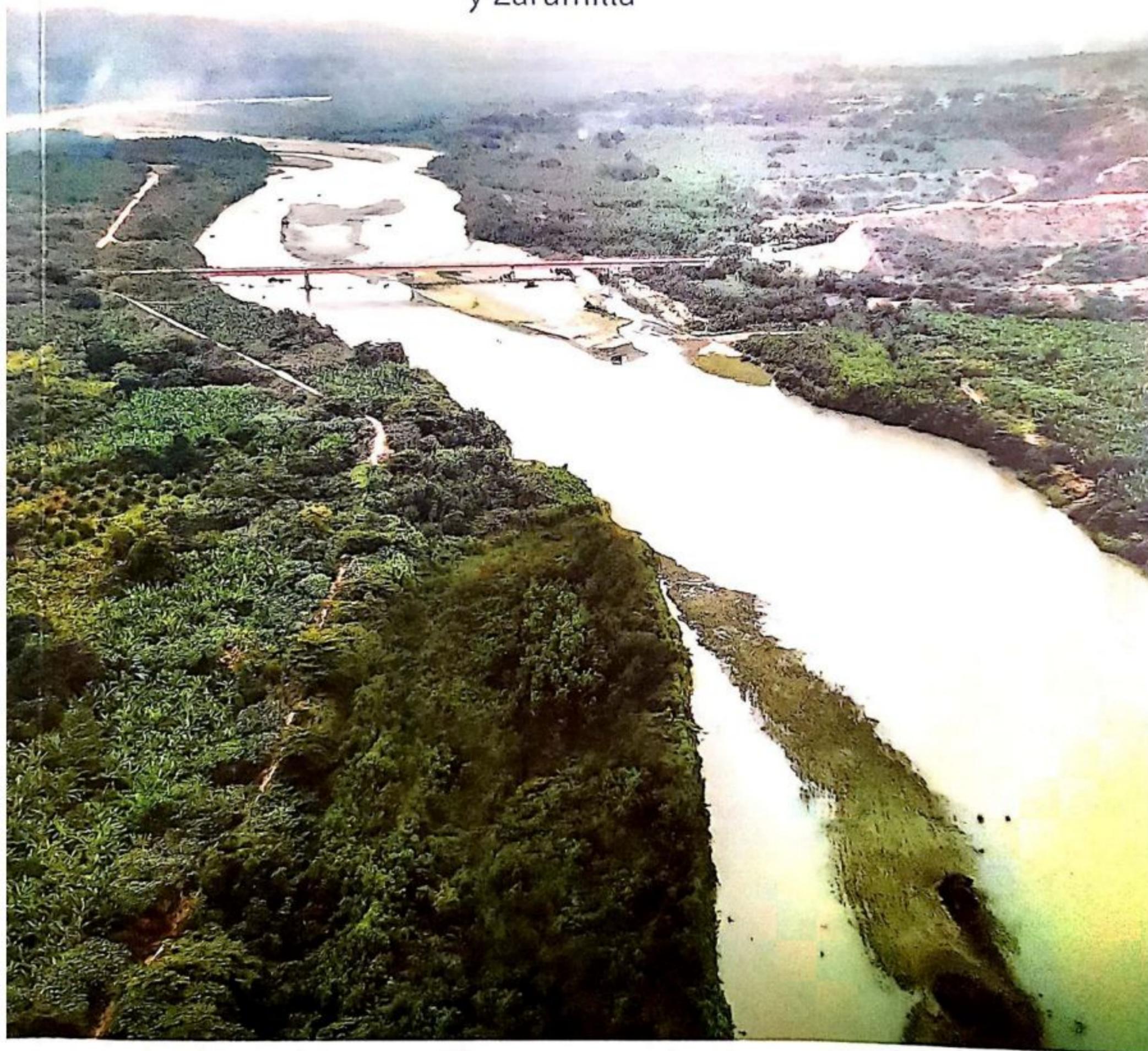


Análisis de Diagnóstico Transfronterizo y Plan de Acción Estratégica

de las Cuencas y Acuíferos Transfronterizos
de Puyango - Tumbes, Catamayo - Chira
y Zarumilla



**Análisis de Diagnóstico
Transfronterizo y
Programa de Acción Estratégica**

de las Cuencas y Acuíferos Transfronterizos
de Puyango - Tumbes, Catamayo - Chira
y Zarumilla

Primera edición

Quito, 2020

Créditos

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, PERÚ

VICEMINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA AGRARIA Y RIEGO

Ministro de Agricultura y Riego

Jorge Luis Montenegro Chavesta

Viceministra de Políticas Agrarias

Paula Rosa Carrión Tello

Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego

Carlos Alberto Ynga La Plata

Jefe de la Autoridad Nacional del Agua

Amarildo Fernández Estela

Director de Planificación y Desarrollo de los Recursos

Hídricos

José Ramón Abasolo Tejada

SECRETARÍA DEL AGUA, ECUADOR

Secretario del Agua

Marco Stalin Troya Fuertes

Subsecretario Social y de Articulación del Recurso Hídrico

Manuel Norberto Núñez Núñez

Director de Articulación Territorial e Intersectorial

Luis Arturo Cevallos Salas

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL

DESARROLLO

Representante Residente en Ecuador

Karin Matilde Mordt

Coordinadora del Área de Ambiente y Energía de PNUD

Ecuador

Mónica Andrade Salazar

Oficial de Programa del Área de Energía y Medio Ambiente

de PNUD Ecuador

Ana María Núñez Naranjo/Carlos Montenegro Pinto (e)

Oficial de Programa del Área de Energía y Medio Ambiente

de PNUD Perú

Jorge Álvarez Lam

PROYECTO "GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS
EN CUENCAS Y ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS PUYANGO-
TUMBES, CATAMAYO-CHIRA Y ZARUMILLA"

[PROYECTO GIRHT]

Coordinador Binacional del Proyecto GIRHT

Sebastián Rodrigo Izquierdo Abad

Coordinadora Nacional del Proyecto GIRHT-Ecuador

Verónica Stephanie Guzmán Espinoza

Coordinador Nacional del Proyecto GIRHT-Perú

Néstor Eduardo Fuertes Escudero

ISBN: 978-9942-951-57-1

Equipo de revisión/seguimiento:

Hanny Quispe Guzmán

Edwin Maydana Iturriaga

Sebastián Izquierdo Abad

María Pitacuar Meneses

Oswaldo Ganzhi Tacuri

Néstor Fuertes Escudero

Lourdes Laos Barrera

Créditos fotográficos:

Proyecto "Gestión Integrada de Recursos Hídricos en
Cuencas y Acuíferos Transfronterizos Puyango-Tumbes,
Catamayo-Chira y Zarumilla"

Diseño, diagramación, corrección de estilo e impresión:

Manthra comunicación

www.manthra.ec

Con el auspicio de:

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Global Environment Facility (GEF)

Derechos Reservados

Copyright © 2020

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Las opiniones expresadas en esta publicación son de
sus autores y no necesariamente representan las de las
Naciones Unidas, incluyendo al PNUD, o de los Estados
Miembros.

Derechos y Permisos – Todos los derechos reservados.
El texto y la información en esta publicación puede
reproducirse siempre que conste consentimiento expreso
del PNUD y se cite la fuente. Las reproducciones para usos
comerciales están prohibidas.

Citación: Proyecto Gestión Integrada de Recursos Hídricos
en Cuencas y Acuíferos Transfronterizos Puyango-Tumbes,
Catamayo-Chira y Zarumilla (PROYECTO GIRHT). SENAGUA/
ANA/GEF/PNUD. Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT)
y Programa de Acción Estratégica (PAE) para las cuencas y
acuíferos transfronterizos de Puyango-Tumbes, Catamayo-
Chira y Zarumilla. Quito, 2020.

<https://iwrnzarumilla.iwlearn.org>

Twitter: @GirhtC

Facebook: Aguas Transfronterizas

Índice

| | |
|------------------------|----|
| Agradecimientos | 11 |
| Carta de respaldo..... | 13 |
| Presentación | 13 |

Análisis de Diagnóstico Transfronterizo - ADT

| | |
|---|----|
| 1. Introducción..... | 16 |
| 2. Caracterización biofísica, ambiental, social, productiva, geográfica y territorial de las cuencas..... | 22 |
| 2.1. Cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes..... | 26 |
| 2.1.1. Caracterización físico-geográfica..... | 26 |
| 2.1.1.1 Características físicas..... | 26 |
| 2.1.1.2. Suelos | 28 |
| 2.1.1.3. Uso del suelo..... | 28 |
| 2.1.1.4. Ecosistemas | 28 |
| 2.1.2. Caracterización climática e hidrológica..... | 28 |
| 2.1.2.1. Infraestructura hidráulica..... | 32 |
| 2.1.2.2. Calidad de agua | 34 |
| 2.1.3. Caracterización socioeconómica | 35 |
| 2.1.3.1. Población..... | 35 |
| 2.1.3.2. Educación | 35 |
| 2.1.3.3. Servicios básicos | 35 |
| 2.1.3.4. Nivel de pobreza y PEA..... | 35 |
| 2.1.3.5. Actividades económicas | 36 |
| 2.2. Cuenca transfronteriza Catamayo-Chira | 36 |
| 2.2.1. Caracterización físico-geográfica | 36 |
| 2.2.1.1. Suelos | 39 |
| 2.2.1.2. Uso del suelo..... | 39 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.1.3. Ecosistemas..... | 39 |
| 2.2.2. Caracterización climática-hidrológica..... | 39 |
| 2.2.2.1. Infraestructura hidráulica..... | 44 |
| 2.2.2.2. Calidad de agua..... | 45 |
| 2.2.3. Caracterización socioeconómica..... | 46 |
| 2.2.3.1. Población..... | 46 |
| 2.2.3.2. Educación..... | 46 |
| 2.2.3.3. Servicios básicos..... | 46 |
| 2.2.3.4. Nivel de pobreza y PEA..... | 46 |
| | |
| 2.3. Cuenca transfronteriza Zarumilla..... | 47 |
| 2.3.1. Caracterización físico-geográfica..... | 47 |
| 2.3.1.1. Características físicas..... | 47 |
| 2.3.1.2. Suelos..... | 49 |
| 2.3.1.3. Uso del suelo..... | 49 |
| 2.3.1.4. Ecosistemas..... | 50 |
| 2.3.2. Caracterización climática-hidrológica..... | 50 |
| 2.3.2.1. Infraestructura hidráulica..... | 55 |
| 2.3.2.2. Calidad de agua..... | 56 |
| 2.3.3. Caracterización socioeconómica..... | 56 |
| 2.3.3.1. Población..... | 56 |
| 2.3.3.2. Educación..... | 56 |
| 2.3.3.3. Servicios básicos..... | 56 |
| 2.3.3.4. Nivel de pobreza y PEA..... | 56 |
| 2.3.3.5. Actividades económicas..... | 57 |
| | |
| 2.4. Caracterización institucional..... | 58 |
| 2.4.1. Caracterización institucional Ecuador..... | 58 |
| 2.4.2. Caracterización institucional Perú..... | 59 |
| 2.4.3. Institucionalidad binacional..... | 61 |
| | |
| 3. Riesgos, vulnerabilidad y sensibilidad ambiental en las tres cuencas transfronterizas.... | 62 |
| | |
| 3.1. Descripción de funciones y servicios ecosistémicos, y sus amenazas..... | 64 |
| 3.1.1. Amenazas..... | 65 |
| | |
| 3.2. Cambio climático y riesgos asociados..... | 66 |
| 3.2.1. Cambio climático..... | 66 |
| 3.2.1.1. Escenarios del clima de la tercera comunicación nacional-Ecuador..... | 66 |

| | |
|--|----|
| 3.2.1.2.Tercera comunicación nacional-Perú | 67 |
| 3.2.2. Amenazas asociadas | 68 |
| 3.2.2.1. Movimientos en masa | 68 |
| 3.2.2.2. Inundaciones..... | 69 |
| 3.2.3 Problemática de la gestión de recursos hídricos en las cuencas transfronterizas: causas e impactos ambientales y socioeconómicos..... | 73 |
| 3.2.4. Cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes | 75 |
| 3.2.5. Cuenca transfronteriza Catamayo-Chira | 80 |
| 3.2.6. Cuenca transfronteriza Zarumilla | 85 |
| 3.3. Problemas y relaciones de causalidad (relaciones causa-efecto)..... | 89 |

Programa de Acción Estratégica- PAE

| | |
|--|-----|
| Razones porque se desarrolló el PAE | 106 |
| 1. Desafíos y oportunidades..... | 107 |
| 1.1. Desafíos..... | 108 |
| 1.2. Oportunidades..... | 109 |
| 2. Descripción de las necesidades identificadas y su respuesta política binacional | 111 |
| 3. Planeamiento estratégico..... | 111 |
| 3.1. Cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes | 116 |
| Visión de la cuenca..... | 116 |
| Visión | 116 |
| Objetivos generales..... | 116 |
| Objetivos estratégicos | 118 |
| Líneas de acción | 119 |
| Indicadores de monitoreo y evaluación..... | 122 |

| | |
|--|-----|
| 3.2. Cuenca transfronteriza Catamayo-Chira | 123 |
| Visión de la cuenca..... | 123 |
| Visión | 123 |
| Objetivos generales | 125 |
| Objetivos estratégicos..... | 126 |
| Líneas de acción | 128 |
| Indicadores de monitoreo y evaluación..... | 129 |
| 3.3. Cuenca transfronteriza Zarumilla | 129 |
| Visión de la cuenca..... | 129 |
| Visión | 129 |
| Objetivos generales..... | 131 |
| Objetivos estratégicos | 132 |
| Líneas de acción | 134 |
| Indicadores de monitoreo y evaluación | 134 |
| 4. Opciones de financiamiento | 135 |
| 5. Estructura de gobernanza propuesta | 143 |
| 6. Las partes interesadas y su participación en el proceso de implementación y revisión..... | 145 |
| 7. Puntos de contacto para la autoridad responsable de la implementación en cada país..... | 147 |
| Ecuador..... | 148 |
| Perú | 148 |
| 8. Registro fotográfico | 149 |
| Referencias..... | 152 |
| Siglas..... | 157 |
| Anexos | 159 |

Índice de figuras

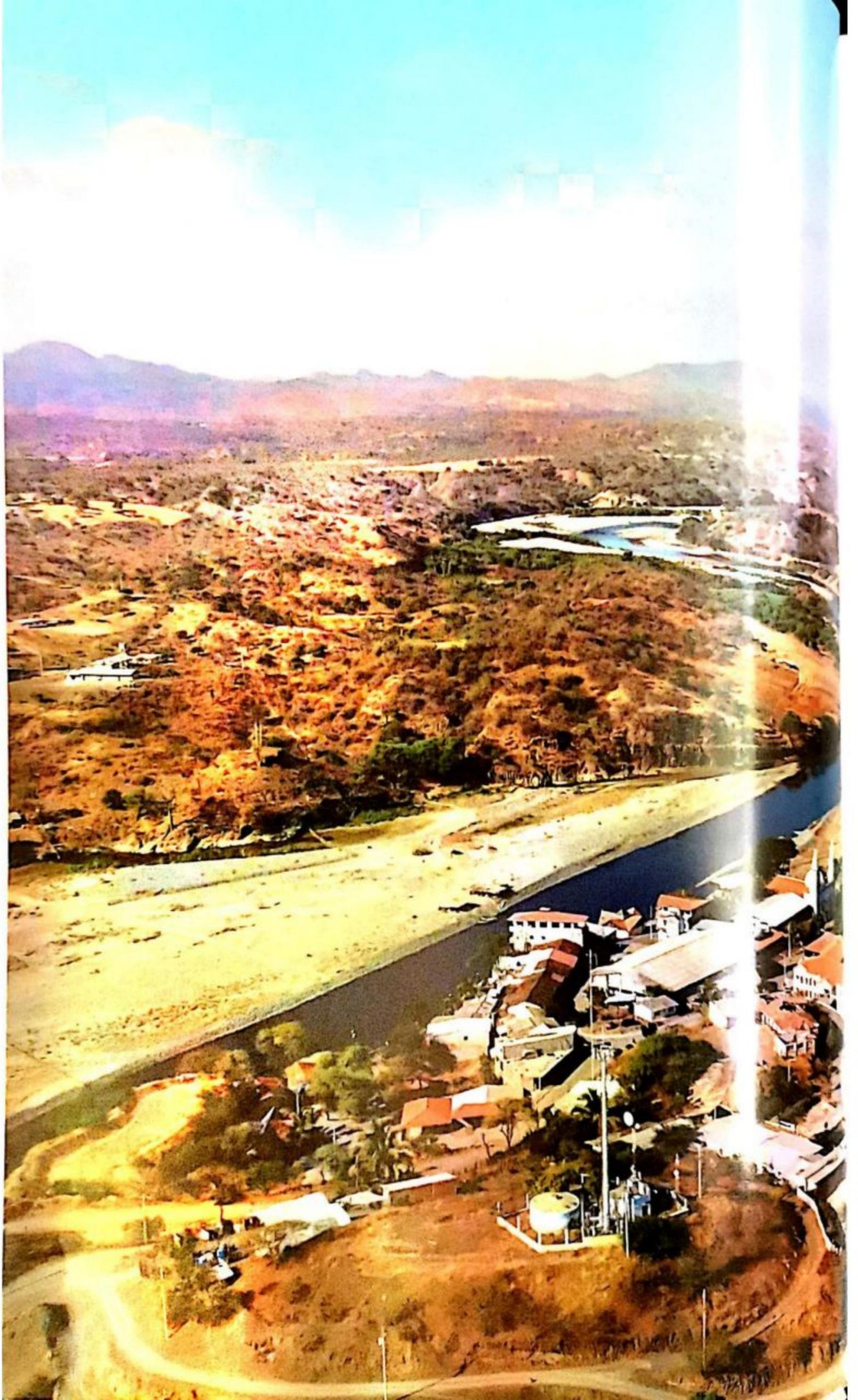
| | |
|--|----|
| Figura 1. Proceso ADT..... | 22 |
| Figura 2. Proceso metodológico para la preparación y construcción del PAE..... | 23 |
| Figura 3. Cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes..... | 27 |
| Figura 4. Precipitación mensual en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes, estación Cabo Inga (000139)..... | 29 |
| Figura 5. Demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes..... | 30 |
| Figura 6. Disponibilidad y demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes..... | 31 |
| Figura 7. Cuenca hidrográfica Catamayo-Chira..... | 38 |
| Figura 8. Precipitación mensual en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira, estaciones Sozoranga (M434) y Colaisaca (M544)..... | 40 |
| Figura 9. Demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira..... | 41 |
| Figura 10. Disponibilidad y demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira..... | 42 |
| Figura 11. Cuenca hidrográfica Zarumilla..... | 48 |
| Figura 12. Precipitación mensual en la cuenca hidrográfica Zarumilla, estaciones Arenillas (M179), Chacras (M482) y Matapalo (150112)..... | 50 |
| Figura 13. Demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Zarumilla..... | 52 |
| Figura 14. Disponibilidad hídrica mensual en la cuenca hidrográfica Zarumilla..... | 52 |
| Figura 15. Probabilidad de ocurrencia de caudales en la cuenca hidrográfica Zarumilla..... | 54 |
| Figura 16. Distribución espacial de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Zarumilla..... | 70 |
| Figura 17. Distribución espacial de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes..... | 71 |
| Figura 18. Distribución espacial de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira..... | 73 |

| | |
|--|-----|
| Figura 19. Aptitud del suelo en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes | 154 |
| Figura 20. Uso del suelo y cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes | 155 |
| Figura 21. Aptitud del suelo en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira | 156 |
| Figura 22. Uso del suelo y cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira | 157 |
| Figura 23. Aptitud del suelo en la cuenca hidrográfica Zarumilla..... | 158 |
| Figura 24. Uso del suelo y cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica Zarumilla | 159 |
| Figura 25. Mapa de isotermas de las cuencas transfronterizas Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla | 160 |
| Figura 26. Mapa de isoyetas de las cuencas transfronterizas Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla | 161 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Características morfométricas de la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes | 27 |
| Tabla 2. Disponibilidad de caudales medios anuales en términos de esorrentía media de la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes | 29 |
| Tabla 3. Balance hídrico para la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes..... | 32 |
| Tabla 4. Infraestructura hidráulica en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes | 33 |
| Tabla 5. Población ocupada por actividad económica en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes..... | 35 |
| Tabla 6. Características físicas generales de la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira..... | 38 |
| Tabla 7. Balance hídrico para la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira..... | 43 |
| Tabla 8. Infraestructura hidráulica en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira | 44 |
| Tabla 9. Población ocupada por actividad económica en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira..... | 46 |
| Tabla 10. Características físicas generales de la cuenca hidrográfica Zarumilla | 48 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 11. Balance hídrico para la cuenca hidrográfica Zarumilla | 53 |
| Tabla 12. Infraestructura hidráulica en la cuenca hidrográfica Zarumilla..... | 55 |
| Tabla 13. Población ocupada por actividad económica en la cuenca hidrográfica Zarumilla..... | 57 |
| Tabla 14. Coordinación intersectorial..... | 59 |
| Tabla 15. Integración de variables condicionantes de movimientos en masa de las tres cuencas transfronterizas..... | 68 |
| Tabla 16. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Zarumilla | 69 |
| Tabla 17. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes | 71 |
| Tabla 18. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira..... | 72 |
| Tabla 19. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes (a nivel de cuenca)..... | 75 |
| Tabla 20. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes (a nivel de subcuenca)..... | 76 |
| Tabla 21. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira (a nivel de cuenca)..... | 80 |
| Tabla 22. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira (a nivel de subcuenca)..... | 81 |
| Tabla 23. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Zarumilla | 85 |
| Tabla 24. Formas de financiamiento | 136 |
| Tabla 25. Potenciales fuentes de financiamiento | 137 |



Agradecimientos

A la Secretaría del Agua de Ecuador y a la Autoridad Nacional del Agua del Perú. A las instituciones con competencia en gestión del agua de ambos países, al equipo técnico interinstitucional que trabajó en el proyecto, a expertos, gobiernos regionales, gobiernos locales y usuarios del agua en general que contribuyeron con sus aportes en las consultas y talleres realizados, para la elaboración del "Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y el Programa de Acción Estratégica (PAE) de las cuencas y acuíferos transfronterizos Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla".

Al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility) por la generosa contribución financiera para la elaboración del presente documento, así como el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para la implementación del Proyecto "Gestión integrada de recursos hídricos en cuencas y acuíferos transfronterizos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla".

Un especial agradecimiento a los profesionales y técnicos de las diferentes instituciones públicas y organizaciones de la sociedad civil del ámbito de las cuencas transfronterizas, que han acompañado este proceso participativo:

Ministerio de Agricultura y Riego del Perú

Autoridad Nacional del Agua (ANA)-Perú
Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos
Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque-Zarumilla (AAA J-Z V)
Administración Local del Agua Chira (ALA Chira)
Administración Local del Agua Tumbes (ALA Tumbes)
Administración Local del Agua San Lorenzo (ALA San Lorenzo)
Secretaría Técnica del Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Tumbes (ST-CRHC Tumbes)
Secretaría Técnica del Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chira-Piura (ST-CRHC Chira Piura)

Ministerio del Ambiente del Perú

Oficina Desconcentrada de Tumbes (OD Tumbes)
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)

Centro de Atención al Ciudadano-Tumbes (CAC Tumbes)

Ministerio de Relaciones Exteriores

Oficina Desconcentrada Tumbes

Gobierno Regional Tumbes

Dirección Regional de Agricultura Tumbes (DRA Tumbes)
Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente

Gobierno Regional Piura

Centro Regional de Planeamiento Estratégico (Ceplar)

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)

Oficina SUNASS Tumbes

Junta de Usuarios Sector Hidráulico Menor Tumbes (JUSHMT)
Comisión Regantes Zarumilla (Coreza)
Comisión de Usuarios Matapalo

Empresa Prestadora de Servicios y Saneamiento de Agua Tumbes S. A.

