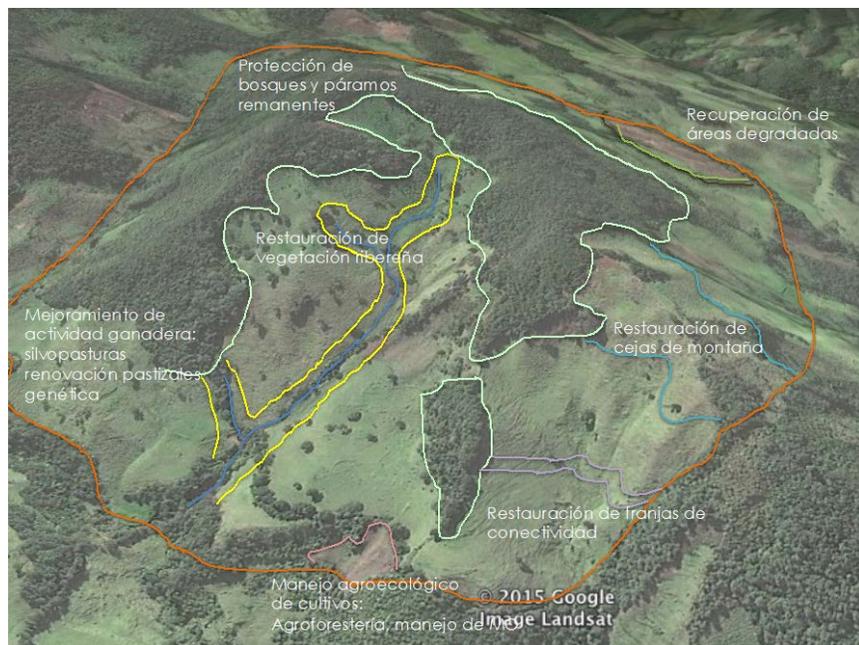


Figura 25: Plano de la Situación Deseada.

Asimismo, para apoyar al monitoreo y evaluación de la implementación de este plan de manejo, se recomienda manejar un cronograma de ejecución

3.7. Implementación a nivel de finca, articulación de instituciones y de incentivos.

El espacio propicio para articular instituciones e incentivos es la finca, a través de un diseño predial como instrumento de planificación, implementación y gestión. Las instituciones nacionales y locales tienen disponibles varios incentivos para ser articulados estratégicamente con los propósitos de conservación, restauración e innovación productiva.

Las tablas siguientes presentan las posibilidades de incentivos relacionados con la protección de servicios ecosistémicos para la cuenca Catamayo, tanto para acciones de conservación, restauración, innovación productiva y manejo forestal. En la cuenca Chira se pondrá en marcha un programa de incentivos a través del Fondo Regional de Agua y Saneamiento, FORASAN, que intervendrá en las áreas recomendadas para conservación y recuperación.

Para complementar la información descrita en las tablas anteriores, en la Figura 26 se resumen las posibilidades de articulación de instituciones e incentivos en la cuenca de Catamayo (Ecuador).

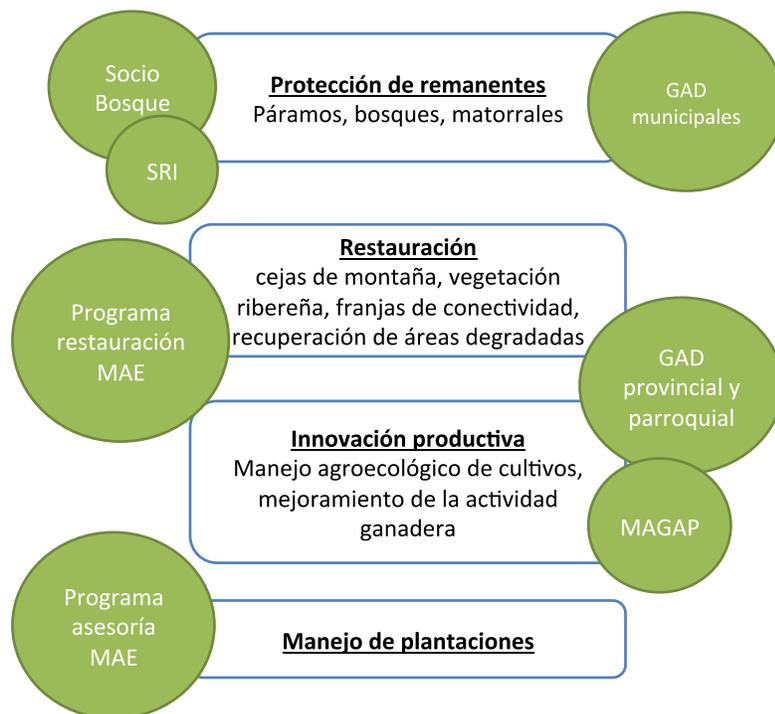


Figura 26: Posibilidades de articulación institucional e incentivos a nivel de fincas en la Cuenca de Catamayo.