Colegio de Ingenieros del Perú

Consejo Departamental de Tumbes

Universidad Nacional de Tumbes

Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD – Ecuador/Perú)

Secretaría del Agua (SENAGUA – Ecuador)

Subsecretaría Social y de Articulación del Recurso Hídrico

Demarcación Hidrográfica Jubones (DH Jubones)

Demarcación Hidrográfica Puyango - Catamayo (DH Puyango - Catamayo)

Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE)

Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana

Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado Santa Rosa (EMAPASR-EP)

Agencia de Control y Regulación Minero (ARCOM)

Fondo Regional del Agua (FORAGUA)

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Arenillas

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Celica

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Chaguarpamba

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Huaquillas

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Las Lajas

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Loja

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Macará

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de El Oro

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Zaruma

Junta Administradora de Agua Potable Palmales

Junta Administradora de Agua Potable Mulancay

Carta de respaldo

Los miembros del Comité Directivo del Proyecto "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las Cuencas Transfronterizas y Acuíferos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla", integrado por representantes de: Autoridad Nacional del Agua del Perú (ANA), Secretaría del Agua de Ecuador (SENAGUA), Ministerio de Ambiente de Ecuador (MAE), Ministerio de Ambiente de Perú (MINAM), Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú, Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana de Ecuador y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) de ambos países, destacan el proceso participativo en la elaboración del Análisis del Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y de los Programas de Acción Estratégica (PAE); por lo tanto, manifiestan su conformidad con estos instrumentos que orientarán la cooperación binacional para la gestión integrada de los recursos hídricos transfronterizos.

17 de enero de 2020

Presentación

Las Repúblicas de Ecuador y Perú, compartimos nueve cuencas hidrográficas transfronterizas, de las cuales tres derivan sus aguas a la Región Hidrográfica del Pacífico y las seis restantes drenan sus aguas a la Región Hidrográfica del Amazonas.

Esta característica transfronteriza de los recursos hídricos que compartimos, ha permitido que se desarrollen desde 1971 varias iniciativas para el aprovechamiento común de las aguas y para impulsar el desarrollo de las poblaciones asentadas en ambos países. La firma del Acta Presidencial de Brasilia de 1998, que selló la paz definitiva entre Perú y Ecuador estableció acuerdos vinculantes que fortalecieron esfuerzos germinales de cooperación binacional en materia de gestión hídrica de las cuencas transfronterizas.

Las Declaraciones Presidenciales suscritas en el marco de los sucesivos Gabinetes Binacionales ratifican el compromiso de Perú y Ecuador por avanzar hacia una gestión integrada de los recursos hídricos en cuencas transfronterizas, impulsando el desarrollo regional que representan la continuidad y reafirman la tradición de cooperación binacional entre cuyos hitos relevantes se puede mencionar:

- El Acuerdo Amplio Ecuatoriano Peruano de Integración Fronteriza, Desarrollo y Vecindad de 1998 (que crea el Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Ecuador – Perú)
- El Acuerdo para el establecimiento de la Comisión Binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Hidrográfica Transfronteriza del río Zarumilla (2009)
- El Convenio Específico para el Desarrollo del Proyecto Binacional Puyango – Tumbes de 2017 (que crea la Unidad de Coordinación Binacional) y,
- La Comisión Binacional GIRH Perú – Ecuador, aprobada en el Gabinete Presidencial de 2018, como espacio de coordinación binacional para la gestión de los recursos hídricos de las nueve cuencas transfronterizas.

La Secretaría del Agua de Ecuador (SENAGUA) y la Autoridad Nacional del Agua del Perú (ANA), como entidades rectoras de los recursos hídricos en cada uno de sus países, promueven espacios de cooperación nacional e internacional orientados al desarrollo sostenible de los territorios de frontera; el intercambio de experiencias técnicas e investigaciones científicas e implementación de proyectos relacionados a la gestión de recursos hídricos, buscando en cada iniciativa un acuerdo mutuo para incentivar el desarrollo socio-económico y la protección de los ecosistemas, es decir, al desarrollo sustentable transfronterizo.

Estos esfuerzos binacionales han coincidido con la preocupación mundial frente al creciente cambio climático sobre los recursos naturales en general, y en particular sobre los recursos hídricos. Lo que ha motivado la adopción de diversos instrumentos internacionales, ya sea en forma de tratados o en declaraciones de autoridades de los dos países. Un instrumento de trascendental importancia son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados en el 2015, cuyo Objetivo 6 (Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos) se propone, al 2030, *“poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante*

la cooperación transfronteriza, según proceda”; y al año 2020, “proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos”.

Estas coincidencias nos llevaron a que, la Secretaría del Agua de Ecuador y la Autoridad Nacional del Agua del Perú, como entidades rectoras de la administración y gestión de los recursos hídricos, implementen de manera conjunta el Proyecto «Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas y Acuíferos Transfronterizos Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla», con apoyo del Fondo Medio Ambiental Mundial (FMAM) y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Este proyecto binacional tuvo como objetivo principal fortalecer las capacidades institucionales, políticas, legales y científico-técnicas, así como los mecanismos de cooperación emprendidos por Perú y Ecuador para impulsar la gestión integrada de recursos hídricos transfronterizos.

Como resultado de este Proyecto, se desarrolló el «Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT)» y el «Programa de Acción Estratégica (PAE)» para las cuencas y acuíferos transfronterizos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla, donde se identificaron aspectos legales, políticas y logros institucionales, que puedan ofrecer beneficios ambientales en ambos países.

El documento final del «Programa de Acción Estratégica», delinea estrategias y acciones prioritarias de intervención para emprender soluciones transfronterizas en gestión del agua en ambos países, teniendo en cuenta que los problemas identificados fueron efectuados con la participación de representantes de entidades y organizaciones públicas y privadas vinculados a la gestión de los recursos hídricos de las tres cuencas transfronterizas.

Estamos seguros que este Programa de Acción se convertirá en un instrumento práctico de política pública de los dos países que oriente la formulación de planes de desarrollo, especialmente a nivel de ámbitos de frontera, en las cuencas transfronterizas Puyango – Tumbes, Catamayo - Chira y Zarumilla, y coincidimos en que su implementación permita avanzar hacia una adecuada gestión de aguas transfronterizas y contribuya al cumplimiento de políticas nacionales de recursos hídricos vigente en cada uno de los países para consolidar la gestión integrada de los recursos hídricos transfronterizos.

Marco Troya Fuertes
Secretario del Agua
República del Ecuador

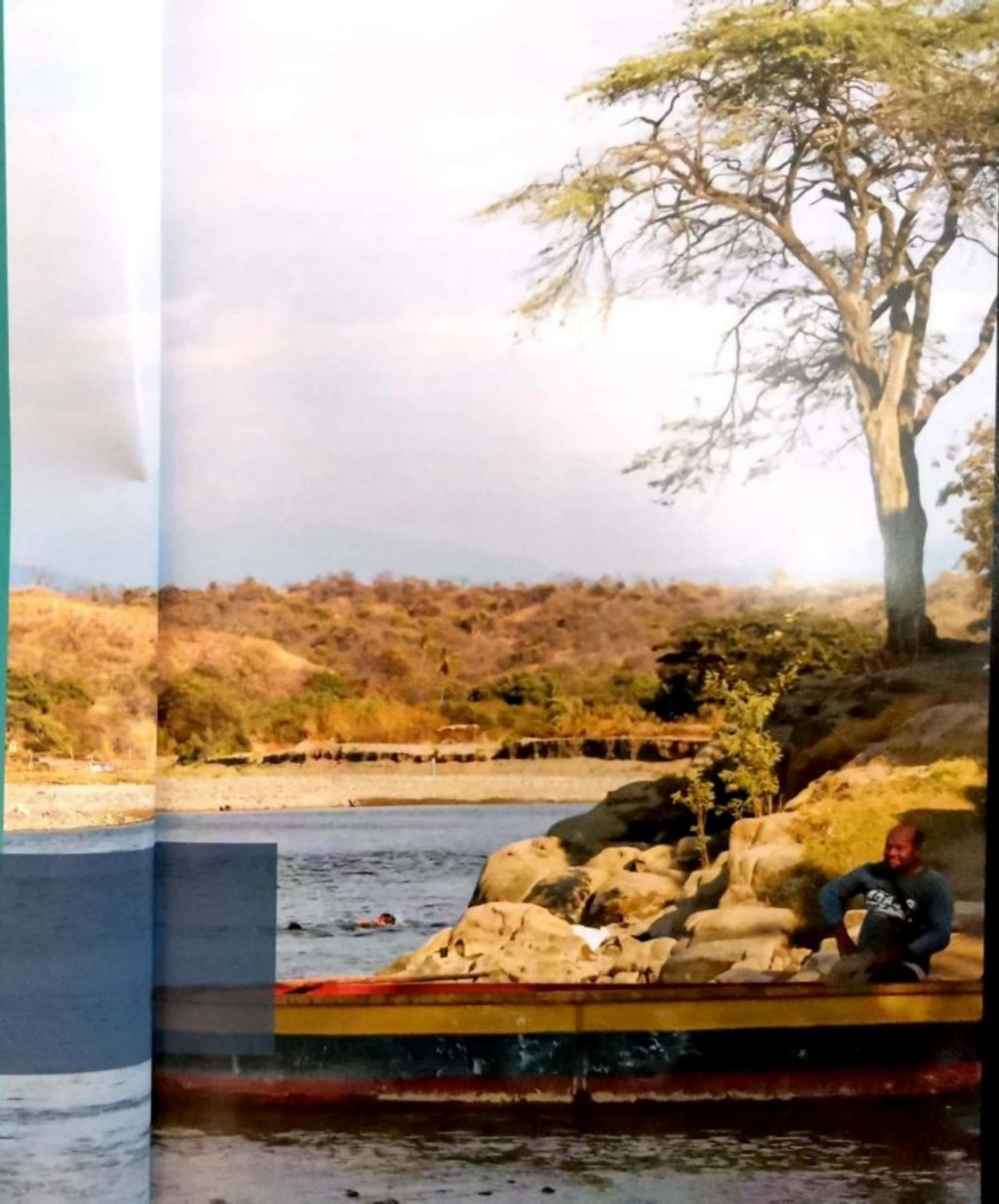
Amarildo Fernández Estela
Jefe, Autoridad Nacional del Agua
República del Perú

Análisis de Diagnóstico Transfronterizo - ADT



1

Introducción



Ecuador y Perú comparten nueve (9) cuencas hidrográficas transfronterizas, cada una de ellas tiene "características que constituyen fuentes naturales de agua en sus distintas formas, estados físicos y elementos que comprenden el agua continental; superficial; subterránea; y los bienes asociados" (Ecuador y Perú, 2017); tres (3) de estas cuencas, Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla, vierten sus aguas hacia el océano Pacífico y las seis (6) restantes fluyen hacia el río Amazonas, las cuales son Mayo-Chinchepe, Santiago, Morona, Pastaza, Cunambo-Tigre y Napo. El área conjunta de las nueve (9) cuencas hidrográficas transfronterizas es de 270 740,29 km² (ANA y SENAGUA, 2018).

Las cuencas hidrográficas transfronterizas Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla, ocupan una superficie aproximada de 24 173 km², con una población proyectada a 2017 de 1 509 600 habitantes, asentados en lugares de importancia como Tumbes, Zarumilla, Sullana, Huaquillas, Catamayo y Macará. Los pobladores se dedican básicamente a actividades productivas vinculadas a la agricultura, acuicultura, ganadería, comercio local e internacional, entre otras. La presión de estas actividades está generando problemas al recurso hídrico y a su adecuada gestión conforme se analiza en el desarrollo del presente documento y proporciona estrategias de respuesta con el objetivo de mejorar las acciones binacionales emprendidas por Perú y Ecuador para lograr la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos Transfronterizos (GIRHT) en los tres acuíferos principales y cuencas de ambos países.

En estas cuencas transfronterizas, Ecuador y Perú enfrentan similares problemáticas de desarrollo y manejo de los recursos hídricos, por lo que entienden que la problemática de la gestión de los recursos hídricos en las zonas fronterizas es común y, en consecuencia, también debe ser gestionada de forma común y coordinada. A lo largo de la historia se han suscrito varios acuerdos orientados a solucionar las necesidades de las poblaciones ubicadas en la zona de frontera.

En cuanto a los recursos hídricos, en 1971 se suscribió un convenio para el aprovechamiento de las cuencas hidrográficas Puyango-Tumbes y Catamayo-Chira, que, para la época, constituyó uno de los principales instrumentos dirigidos a enfrentar la escasez del recurso hídrico mediante la creación de infraestructura de riego, que dotaría del líquido vital a 70 000 ha (50 000 en Ecuador y 20 000 en Perú); sin embargo, el convenio no llegó a aplicarse en su totalidad. A partir del 26 de octubre de 1998, con la firma de la paz entre los dos países, se establecieron bases más sólidas para la cooperación e integración binacional. Se abordaron, entonces, relaciones encaminadas a restablecer una política de cooperación e integración fronterizas, especialmente con la suscripción del "Acuerdo amplio ecuatoriano-peruano de integración fronteriza, desarrollo y vecindad", de 1998 cuyo artículo primero, señala que "el Ecuador y el Perú otorgan la mayor prioridad a la integración fronteriza, la cooperación mutua y el desarrollo conjunto a través de la ejecución de programas, proyectos y actividades conjuntas, en el marco de las relaciones de buena vecindad que han decidido construir los dos Estados" (Brasil, Ecuador y Perú, 1998).

En el caso particular de las cuencas que drenan hacia el océano Pacífico, se han propiciado varias iniciativas, políticas y técnicas con relación a la gestión de los recursos hídricos. Se han concretado proyectos como: "Fortalecimiento de la gestión integral de la cuenca binacional Catamayo-Chira", apoyado por la Cooperación Española y por los Gobiernos de Ecuador y Perú; "Rehabilitación del canal internacional de Zarumilla"; el establecimiento de la "Comisión binacional para la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca hidrográfica transfronteriza del río Zarumilla", en 2010; "Plan de manejo ambiental del recurso hídrico de la cuenca del río Puyango-Tumbes", en 2015, cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua de este río; entre otros proyectos que buscaron mejorar las acciones binacionales emprendidas por ambos países.

En la reunión presidencial y de gabinetes ministeriales binacionales, realizada en octubre de 2017, en la ciudad peruana de Trujillo, se ratificó el firme compromiso de trabajar y aunar esfuerzos para optimizar la gestión integrada de los recursos hídricos de las cuencas transfronterizas, con el fin de garantizar a ambos países el acceso a agua limpia. Este compromiso fue concretado con la suscripción del acuerdo que establece la comisión binacional de las cuencas hidrográficas transfronterizas entre la República del Perú y la República del Ecuador.

A partir de 2012, la Secretaría del Agua de Ecuador y la Autoridad Nacional del Agua del Perú, en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), buscaron el apoyo del Fondo Medio Ambiental Mundial (FMAM, siglas en inglés GEF), para desarrollar una propuesta de proyecto denominado "Gestión integrada de recursos hídricos en cuencas y acuíferos transfronterizos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla", cuyo objetivo es mejorar las acciones binacionales e impulsar la gestión de los recursos hídricos transfronterizos, enfocándose en (3) tres ejes:

- Mejora del entendimiento común de los recursos hídricos compartidos, su estado ambiental y socioeconómico.
- Fortalecimiento de los mecanismos de cooperación entre los dos países que comparten estos acuíferos y cuencas.
- Aplicación y difusión de las manifestaciones de la GIRH en intervenciones dirigidas, con el objeto de replicarlas en otras áreas.

En este contexto y considerando el ámbito de acción del proyecto, se desarrolló la "Formulación del Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y del Programa de Acción Estratégica (PAE) para las cuencas y

acuíferos transfronterizos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla".

El ADT es el instrumento base que sistematiza, sintetiza e interpreta la información relacionada con la GIRH; identifica los desafíos comunes y oportunidades que favorece a la GIRHT de Ecuador y del Perú, para la construcción de las propuestas de líneas de acción del PAE. El Análisis de Diagnóstico Transfronterizo y Programa de Acción Estratégica se desarrollaron con visitas técnicas y talleres participativos con actores claves de las tres cuencas transfronterizas, que comprendieron seis fases: fase I "Recopilación y análisis de información secundaria", fase II "Validación, participación y consulta", fase III "Sistematización y síntesis", fase IV "Identificación de lineamientos de política", fase V "Análisis estratégico situacional, definición de líneas de acción e identificación de proyectos" y fase VI "Diseño de programas de acción estratégica.

El ADT es un proceso metodológico altamente colaborativo, que ha demostrado ser una importante herramienta de planificación estratégica para proyectos de aguas internacionales, en los últimos dieciséis años. Asimismo, permite identificar, evaluar y priorizar los problemas que afectan a la gestión de los recursos hídricos transfronterizos, así como definir las prioridades de intervención para abordar tal problemática. Para ello se basa en los marcos teóricos y orientadores producidos por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

En el presente documento, el enfoque de la gestión integrada de recursos hídricos considera los múltiples aspectos vinculados con su gestión; no obstante, temas relativos al cambio climático, biodiversidad y servicios ecosistémicos, se abordan desde una perspectiva general debido a limitaciones con la información al momento de realizar el diagnóstico, los cuales se espera profundizar en el futuro.

Figura 1. Proceso ADT



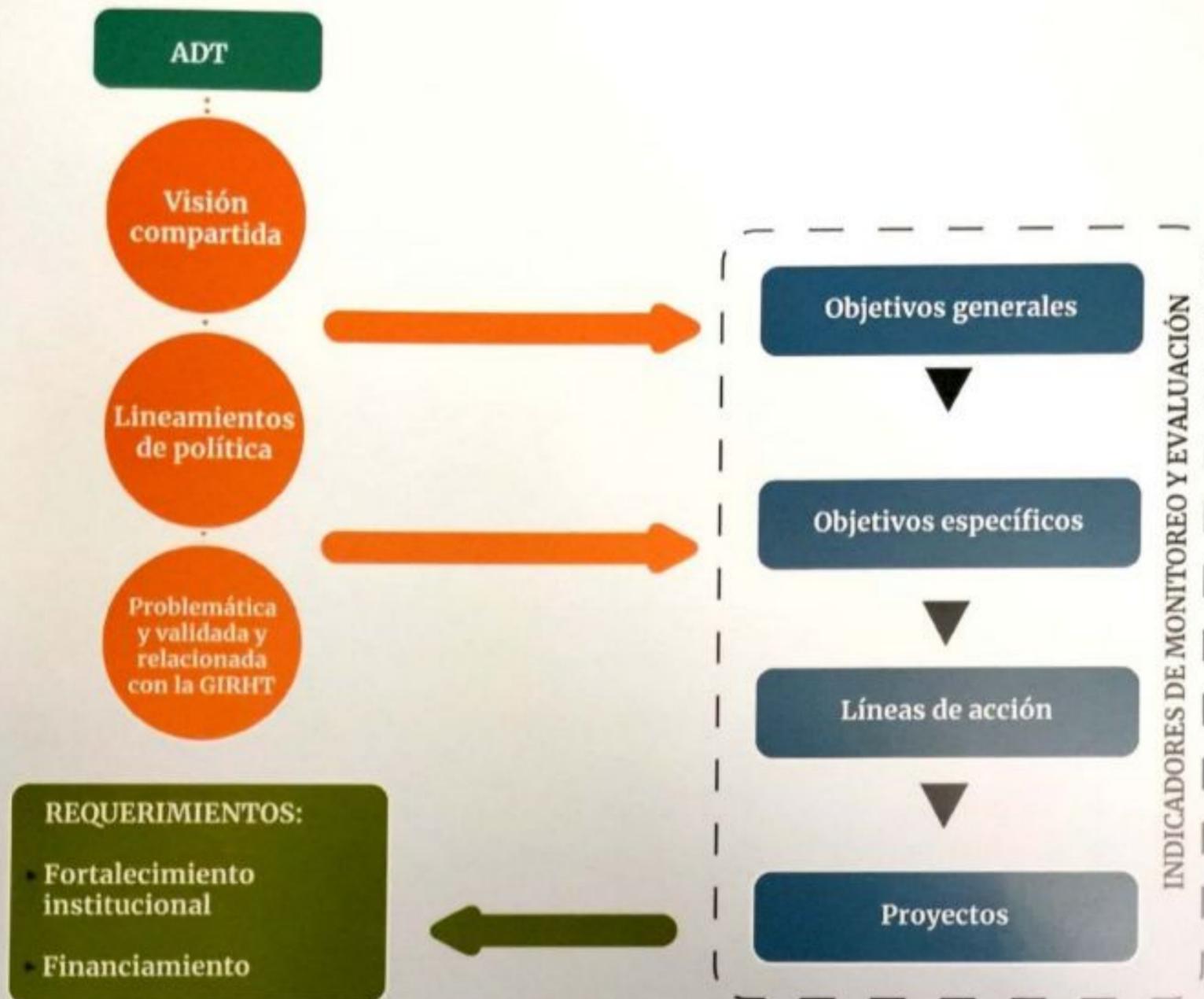
Fuente: Adoptado de la metodología GEF. Elaboración propia.

La formulación del PAE se orientó a la identificación de líneas de acción y estrategias para enfrentar la problemática de orden transfronterizo determinada en el ADT y alcanzar el desarrollo socioeconómico y ambiental en las cuencas transfronterizas y acuíferos Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla para lograr la gestión integrada de los recursos hídricos transfronterizos. La construcción del PAE tiene un horizonte de diez años, basado en:

1. Definición de lineamientos de política: basada en la problemática identificada en las cuencas transfronterizas, la visión y el análisis de los marcos normativos nacionales (Ecuador y Perú) e internacionales vinculados a la GIRH, sobre los siguientes aspectos:

- Fortalecer la institucionalidad binacional.
 - Promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos.
 - Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos de cambio climático.
 - Gestión de la cantidad y la calidad de los recursos hídricos.
2. Identificación de líneas de acción y proyectos: se constituyen en opciones de intervención y alternativas de gestión para hacer frente a los problemas transfronterizos identificados y priorizados en las cuencas transfronterizas.

Figura 2. Proceso metodológico para la preparación y construcción del PAE

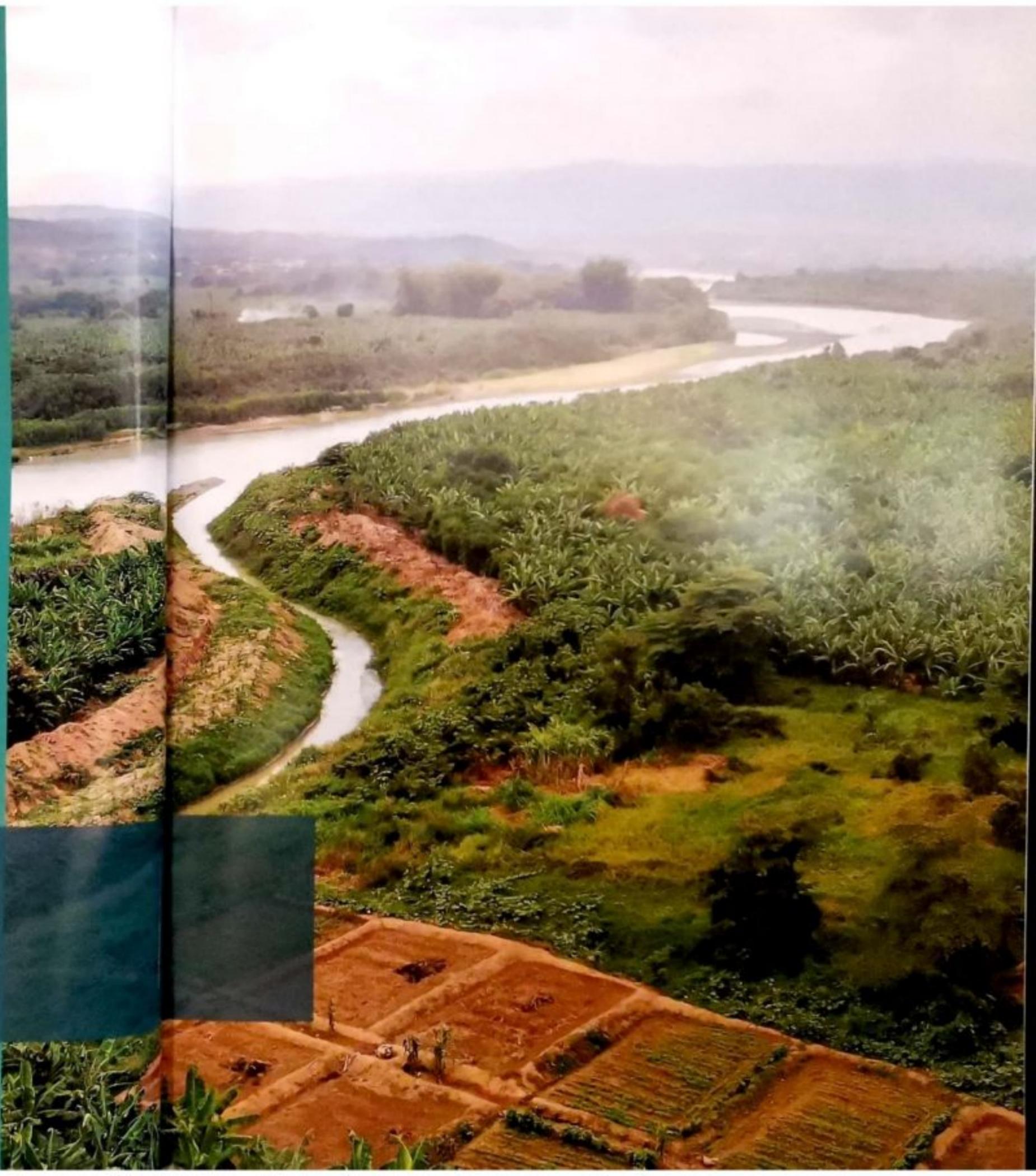


Fuente: Adoptado de la metodología GEF. Elaboración propia.



2

Caracterización biofísica, ambiental, social, productiva, geográfica y territorial de las cuencas



2.1. Cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes

2.1.1. Caracterización físico-geográfica

2.1.1.1 Características físicas

En la zona alta de la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes, el río principal toma el nombre de Puyango, el cual, a la altura de la subcuenca Tumbes, toma el nombre de río Tumbes. El recorrido total de este cuerpo hídrico es de 253 km, desde Portovelo hasta su desembocadura en el océano Pacífico. La cuenca está integrada por los territorios limítrofes del departamento de Tumbes, en el norte del Perú, y por las provincias de El Oro y Loja, al suroeste del Ecuador.

La cuenca Puyango-Tumbes está dividida en nueve (9) unidades hidrográficas de orden 5 según la metodología Pfafstetter, las cuales fueron agrupadas en cuatro (4) subcuencas: Puyango Alto, con cuatro (4) unidades hidrográficas (13926, 13927, 13928 y 13929); Puyango Medio, con una (1) sola unidad (13 925); Puyango Medio-Bajo, con tres (3) unidades (13922, 13924 y 13925) y la subcuenca Tumbes, también con una (1) sola unidad hidrográfica (13921). Comprende un área de 5488,00 km²;

una densidad de drenaje de 1,05 km/km²—valor que no excede el 1,35 km/km² correspondiente a un drenaje medio—; una pendiente media de la cuenca de 31,0%, de tipo colinado, obviamente, variando desde el terreno escarpado y montañoso en las cabeceras de las cuencas hasta casi plano y suave o ligeramente ondulado en los tramos bajos; una pendiente media del cauce principal de 0,002 m/m (baja), donde el flujo tiene una velocidad mínima con susceptibilidad a desbordamientos; el coeficiente de compactación (2,34) y el factor de forma (0,09) son muy distintos a 1, es decir, la cuenca es poco propensa a formar crecidas súbitas de forma natural, por su forma alargada (tabla 1). Los suelos predominantes de la cuenca tienen moderada y baja capacidad de infiltración; además, de acuerdo con el Estudio Hidrogeológico del Valle del Tumbes (INRENA, 2007) se identifican rocas ígneas intrusivas y afloramientos rocosos compuestos por conglomerados de compactación variable, areniscas y lutitas, que ofrecen mayores posibilidades de formar acuíferos. La cuenca del río Puyango-Tumbes se muestra en la figura 3.



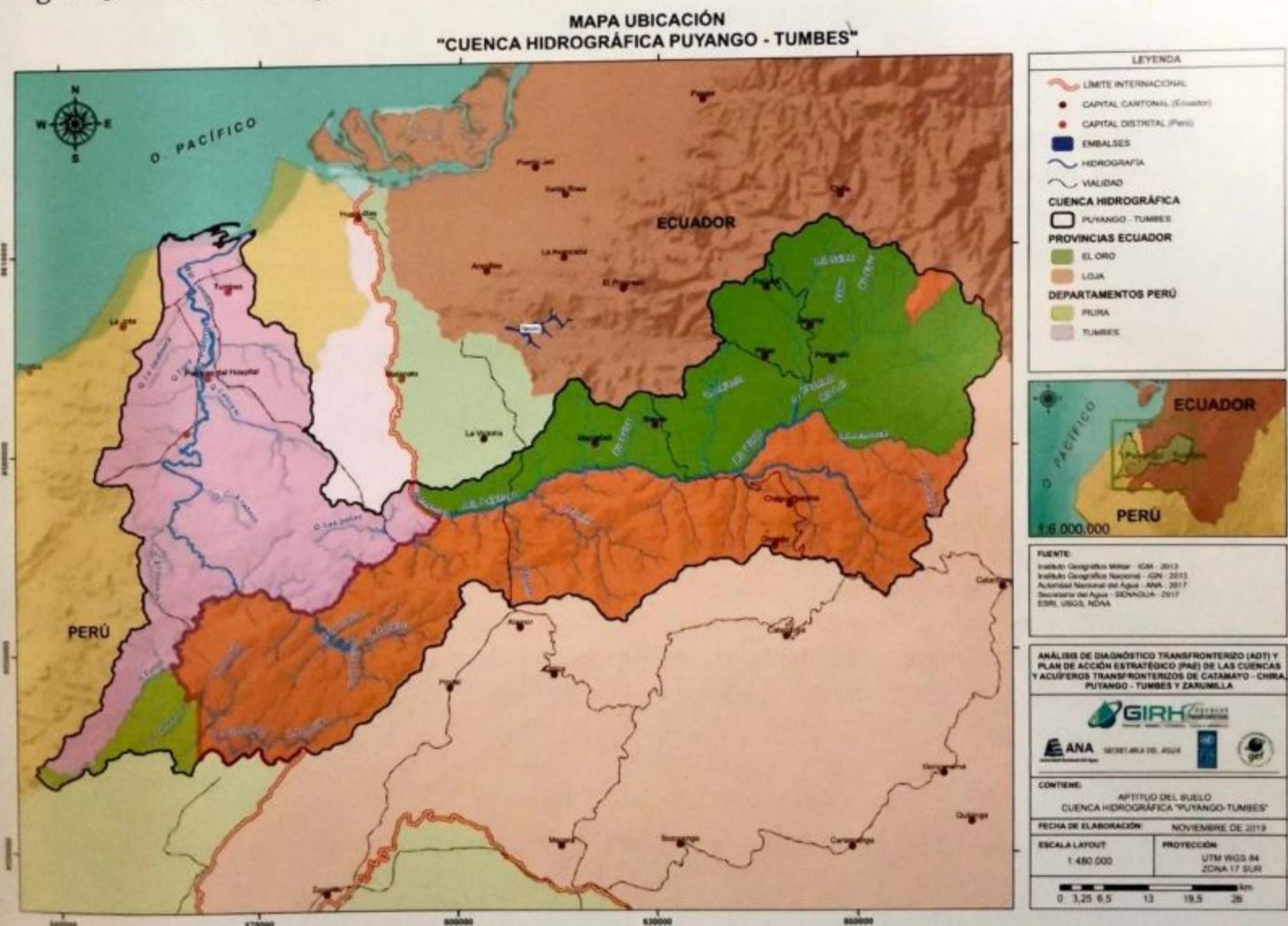
Plantaciones de banano cuenca Puyango - Tumbes.

Tabla 1. Características morfométricas de la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes

| Características | Cuenca Puyango-Tumbes | Unidades | Rangos de variación |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Área | 5488,00 | km ² | |
| Perímetro | 615,34 | km | |
| Densidad de drenaje | 1,05 | km/km ² | 0,5 - 3,5 |
| Coefficiente de compacidad | 2,34 | | 1,0 - 2,5 |
| Factor de forma | 0,09 | | 0,0 - 1,0 |
| Pendiente media de la cuenca | 0,31 | m/m | 0,0 - 1,0 |
| Cota máxima | 3871,35 | m s. n. m. | |
| Cota mínima | 0,00 | m s. n. m. | |
| Longitud del cauce principal | 253,01 | km | |
| Pendiente media del cauce principal | 0,002 | m/m | 0,0 - 0,5 |

Fuente: ANA, 2017; SENAGUA, 2017. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018

Figura 3. Cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes



Fuente: IGN, 2013; IGM, 2013. Elaboración: Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2017; Secretaría del Agua (SENAGUA), 2017.

2.1.1.2. Suelos

Los suelos representativos en la cuenca son los Entisoles (Orthents) que ocupan 1506,39 km², equivalentes al 27,45% del área total de la cuenca, y los Inceptisoles (Udepts) que ocupan 1454,32 km², correspondientes al 26,50% del área total de la cuenca. Los primeros se caracterizan por estar formados sobre superficies de erosión reciente, generalmente de topografía irregular y con baja fertilidad; mientras que los segundos son suelos desaturados en bases con texturas medias a finas, bien drenados y con fertilidad natural media. El porcentaje restante corresponde a suelos distribuidos en la cuenca en menor proporción (MINAM, 2015; MAGAP, 2002).

2.1.1.3. Uso del suelo

En cuanto al uso del suelo, predomina, en primer lugar, la vegetación natural arbórea, que ocupa el 48,00% de la superficie total de la cuenca y se caracteriza por la dominancia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados. En segundo lugar, prevalecen los pastos cultivados con el 30,64% de ocupación de la superficie total de la cuenca, los cuales están cubiertos de gramíneas que son aprovechadas por el ganado en pastoreo. El uso del suelo

ocupado por vegetación natural corresponde al 55,03% (MINAM, 2015; MAGAP, 2014).

De la superficie total de la cuenca, el 69,75% (3897,92 km² tienen aptitud de suelo para la protección y/o restauración); casi dos terceras partes de la cuenca están conformadas por tierras frágiles, cuyas condiciones naturales no son aptas para el establecimiento agroproductivo y su utilización implica severos riesgos de erosión y degradación del suelo; por ello, deben ser dedicadas a la protección y/o restauración de los ecosistemas naturales. Tan solo el 30,25% del suelo presenta potencial agroproductivo, con limitaciones que varían de leves a severas (poca profundidad del suelo, ambientes secos y fuertes pendientes).

2.1.1.4. Ecosistemas

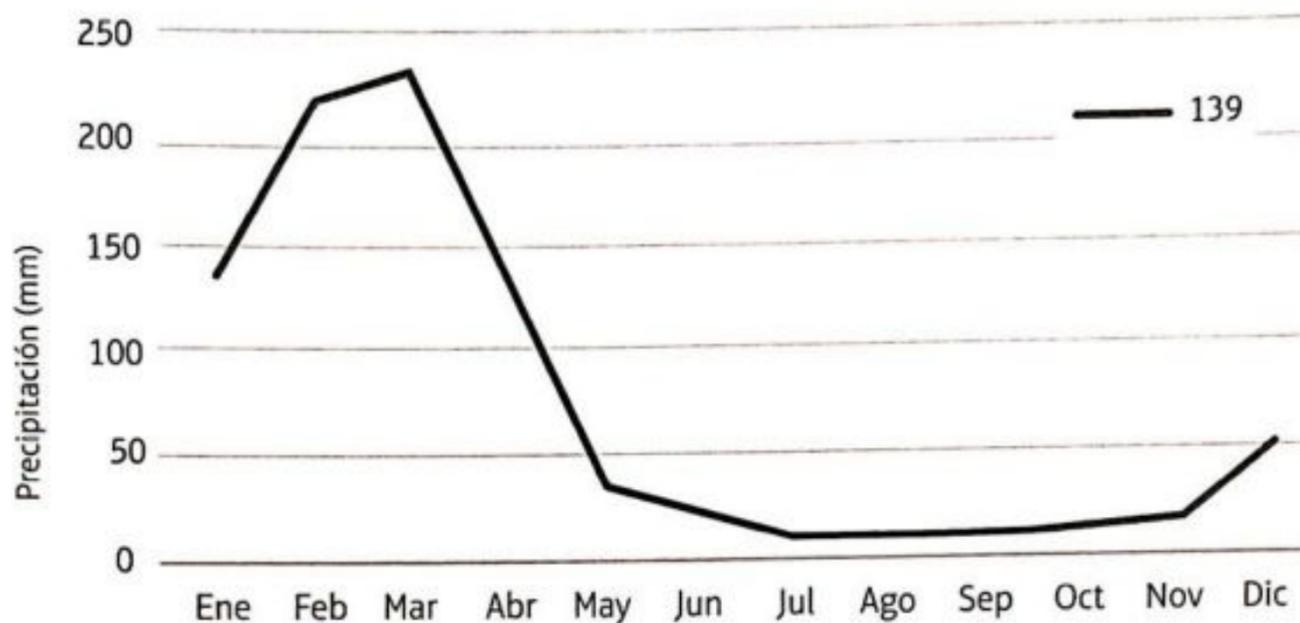
En la cuenca Puyango-Tumbes, en el 36,10% del área total se destaca el ecosistema bosque ecuatorial decíduo de tierras bajas, cuyos elementos florísticos pierden sus hojas en épocas secas, entre otros ecosistemas en menor proporción. Asimismo, en la cuenca se encuentran las áreas protegidas como el Parque Nacional Cerros de Amotape, Área de Conservación Regional Angostura-Faical, Bosques Protectores (Petrificado-Puyango, Cascay, Cuenca del río Moro y Río Arenillas Presa Tahuín) (Tirira et al. 2004).

2.1.2. Caracterización climática e hidrológica

Los tipos de clima que predominan en la cuenca Puyango-Tumbes, son cálido, 68,3% del área total de la cuenca; semicálido, 18,0%; templado cálido, 7,6%, y el 6,1% de área restante se caracteriza por climas que varían entre templado frío y frío moderado (ATA, UNPL y UNL, 2005). Entre febrero y mayo, presenta un período húmedo y uno seco entre julio y noviembre (figura 4). Adicionalmente, la precipitación media anual en la estación Cabo Inga fluctúa entre los

300 mm en la subcuenca Tumbes y los 1600 mm en las subcuencas Puyango Medio-Alto y Puyango Alto. Por otro lado, la temperatura media anual varía entre 24 °C y 16 °C. A su vez, la variación interanual de la precipitación enfatiza que en la cuenca alta (estación Zaruma) los eventos de El Niño de 1982-1983 y 1997-1998 tuvieron menor impacto si se compara con las condiciones propias de la cuenca baja.

Figura 4. Precipitación mensual en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes, estación Cabo Inga (000139)



Fuente: SENAMHI (1981-2010); INAMHI (1981-2010). Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

La variabilidad espacial de la disponibilidad del recurso hídrico superficial se analiza en función del escurrimiento anual que de 1600 mm en el tramo alto de la cuenca Puyango-Tumbes, baja a 200 mm en el litoral peruano.

En la tabla 2, se incluye la relación de valores anuales entre la precipitación y el escurrimiento, tanto para la cuenca Puyango-Tumbes

como para las cuatro (4) subcuencas consideradas; los coeficientes de escurrimiento son altos en las cuencas Puyango Alto y Puyango Medio, y disminuyen en los tramos bajos, siendo 0,59 el valor promedio para toda la cuenca, lo cual indica que el 59% de la lluvia anual se transforma en escurrimiento y el 41% restante se pierde por evaporación e infiltración.

Tabla 2. Disponibilidad de caudales medios anuales en términos de escorrentía media de la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes

| Cuenca-subcuenca | Área (km ²) | Precipitación (mm) | Escurrimiento (mm) | Coefficiente de escurrimiento | Caudal medio estimado (m ³ /s) |
|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|---|
| Puyango-Tumbes | 5488,0 | 1064,18 | 629,22 | 0,59 | 109,62 |
| Puyango Alto | 1564,7 | 1355,99 | 1122,80 | 0,83 | 55,77 |
| Puyango Medio | 1535,0 | 1310,37 | 716,84 | 0,55 | 34,93 |
| Puyango Medio-Bajo | 1243,0 | 839,98 | 240,43 | 0,29 | 9,49 |
| Tumbes | 1145,5 | 578,91 | 259,43 | 0,45 | 9,43 |

Fuente: SENAMHI (1981-2010); INAMHI (1981-2010). Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

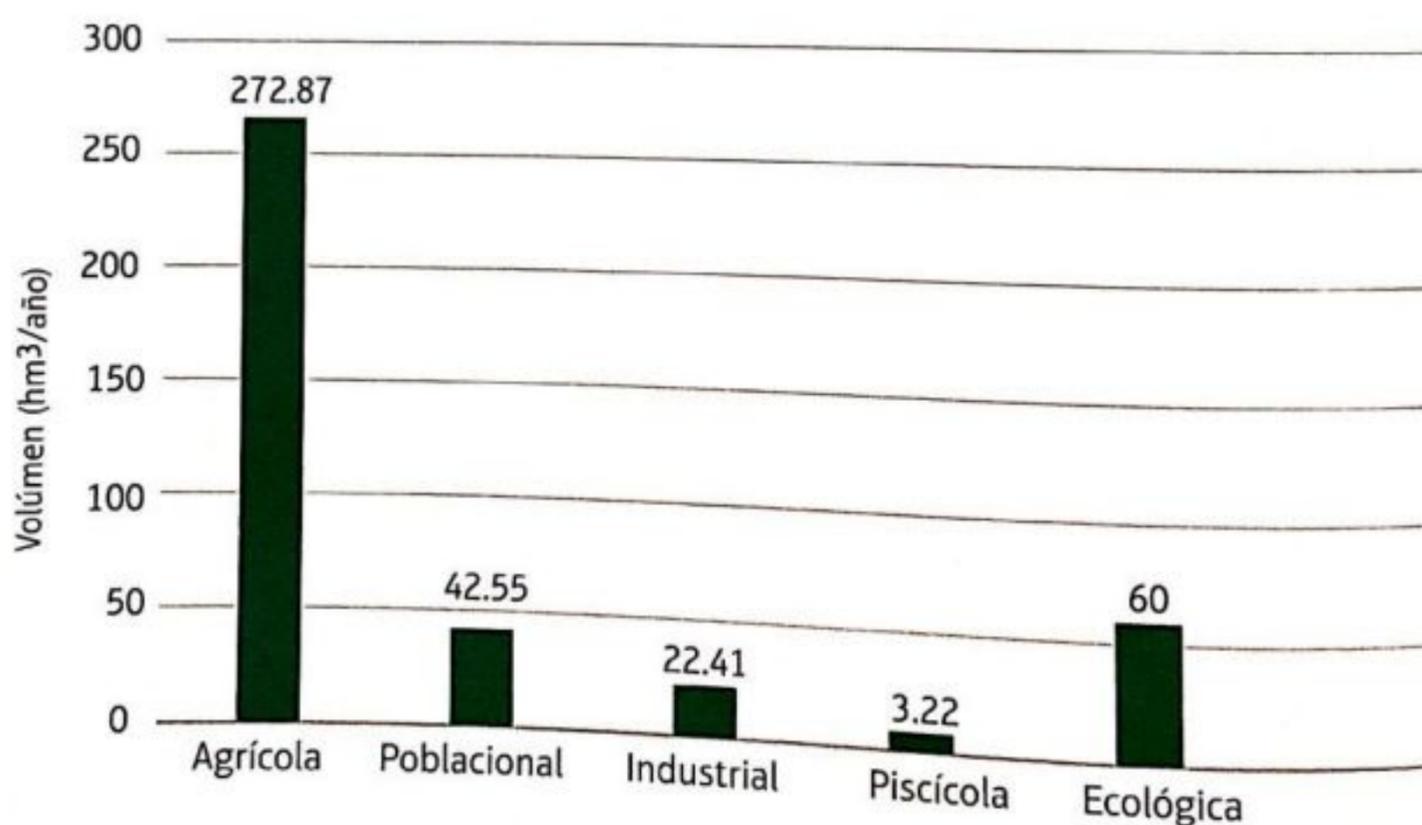
El análisis climático e hidrológico refleja eventos extremos como las crecidas, por la excesiva concentración de la precipitación y como consecuencia de los caudales medios mensuales en el período enero-abril de cada año, que afectan severamente las actividades socioeconómicas. Otro evento extremo reflejado son las sequías, asociadas a la baja precipitación y como consecuencia de la escasez de caudales superficiales en el período julio-diciembre de cada año; la baja de los caudales se evidencia con mayor precisión en los tramos medios y bajos de la cuenca; además, la sobreexplotación de los acuíferos agrava el problema de escasez de agua en el período seco del año, por lo que la problemática se traslada a la gestión de los acuíferos y su salinización (ANA, 2013a).

Por otro lado, tomando en cuenta que el 63,5% del área de la cuenca posee pendientes mayores al 25% y que el 18,4% del área de la cuenca

tiene pendientes entre el 12 y el 25%, la cuenca del río Puyango-Tumbes tiene alta susceptibilidad a la producción de sedimentos que, en el período lluvioso, forman flujos densos que impactan en los tramos medios y bajos de los cauces de los ríos; el azolvamiento de los sedimentos en los cauces origina la reducción de la capacidad hidráulica, debido a la disminución de la sección transversal, lo que favorece a la ocurrencia de desbordamientos e inundaciones.

A continuación, se evalúa la demanda anual hídrica de forma sectorial para la cuenca Puyango-Tumbes, que se expresa en hm, en función de los usos del agua representativos (ANA, 2017a): agrícola (272,87 hm³/año), poblacional (42,55 hm³/año), industrial (22,41 hm³/año), piscícola (3,22 hm³/año) y ecológica (60,0 hm³/año), según el Acuerdo de Quito del 25 de octubre de 1985. La demanda anual hídrica total de la cuenca alcanza 401,05 hm³ (figura 5).

Figura 5. Demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes



Fuente: ANA, 2017a; CISPDR, 2015b. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

La disponibilidad hídrica en la cuenca del río Puyango-Tumbes, en valores mensuales, está compuesta de recursos hídricos superficiales, que alcanza el 98,4% de la disponibilidad total y el 1,60% de agua subterránea, propio

de la cuenca del río Puyango (figura 6 y tabla 3). Esta cuenca no tiene trasvases de agua ni tampoco dispone de una capacidad de regulación mínima para almacenar los excesos del período lluvioso.

Figura 6. Disponibilidad y demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes



Fuente: SENAMH (1981-2010); INAMHI (1981-2010). Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Tabla 3. Balance hídrico para la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes

Balance hídrico medio mensual y anual-persistencia 75% (año modelo 1988)

| Cuenca Puyango-Tumbes total | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| Componente | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Disponibilidad hídrica superficial (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Agua en superficie | 278,54 | 642,52 | 387,43 | 358,02 | 245,66 | 127,68 | 69,18 | 51,39 | 49,78 | 44,54 | 49,19 | 76,15 | 2380,08 |
| Aguas subterráneas | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 38,76 |
| Total oferta media | 281,77 | 645,75 | 390,66 | 361,25 | 248,89 | 130,91 | 72,41 | 54,62 | 53,01 | 47,77 | 52,42 | 79,38 | 2418,84 |
| Demanda sectorial (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola (superficial) | 19,64 | 19,54 | 25,28 | 27,08 | 25,34 | 19,34 | 20,14 | 19,96 | 24,25 | 25,96 | 25,11 | 21,24 | 272,87 |
| Agrícola (subterránea) | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,16 | 0,16 | 0,18 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,16 | 0,17 | 0,15 | 1,86 |
| Uso humano | 3,61 | 3,29 | 3,62 | 3,49 | 3,62 | 3,49 | 3,62 | 3,62 | 3,47 | 3,62 | 3,49 | 3,62 | 42,55 |
| Industrial | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 22,41 |
| Piscícola | 0,28 | 0,26 | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | 3,22 |
| Ecológica | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 60,00 |
| Total demanda | 30,52 | 30,08 | 36,16 | 37,85 | 36,25 | 30,13 | 31,06 | 30,89 | 35,03 | 36,88 | 35,89 | 32,15 | 402,91 |
| Oferta-demanda | 251,25 | 615,67 | 354,50 | 323,40 | 212,64 | 100,77 | 41,35 | 23,73 | 17,99 | 10,89 | 16,53 | 47,23 | 2015,94 |
| Volúmenes potenciales de aguas subterráneas en Ecuador | | | | | | | | | | | | | |
| Cuenca Puyango | | | | | | | | | | | | | 261,00 |

Media anual de aguas subterráneas (CISPDR, 2015b)-Plan Hidráulico Regional de Demarcación Hidrográfica Puyango Catamayo-La Memoria.
 Fuente: ANA, 2017a; CISPDR, 2015b. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

2.1.2.1. Infraestructura hidráulica

La infraestructura hidráulica de la cuenca para diferentes usos se conforma de agua potable y saneamiento básico (infraestructura de agua potable y alcantarillado), abastecimiento agrícola (sistemas

de riego), captación (bocatomas o tomas), almacenamiento (presas), conducción y distribución del recurso (canales naturales-artificiales). Más detalles al respecto, se visualizan en la tabla 4.