Tabla 10: Matriz de Incentivos Potenciales para Conservación en la cuenca de Catamayo.

INSTITUCIÓN	INCENTIVO	ORIENTACIÓN	
MAYA	Programa Socio Bosque	\$ 30 – 60/ha/año	Incentivo económico por conservación
SRI	Gastos evitados del impuesto a las tierras rurales	\$ 10,8/ha/año (2015)	Áreas de la finca cumplen una función ecológica o son inscritas en el registro forestal
GAD Municipales	Art. 498 del COOTAD	Reducción hasta de un 50% de impuestos prediales	Actividades que protejan o defiendan el medio ambiente
	Art. 520 del COOTAD	Exención del pago de impuesto predial rural	Los terrenos que posean y mantengan bosques primarios o que reforesten con plantas nativas en zonas de vocación forestal
GAD Municipales Fondo Regional del Agua FORAGUA	Programas de protección de microcuencas abastecedoras de agua	Insumos y compensación económica entre \$ 52 y 60/ha/año	Compensaciones monetarias y no monetarias para conservación, mediante acuerdos firmados entre propietarios y municipalidades

Tabla 11: Matriz de Incentivos Potenciales para Restauración en la cuenca de Catamayo.

INSTITUCIÓN	INCENTIVO PARA AMAZONÍA/COSTA Y SIERRA	ORIENTACIÓN	
MAYA	Programa de restauración forestal	\$ 412/ha/tres años \$ 403/ha/tres años	Regeneración natural.
		\$ 889/ha/tres años \$ 742/ha/tres años	Revegetación con especies nativas (revegetación en bloque).
		\$ 800/ha/tres años \$ 670/ha/tres años	Revegetación con especies nativas (enriquecimiento).
		\$ 800/ha/tres años \$ 670/ha/tres años	Revegetación y restauración de franjas ecológicas.
		\$ 800/ha/tres años \$ 670/ha/tres años	Áreas en restauración y uso sostenible.
		\$ 45/ha/año	Consolidación de la restauración para los próximos siete años.
GAD provinciales parroquiales	Proyectos de plantaciones	Entrega de plantas y asistencia técnica	Manejo de sistemas agroforestales, silvopastoriles y protección de vertientes.
GAD Municipales Fondo Regional del Agua FORAGUA	Programas de protección de microcuencas abastecedoras de agua	Insumos y compensación económica entre \$ 52 y 60/ha/año	Compensaciones monetarias y no monetarias para restauración, con la firma de acuerdos entre propietarios y municipalidades.

Tabla 12: Matriz de Incentivos Potenciales para Innovación Productiva en la cuenca de Catamayo.

INSTITUCIÓN	INCENTIVO		ORIENTACIÓN
GAD provinciales y parroquiales	Programas de asistencia técnica e incentivos de acuerdo a competencias productivas	Asistencia técnica, insumos agrícolas, pecuarios, para riego, pequeñas obras de infraestructura	Mejorar la productividad, articular mercados, fomento a la agroindustria.
MAG	Programas productivos (café, cacao)	Asistencia técnica, insumos	Fomento de sistemas productivos, comercialización.
SRI	Incentivo tributario del código de la producción	Exoneración del pago del impuesto a la renta	Potenciar las inversiones a los sectores que contribuyen a cambiar la matriz productiva y cumplan con actividades sustentables.

Tabla 13: Matriz de Incentivos Potenciales para Manejo Forestal en la cuenca de Catamayo.