Tabla 4. Infraestructura hidráulica en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes

| Tipo infraestructura | Nombre | Ubicación | Características | | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|--|---------------------------------|------|
| | | | Caudal-Fuente | Volumen útil | Red de distribución | Empresa prestadora de servicios | Año |
| Para abastecimiento poblacional | Tumbes | Tumbes | 700,00 l/s (fuente superficial mediante bombeo) | 5050,00 m ³ (reservorio) | 1548,50 km | Aguas Tumbes S. A. | 1981 |
| | Puerto Pizarro | Tumbes | 28,00 l/s (fuente subterránea mediante bombeo) | 1000,00 m ³ (reservorio) | 5712,00 km | Aguas Tumbes S. A. | 1991 |
| | Pampas de Hospital | Tumbes | 20,00 l/s (fuente subterránea mediante bombeo) | 300,00 m ³ (reservorio) | 13,330 km | Aguas Tumbes S. A. | 1962 |
| | Sistema de agua potable Chaguarpamba | Chaguarpamba | — | — | 380 familias beneficiadas | — | — |
| Saneamiento | San Juan de la Virgen | San Juan de la Virgen | 8,00 l/s (capacidad) | 13 185,00 m ³ | — | Aguas Tumbes S. A. | 1992 |
| | San Jacinto | San Jacinto | 10,00 l/s (capacidad) | 8586,00 m ³ | — | Aguas Tumbes S. A. | 1997 |
| | Campoamor | Campoamor | Laguna con área de 9800 m ² y 1,8 m de profundidad | 17 640 m ³ | — | — | — |
| Agrícola | Puerto El Cura | Tumbes | 2500,00 m ³ /s (capacidad) | 8 m ³ | 3607,26 ha (área de riego) y 111 km de canales | — | — |
| | Margen izquierda | Tumbes | 8 m ³ /s | 8 m ³ | 5830,00 ha (área de riego) y 393 km de canales | — | — |
| | El Guíneo | Chaguarpamba | 0,205 m ³ /s | — | 316,00 ha (área de riego) | — | — |
| Bocatoma | La Peña | Pampas de Hospital | 2,80 m de ancho (tipo permanente) | — | — | Comisión Margen Izquierda | — |

Fuente: PDOT Chaguarpamba, 2015; ANA, 2013a. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.



Canal y bocatoma La Peña - Tumbes, Perú.

2.1.2.2. Calidad de agua

En lo referente a la calidad del recurso hídrico en la cuenca del río Puyango-Tumbes, según los parámetros físicos analizados, se establece que presenta una ligera variación estacional de temperatura (entre 24 °C y 31 °C); su pH es ligeramente básico (entre 6,8 y 8,5), debido a la naturaleza calcárea del suelo; los valores de conductividad eléctrica están dentro de los límites esperados, a excepción del punto 1392Tumb8, donde los valores superan los 20 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hecho que, probablemente, se deba a su proximidad al agua de mar.

De la misma forma, los resultados de los análisis de parámetros químicos muestran la presencia de ciertos metales como plomo, hierro, arsénico y manganeso, que incumplen los límites permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), en especial en los meses de estiaje. Cabe precisar que debido a la geoquímica o a las actividades de la minería artesanal, las concentraciones de metales pesados en agua se originan en la cuenca alta y, por efectos de dilución, la disminución se hace más notoria durante el estiaje (noviembre de 2011), mientras que en la época húmeda (abril de 2012) las concentraciones se mantienen más constantes (ANA, 2013a). En cuanto los parámetros biológicos, la cuenca baja registra un nivel elevado de coliformes que sobrepasa el límite de 2000 NMP/100 ml permitido por ECA; esta circunstancia se presenta por vertimientos directos sin tratamiento y por desechos de actividades agrícolas en zonas aledañas al río Tumbes (ANA, 2013a).

2.1.3. Caracterización socioeconómica

2.1.3.1. Población

A 2017, la población total de la cuenca Puyango-Tumbes es de 309 286 habitantes, cuyo 58,95% corresponde a la población femenina y el 41,05% a la masculina. El 70,65% de la población se concentra principalmente en el área urbana, de la que la ciudad de Tumbes es la que agrupa al mayor número de habitantes (128 652), mientras que el 29,35% se distribuye en el área rural (INEC, 2010; INEI, 2007).

2.1.3.2. Educación

Con relación al nivel educativo de la población, la tasa promedio de analfabetismo es del 6,41%; la de asistencia a educación primaria del 94,53% y la de asistencia a educación secundaria del 70,89% (INEC, 2010; INEI, 2007).

2.1.3.3. Servicios básicos

El 65% de viviendas cuentan con abastecimiento de agua por red pública en su

interior, de los que los distritos Lancones y San Jacinto son los que poseen menor cobertura, con apenas el 16 y el 15%, respectivamente. El 71,61% de viviendas tiene un adecuado sistema de eliminación de excretas; de este porcentaje, el 51% de viviendas cuentan con alcantarillado sanitario (INEC, 2010; INEI, 2007).

2.1.3.4. Nivel de pobreza y PEA

Según el índice NBI, el nivel de pobreza en la cuenca corresponde al 73%; Matapalo y Lancones sobresalen como los distritos con mayor nivel poblacional de pobreza (NBI superior al 90%).

Adicionalmente, la población económicamente activa (PEA) de la cuenca representa el 30,75% de la población total. En la tabla 5, se observa que el 47,16% de los habitantes ocupados se dedica a actividades relacionadas con la agricultura, silvicultura, caza y pesca, seguidas por las actividades de comercio al por mayor y menor.

Tabla 5. Población ocupada por actividad económica en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes

| Indicador | |
|---|-------|
| % población ocupada en agricultura, silvicultura, caza y pesca | 47,16 |
| % población ocupada en comercio al por mayor y menor | 14,82 |
| % población ocupada en actividades de alojamiento y servicio de comidas | 2,30 |
| % población ocupada en construcción | 4,99 |
| % población ocupada en otras actividades | 30,73 |

Nota: otras actividades incluyen servicios, sector público, etc.
Fuente: INEC, 2010; INEI, 2007. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

2.1.3.5. Actividades económicas

El sector productivo primario está compuesto por actividades agrícolas. En las partes alta y media de la cuenca, mayoritariamente las familias combinan en sus fincas productos para consumo familiar (granos andinos, hortalizas, frutas y tubérculos) con cultivos comerciales. En cuanto a cultivos permanentes, en la parte baja de la cuenca, el café y el banano predominan en el sistema agroproductivo; alrededor de este último producto, se ha conformado una de las cadenas de agroexportación de mucha importancia para la generación de divisas en ambos países.

En lo que se refiere a cultivos de ciclo corto, son importantes los cultivos de maíz, en las zonas media y baja de la cuenca, y el arroz en la zona baja. La actividad pecuaria se fundamenta en la producción de ganados bovino, caprino, porcino y en la avicultura; la participación de estas especies en la unidad de producción agrícola depende del tamaño de la propiedad, del acceso a pastos-forraje y a la disponibilidad de mano de obra para su manejo. En cuanto a la acuicultura, sobresale el cultivo de camarón (Ecuador), de langostino (Perú) y la pesca.

La actividad minera es también representativa en la cuenca y se desarrolla principalmente en la parte ecuatoriana, en los cantones Zaruma, Portovelo, Piñas y Atahualpa, de la provincia de El Oro. La minería metálica consiste, fundamentalmente, en la explotación de oro, plata y cobre. La actividad minera en Perú está dada por la existencia de yacimientos de gas y

petróleo en diferentes grados de aprovechamiento: exploración o perforación.

El sector secundario de la cuenca está compuesto, en lo principal, por los subsectores de la construcción e industria. La construcción aporta, por lo general, con empleo temporal y en su mayoría capta mano de obra no calificada; la industria, en cambio, es clave, ya que permite desarrollar rendimientos encadenados a los productos de la zona, lo cual crea un mercado más seguro para los productores, a la par que abre posibilidades a una mayor generación de empleo, ya sea en los eslabones de la cadena o en actividades de apoyo.

La industria se desarrolla por actividades de transformación de productos agrícolas y pecuarios, con el uso de tecnologías no muy avanzadas; estas actividades comprenden la fabricación de panela granulada y aguardiente de caña de azúcar, pilado de arroz y café, procesamiento de maíz para balanceado, empaquetado de banano para exportación, etc. Procesos más avanzados de industrialización se encuentran en torno a las actividades camaronera (Ecuador), langostera (Perú), así como al procesamiento de frutas para el mercado externo.

En el sector terciario predominan las actividades vinculadas al comercio, al transporte y a los servicios ligados al turismo, lo que permite la inserción de la población urbana en la economía local. En la cuenca hay abundancia de patrimonio natural, cultural y paisajístico que atrae la visita de turistas nacionales y extranjeros; sin embargo, no se desarrolla un proceso de producción turística que estimule la llegada y permanencia de los visitantes a la zona.

2.2. Cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

2.2.1. Caracterización físico-geográfica

La cuenca Catamayo-Chira tiene una superficie de 17 810,16 km², de la cual el 40,5% corresponde al territorio ecuatoriano en la

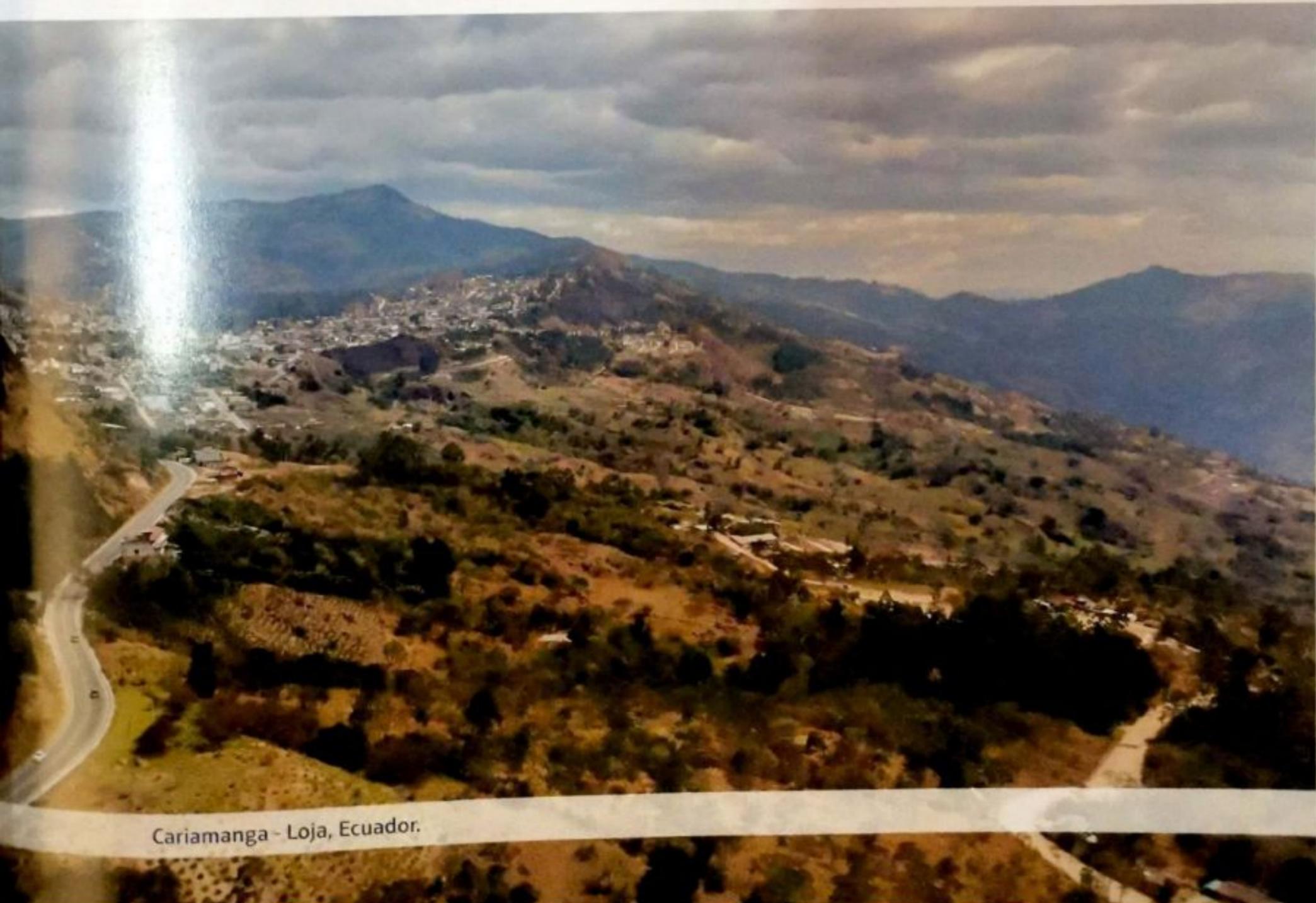
provincia de Loja integrada por los cantones Celica, Pindal, Macará, Sozoranga, Calvas, Espíndola, Gonzanamá y Quilanga y en una

parte de los territorios de los cantones pertenecientes también a esta provincia: Catamayo, Paltas, Olmedo, Puyango y Zapotillo. El 59,5% de la cuenca corresponde al territorio peruano, ubicada principalmente en el departamento de Piura; abarca la provincia de Sullana, y parte de las provincias de Ayabaca, Huancabamba, Morropón, Paíta, Talara y Piura (Consortio E & H, 2010).

La cuenca Catamayo-Chira está dividida en nueve (9) unidades hidrográficas de orden 4 según la metodología Pfafstetter, que se agrupan en seis (6) subcuencas: Catamayo (1389), Macará (1388), Quiroz (1386 y 1387), Alamor (1384), La Solana (1382) y Chira (1381, 1383 y 1385). La cuenca abarca un área de 17 810,16 km²; una densidad de drenaje de 0,80 km/km²; una pendiente media de la cuenca de 26,0%, lo que representa una superficie colinada, sin embargo, se observa gran variación en las pendientes del terreno, oscilan entre terrenos casi planos y terrenos colinados, escarpados y

montañosos; una pendiente media del cauce principal de 0,001 m/m, por tanto el flujo presenta velocidades bajas y es susceptible a producir desbordamientos e inundaciones; el coeficiente de compacidad (1,87) y el factor de forma (0,09) son muy diferentes a 1, y tienen, en consecuencia, baja capacidad para formar crecidas súbitas (forma alargada) (tabla 6).

Los suelos tienen moderado potencial de escurrimiento y moderada capacidad de infiltración; se identifican afloramientos rocosos en las márgenes del río Chira, compuestos por areniscas, lutitas, limonitas y cuarcitas, con potencial para almacenar recursos hídricos subterráneos (ANA, 2009b), y se define el acuífero por fisuramiento (CVIII2) denominado Chira (7221 km²), constituido en Ecuador por los acuíferos Alamor (16,7% del área del acuífero Chira), Macará (25,3%) y Catamayo (58,1%) (CISPDR, 2015b). En la figura 7, se aprecian las unidades hidrográficas y las seis (6) subcuencas definidas dentro de esta cuenca.



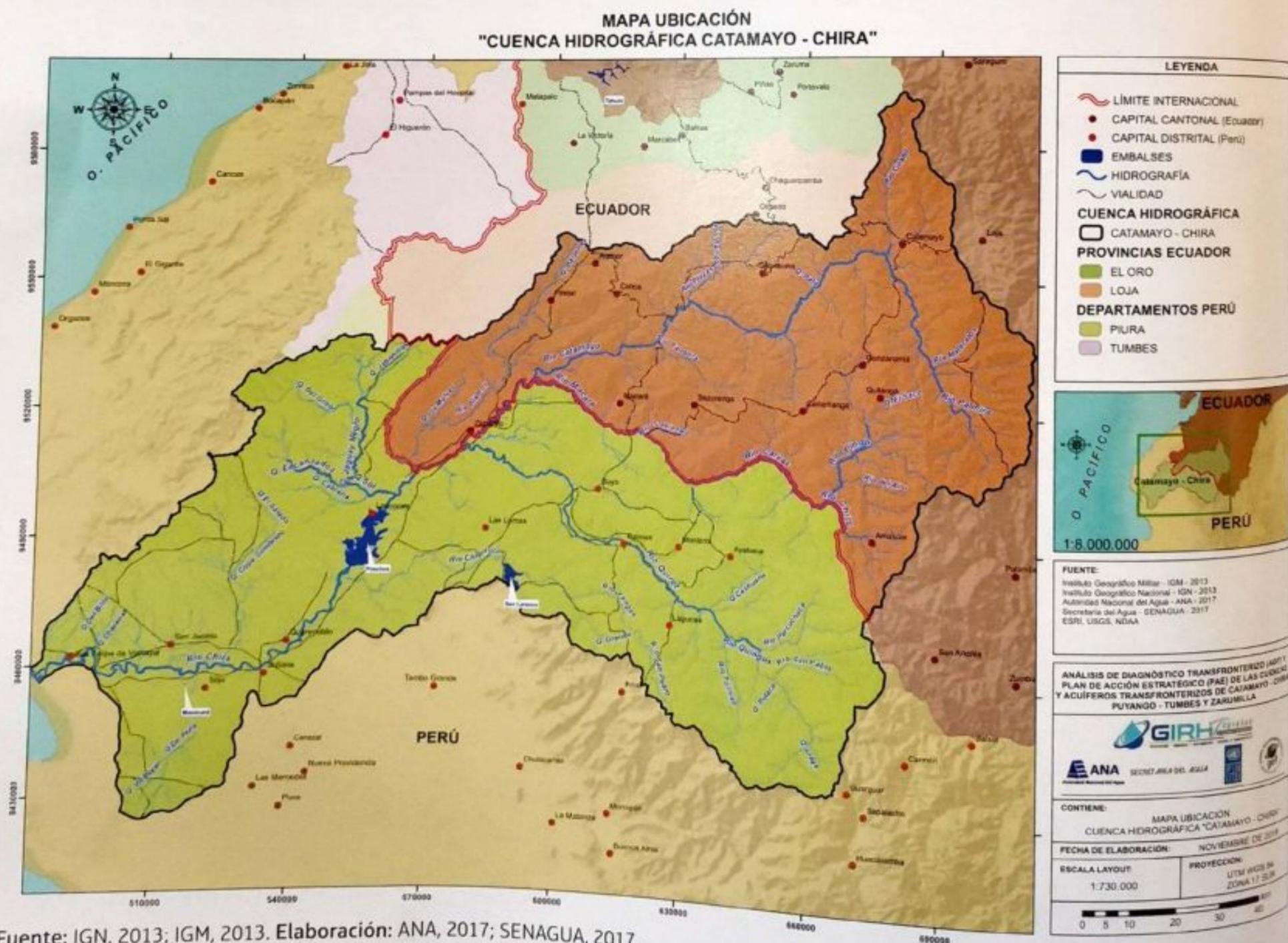
Cariamanga - Loja, Ecuador.

Tabla 6. Características físicas generales de la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira

| Características | Cuenca Catamayo-Chira | Unidades | Rangos de variación |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Área | 17 810,16 | km ² | |
| Perímetro | 882,86 | km | |
| Densidad de drenaje | 0,80 | km/km ² | 0,5-3,5 |
| Coefficiente de compacidad | 1,87 | | 1,0-2,5 |
| Factor de forma | 0,10 | | 0,0-1,0 |
| Pendiente media de la cuenca | 0,26 | m/m | 0,0-1,0 |
| Cota máxima | 3928,31 | m s. n. m. | |
| Cota mínima | 0,00 | m s. n. m. | |
| Longitud del cauce principal | 414,22 | km | |
| Pendiente media del cauce principal | 0,001 | m/m | 0,0-0,5 |

Fuente: ANA, 2017; SENAGUA-, 2017. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Figura 7. Cuenca hidrográfica Catamayo-Chira



Fuente: IGN, 2013; IGM, 2013. Elaboración: ANA, 2017; SENAGUA, 2017.

2.2.1.1. Suelos

Los suelos predominantes en la cuenca son los Orthents, que ocupan un 39,74% del área total de la cuenca, los cuales se caracterizan por su pobre desarrollo pedogenético por ser superficiales y de poco espesor; y los suelos Inceptisoles y Vertisoles, que, en conjunto, suman un valor de hasta el 26% del área total de la cuenca. Estos son suelos que presentan una fertilidad natural media y se identifican por ser suelos jóvenes con incipiente desarrollo pedogenético (MINAM, 2015; MAGAP, 2002).

2.2.1.2. Uso del suelo

El uso de suelo predominante es la vegetación natural, que ocupa el 66,44% de la superficie total de la cuenca, la cual se caracteriza por estar bajo diversos estados de conservación: de leves a importantes, mientras que el porcentaje restante (33,56%) corresponde a áreas intervenidas por la acción antrópica (agricultura, ganadería, asentamientos humanos y forestal) (MINAM, 2015; MAGAP, 2014).

Los suelos de la cuenca, en su mayoría, presentan aptitudes para la protección y/o restauración en el equivalente al 56,56%, mientras que

el 42,46% presenta aptitudes para el desarrollo agroproductivo; pese a ello, debe señalarse que las prácticas agrícolas y ganaderas que en la actualidad se desarrollan en la cuenca son poco tecnificadas, lo que provoca una inmediata acción de procesos erosivos y degradativos del recurso suelo. Se presentan conflictos de uso del suelo destinados a cultivos, el uso actual correspondiente es de 17,97%, mientras que el uso potencial de cultivos en la cuenca es de 14,62%.

2.2.1.3. Ecosistemas

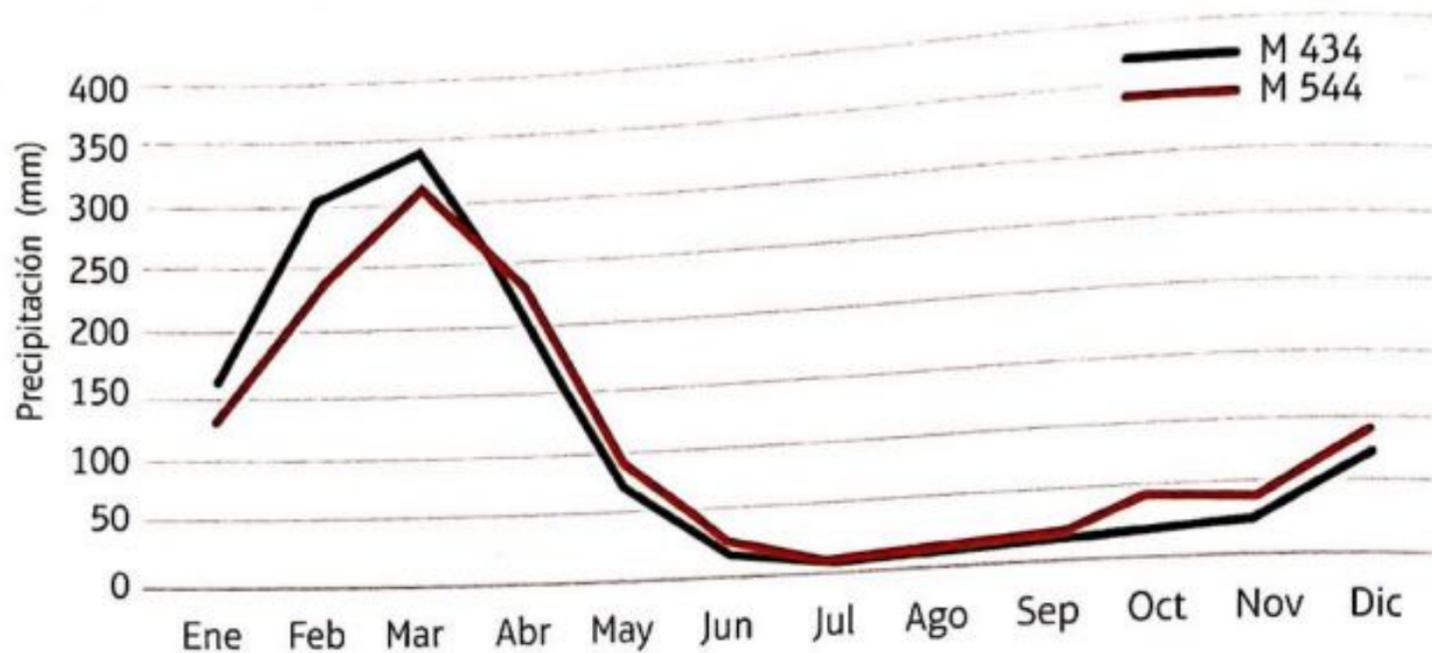
La cuenca posee diversidad de ecosistemas, siendo el bosque semideciduo de tierras bajas y el bosque tumbesino xerofítico los que ocupan una mayor superficie en la cuenca: 25,19 y 17,86%, respectivamente. En general, los ecosistemas tienen un importante valor ecológico, debido al suministro de bienes y servicios ambientales que proporcionan a la población, y, de manera específica, en lo que respecta al equilibrio hídrico de la cuenca, por lo que es prioritaria su protección y conservación. Las áreas protegidas que se identifican en la cuenca son el Parque Nacional Cerros de Amotape, Bosque Protector El Ingenio y Santa Rosa, Coto de Caza El Angolo, Parque Nacional Podocarpus, entre otros (Tirira et al., 2004).