INSTITUCIÓN	INCENTIVO		ORIENTACIÓN
MAyA	Programa de asesoría forestal	Extensionismo forestal, asesoría, capacitación. Reducción de la tasa de aprovechamiento de la madera; asistencia técnica para titulación de tierras, facilitar acceso a mercados establecidos. Asesoría técnica para la obtención de certificado de origen legal de los productos forestales	Eslabón: producción, procesamiento forestal sostenible, comercialización

3.7.1 Negociación

Para desarrollar los procesos de negociación, es importante ir compatibilizando las propuestas de prácticas que se recomiendan con los intereses de producción/seguridad alimentaria que tienen los productores. No es un proceso sencillo, puesto que los intereses de conservación por parte de las instituciones, en la mayoría de los casos, se convierten en un conflicto para los productores, mientras que los intereses de los productores, de incorporar nuevas áreas para actividades agropecuarias a costa de la deforestación o intervención de páramos, resulta ser un conflicto para las instituciones.

En este sentido, el manejo y gestión de cuencas se traduce en un proceso de negociación de intereses y manejo de conflictos. En la medida en que se logre compatibilizarlos o mediarlos, habrá beneficios para todos. No se trata de desarrollar un proceso de negociación para afectar a los productores o desestimar la obligación del Estado de conservar el medio ambiente. Al contrario, el principio es “ganar-ganar”, todo lo que se logre acordar cuenta y suma. Por lo tanto, se trata de una negociación constructiva entre diversos grupos de interés que puede tomar pocos meses o varios años.

El proceso de negociación para la implementación de estas prácticas podría seguir los siguientes pasos:

- Protección de remanentes. Agotar todos los esfuerzos posibles, con paciencia y persistencia, para llegar a acuerdos de protección de los remanentes de ecosistemas páramos, bosques y matorrales. Para ello es necesario:
 - o Crear espacios de articulación institucional para el manejo y gestión de las áreas protegidas que funcionan actualmente en la cuenca, con la finalidad de generar estrategias para un manejo más efectivo.
 - o Analizar las posibilidades de creación de nuevas áreas o reservas para conservación. Realizar la gestión ante las instituciones competentes para enmarcar proyectos con estos objetivos.
 - o Las zonas con remanentes que no es posible integrar en nuevas áreas protegidas, deben negociar su protección a través de los mecanismos de incentivos existentes: PSB y FORAGUA en Ecuador, FORASAN en Perú y otros mecanismos impulsados por los Gobiernos locales de ambos países y el SRI en Ecuador.
 - o Una opción interesante para integrar incentivos y áreas es aprovechar los estímulos existentes para la parte productiva. Por ejemplo, material para inseminación artificial, semillas, etc. Tratar en lo posible de condicionar estos incentivos a la protección de los ecosistemas: el monto referencial de entrega de insumos o materiales por cada hectárea a proteger será el equivalente al costo de oportunidad del uso del suelo en la zona.
 - o La última opción de negociación para la protección de remanentes será llegar a acuerdos de conservación y mecanismos de compensación no monetarios. Solamente si los mecanismos anteriores propuestos no son suficientes, inclusive articulando varios, la compensación económica será la última opción.

- Restauración de áreas de interés; estas son las áreas donde, probablemente, exista mayor resistencia desde los propietarios para llegar a acuerdos. Es posible que ellos consideren que estarán perdiendo área de producción ya que en algunos casos, las áreas más productivas, los mejores suelos y el acceso al agua, precisamente se encuentran en las riberas junto a quebradas y ríos. Es complejo llegar a acuerdos para restaurar; sin embargo se propone metas alcanzables como 10 metros de vegetación ribereña, una franja de conectividad de por lo menos 5 metros de ancho y, 100 metros de ceja de montaña o línea de cumbre.

Partiendo de la experiencia en negociación de acuerdos en algunos municipios de Ecuador, el facilitar y analizar participativamente información de las amenazas y oportunidades de restaurar, o no, estas áreas claves a nivel de finca; mejora sustancialmente el escenario de negociación. El panorama de entendimiento es distinto cuando se plantea que estas prácticas son básicas en el manejo de su finca para construir mayor resiliencia ante el cambio climático; para asegurar agua animales, cultivos y para la propia familia; que se puede obtener beneficios adicionales como estabilizar laderas con las franjas de conectividad o aprovechar ciertos productos forestales no madereros;

Existen incentivos dirigidos para restauración, como el programa de restauración forestal del MAyA en Ecuador. Además, al igual que en los remanentes, los incentivos disponibles para las actividades agropecuarias podrían condicionarse a las áreas en restauración como medida compensatoria y tomando como referencia el costo de oportunidad.

- Innovación productiva, la facilitación de información, las giras a experiencias exitosas y la generación de espacios de intercambio de campesino a campesino; contribuyen a mejorar las condiciones de negociación para incorporar e innovar técnicas agroforestales y agroecológicas en los sistemas productivos actuales. Por otro lado, estos espacios ayudan a generar un mejor entendimiento del manejo integral que requiere la finca como sistema con la interrelación de lo productivo con la conservación de remanentes y restauración de áreas de interés. Esto ayuda también a mirar las oportunidades de articulación de los distintos incentivos.

La articulación de incentivos y, de cierta manera, una especie de regulación de los mismos, será posible mediante espacios como mesas de trabajo interinstitucionales donde se vayan construyendo criterios y visiones comunes en los territorios.

3.7.2 Incorporar los resultados de la priorización en los procesos de planificación y desarrollo territorial

Uno de los principales propósitos de impulsar un proceso participativo de priorización es vincular actores e instituciones claves para traducir esos resultados en instrumentos de planificación y desarrollo. La ventaja de incorporar criterios de priorización comunes para ambos países ayuda a fortalecer la integralidad en la planificación de una cuenca transfronteriza, evitando así acciones contrapuestas en territorio.

En el caso de Ecuador y Perú existen varios instrumentos de planificación que deberían alinearse con el propósito de articular las políticas nacionales e iniciativas en territorio. Un ejemplo son los Planes de desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOTs) que cada Gobierno Autónomo Descentralizado (provincial, municipal y parroquial), debe desarrollar, según lo establece la ley. Al mismo tiempo, existe el Plan Nacional de Recursos Hídricos y los Planes de Gestión de Cuencas, instrumentos que deben estar alineados con los PDOTs. Todos estos deberían partir del recurso hídrico como eje transversal para la planificación y el desarrollo territorial.

Los resultados de la priorización pueden incorporarse al momento de desarrollar o actualizar estos planes. Para facilitar esta inclusión, se propone desarrollar los mapas de priorización de la cuenca, considerando los trabajos y mapeos oficiales elaborados por las instituciones competentes.

Con el fin de lograr una incorporación adecuada de los servicios ecosistémicos dentro de la planificación de una cuenca, es recomendable que el equipo técnico responsable incluya especialistas ambientales, hidrólogos, y profesionales de otros perfiles afines que sean necesarios. En este caso, se sugiere la participación de los técnicos que han sido parte de los ejercicios de priorización.

Sin duda, la conformación de equipos técnicos capacitados en estos temas, y la participación del sector académico, facilitará la inclusión del enfoque ecosistémico en el proceso de planificación. Su participación se puede lograr mediante convenios, contratos de consultoría o de forma voluntaria. De igual manera, se sugiere que en el proceso de planificación exista un diálogo con las contrapartes del país vecino, con el fin de intercambiar la información y facilitar la alineación de los instrumentos de planificación local, procurando la integralidad en la gestión de una cuenca transfronteriza. Esto podría plasmarse dentro de los acuerdos binacionales para la integración fronteriza, apoyándose en el Plan Binacional de Desarrollo ya existente.

El producto elaborado en este ejercicio de priorización es un insumo técnico que sirve como una guía referencial y que puede replicarse a otros los procesos de planificación mediante los procedimientos y criterios sugeridos.

Bibliografía

Iza, A. 2010. Gobernanza de Aguas Compartidas: Ejercicios Prácticos. UICN, Gland, Suiza. Xix + 103 pp.

Altieri, M. 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. 27 - 34.qdx.

Aristizábal E., Martínez, H. y J. Vélez. 2010. Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 34 (131): 209-227, 2.010. ISSN 0370-3908.

Asesores Técnicos Asociados, Universidad Nacional de Piura, Universidad Nacional de Loja. 2.005. Caracterización hídrica y Adecuación entre la oferta y la demanda, caracterización territorial y documentación básica. Proyecto binacional Catamayo – Chira. Loja – Piura.

Buytaert, W. 2006. Human impact on the hydrology of the Andean páramos". En Earth Science Reviews, vol. 79, n.o 1-2. Amsterdam: Elsevier.

Bruijnzeel, L. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? Agriculture Ecosystems and Environment 104.

Celleri, R. 2010. Estado del conocimiento técnico científico sobre los servicios ambientales hidrológicos generados en Los Andes. En Quintero, M. (Ed) Servicios ambientales hidrológicos en la Región Andina, estado del conocimiento, la acción y la política para asegurar su provisión mediante esquemas de pago por servicios ambientales. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina. Perú.