2.2.2. Caracterización climática-hidrológica

Con relación a la caracterización climática, se establece una amplia variabilidad de climas (cálido, semicálido, templado cálido, templado frío, semifrío y frío moderado), característicos de las subcuencas Catamayo, Macará y Quiroz; en tanto que el clima dominante cálido es característico en las áreas de las subcuencas: Alamor (78,4%), La Solana (97,7%) y Chira (99,4%) (ATA, UNPL y UNL, 2005).

La variación estacional de la precipitación define un período lluvioso de febrero a mayo, y un período seco de julio a noviembre (figura 8). A su vez, la precipitación disminuye desde la sección alta hasta la sección baja de la cuenca. La variación interanual de la precipitación destaca lluvias anuales altas en los años de El Niño, que se manifiestan en los tramos altos, medios y bajos de la cuenca Catamayo-Chira.

Figura 8. Precipitación mensual en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira, estaciones Sozoranga (M434) y Colaisaca (M544)



Fuente: SENAMHI (1981-2010); INAMHI (1981-2010). Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

La variabilidad espacial de la disponibilidad del recurso hídrico superficial se analiza en función del escurrimiento anual, el cual fluctúa en forma descendente: desde los 1600 mm en el tramo alto de la cuenca Catamayo-Chira hasta los 100 mm en la parte baja.

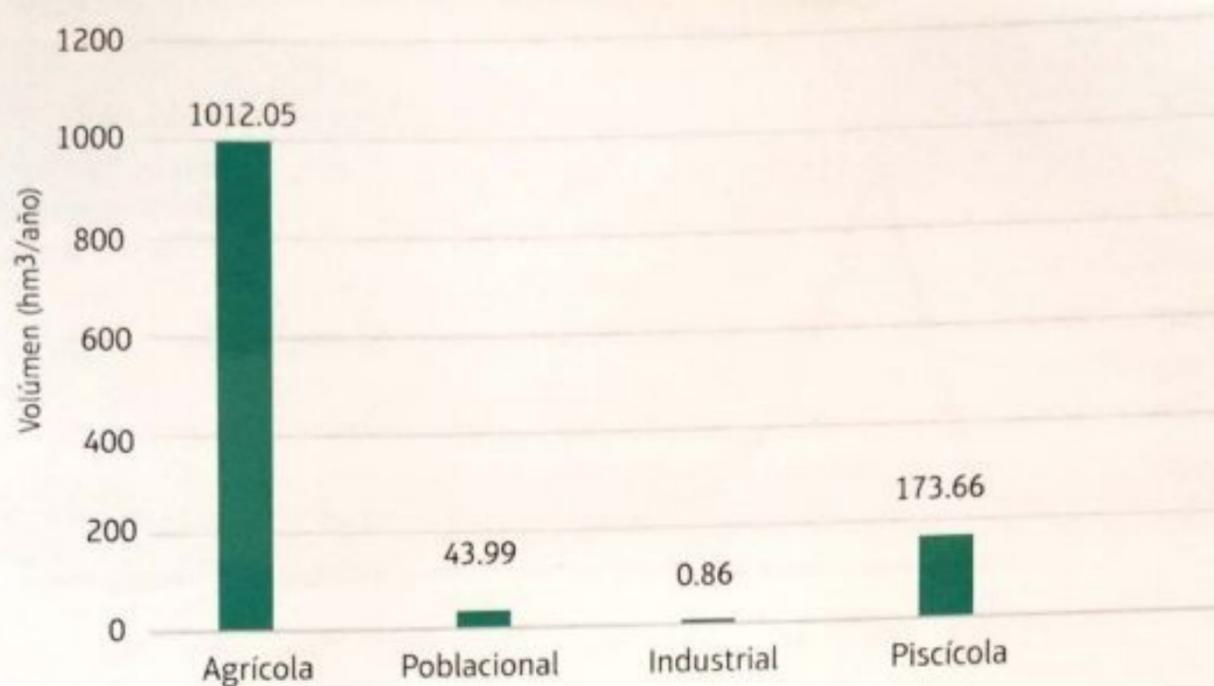
En la cuenca Catamayo-Chira acontecen eventos extremos como las crecidas, en los que existe abundante concentración de precipitaciones y crecimiento de los caudales medios mensuales, en el período enero-abril de cada año. Se establece que las crecidas incrementan el caudal de los ríos entre 300 y 800%, respecto a la media de la estación Río Chira-Ardilla Reservorio Poechos. Las crecidas e inundaciones durante los eventos de El Niño son muy evidentes en los ríos Quiroz (estación Paraje Grande), Macará (Puente Internacional) y en el río Chira (estación el Ciruelo). Otro evento extremo reflejado son las sequías, cuya variabilidad estacional de los caudales evidencia un período seco y prolongado, desde julio hasta diciembre en cada año, donde los caudales superficiales se reducen notablemente en algunos meses, en particular, en los tramos medios y bajo de la

cuenca Catamayo-Chira. La variabilidad interanual del río Chira muestra que los caudales medios anuales, en algunos tramos, son extremadamente bajos, incluso por debajo de los 10 m³/s, en el caso de la estación Río Chira-Ardilla Reservorio Poechos.

En la cuenca, el 49,7% de la superficie tiene pendiente mayor al 25%, constituida por áreas colinadas, escarpadas y montañosas; por tanto, es susceptible a producir sedimentos, los que, con la intensificación de las lluvias y las inadecuadas actividades agrícolas, forman flujos con alta carga de sedimentos que impactan en los tramos medios y bajos de los cauces de los ríos principales. La colmatación de los sedimentos en los cauces reduce su capacidad hidráulica e intensifica la ocurrencia de desbordamientos e inundaciones ante el paso de crecidas.

La demanda hídrica anual en hm³ para los diferentes usos del agua en la cuenca Catamayo-Chira es agrícola (1012,05 hm³/año), poblacional (43,99 hm³/año), industrial (0,86 hm³/año) y piscícola (173,66 hm³/año); la totalidad de la demanda hídrica anual es de 1230,56 hm³ (figura 9).

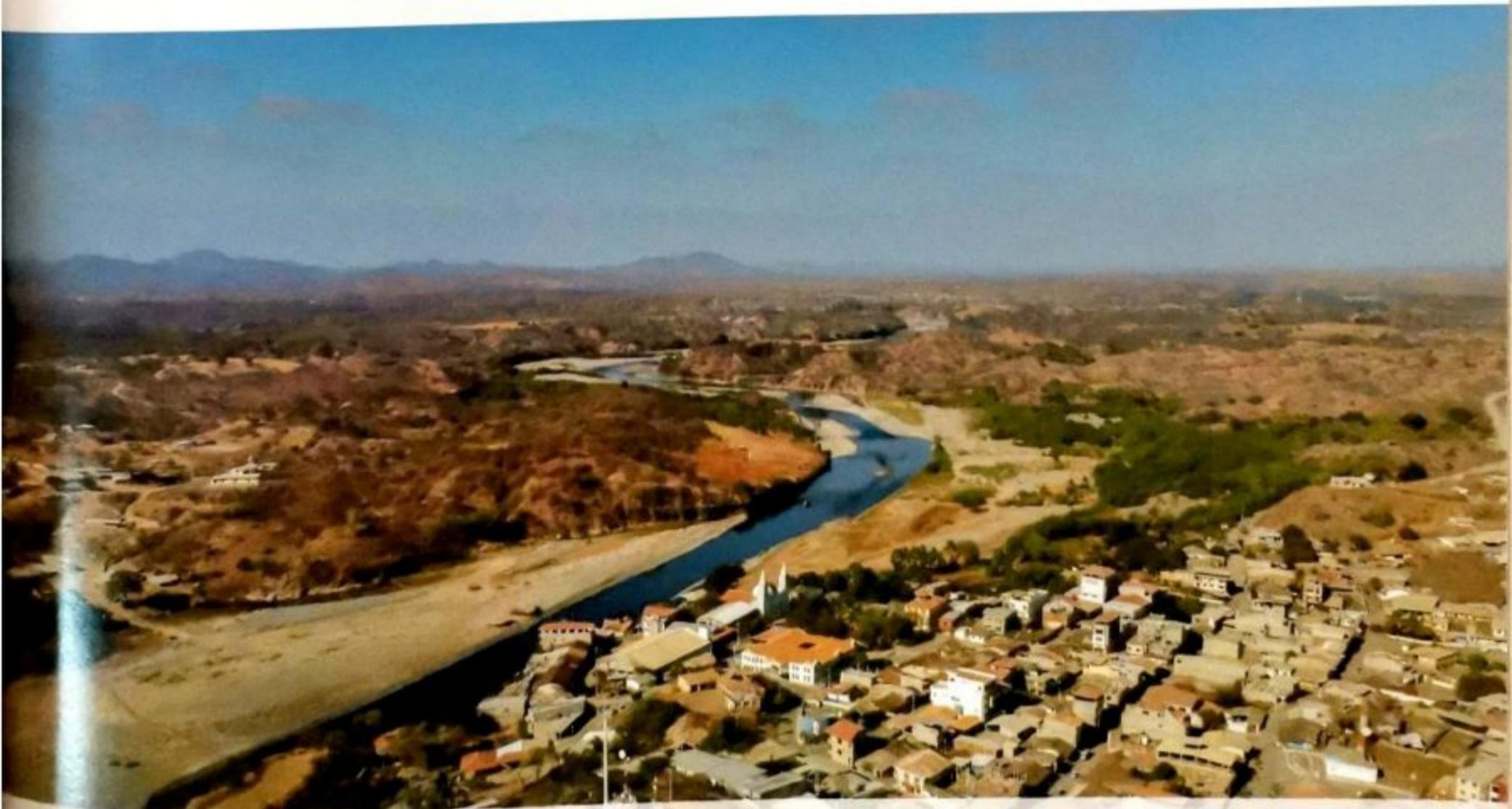
Figura 9. Demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira



Fuente: ANA, 2017b; CISPDR, 2015b. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

La disponibilidad hídrica para la cuenca se compone de aguas superficiales y subterráneas, esta última extraída mediante bombeo (figura 10). A manera de ejemplo, se establece que la duración del caudal para la estación hidrométrica Ardilla Poechos tiene un 40% de

probabilidad de presentar caudales mensuales menores a 44,6 m³/s, 20% de probabilidad de presentar un caudal menor a 26,5% y un 10% de probabilidad de presentar caudales mayores a 384,8 m³/s.



Zapotillo - Loja, Ecuador.

Figura 10. Disponibilidad y demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira



Fuente: SENAMHI (1981-2010); INAMHI (1981-2010). Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

El balance hídrico en la cuenca del sistema Catamayo-Chira muestra que, en general, las subcuencas no presentan déficit hídrico, a excepción de la cuenca Chira, que observa

insuficiencia de agua en el período junio-enero, pero con los aportes de aguas arriba atiende su demanda completa (ver tabla 7).

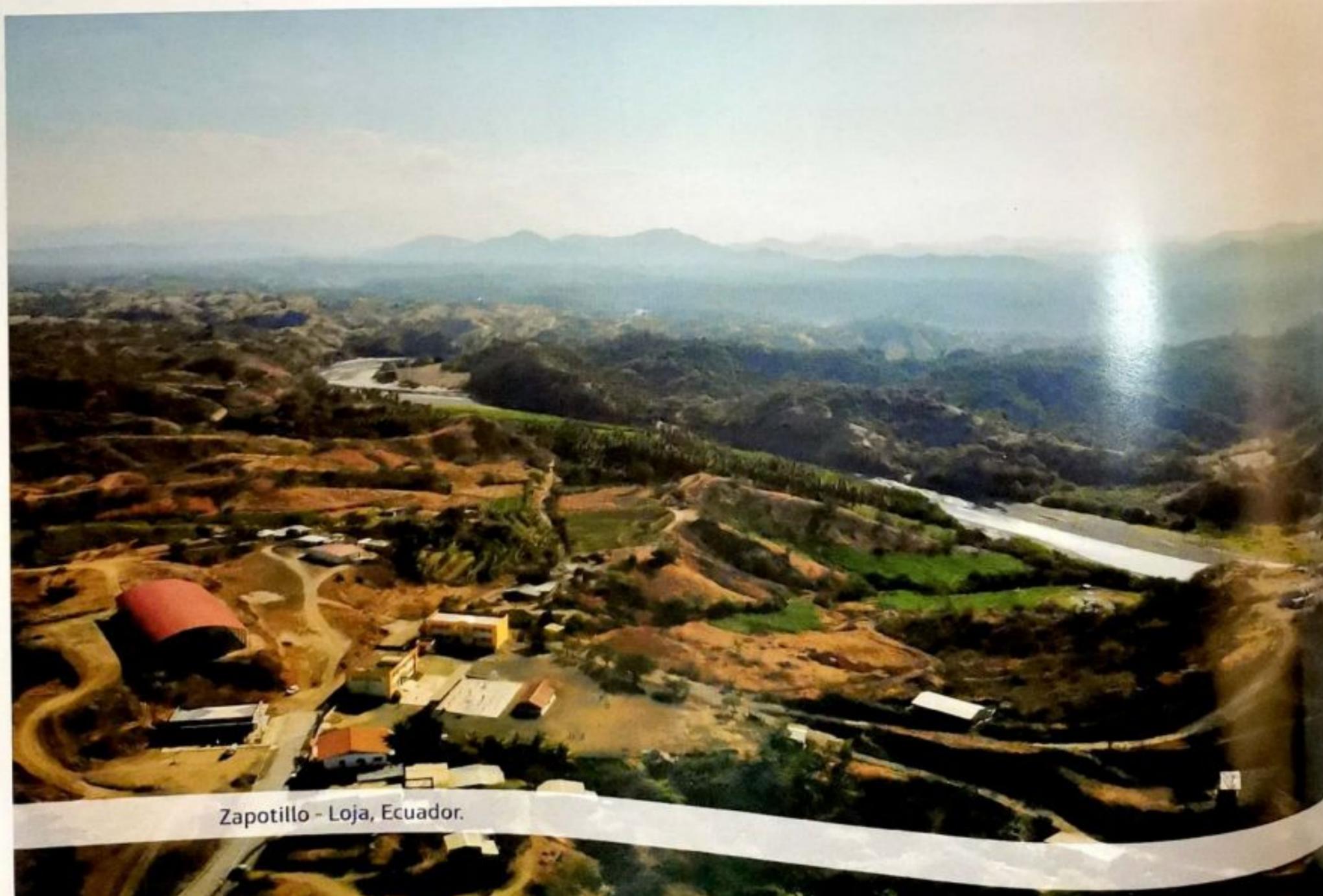


Tabla 7. Balance hídrico para la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira

Balance hídrico medio mensual y anual-persistencia 75% (año modelo 1981)

| Cuenca Catamayo Chira total | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Componente | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Disponibilidad hídrica superficial (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Agua en superficie | 229,05 | 389,61 | 1607,75 | 694,69 | 328,89 | 281,42 | 207,99 | 86,47 | 83,07 | 118,05 | 68,98 | 179,75 | 4275,73 |
| Aguas subterráneas | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 3,23 | 38,76 |
| Total oferta media | 232,28 | 392,84 | 1610,98 | 697,92 | 332,12 | 284,65 | 211,22 | 89,70 | 86,30 | 121,28 | 72,21 | 182,98 | 4314,49 |
| Demanda sectorial (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola (superficial) | 89,42 | 70,82 | 72,78 | 72,06 | 67,25 | 74,14 | 101,50 | 111,72 | 101,07 | 94,86 | 86,31 | 70,13 | 1012,05 |
| Agrícola (subterránea) | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| Uso humano (superficial) | 3,68 | 3,47 | 3,68 | 3,61 | 3,68 | 3,61 | 3,68 | 3,68 | 3,61 | 3,68 | 3,61 | 3,68 | 43,67 |
| Uso humano (subterránea) | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,32 |
| Industrial (superficial) | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,50 |
| Industrial (subterránea) | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,36 |
| Piscícola | 12,41 | 12,02 | 12,41 | 12,02 | 12,41 | 16,43 | 14,87 | 16,43 | 15,91 | 16,43 | 15,91 | 16,43 | 173,66 |
| Ecológica | | | | | | | | | | | | | |
| Total demanda | 105,61 | 86,40 | 88,97 | 87,78 | 83,44 | 94,27 | 120,15 | 131,93 | 120,69 | 115,06 | 105,92 | 90,34 | 1230,56 |
| Oferta-demanda | 126,68 | 306,44 | 1522,01 | 610,14 | 248,68 | 190,38 | 91,08 | -42,22 | -34,39 | 6,22 | -33,71 | 92,64 | 3083,93 |
| Disponibilidad de agua subterránea en Ecuador | | | | | | | | | | | | | |
| Cuenca Alamor (1) | | | | | | | | | | | | | 74,00 |
| Cuenca Macará (1) | | | | | | | | | | | | | 163,00 |
| Cuenca Catamayo (1) | | | | | | | | | | | | | 275,00 |

1: valor expresado en caudal medio anual (CISPDR 2015b).

Fuente: ANA, 2017c; CISPDR, 2015b. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

2.2.2.1. Infraestructura hidráulica

En lo referente a la infraestructura hidráulica, la cuenca dispone de infraestructura de agua potable y de captación, almacenamiento, conducción y distribución del recurso hídrico. Más detalles se ilustran en la tabla 8.

Tabla 8. Infraestructura hidráulica en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira

| Tipo infraestructura | Nombre | Ubicación | Características | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------------|--|--|--|---|---------------------------------|----------------------------------|------|
| | | | Caudal-Fuente | Volumen útil | Red de distribución | Empresa prestadora de servicios | Año | |
| Para abastecimiento poblacional | Sistema Hidráulico Chira-Piura | Sullana | 500,00 l/s (c) | --- | --- | --- | EPS Grau | 1996 |
| | Canal Miguel Checa | Distritos: Vichayal, Amotape, Tamarindo, Ignacio Escudero, Marcavelica | --- | --- | 82,33 km (77,38 km en canal tipo tierra y 4,95 km en canal revestido) | --- | --- | --- |
| Agrícola | Sistema de riego Zapotillo | Cantón Zapotillo | 8,00 m ³ /s (caudal autorizado) | --- | 7872,00 ha (área regable) | --- | Subcomisión ecuatoriana Predesur | --- |
| | Sistema de riego Macará | Cantón Macará | 2,00 m ³ /s (caudal autorizado) | --- | 985,00 ha (área regable) | --- | --- | --- |
| Presas | Pochos | Distrito Lancones | 5500,00 m ³ /s | 16 515,00 hm ³ (volumen almacenamiento) | --- | --- | --- | 1975 |
| | San Lorenzo | Distrito Las Lomas | 1200,00 m ³ /s | 3725,00 hm ³ (volumen almacenamiento) | Canal Yuscay (15,76 km) | --- | --- | 1958 |

Fuente: PDOT Provincia de Loja, 2015; ANA, 2013c. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

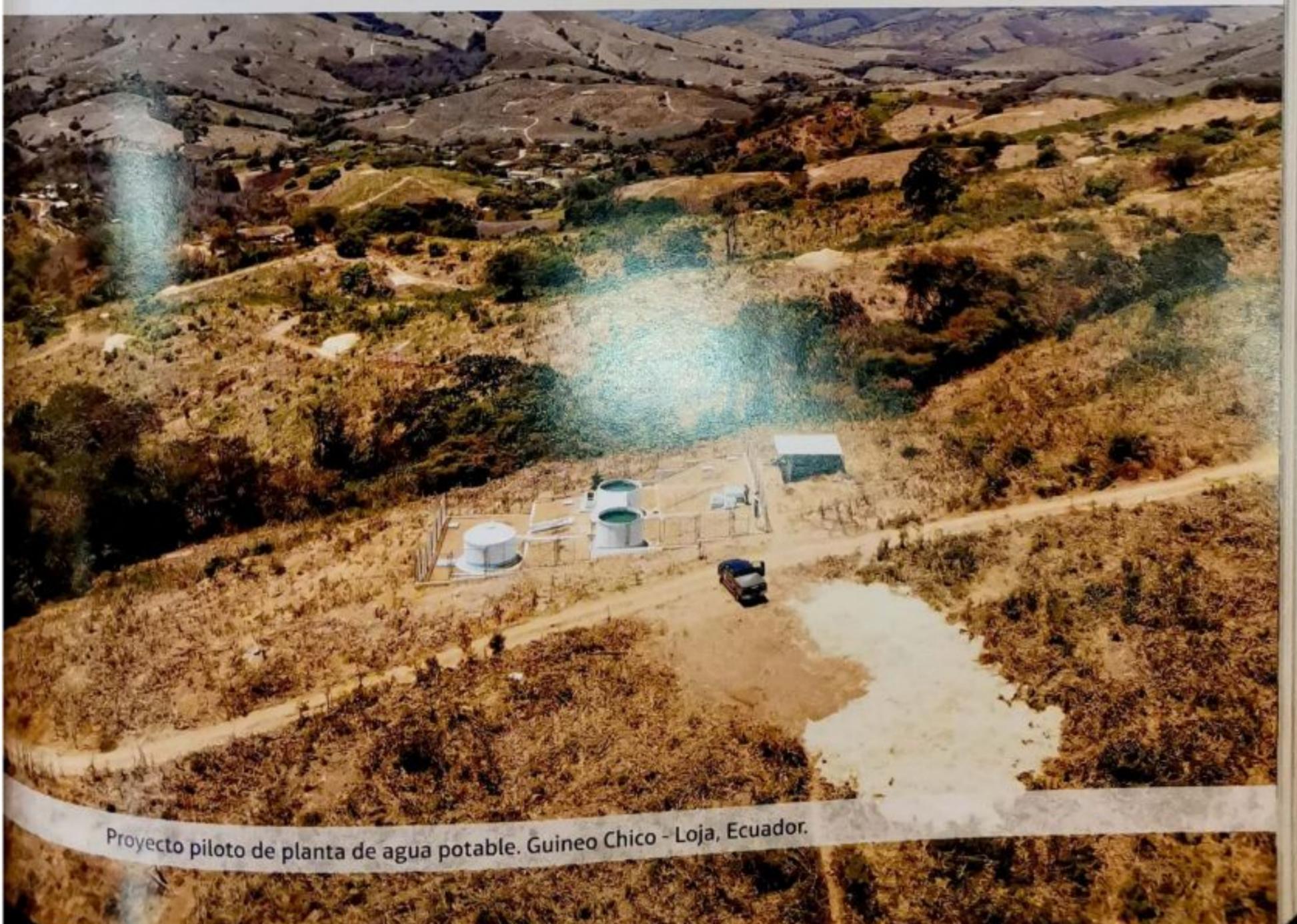
La sedimentación del embalse Poechos es más rápida que la establecida en los estudios de diseño, lo que implica la disminución del volumen útil. El volumen de sedimentos acumulado en 2002 alcanzó los 394 hm³, que representó el 43,3% del volumen total al inicio de la operación; la eficiencia de retención de sedimentos del embalse Poechos alcanza el 90% (Morocho, 2004).

La información de sedimentos del embalse Poechos muestra que el volumen de sedimentos acumulado es de 479 hm³ y representa el 54% del volumen operativo (útil), que alcanza los 885 hm³ (Enríquez, 2016). El azolvamiento del reservorio Poechos es un proceso natural, por lo que es indispensable desarrollar alternativas de solución para incrementar el volumen de regulación existente; la colmatación del embalse implica el colapso de la agricultura y la disminución de la producción agrícola y las pérdidas económicas en el sistema Chira-Piura del Perú (Morocho, 2004).

Al momento se están estudiando y evaluando diferentes medidas: a) para reducir el ingreso de sólidos al embalse, b) para evitar el depósito de los sólidos, c) para remover los depósitos en el embalse y c) compensar el volumen útil perdido (Colegio de Ingenieros del Perú, 2017).

2.2.2.2. Calidad de agua

En cuanto a la calidad del recurso hídrico en la cuenca, los parámetros físicos establecen que presenta una variación de temperatura (entre 20 y 32 °C), su pH ligeramente básico (entre 7,5 y 8,5) debido a la naturaleza calcárea del suelo. De igual manera, se detecta la presencia de minería artesanal en la parte media alta de la región correspondiente a la subcuenca Quiroz y a la sección media-alta de la subcuenca Chira. Se observan vertimientos agrícolas en la región baja de Chira y vertimientos no autorizados cerca de centros urbanos, como la ciudad de Sullana, Ayabaca y Suyo.



Proyecto piloto de planta de agua potable. Guineo Chico - Loja, Ecuador.

2.2.3. Caracterización socioeconómica

2.2.3.1. Población

A 2017, la población total de la cuenca Catamayo-Chira fue de 1 106 791 habitantes, cuyo 62% correspondió a la población femenina y el restante 38% a la masculina. El 64% de la población se concentra principalmente en el área urbana, mientras que el 36% se distribuye en el área rural (INEC, 2010; INEI, 2007).

2.2.3.2. Educación

Las estadísticas sobre el nivel educativo de la población de la cuenca son tasa promedio de analfabetismo: 8,46%; de asistencia a educación primaria: 25%; y de asistencia a educación secundaria: 66,24% (INEC, 2010; INEI, 2007).

2.2.3.3. Servicios básicos

En cuanto al acceso a servicios básicos, las estadísticas reflejan que el 57,65% de viviendas cuenta en su interior con abastecimiento de agua por red pública, con Ayabaca y Huancabamba como las provincias de menor cobertura, equivalente únicamente al 17,00%; el 75,79% de viviendas tiene un adecuado sistema de

eliminación de excretas (incluye el uso de pozo séptico), lo contrario de las viviendas de Ayabaca y Huancabamba, que registran apenas el 9,00% de cobertura (INEC, 2010; INEI, 2007).

2.2.3.4. Nivel de pobreza y PEA

El nivel de pobreza en la cuenca, según el índice necesidades básicas insatisfechas (NBI), corresponde al 75%, de los que los más pobres están en el lado ecuatoriano, en los cantones Sozoranga y Espíndola, con el índice NBI del 90,47 y 90,16%, respectivamente. Mientras que las más pobres en el lado peruano son las provincias de Ayabaca y Huancabamba, con el índice NBI de 95,40 y 91,80%, en ese orden. En consecuencia, el índice de mayor pobreza en la cuenca lo tiene la provincia Ayabaca.

De las estadísticas publicadas por el INEI y el INEC, de Perú y Ecuador, respectivamente, la población económicamente activa en la cuenca representa el 27%. Predominan las actividades vinculadas a la agricultura, silvicultura, caza y pesca, dando lugar al 46,44% de población ocupada, seguidas por las actividades de comercio al por mayor y menor (tabla 9).

Tabla 9. Población ocupada por actividad económica en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira

| Indicador | |
|---|-------|
| % población ocupada en agricultura, silvicultura, caza y pesca | 46,44 |
| % población ocupada en comercio al por mayor y menor | 14,02 |
| % población ocupada en actividades de alojamiento y servicio de comidas | 2,52 |
| % población ocupada en construcción | 4,79 |
| % población ocupada en explotación de minas y canteras | 1,78 |
| % población ocupada en industrias manufactureras | 5,15 |
| % población ocupada en otras actividades | 25,30 |

Nota: otras actividades incluyen servicios, sector público, etc.

Fuente: INEC, 2010; INEI, 2007. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

2.3. Cuenca transfronteriza Zarumilla

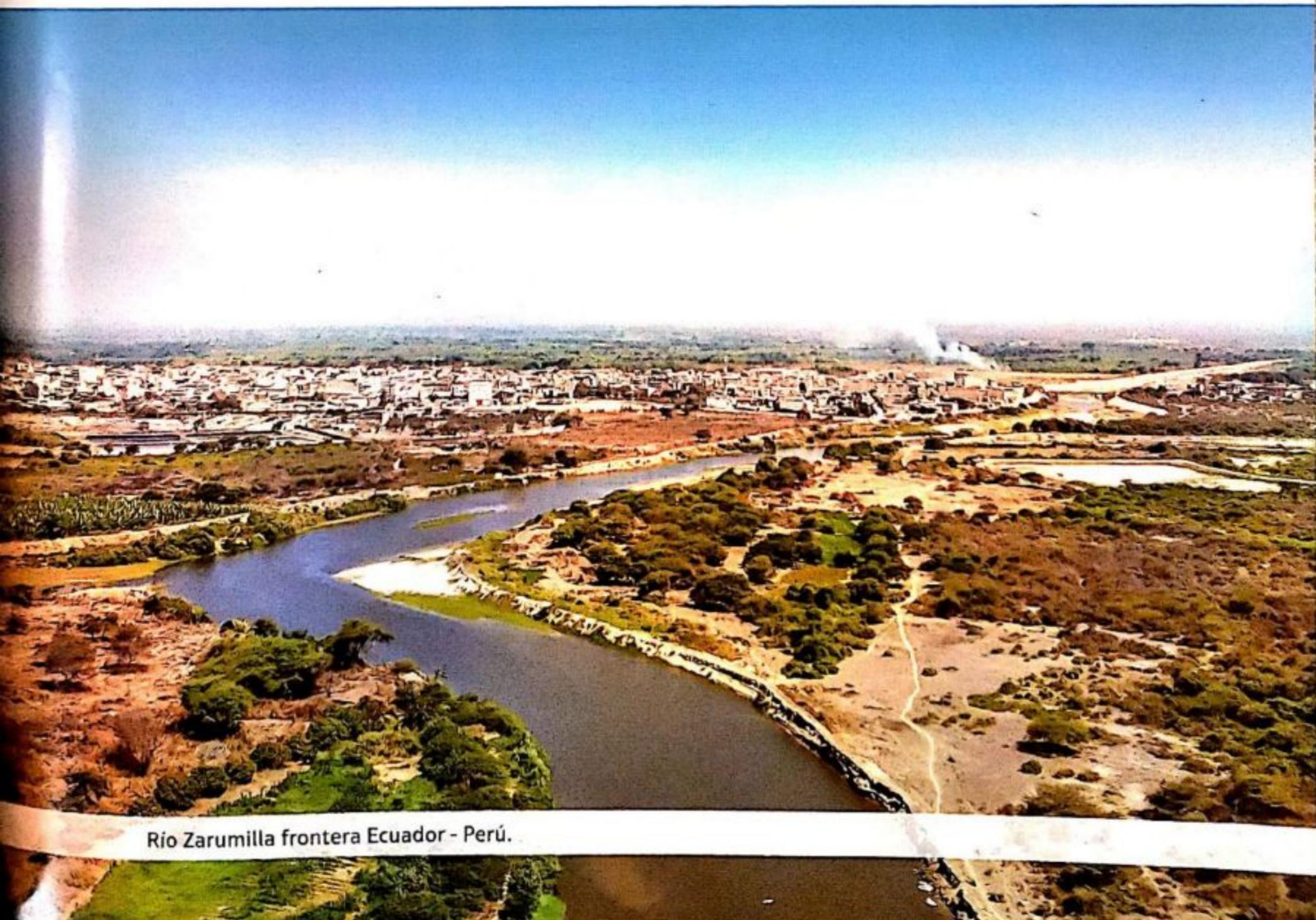
2.3.1. Caracterización físico-geográfica

2.3.1.1. Características físicas

El río Zarumilla se origina en la cordillera de Tahuín, ubicada al suroeste del territorio ecuatoriano y al noroeste del Perú. En Ecuador, la cuenca se encuentra en la provincia de El Oro (cantones Huaquillas, Arenillas y Las Lajas) y en Perú en el departamento de Tumbes (distritos de Aguas Verdes, Papayal y Matapalo). El río Zarumilla constituye el límite físico-natural entre Ecuador y Perú, que recorre por el canal Zarumilla hasta llegar al océano Pacífico.

La cuenca Zarumilla corresponde a la división hidrográfica Pfafstetter 13934 (quebrada Palmares), que abarca un área de 874,88 km² y comprende una densidad media de drenaje de

1,55 km/km², una pendiente media de la cuenca del 12%, una pendiente media del cauce principal de 0,003 m/m (muy baja), condición última que se asocia a la alta capacidad de desbordamientos de los cauces e inundaciones. El coeficiente de compactidad y el factor de forma son lejanos a 1, por su forma alargada, por tanto, es menos propensa a formar crecidas súbitas (tabla 10). Los suelos de la cuenca son finos, en general, por lo que presentan baja permeabilidad; sin embargo, hidrogeológicamente, se identifica el acuífero de Zarumilla (ANA, 2009) en el tramo medio-bajo de la cuenca, con cinco (5) unidades hidrogeológicas y con capacidad de almacenamiento y aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos. En la figura 11, se muestra la cuenca del río Zarumilla.



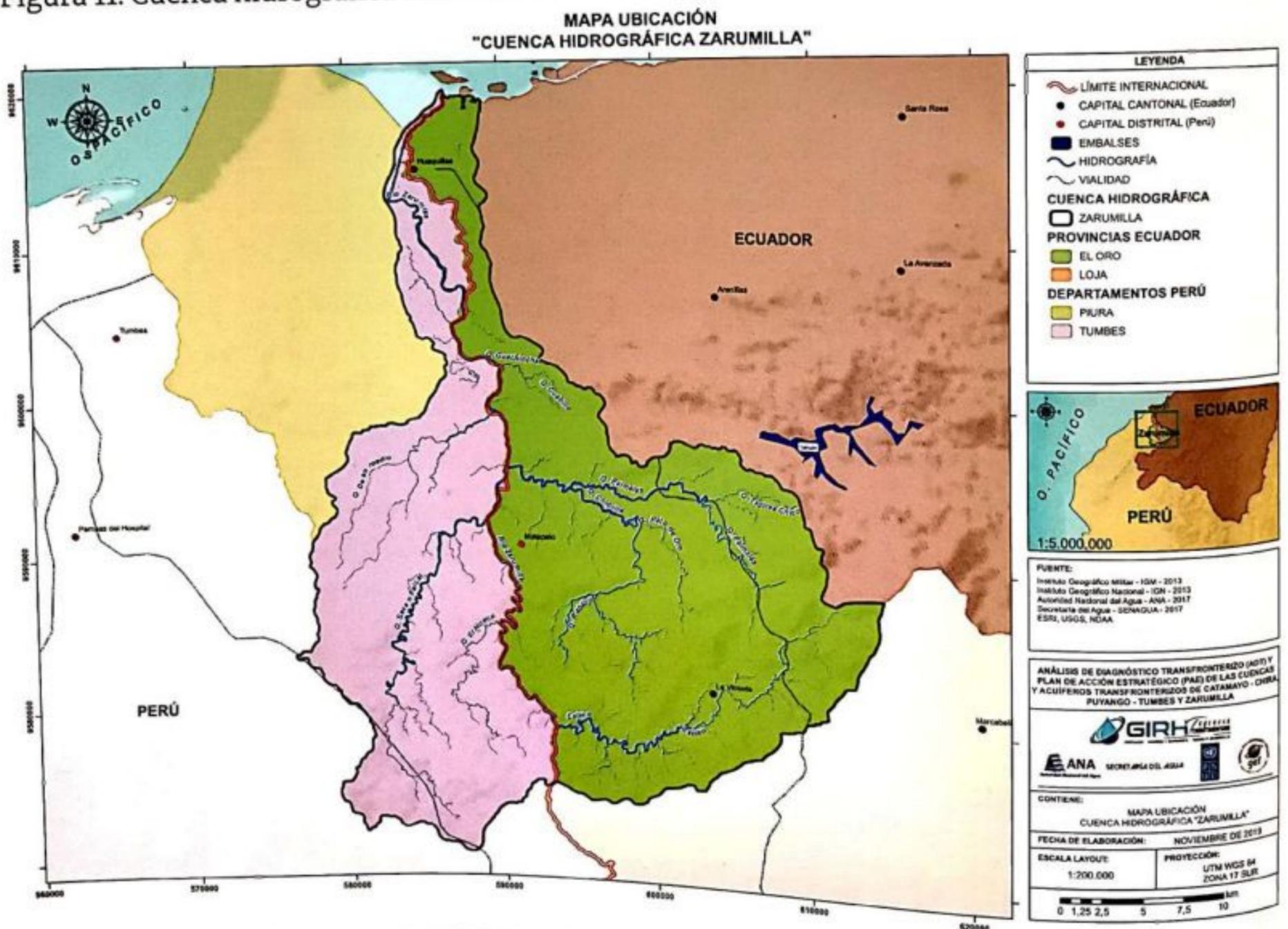
Río Zarumilla frontera Ecuador - Perú.

Tabla 10. Características físicas generales de la cuenca hidrográfica Zarumilla

| Características | Cuenca Zarumilla | Unidades | Rangos de variación |
|-------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|
| Área | 874,88 | km ² | --- |
| Perímetro | 174,36 | km | --- |
| Densidad de drenaje | 1,55 | km/km ² | 0,5 - 3,5 |
| Coefficiente de compacidad | 1,66 | --- | 1,0 - 2,5 |
| Factor de forma | 0,08 | --- | 0,0 - 1,0 |
| Pendiente media de la cuenca | 0,12 | m/m | 0,0 - 1,0 |
| Cota máxima | 1248,10 | m s. n. m. | --- |
| Cota mínima | 0,00 | m s. n. m. | --- |
| Longitud del cauce principal | 102,76 | km | --- |
| Pendiente media del cauce principal | 0,003 | m/m | 0,0 - 0,5 |

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2017; Secretaría del Agua (SENAGUA), 2017. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Figura 11. Cuenca hidrográfica Zarumilla



Fuente: IGN, 2013; IGM, 2013. Elaboración: Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2017; Secretaría del Agua (SENAGUA), 2017.

Geológicamente, en las partes alta y media de la cuenca predominan las formaciones del Grupo Tahuín Capiro y del Grupo Tahuín, caracterizadas por presentar afloramientos de rocas metamórficas, mientras que en la parte baja se distribuyen ampliamente los depósitos aluviales, formados sobre todo por conglomerados, cascajos arenosos, arenas, limos y arcillas.

2.3.1.2. Suelos

Los suelos representativos en la cuenca Zarumilla son los Alfisoles (Ustalfs), que ocupan 303,02 km² (34,6% del área total de la cuenca) y presentan una alta saturación en bases, de colores pardos rojizos y rojizos claros, de texturas medias en superficie y arcillosas en profundidad.

2.3.1.3. Uso del suelo

El uso de suelo que predomina, en primer lugar, es la vegetación natural arbórea, que ocupa el 42,06% de la superficie total de la cuenca y se caracteriza por la dominancia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados; en segundo lugar, los pastos cultivados, que ocupan un 36,21% del área total de la cuenca, donde se desarrollan gramíneas cultivadas dedicadas al pastoreo de ganado bovino. En esta cuenca existen, además, plantaciones forestales de teca, caoba y caña guadua, identificadas en Huaquillas y Carcabón, cuyo uso es de protección y producción.

Con referencia a la aptitud del suelo, el 76,68% de los suelos de la cuenca ofrecen condiciones adecuadas para la explotación económica en actividades agrícolas y ganaderas, con un 51,89% correspondiente a cultivos y 24,79% correspondiente a pastos; sin embargo, el 60% de la superficie de la cuenca está bajo un régimen de humedad ústico, lo que constituye un factor limitativo para la producción agropecuaria.



Plantaciones de banano cuenca Zarumilla.

2.3.1.4. Ecosistemas

El ecosistema representativo y distribuido en más del 70% de la cuenca es el bosque ecuatorial decíduo de tierras bajas, cuyos elementos florísticos pierden sus hojas en épocas secas, con

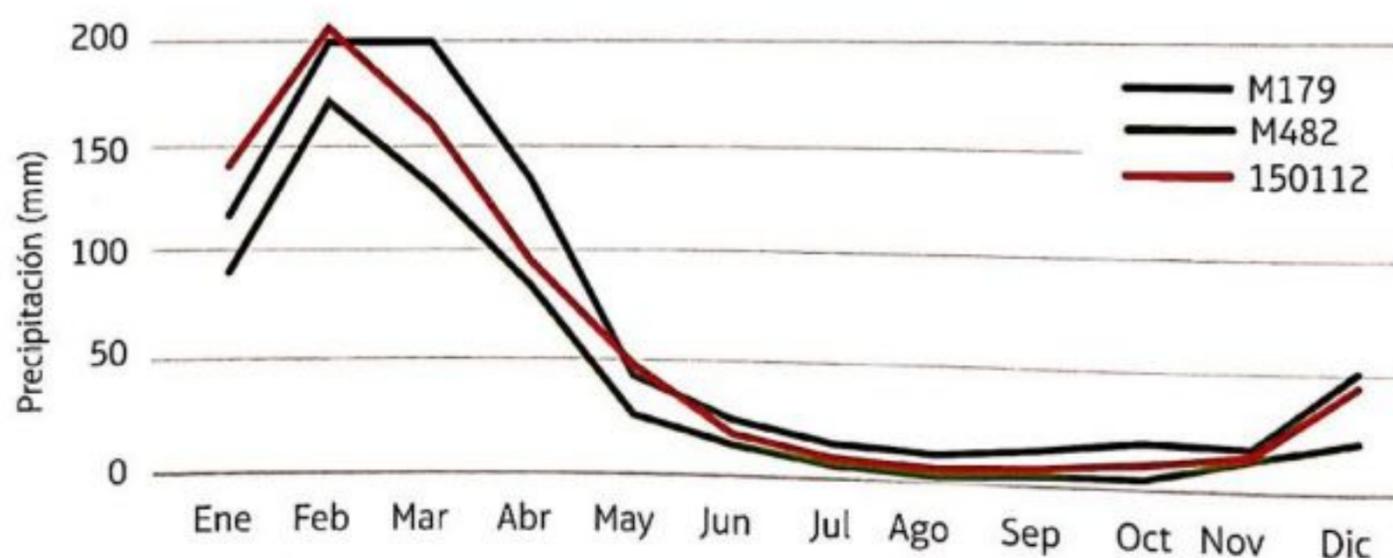
el guayacán como una de las especies más características, de un alto valor comercial. Asimismo, en la cuenca se encuentran las áreas protegidas Reserva Ecológica Arenillas (Ecuador), Parque Nacional Cerros Amotape y el Área de Conservación Regional Angostura-Facial (Perú).

2.3.2. Caracterización climática-hidrológica

En el 99,8% del área total de la cuenca Zarumilla predomina el clima cálido (ATA, UNPL y UNL, 2005). La variación de la precipitación en la cuenca muestra un período lluvioso entre enero y abril, y un período seco entre junio y noviembre (figura 12). De manera similar, la distribución interanual de las lluvias, en el período de análisis 1981-2010, presenta con toda evidencia precipitaciones anuales muy altas,

específicamente en los años 1983-1998, vinculadas a los episodios severos del fenómeno de El Niño. La temperatura media a lo largo del año tiene muy poca variación, con valores entre 27 °C en el período húmedo y 22 °C en el período seco. La evaporación mensual fluctúa entre 120 mm de marzo a abril y 90 mm de junio a julio, siempre en función de la temperatura.

Figura 12. Precipitación mensual en la cuenca hidrográfica Zarumilla, estaciones Arenillas (M179), Chacras (M482) y Matapalo (150112)



Fuente: SENAMHI (1981-2010); INAMHI (1981-2010). Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Cabe mencionar que toda la cuenca transfronteriza Zarumilla se localiza en la zona de influencia directa de El Niño (Rossel, 1997). Las lluvias intensas ocasionan desbordamientos e inundaciones que afectan a los habitantes de las zonas urbanas de Aguas Verdes y Huaquillas, así como a los sectores rurales. Sin embargo, no hay que dejar de lado la influencia

positiva de los eventos de El Niño en la agricultura, pues las lluvias que exceden los 1500 mm por año producen inundaciones en zonas en donde la precipitación normal anual varía entre 200 y 600 mm (BCEOM-SOFI Consult S. A.-ORSTOM, 1999). Este aspecto favorece la recarga de los acuíferos, el aumento de los niveles de aguas subterráneas y el desarrollo

de la vegetación arbustiva. Durante los episodios de El Niño, en las zonas agroproductivas, la demanda hídrica disminuye y la disponibilidad de agua superficial se incrementa, lo que favorece el almacenamiento del recurso en embalses y reservorios.

Otro evento extremo reflejado son las sequías, cuya variabilidad estacional de caudales ocasiona la presencia de un período seco y prolongado, que se extiende desde julio hasta diciembre, lo que determina que los caudales superficiales se agoten en ciertos meses y, en otros, sean extremadamente bajos (incluso por debajo de $3 \text{ m}^3/\text{s}$). Asimismo, ante lluvias intensas en la cuenca alta, se forman flujos con alta carga de sedimentos que se depositan en los tramos medio y bajo del cauce, lo que genera eventos extremos como debordamientos e inundaciones, debido a que el 14,9% del área de la cuenca posee pendientes mayores al 25%, las cuales son identificadas como áreas productoras de sedimentos.

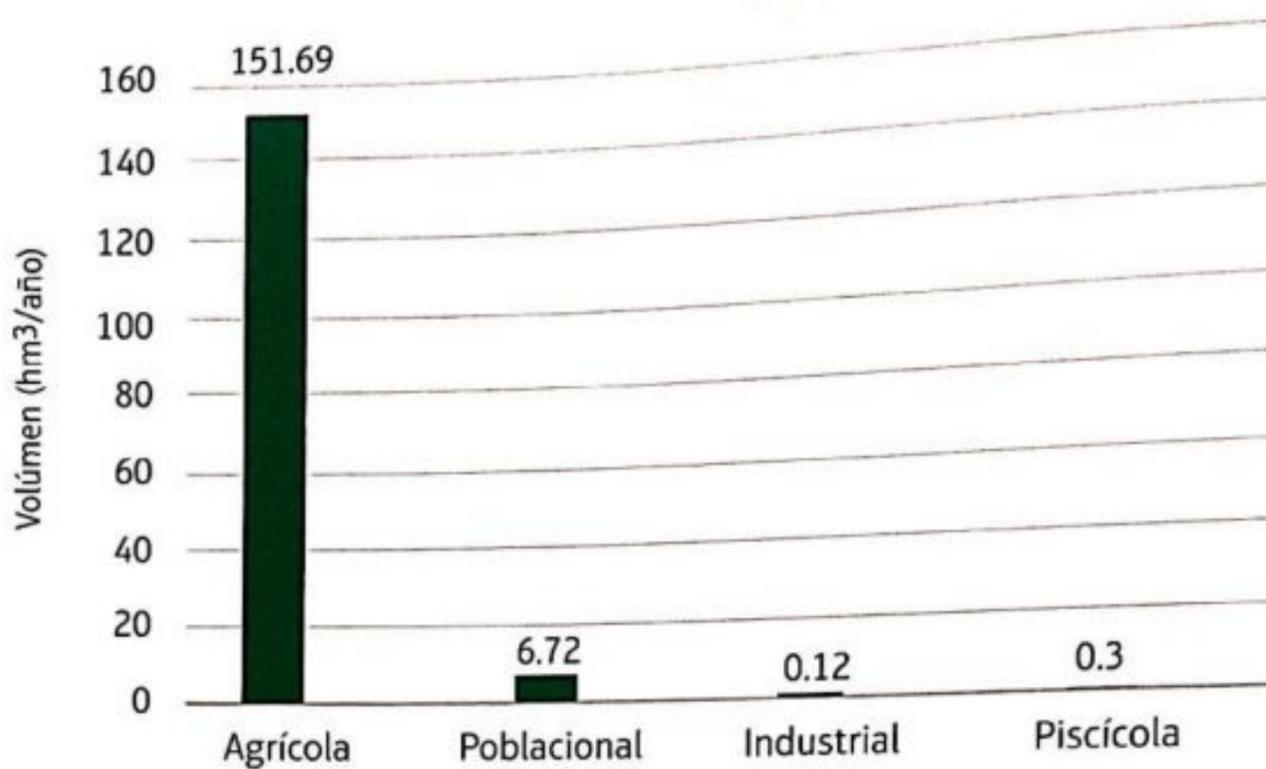
La variabilidad espacial de la disponibilidad de caudales en forma de lámina de escurrimiento anual para la cuenca Zarumilla varía entre 600 mm por año en la zona alta; mientras que en la parte baja, la lámina es incluso más baja, a 400 mm por año. La disponibilidad hídrica anual media para la cuenca Zarumilla alcanza los 446,90 mm, valor que representa el 61,2% de la precipitación media de la cuenca.