Campoverde, O, y J. Sánchez. 2011. Pautas metodológicas para priorizar y categorizar microcuencas con fines de desarrollo rural y manejo ambiental. Tesis, Maestría en Desarrollo Rural PROMADER. Universidad Nacional de Loja.

Comunidad Andina. 2012. Estrategia Andina para la gestión integrada de los recursos hídricos. Lima, Perú.

Cicco, V. 2011. Manejo florestal e producao hídrica. Impacto do manejo florestal. Instituto Florestal de Sao Paulo, Brasil.

Cruden, D., y D. Varnes. 1996. Landslides types and processes In: Landslides investigation and mitigations. Transportation Research Board Special Report 24 (Turner and Schuster Eds). Pág. 36-75.

Cruden D. 1991. A simple definition of a landslide. Bull Inter Assoc Geol 43, 27-29.

Daily, C.G. 1997. Nature's services: Societal dependence on ecosystem services. Island Press. Washington.

Díaz, E. y L. Paz. 2002. Evaluación del régimen de humedad del suelo bajo diferentes sistemas de uso en los páramos de "Las Animas y Piedra de León". Departamento del Cauca. Memorias Congreso Mundial de Páramos. Estrategias para la conservación y sostenibilidad de sus bienes y servicios ambientales. Paipa, Boyacá.

Faustino, J. 1986. Metodología para priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y aguas. En Seminario taller "Metodologías de priorización de cuencas" [Ciudad de Panamá. PN. 13 - 16 May 1.986] Proyecto Regional de Manejo de Cuencas. CATIE. p 35-44.

Gencel, Z. 2011. Sedimentación del reservorio Poechos y medidas de prolongación de su vida útil. Memorias del Quinto Simposio Regional sobre hidráulica de ríos. Santiago del Estero, Argentina.

Gobierno Regional de Piura – ANA – GTZ/PDRS. 2.009. Conceptos e instrumentos para la gestión integrada de cuencas hidrográficas. La experiencia de la Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira – Piura. Folleto 1. Lima.

Gómez-Peralta, D., Oberbauer, S., McClain, M. y T. Philippi. 2008. Rainfall and cloud- water interception in tropical montane forests in the eastern Andes of Central Peru. Forest Ecology and Management 255 (2008): 1315–1325.

Gregory, S., Swanson, F., McKee, W. y W. Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. Bioscience 41:540-551.

Guillen, R., Faustino, J., Velázquez, S y H. Solís. 2004. Modelación del uso de la tierra para orientar el ordenamiento territorial en la subcuenca del Río Copán, Honduras. No. 41:122-129.

Hamilton, A. 1982. Environmental History of East Africa: A Study of the Quaternary (Academic Press, New York, 1982).

- Hassing, J., Ipsen, N., Jonch T., Larsen H. y P. Lindgaard-Jorgensen. 2.009. Integrated Water Resources Management in Action. Jointly prepared by DHI Water Policy and UNEP-DHI Centre for Water and Environment.
- Hincapié, J. y A. Lema. s.f. Determinación espacial de áreas de importancia estratégica de microcuencas abastecedoras de acueductos veredales del municipio de Medellín. Escuela de Postgrado en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Colombia. 29 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. 2.002. Criterios y parámetros para la clasificación y priorización con fines de ordenación de cuencas hidrográficas en Colombia. Bogotá, CO, IDEAM. 8 p.
- Lima, W. y M. Brito. 2.008. Hidrología de matas ciliares. Instituto de pesquisas e estudos florestais. Sao Paulo, Brasil.
- Lozano, P. 2.002. Los tipos de bosque en el sur de Ecuador, pp. 29–50 en Z. Aguirre M., J. Madsen, E. Cotton y H. Balslev (eds.), Botánica Austroecuatoriana, estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchipe. Ediciones Abya Yala, Quito.
- Manejo Forestal Sostenible en la Región Andina 2.015. Ideas y soluciones para servicios ambientales del agua. El Fondo de Agua de Quiroz.
- Magette L., Brinsfield R., Palmer R. y J. Wood. 1.989. Nutrient and sediment removal by vegetated filter strips. Transactions of the American Society of Agricultural Engineering QP.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2.005. Ecosystem and human wellbeing: A framework for assessment. Island Press, Washington D.C. USA. 245 p.
- Moller, P. 2011. Las franjas de vegetación ribereña y su función de amortiguamiento, una consideración importante para la conservación de humedales. Gestión ambiental 21: 96-106.
- Morocho, F. 2.004. Estudio "Sedimentación del reservorio de Poechos y recuperación de volumen de agua de regulación para Sistema Chira-Piura". Piura: PECH, 2.004. pp. 19-21.
- Motzer, T., Munz, D., Anhof, D. y M. Küppers. 2.008. Transpiration and microclimate of a tropical montane forest in southern Ecuador». Second International Symposium Mountains in the Mist: Science for conserving and managing tropical montane cloud forest. Hawaii Preparatory Academy (HPA). Waimea, Hawaii (July 27-August 2, 2004).
- Myers, B. y Talsma, T. 1.992. Site water balance and tree water status in irrigated and fertilised stands of Pinus radiata. Forest Ecology and Management 52(1):17-42 prod/pinus/aus/plant/hidr/ciclo/sil/exo.
- Neira, D., Alarcón, F., Vicuña, S., Vega, R., García, M., Poma, J., Basantes, R. y C. Pabón. 2.009. Estudio de vulnerabilidad actual a los riesgos climáticos en el sector de los recursos hídricos en las cuencas de los Ríos Paute, Jubones, Catamayo, Chone, Portoviejo y Babahoyo. Proyecto Adaptación al Cambio Climático a través de una Efectiva Gobernabilidad del Agua en el Ecuador (PACC). Ministerio del Ambiente del Ecuador, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- National Research Council. 2002. Riparian Areas: Functions and Strategies for Management Committee on Riparian Zone Functioning and Strategies for Management, Water Science and Technology Board, National Research Council. National Academy Press, Washington, D.C. 444 pp.
- Oñate, F y G. Aguilar. 2.008. Aplicación del modelo SWAT para la estimación de caudales y sedimentos en la cuenca alta del río Catamayo. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Price, P. y S. Lovett. 2002. Maintaining riparian land, Fact Sheet 1, Land & Water Australia, Canberra. <http://lwa.gov.au/files/products/riverlandscapes/pf020253/pf020253.pdf>
- Price, P., Lovett, P. y J. Lovett. 2004. Managing riparian widths, Fact Sheet 13, Land & Water Australia, Canberra. <http://lwa.gov.au/files/products/river-landscapes/pf040748/pf040748.pdf>.
- Promas Technical Report. 2.004 Efectos de la cobertura vegetal en la regulación hidrológica de microcuencas de páramo. Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Proyecto Binacional Catamayo Chira. 2.009. Plan de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo (POMD).
- Quichimbo, P. 2.008 "Efecto de la forestación sobre la vegetación y el suelo". Tesis de grado, Universidad de Cuenca, Ecuador.

Registro Oficial del Ecuador. 2.014. Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua. Año II-No. 305. 6 agosto de 2.014.

Rollenbeck, R., Bendix, J. y P. Fabian. 2.008. Spatial and temporal dynamics of atmospheric water and nutrient inputs in tropical mountain forests of Southern Ecuador. Second international symposium mountains in the mist: science for conserving and managing tropical montane cloud forest. Hawaii Preparatory Academy (HPA). Waimea (July 27-August 2, 2004).

Richters, E. 1.986. Clasificación y priorización de cuencas hidrográficas, un concepto general. Taller Seminario sobre metodología de priorización de cuencas hidrográficas, Panamá. 13-16 mayo, 1.986. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Proyecto Regional de Manejo de Cuencas. Turrialba, C.R. 20p.

Secretaría del Agua, 2.014. Selección de Unidades Hidrográficas para que sean consideradas por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD y GEF como sitios piloto para aplicar y diseminar las acciones demostrativas del Proyecto "Gestión Integrada de Recursos Hídricos Transfronterizos de los Acuíferos y Cuencas de Puyango Tumbes y Catamayo Chira". Loja, Ecuador.

Secretaría del Agua, 2.014. Selección de parroquias para intervención en la demarcación hidrográfica Puyango Catamayo. SENAGUA-Ministerio de Salud Pública. Loja, Ecuador.

Sánchez, K. 2.004. Metodología de análisis multicriterio para la identificación de áreas prioritarias de manejo del recurso hídrico en la cuenca del río Sarapiquí, Costa Rica. No. 41:88-95.