Se ha evaluado también la demanda del recurso hídrico de forma sectorial, por mes y por año, expresada en hm^3 , en la cual los valores anuales representativos son: demanda agrícola ($151,69 \text{ hm}^3/\text{año}$), poblacional ($6,72 \text{ hm}^3/\text{año}$), industrial ($0,12 \text{ hm}^3/\text{año}$), piscícola ($0,30 \text{ hm}^3/\text{año}$) (figura 13). Del mismo modo, la demanda hídrica del sector riego constituye el 95,5% de la demanda total, la de uso humano el 4,2%, la industrial el 0,1% y la demanda piscícola alcanza únicamente al 0,2% del volumen total del recurso hídrico utilizado.



Plantación de arroz cuenca Zarumilla.

Figura 13. Demanda hídrica en la cuenca hidrográfica Zarumilla

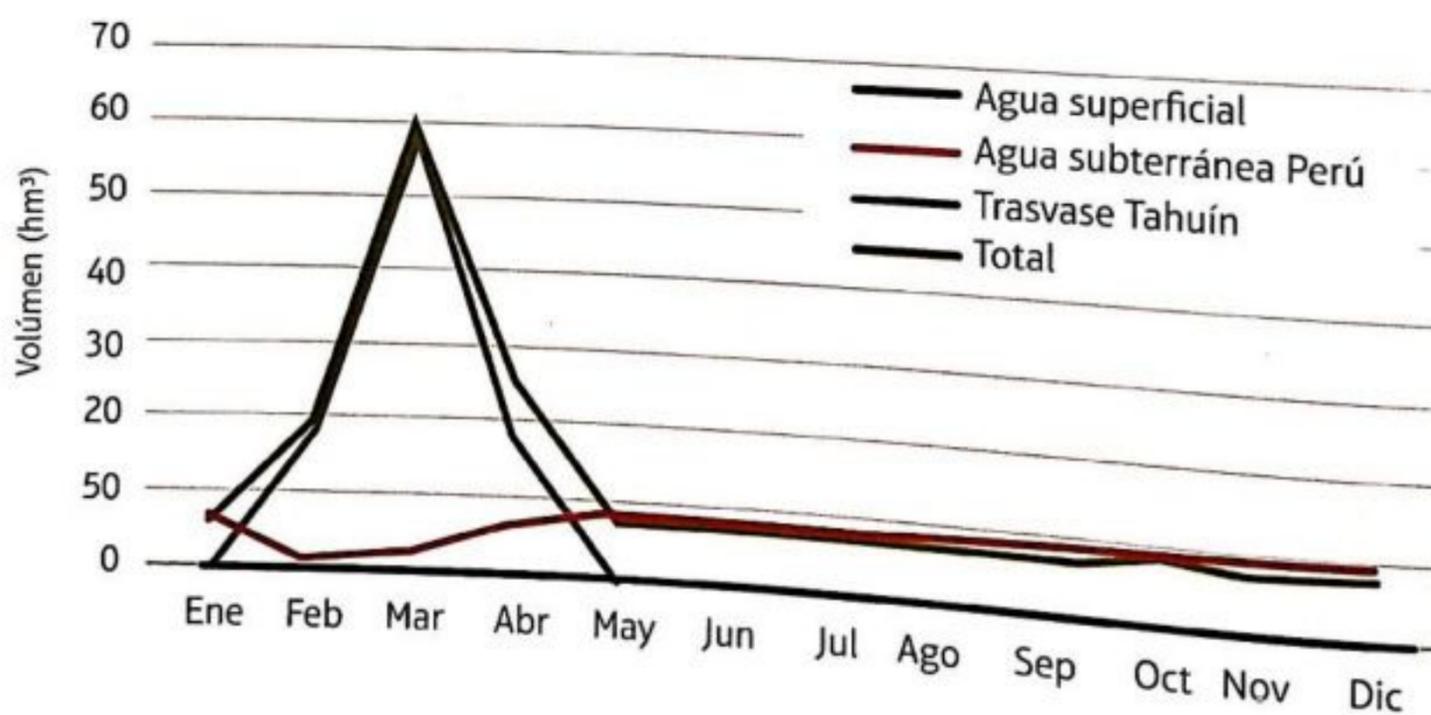


Fuente: ANA, 2017c; CISPDR, 2015a. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Se evaluó la disponibilidad hídrica mensual y anual al 75% de probabilidad de excedencia. Los valores anuales representativos son: recursos superficiales (53,2%), recursos subterráneos (45,1%) y volumen trasvasado desde el embalse Tahuín (1,7%). Del análisis efectuado,

se determina que la oferta hídrica cubre la demanda hídrica de febrero a abril, en tanto que en los otros meses del año existe déficit, incluso sin tomar en cuenta el caudal ecológico (figura 14 y tabla 11).

Figura 14. Disponibilidad hídrica mensual en la cuenca hidrográfica Zarumilla



Fuente: ANA, 2017c; CISPDR, 2015a. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Tabla 11. Balance hídrico para la cuenca hidrográfica Zarumilla

Balance hídrico medio mensual y anual-persistencia 75% (año modelo 2006)

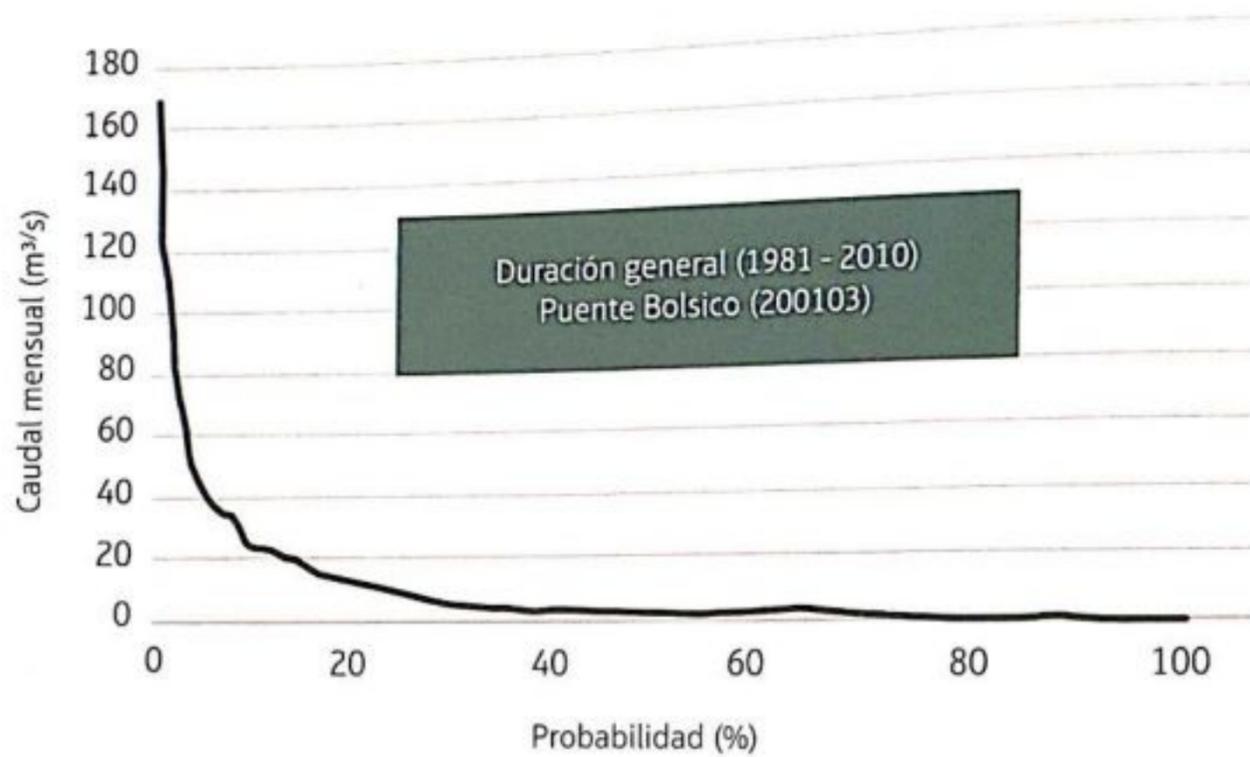
| Cuenca Zarumilla-total | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Componente | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Disponibilidad hídrica superficial (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Agua en superficie | 0,00 | 19,74 | 59,28 | 20,37 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 99,51 |
| Aguas subterráneas (Perú) | 6,44 | 0,87 | 2,04 | 6,14 | 8,36 | 8,09 | 8,20 | 8,38 | 8,39 | 9,52 | 8,73 | 9,21 | 84,41 |
| Trasvase Tahuín | 0,27 | 0,24 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 3,17 |
| Total oferta media | 6,71 | 20,85 | 61,60 | 26,78 | 8,63 | 8,46 | 8,48 | 8,65 | 8,65 | 9,79 | 8,99 | 9,48 | 187,09 |
| Demanda sectorial (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola (superficial) | 5,58 | 0,34 | 1,40 | 5,31 | 7,40 | 7,17 | 7,25 | 7,42 | 7,46 | 8,53 | 7,81 | 8,25 | 73,92 |
| Agrícola (subterránea) | 5,88 | 0,36 | 1,48 | 5,60 | 7,80 | 7,55 | 7,64 | 7,82 | 7,85 | 8,96 | 8,19 | 8,65 | 77,78 |
| Uso humano superficial | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,14 |
| Uso humano subterráneo | 0,56 | 0,51 | 0,56 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,56 | 6,63 |
| Industrial | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,12 |
| Piscícola | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,30 |
| Ecológica | | | | | | | | | | | | | |
| Total demanda | 12,08 | 1,26 | 3,48 | 11,51 | 15,81 | 15,32 | 15,50 | 15,86 | 15,91 | 18,10 | 16,60 | 17,51 | 158,90 |
| Oferta-demanda | -5,36 | 19,59 | 58,12 | 15,27 | -7,17 | -6,85 | -7,02 | -7,20 | -7,25 | -8,30 | -7,61 | -8,03 | 28,20 |
| Volúmenes potenciales de aguas subterráneas | | | | | | | | | | | | | |
| Aguas subterráneas (Ecuador) | | | | | | | | | | | | | 357,00 |
| Media anual de aguas subterráneas (CISPDR 2015), Plan Hidráulico Regional de Demarcación Hidrográfica Jubones-La Memoria | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: ANA, 2017c; CISPDR, 2015a. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

En la figura 15, se presenta la duración general del escurrimiento superficial para la estación hidrológica Puente Bolsico, ubicada en el tramo bajo de la cuenca del río Zarumilla; se aprecia

que, de enero a mayo, presenta caudales menores a $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$, en tanto en el período de junio a noviembre presenta caudales menores a $0,098 \text{ m}^3/\text{s}$.

Figura 15. Probabilidad de ocurrencia de caudales en la cuenca hidrográfica Zarumilla



Fuente: SENAMHI (1981-2010. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.



Sistema de riego cuenca Zarumilla.

2.3.2.1. Infraestructura hidráulica

La cuenca dispone de infraestructura hidráulica para diferentes usos (tabla 12), como abastecimiento humano y saneamiento básico (infraestructura de agua potable y alcantarillado),

captación (bocatomas o tomas), almacenamiento (presas), conducción y distribución para riego (canales naturales/artificiales).

Tabla 12. Infraestructura hidráulica en la cuenca hidrográfica Zarumilla

| Tipo infraestructura | Nombre | Ubicación | Características | | | | |
|---------------------------------|---|-------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|---|------|
| | | | Caudal-Fuente | Volumen útil | Red de distribución | Empresa prestadora de servicios | Año |
| Para abastecimiento poblacional | Matapalo | Distrito Matapalo | 6,00 l/s (fuente subterránea) | --- | 1,30 km | Aguas Tumbes S. A. | --- |
| | Papayal | Distrito Papayal | 18,00 l/s (fuente subterránea) | --- | 5,18 km | Aguas Tumbes S. A. | --- |
| | Planta de Mejoramiento para los cantones Arenillas-Huaquillas | Cantón Arenillas | 108,00 l/s (fuente superficial-río Zarumilla) | --- | --- | EMRAPH | --- |
| Saneamiento | Campoamor | Sector Campoamor | --- | 17 640,00 m ³ | --- | Aguas Tumbes S. A. | 1986 |
| | Aguas Verdes | Distrito Aguas Verdes | --- | 10 576,00 m ³ | --- | Aguas Tumbes S. A. | 1994 |
| | Papayal | Distrito Papayal | --- | 2957,00 m ³ | --- | Aguas Tumbes S. A. | --- |
| | Sistema de alcantarillado sanitario | Parroquia Hualtaco | --- | --- | 250,00 ha (25% del área urbana) | --- | --- |
| Presas | Bocatoma La Palma | Distrito Papayal | 1158,00 m ³ /s (caudal máximo) | --- | --- | --- | --- |
| | | Parroquia Carcabón | 4,50 m ³ /s (derivación de caudal del canal Zarumilla) | --- | --- | --- | --- |
| Canal | Zarumilla | Huaquillas-Aguas Verdes | 4 m ³ /s (capacidad diseño del canal); 21 unidades de bombeo (10 en la margen izquierda, Perú y 11 en la margen derecha, Ecuador) | --- | 17,90 km | Proyecto Especial Binacional Puyango-Tumbes (operación y mantenimiento) | --- |

Fuente: PDOT Huaquillas, 2015; ANA, 2013a. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018

2.3.2.2. Calidad de agua

Según los parámetros físicos analizados, se establece que la calidad del recurso hídrico en la cuenca Zarumilla presenta una ligera variación estacional de la temperatura (entre 24 °C y 28 °C), su pH es ligeramente básico (entre 7,2 y 8,5) por la naturaleza calcárea del suelo, los valores de conductividad eléctrica están dentro de los límites esperados, varían entre los 149 y los 759 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el caso de los puntos de control 13934M Cana1 y 13931M Zaru1, la conductividad supera los 35 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, condición relativamente normal por la proximidad al mar y cuyos valores difieren de acuerdo a las mareas,

mientras que con relación a los parámetros químicos, se identifican valores bajos de manganeso (menos del límite de 0,2 mg/l) y de hierro (que no superan los 10 000 mg/l en la mayoría de los puntos de muestreo). No obstante, y dada la naturaleza geoquímica del suelo, estos valores son los esperados (ANA, 2013a); en cuanto a los parámetros biológicos, se identifican concentraciones significativas de coliformes y nutrientes, producto del vertido directo de aguas residuales y descargas directas de las lagunas de oxidación (ANA, 2013a).

2.3.3. Caracterización socioeconómica

2.3.3.1. Población

A 2017, la población total de la cuenca transfronteriza Zarumilla fue de 93 723 habitantes, de los cuales aproximadamente el 54,22% corresponde a la población femenina y el 45,78% a la masculina. La población equivalente al 84,00% se concentra en el área urbana, principalmente en las ciudades de Huaquillas con 57 366 habitantes y Aguas Verdes con 19 006 habitantes; en tanto que el 16,00% se distribuye en el área rural (INEC, 2010; INEI, 2007).

En cuanto al flujo migratorio, los habitantes se desplazan a las ciudades de Machala, Tumbes, Piura y Guayaquil, siendo los principales polos migratorios las dos primeras ciudades. La migración interna es del 12,10%, desde el área rural hacia los centros poblados consolidados, y la integran personas cuya edad fluctúa entre los 18 y 40 años (57,00%).

2.3.3.2. Educación

El nivel educativo de la población en la cuenca presenta las siguientes estadísticas: promedio de analfabetismo: 5,07%; asistencia a educación primaria, 95,25%; asistencia a

educación secundaria, 72,81% (INEC, 2010; INEI, 2007).

2.3.3.3. Servicios básicos

En cuanto al acceso a servicios básicos, el 40,06% de viviendas cuenta con abastecimiento de agua por red pública en su interior; sin embargo, Chacras y Carcabón son las parroquias que presentan menor cobertura: apenas del 5%. El 66,71% de viviendas cuenta con un adecuado sistema de eliminación de excretas, que incluye el uso de pozos sépticos (INEC, 2010; INEI, 2007).

2.3.3.4. Nivel de pobreza y PEA

El nivel de pobreza en la cuenca, según el índice Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), corresponde al 75,10%, del que las más pobres en el lado ecuatoriano son las parroquias de Chacras y Carcabón, con el índice NBI del 98,03% y 96,93%, respectivamente. Mientras los más pobres en el lado peruano son los distritos de Matapalo y Aguas Verdes, con el índice NBI del 94,40% y 84,50%, en su orden. En consecuencia, el índice de mayor pobreza en la cuenca lo tiene la parroquia Chacras.

Adicionalmente, la Población Económicamente Activa (PEA) representa el 39% de la población total de la cuenca y sus actividades se centran en el sector agrario. En las áreas urbanas consolidadas (Aguas Verdes y Huaquillas), la PEA

se dedica principalmente al comercio formal e informal; en el área rural, por el contrario, predominan las actividades de orden agrícola, silvicultura, de caza y de pesca (tabla 13).

Tabla 13. Población ocupada por actividad económica en la cuenca hidrográfica Zarumilla

| Indicador | |
|--|-------|
| % población ocupada en agricultura, silvicultura, caza y pesca | 59,88 |
| % población ocupada en comercio al por mayor y menor | 8,29 |
| % población ocupada en industrias manufactureras | 1,82 |
| % otras actividades | 30,01 |

Nota: Otras actividades, incluyen servicios, sector público, etc.

Fuente: INEC, 2010; INEI, 2007. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

2.3.3.5. Actividades económicas

El sector productivo primario está conformado por las actividades agrícolas de secano, producción bajo riego y las actividades agropecuarias orientadas, básicamente, al manejo extensivo de ganado bovino y caprino, al cultivo de camarones y langostinos, y a la extracción de especies en mar abierto. La acuicultura se desarrolla, en esencia, para el mercado internacional.

El sector secundario genera poco empleo en la cuenca. El desarrollo industrial es limitado y asumido por microempresas familiares dedicadas a la producción de panela, aguardiente, chocolate, en lo primordial. También existen industrias básicas como piladoras de arroz, empacadoras de banano, congelado de productos de mar, etc.

El sector terciario se caracteriza por el permanente comercio entre Aguas Verdes y Huaquillas; la percepción de rentabilidad y las bajas barreras de entrada a negocios comerciales inciden en que este subsector tienda a incrementar su peso en la estructura económica de la cuenca. Otra de las actividades que constituye un potencial económico es el turismo por las áreas protegidas, playas y manglares existentes en la cuenca.



Puente internacional Aguas Verdes.

2.4. Caracterización institucional

Ecuador y Perú ejercen competencias y facultades sobre la GIRH, a través de sistemas: en Ecuador, el Sistema Nacional Estratégico del Agua, y en Perú, el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos. Bajo el esquema,

las legislaciones nacionales de ambos países deben mantener la articulación de políticas y acciones para la GIRH con otros sistemas nacionales, incluido el sistema de gestión ambiental.

2.4.1. Caracterización institucional Ecuador

La Secretaría del Agua es la autoridad única del agua de conformidad con la Constitución de la República de 2008, tiene bajo su competencia la dirección del sistema nacional estratégico del agua y ejerce en el territorio ecuatoriano, de manera desconcentrada, las facultades de rectoría, planificación y gestión de los recursos hídricos.

La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) adscrito a la Secretaría del Agua tiene las facultades de regulación y control de la GIRH, de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes y zonas de recarga, de la calidad de los servicios públicos relacionados con el sector agua y en todos los usos, aprovechamientos y destinos del líquido vital, posee potestad sancionatoria en casos de incumplimiento de las regulaciones nacionales, de acuerdo con procesos técnicos diseñados para el efecto (Ecuador Asamblea Nacional, 2014).

El Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua como parte del sistema nacional estratégico del agua es una instancia nacional sectorial en la formulación, planificación, evaluación y control participativo de los recursos hídricos.

Los Consejos de Cuenca son órganos colegiados de carácter consultivo, liderados por la autoridad única del agua e integrados por los representantes electos de distintas organizaciones (usuarios, juntas de riego y de agua potable, GAD y universidades), que participan en la formulación, planificación, evaluación y control de los recursos hídricos (Ecuador Asamblea Nacional, 2014).

En cuanto a la gestión del agua, esta será exclusivamente pública o comunitaria; la primera

está a cargo del Estado y la segunda puede ser ejecutada por las comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y juntas de organizaciones de usuarios del servicio, juntas de agua potable y juntas de riego (Ecuador Asamblea Nacional, 2014).

La gestión pública de los recursos hídricos se realiza a dos niveles de coordinación:

- **A nivel descentralizado:** se establecen facultades de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, principalmente para planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego, para lo cual deberán elaborar y ejecutar el Plan de Riego de su circunscripción territorial, de conformidad con las políticas de desarrollo rural territorial y fomento productivo, agropecuario y acuícola que establezca la entidad rectora de esta materia. Además, con los lineamientos del Plan Nacional de Riego y del Plan de Desarrollo del gobierno autónomo descentralizado respectivo, en coordinación con la autoridad única del agua, las organizaciones comunitarias involucradas en la gestión y uso de los recursos hídricos, y con los gobiernos parroquiales rurales.
- **A nivel intersectorial:** se establecen mandatos de cooperación y coordinación entre la autoridad única del agua y las diversas instituciones que tienen la rectoría, planificación y gestión en diferentes sectores, puesto que, en el ejercicio de las competencias de las instituciones mencionadas, puede afectarse o intervenir en la GIRH, conforme se puede identificar en la tabla 14.