Sierra, R. 2.015. Estudio de deforestación en Ecuador. Conservación Internacional. REED.

Tabacchi, E., Correll, D., Pinay, G., Planty-Tabacchi A. y R. Wissmar. 1998. Development, maintenance and role of riparian vegetation in river landscapes. *Freshwater Biology* 40:497-516.

Tobón, C. 2.009. Los bosques andinos y el agua. Serie investigación y sistematización #4. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN. Quito, mayo 2009

Zalewski, M., Janauer, G. y G. Jolánkai. 1.997. Ecohydrology, a new paradigm for the sustainable use of aquatic resources. International hydrological programme, UNESCO. SC-97/WS/12.

Páginas web

www.undp.org

www.para-agua.net

www.eeas.europa.eu/delegations/dominican/press_corner/all_news/news/2014/20140610_es.htm.

Anexo 1. Información geográfica utilizada

ECUADOR						
SISTEMA	OBJETO	FUENTE	AÑO	DESCRIPCIÓN	TIPO	ESCALA
Ambiental	Susceptibilidad a erosión	MAGAP-SIGAGRO	2003	Descripción de susceptibilidad de suelos	Vector	1:50000
Ambiental	Susceptibilidad a deforestación	MAE	2015	Probabilidad de ocurrencia escenario para el año 2020	Raster	1:100000
Ambiental	Área de Inundación	INAMHI-MAGAP	2002	Áreas de inundación permanente	Vector	1:1000000
Ambiental	Movimiento en masa	SGR	2011	Susceptibilidad a movimientos en masa	Raster	1:50000
Sistema Ambiental	Sistema Nacional de Bosques y Vegetación Protectora	MAE	2015	Identificación de áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Bosques Protectores y vegetación protectora.	Vector	1:50000
Sistema Económico	Uso del suelo. Sierra	MAGAP	2014	Definición de áreas de uso y cobertura	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Programa Socio Bosque - Áreas de conservación Comunitaria	MAE	2014	Identificación de áreas comunitarias pertenecientes al Programa Socio Bosque.	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Programa Socio Bosque - Áreas de conservación Individual	MAE	2014	Identificación de áreas comunitarias pertenecientes al Programa Socio Bosque.	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	PANE	MAE	2015	Áreas protegidas del Ecuador	Vector	1:250000
Sistema Ambiental	Unidades hidrográficas nivel 5	SENAGUA	2011	División hidrográfica mediante metodología Pfafstetter	Vector	1:250000
Sistema Ambiental	Reserva biósfera	MAE	2008	Área Reserva de Biosfera	Vector	1:250000
Ambiental	Reservas municipales	NCI	2014	Reservas municipales	Vector	
Ambiental	Captaciones de agua para riego y consumo	SENAGUA	2015	Coordenadas de las captaciones de agua registradas	Texto	
ASTERGDEM MODELOS DIGITALES DEL TERRENO	Modelos digitales del terreno	NASA		30m	Raster	

PERÚ						
SISTEMA	OBJETO	FUENTE	AÑO	DESCRIPCIÓN	TIPO	ESCALA
Sistema Ambiental	Erosión	Gobierno Regional de Piura	2014	Riesgo de erosión	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Deforestación	Gobierno Regional de Piura	2014	Áreas con procesos de deforestación	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Inundación	Gobierno Regional de Piura	2014	Áreas con susceptibilidad a inundación	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Deslizamientos	Gobierno Regional de Piura	2014	Áreas con riegos a deslizamientos	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Uso y cobertura de suelo	Gobierno Regional de Piura	2014	Clasificación del tipo de cobertura vegetal	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Uso y cobertura de suelo	Gobierno Regional de Piura	2014	Clasificación del tipo de cobertura vegetal	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Áreas protegidas	Gobierno Regional de Piura	2014	Áreas protegidas Perú	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Áreas de conservación privada ACP	Gobierno Regional de Piura	2014	Áreas de conservación privada ACP	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Mesozonificación	Gobierno Regional de Piura	2014	Mesozonificación	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Sitios prioritarios de conservación	Gobierno Regional de Piura	2014	Sitios prioritarios de conservación	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Áreas de conservación comunitaria ACC	Gobierno Regional de Piura	2014	Áreas de conservación comunitaria ACC	Vector	1:100000
Sistema Ambiental	Capitales provinciales	Gobierno Regional de Piura	2014	Capitales provinciales	Vector	1:100000