Tabla 14. Coordinación intersectorial

| Institución | Componente de coordinación |
|-------------------------------------|---|
| Autoridad Agraria Nacional | Articular políticas de gestión de la tierra rural con el manejo y conservación de las cuencas hidrográficas, para mantener la aptitud productiva y la producción alimentaria, con el fin de asegurar la disponibilidad de agua de calidad y contribuir a la conservación de la biodiversidad y recursos hídricos. |
| Autoridad Nacional de Salud | Certificar la calidad del agua potable para consumo humano. |
| Ministerio de Relaciones Exteriores | Manejar las relaciones que mantiene Ecuador con otros estados y, consecuentemente, gestionar el cumplimiento de instrumentos internacionales relativos a la GIRH. |
| Ministerio del Ambiente | Articular la política nacional ambiental con la política de recursos hídricos y viceversa, y establecer mecanismos de conservación in situ de los recursos hídricos. |

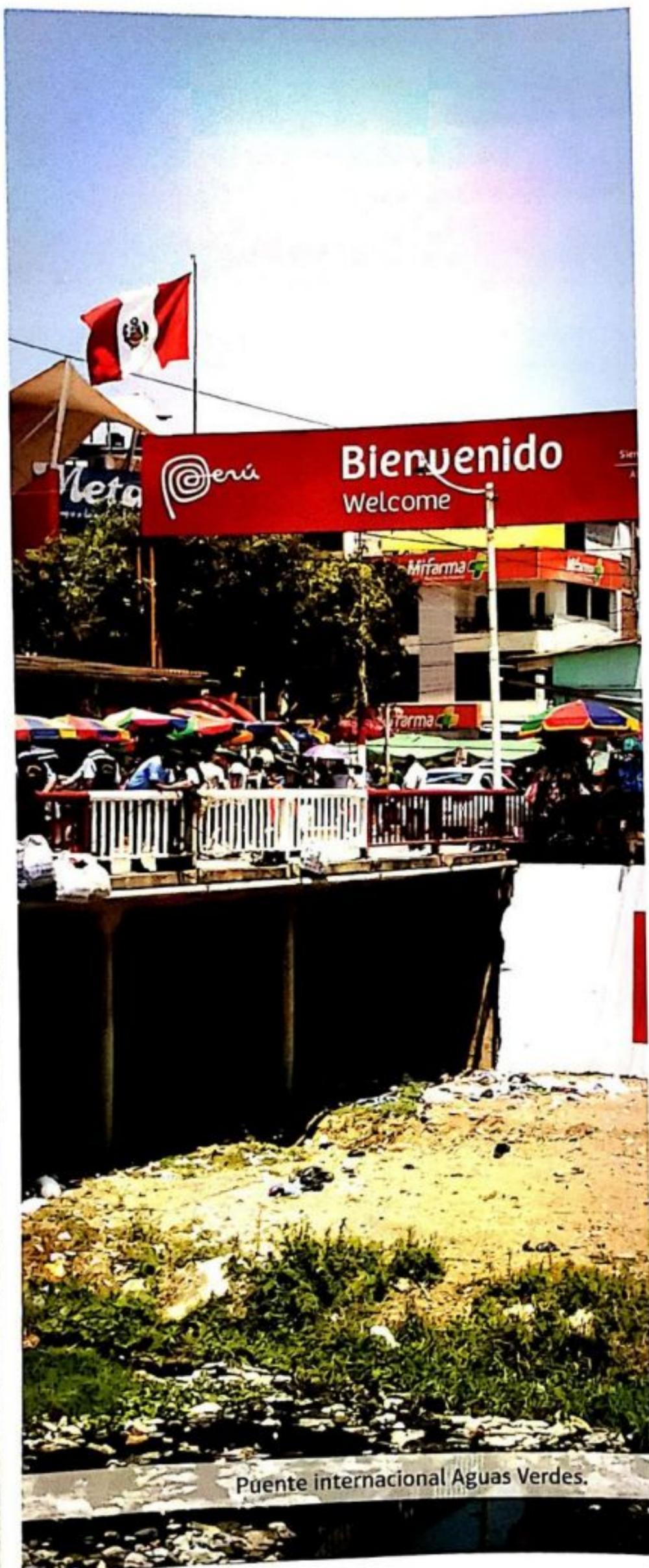
Fuente: Ecuador Asamblea Nacional, 2014; Reglamento a la LORHUyA, 2015; MAGAP, 2016; Ley Orgánica del Servicio Exterior, 2009. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

2.4.2. Caracterización institucional Perú

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es el ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos; es la responsable de su funcionamiento. La Ley de Recursos Hídricos de Perú dispone que los consejos de recursos hídricos de cuenca son órganos de naturaleza permanente, integrantes de la autoridad nacional, creados mediante decreto supremo a iniciativa de los gobiernos regionales, con el objeto de participar en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en sus respectivos ámbitos. Se reconocen dos clases de consejos: Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Regional, cuando el ámbito de la cuenca se localiza íntegramente dentro de un (1) solo gobierno regional; y Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Interregional, cuando dentro del ámbito de la cuenca existen dos (2) o más gobiernos regionales, según menciona la Ley de Recursos Hídricos 29338, de 2009.

A nivel descentralizado, los gobiernos regionales y locales intervienen en la elaboración de los planes de gestión de recursos hídricos de las cuencas y participan en los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca, desarrollando acciones de control y vigilancia, en coordinación con la autoridad nacional, para garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. A este nivel, se establecen funciones de las municipalidades provinciales sobre su responsabilidad en la prestación de los servicios de saneamiento y, en consecuencia, sobre las entidades prestadoras de esta clase de servicios.

En la gestión descentralizada, los gobiernos regionales diseñan y ejecutan programas regionales. Los gobiernos regionales inciden sobre la gestión sostenible de los recursos naturales y mejoramiento de la calidad ambiental. En materia agraria, tienen diferentes atribuciones en la gestión sostenible de los recursos hídricos y en



Puente internacional Aguas Verdes.

la ejecución de proyectos y obras de irrigación, mejoramiento de riego, manejo adecuado y conservación de los recursos hídricos y de suelos. Las municipalidades tienen varias competencias sobre protección y conservación del ambiente, y, dentro de estas, las vinculadas a la gestión sostenible del recurso agua. Conforme a ley, el Gobierno nacional del Perú tiene competencias exclusivas sobre las fronteras

La gestión participativa cuenta con la constitución de los comités de usuarios, que representan el nivel mínimo de organización, y se integran a las comisiones de usuarios y estas, a su vez, a las juntas de usuarios. Las juntas de usuarios tienen funciones principalmente sobre la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica y sobre la distribución del agua. El mecanismo participativo de las comunidades campesinas y nativas consiste en organizarse en torno a sus fuentes naturales, microcuencas y subcuencas, en concordancia con sus usos y costumbres. Estas comunidades tienen los mismos derechos que las otras organizaciones de usuarios y también se estructuran en juntas de usuarios, comisiones de usuarios y comités de usuarios.

La coordinación intersectorial: los mecanismos de coordinación con las diferentes instituciones que manejan los diversos sectores; en materia ambiental, se establecen pautas de coordinación con el Ministerio del Ambiente que llevan a cabo el desarrollo de políticas ambientales y su respectiva aplicación en coordinación con los diferentes sectores, con los gobiernos regionales y con los gobiernos locales.

En materia de control, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento está facultada para proponer la normativa necesaria para proteger los recursos hídricos contra la posible contaminación generada por las entidades prestadoras y velar por su cumplimiento. La prestación nacional de servicios públicos de suministro de agua y de monitoreo, así como la gestión de aguas subterráneas, se realizan a través del operador de infraestructura hidráulica puede ejecutar su servicio con fondos públicos o privados.

El Ministerio de Relaciones Exteriores, en el marco de la Ley 29338 expresa que en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua, participa, negocia

y suscribe los tratados y demás instrumentos internacionales que tengan por finalidad

la gestión integrada del agua en las cuencas transfronterizas.

2.4.3. Institucionalidad binacional

La institucionalidad binacional para la GIRHT cuenta con instrumentos suscritos por Ecuador y Perú, con diferentes niveles de implementación:

- Acuerdo entre la República del Perú y la República del Ecuador para el establecimiento de la Comisión Binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la cuenca hidrográfica del río Zarumilla (2009), la cual se encuentra conformada por las secciones nacionales de ambos países, con facultades de planificación técnica de la cuenca, de desarrollo de alternativas y de recomendaciones técnicas con relación a los recursos hídricos.
- Convenio peruano-ecuatoriano para el aprovechamiento de las cuencas hidrográficas binacionales Puyango-Tumbes y Catamayo-Chira, que fue suscrito en Washington, el 27 de septiembre de 1971. El documento estableció el Subprograma Articulación Binacional, que tiene como objetivo específico la creación y operación de los mecanismos necesarios para una vinculación entre las instituciones peruanas y ecuatorianas, orientadas a la gestión de las cuencas binacionales. Posteriormente, en el Acuerdo de Quito suscrito el 25 de octubre de 1985 se materializó dicho convenio.



Reunión del Comité Directivo del Proyecto GIRHT, 15 de octubre de 2019. Lima, Perú.

3

Riesgos, vulnerabilidad y sensibilidad ambiental en las tres cuencas transfronterizas



3.1. Descripción de funciones y servicios ecosistémicos, y sus amenazas

Daily (1997) define a los servicios ecosistémicos como "los beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas, entendidos como el conjunto de organismos, condiciones abióticas y sus interacciones"; de acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM), estos servicios tienen una visión un tanto antropocéntrica en la que la población obtiene beneficios de los ecosistemas.

Los ecosistemas y sus respectivos procesos proporcionan beneficios a todas las especies, pero concretamente los servicios ecosistémicos se centran en la dependencia de la especie humana de los procesos naturales; por ejemplo, para cada cuenca transfronteriza se tiene lo siguiente: Uno de los principales servicios ambientales que presta la cuenca transfronteriza Zarumilla es el de regulación hídrica, que de acuerdo al Instituto de Ecología (INECOL, 2018), este servicio mantiene los procesos y funciones naturales de los ecosistemas y regula las condiciones en las que viven los seres humanos.

En esta cuenca está ubicada la Reserva Ecológica Arenillas, área de importancia para la regulación hídrica, caracterizada por los árboles que pierden sus hojas durante la temporada seca; esto reduce que el recurso hídrico existente se pierda por efecto de la evapotranspiración. De igual forma el Parque Nacional Cerros de Amotape parque de gran importancia para la producción, regulación hídrica y protección ante eventos extremos, creado "como parte de un proceso de protección de los bosques secos del noroeste ante la acelerada destrucción de los mismos por efecto de la tala para madera, leña y carbonización", (MINAM, 2018), según el Decreto Supremo n°. 0800-75-AG, del 22 de julio de 1975.

Debe recalcar que, además de los servicios ambientales de regulación que prestan la Reserva Ecológica Arenillas y el Parque Nacional Cerros Amotape, estos ecosistemas también proporcionan servicios culturales, de acuerdo con la

Evaluación de Ecosistemas del Milenio (PNUMA, 2003), es un servicio que reporta gran belleza escénica, debido a su importante biodiversidad.

La Reserva Ecológica Arenillas posee altos niveles de endemismo, ya que existen muchas especies que solamente se encuentran en sus bosques secos ecuatoriales, ubicados en el sur del Ecuador y en el norte de Perú. Esta reserva se caracteriza por proteger bosques y matorrales, y por resguardar bosques de manglar (Ministerio de Ambiente [MAE], 2018a). Por otro lado, el Parque Nacional Cerros Amotape conserva flora y fauna con características únicas, ya que en este se encuentra la mayor biodiversidad endémica del bosque seco del norte peruano; debido a ello, es considerado como un centro mundial de la diversidad de plantas y un área de importancia mundial de aves (MINAM, 2018).

Otro de los servicios ambientales que presta la cuenca transfronteriza Zarumilla es el de provisión, a través del Área de Conservación Regional Angostura-Faical área que permite la conservación del uso sostenible de los recursos silvestres por parte de las poblaciones locales; es decir, se permite el comercio de recursos naturales, pero con planes de manejo aprobados y con la supervisión de las autoridades competentes.

Uno de los principales servicios ambientales que presta la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes es el de regulación; por ejemplo: el Bosque Protector Casacay cumple funciones de regulación hídrica y protección de los cauces. Otro de los servicios ambientales de la cuenca es el cultural, según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (PNUMA, 2003); este servicio proporciona belleza escénica, dada su importante biodiversidad, y juega un papel preponderante en el desarrollo de la ciencia e investigación ecológicas. Dentro de la cuenca, el Bosque Protector Casacay brinda potenciales servicios ambientales con énfasis en la recreación, conocimiento, ciencia y educación, por la

biodiversidad existente (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Casacay, 2015).

De manera general, en la cuenca pueden identificarse distintos servicios ambientales como, en la parte alta, el de provisión, ya que los páramos constituyen una zona productora de agua. En la parte media se evidencian dos servicios ambientales: el primero, de regulación, estas áreas naturales permiten una regulación hídrica; el segundo, el servicio cultural, en razón de la belleza escénica o paisaje de sus áreas naturales, que también ofrecen una alta potencialidad para el turismo a lo largo de toda la cuenca.

Los principales servicios ambientales que presta la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira son de provisión y regulación hídrica. En la parte más alta de la cuenca se encuentran los parques nacionales Podocarpus y Yacuri, que tienen como principal servicio ambiental la producción de agua con un sistema lacustre que alberga aproximadamente un centenar de lagunas. De igual manera, los servicios de soporte, por su biodiversidad, favorecen a los procesos naturales que mantienen la vida; y el cultural, por su belleza escénica o paisaje que fomenta el turismo.

Desde el punto de vista de servicio ambiental-cultural, el Parque Nacional Podocarpus posee una gran diversidad y endemismo en la región sur del Ecuador, lo que hace que esta zona sea considerada como un sitio de importancia mundial para la conservación de la biodiversidad (MAE, 2018c).

3.1.1. Amenazas

De acuerdo con Martínez Valdés y Villalejo García (2018), los servicios ambientales que ofrecen las cuencas hidrográficas, muchas de las veces, son ignorados por la sociedad; por ello, dichos servicios sufren distinto tipo de amenazas, como la sobreexplotación de los recursos agua y tierra, la construcción de infraestructura, la contaminación, etc.

Por su lado, el Parque Nacional Yacuri protege ambientes de páramos, bosques de neblina y matorrales secos de altura. Es considerado como una pieza clave para el corredor natural transfronterizo del Ecuador y Perú, ya que al norte del Yacuri se encuentra el Parque Nacional Podocarpus del Ecuador, y al sur, en Perú, el Santuario Nacional Tabaconas-Naballe (MAE, 2018b). Vale recalcar que según el MAE, los parques Podocarpus y Yacuri, desde 2007, forman parte de la Reserva de Biosfera Podocarpus-El Cóndor, que alberga una gran superficie de páramos, bosques nublados y zonas de matorral, fundamental para la preservación y continuidad de los ecosistemas del sur del Ecuador y norte de Perú.

En la parte baja de la cuenca se encuentran el Parque Nacional Cerros de Amotape y el Coto de Caza El Angolo que ofrecen servicios ambientales de provisión y regulación. En estos parques de la cuenca, también se presta el servicio ambiental cultural, ya que de acuerdo con el MINAM (2018) el Parque Nacional Cerros de Amotape posee la mayor diversidad biológica endémica, mientras que el Coto de Caza El Angolo es un área privilegiada para la conservación de aves, lo que le convierte en un lugar propicio y único para el fomento de la actividad turística y, en especial, para la observación de aves. Dada la importancia de estos ecosistemas, el Coto de Caza El Angolo y el Parque Nacional Cerros de Amotape forman parte de la Reserva de Biosfera del Noroeste, según declaración de la UNESCO, en 1977 (MINAM, 2018).

En la cuenca transfronteriza Zarumilla, las presiones antrópicas que se han detectado están vinculadas al crecimiento poblacional y al consumo, lo que ha afectado a los bosques secos que son característicos en la zona. Según Briceño et al. (2016), la extracción ilegal de madera atribuida al sector artesanal de ladrillos y cercos constituye una amenaza para los

bosques secos y un peligro para los servicios ambientales de regulación, provisión y cultura; por ello, es imperativo "reforzar la identidad de los pobladores con sus espacios naturales", con el fin de concienciar la importancia y el valor de los servicios ambientales, para lo cual debería contarse con la intervención estatal a través de incentivos, con el objeto de lograr una producción sostenible y el consecuente desarrollo socioeconómico de la población del territorio.

En la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes, las presiones antrópicas identificadas se relacionan con el crecimiento poblacional y la sobreutilización de tierras aptas para la protección. Por ejemplo, en la parte alta de la cuenca se desarrollan actividades mineras y agropecuarias que afectan a los servicios ambientales de regulación, soporte y provisión, ya que estas actividades provocan la pérdida de ecosistemas que regulan los procesos erosivos de bosques, ocasionados por fuertes precipitaciones, y la recarga hídrica natural. Según el Centro de Conservación

Tropical (2006), los bosques secos de la parte baja de la cuenca están amenazados por actividades ganaderas (ganado caprino) y por la extracción ilegal de madera (para leña y carbón), lo que afecta directamente a los servicios ecosistémicos de regulación, provisión y cultura.

En la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira, las presiones antrópicas identificadas se relacionan, según Albán (2017), con el cambio de uso de suelo, debido a la deforestación, expansión de la frontera agrícola y las inadecuadas prácticas agropecuarias. Estos cambios de uso del suelo deterioran la capacidad de control de procesos erosivos, lo cual incrementa los niveles de sedimentación. Otro gran factor de riesgo que ejerce presión son las concesiones mineras que se superponen en los páramos y bosques de neblina. Debe destacarse que la fragmentación en los ecosistemas de la parte alta de la cuenca afecta a uno de sus principales servicios ambientales: producción de agua y función de regulación hídrica.

3.2. Cambio climático y riesgos asociados

3.2.1. Cambio climático

3.2.1.1. Escenarios del clima de la tercera comunicación nacional-Ecuador

La Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático (MAE, 2017) contiene los cuatro nuevos escenarios RCP 2,6; 4,5; 6,0 y 8,5, "Sendas Representativas de Concentración" (RCP por sus siglas en inglés), que indican la cantidad de energía que retiene el planeta, diferentes a los SRES. Sobre esta base, a continuación, se describen las condiciones del clima futuro para el área de estudio:

- La temperatura media para las tres (3) cuencas transfronterizas para el período 2011-2014 (solo territorio del Ecuador) presenta

un incremento moderado en la zona costera de hasta 1,0 °C y relativa disminución en el área andina.

- La variación de la temperatura a los años 2040, 2070 y 2100 muestra un incremento sostenido pero gradual de la temperatura media anual de hasta 4-4,5 °C, en especial para la zona donde se encuentran las tres (3) cuencas transfronterizas, con los RCP 2,6 (menos severo) y con el RCP 8,5 que genera las condiciones más severas de incremento de temperatura media anual.
- El cambio de las variables del clima para el período 2020-2039 se analiza respecto al período 1980-1999, con las siguientes conclusiones:

- Temperatura máxima: incremento sensible en los tramos medios y bajos de las cuencas ecuatorianas e incremento moderado en el tramo superior.
- Temperatura mínima: incremento moderado de la temperatura mínima, variando a alta en toda el área.

3.2.1.2. Tercera comunicación nacional-Perú

En el informe "El Perú y el cambio climático. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático" (MINAM, 2016), se especifican las proyecciones del clima sustentadas en los escenarios globales de emisiones del GEI, definidos por el IPCC en su quinto informe de evaluación, denominados "Sendas Representativas de Concentración (RCP)", que difieren de los escenarios anteriores, "Special Report on Emission Scenarios" (SRES).

Los resultados de las proyecciones del clima a escala nacional del Perú se sustentan en los escenarios de emisiones RCP 4,5 (equivalente al modelo B1 SRES) y RCP 8,5 (equivalente al modelo A1F1-SRES) y los modelos globales CanESM2, CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR (MINAM, 2016). Los resultados principales esperados para las cuencas transfronterizas del área peruana son los siguientes:

- Variaciones esperadas de la temperatura mínima para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 3 °C por día; y para el escenario RCP 8,5: 2,5-3,5 °C por día.
- Variaciones esperadas de la temperatura máxima para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 3-3,5 °C por día; y para el escenario RCP 8,5: 3-4,0 °C por día.
- Variaciones esperadas de la precipitación para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 40% por día; y para el escenario RCP 8,5: 45% por día.
- Los impactos esperados del cambio climático en El Niño y La Niña, para las áreas de las cuencas transfronterizas en el lado peruano, son:
 - Mayor nivel del mar durante El Niño.
 - Lluvias más intensas en la costa durante El Niño.
 - Calor más extremo en la costa durante El Niño.
- Los sistemas con vulnerabilidad al cambio climático en el contexto de las cuencas transfronterizas son ecosistemas y diversidad, recursos hídricos y actividades económicas.
- La inseguridad alimentaria es baja para las cuencas Zarumilla y Tumbes, y media para la cuenca Piura.



Quema de basura cuenca Zarumilla.

3.2.2. Amenazas asociadas

3.2.2.1. Movimientos en masa

La tabla 15 refleja la susceptibilidad alta, media y baja a movimientos en masa de las tres cuencas transfronterizas.

Tabla 15. Integración de variables condicionantes de movimientos en masa de las tres cuencas transfronterizas

| Cuenca hidrográfica | Subcuenca | Área total (km ²) | | Movimientos en masa | | | | | | | | % total |
|---------------------|--------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|---------|
| | | Sub-cuenca | Cuenca | Alta | | Media | | Baja | | Nula | | |
| | | | | Área (km ²) | % | |
| Zarumilla | Zarumilla | 874,88 | 874,88 | 1,00 | 0,11 | 456,30 | 52,16 | 398,30 | 45,53 | 19,30 | 2,20 | 100 |
| Puyango-Tumbes | Puyango Alto | 1564,70 | 5488,00 | 563,50 | 36,01 | 995,00 | 63,59 | 6,20 | 0,40 | — | — | 100 |
| | Puyango Medio | 1534,95 | | 231,50 | 15,08 | 1279,80 | 83,38 | 23,60 | 1,54 | — | — | 100 |
| | Puyango Medio-Bajo | 1242,99 | | 67,90 | 5,46 | 919,20 | 73,95 | 256,00 | 20,60 | — | — | 100 |
| | Tumbes | 1145,37 | | 0,05 | 0,00 | 433,90 | 37,88 | 696,80 | 60,84 | 14,70 | 1,30 | 100 |
| Catamayo-Chira | Catamayo | 4194,02 | 17 810,16 | 1324,80 | 31,59 | 2652,20 | 63,24 | 210,20 | 5,01 | 6,90 | 0,20 | 100 |
| | Macará | 2831,01 | | 881,70 | 31,14 | 1788,50 | 63,18 | 160,90 | 5,68 | — | — | 100 |
| | Quiroz | 3458,87 | | 839,50 | 24,27 | 2286,70 | 66,11 | 332,60 | 9,62 | — | — | 100 |
| | Alamor | 1190,16 | | 159,50 | 13,40 | 544,90 | 45,78 | 485,70 | 40,81 | — | — | 100 |
| | La Solana | 1202,81 | | — | — | 333,90 | 27,76 | 868,90 | 72,24 | — | — | 100 |
| | Chira | 4933,28 | | 83,90 | 1,70 | 661,40 | 13,41 | 3036,00 | 61,54 | 1152,10 | 23,40 | 100 |

Fuente: Paz et al., 2017. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

En la cuenca hidrográfica Zarumilla, se identificó un área de 456,30 km² de susceptibilidad media a movimientos en masa, correspondiente al 52,16%, cuya ubicación está en la parte sur de la cuenca y afecta a las poblaciones de las parroquias ecuatorianas La Victoria y San Isidro, y a la población del distrito peruano Matapalo. En cuanto a susceptibilidad baja, la cuenca presenta una superficie de 398,30 km², equivalente al 45,53%; no obstante, en porcentajes menores de 0,11% (1,00 km²) y de 2,20% (19,3 km²), representan la susceptibilidad alta y nula (tabla 15).

La cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes posee un área de 862,95 km², con susceptibilidad alta a movimientos en masa; las subcuencas identificadas con alta susceptibilidad a movimientos en masa son dos: a) Puyango Alto, que representa 563,50 km², constituye el 36,01% del área total de la subcuenca y afecta especialmente a las poblaciones de las parroquias ecuatorianas Salvias, Huertas, Cordoncillo, Chilla, Manu, Guizhaquina y Chaguarpama; b) Puyango Medio, con un área 231,50 km² (15,08%), cuya alta susceptibilidad afecta a las poblaciones ubicadas junto al río Puyango y a las quebradas Turima, Las Nubes y Arenas. Las subcuencas Puyango Medio-Bajo y Tumbes, en cambio, presentan susceptibilidad media, con áreas de 919,20 km² (73,95%) y 433,90 km² (37,88%), respectivamente. La susceptibilidad baja y nula corresponde al 696,80 km² (60,84%) y 14,70 km² (1,30%) del área total de la subcuenca Tumbes (tabla 15).

La cuenca hidrográfica Catamayo-Chira posee un área de 3289,40 km², con susceptibilidad alta a movimientos en masa. Las subcuencas pertenecientes a la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira, identificadas con susceptibilidad alta a movimientos en masa son: Catamayo, con 1324,80

km², equivalentes al 31,59% de la superficie total de la subcuenca, afecta a las poblaciones de las parroquias ecuatorianas Churibamba, Cotacocha y Colaisaca; Macará, con 881,70 km², correspondientes al 31,14% de la superficie total de la subcuenca, impacta a los poblados de las parroquias ecuatorianas de Tacanoros, Sanguillin y Bellavista, así como a los distritos peruanos Jilili y Sicchez; finalmente Quiroz, con 839,50 km², que ocupa el 24,27% del área total de la subcuenca, afecta a las poblaciones del distrito Montero y a una parte del distrito Ayabaca, de Perú. Las subcuencas que presentan susceptibilidad media son: Catamayo, con 2652,20 km² (63,24%); Macará, con 1788,50 km² (63,18%); Quiroz, con 2286,70 km² (66,11%); Alamor, con 554,90 km² (45,78%); La Solana, con 339,90 km² (27,76%); y Chira, con 661,40 km² (13,41%). Las subcuencas que se identifican con susceptibilidad baja son: La Solana, con 868,9 km² (72,24%) y Chira, con 3036,00 km² (61,54%), esta última subcuenca tiene una susceptibilidad nula de 1152,10 km² (23,40%) (tabla 15).

3.2.2.2. Inundaciones

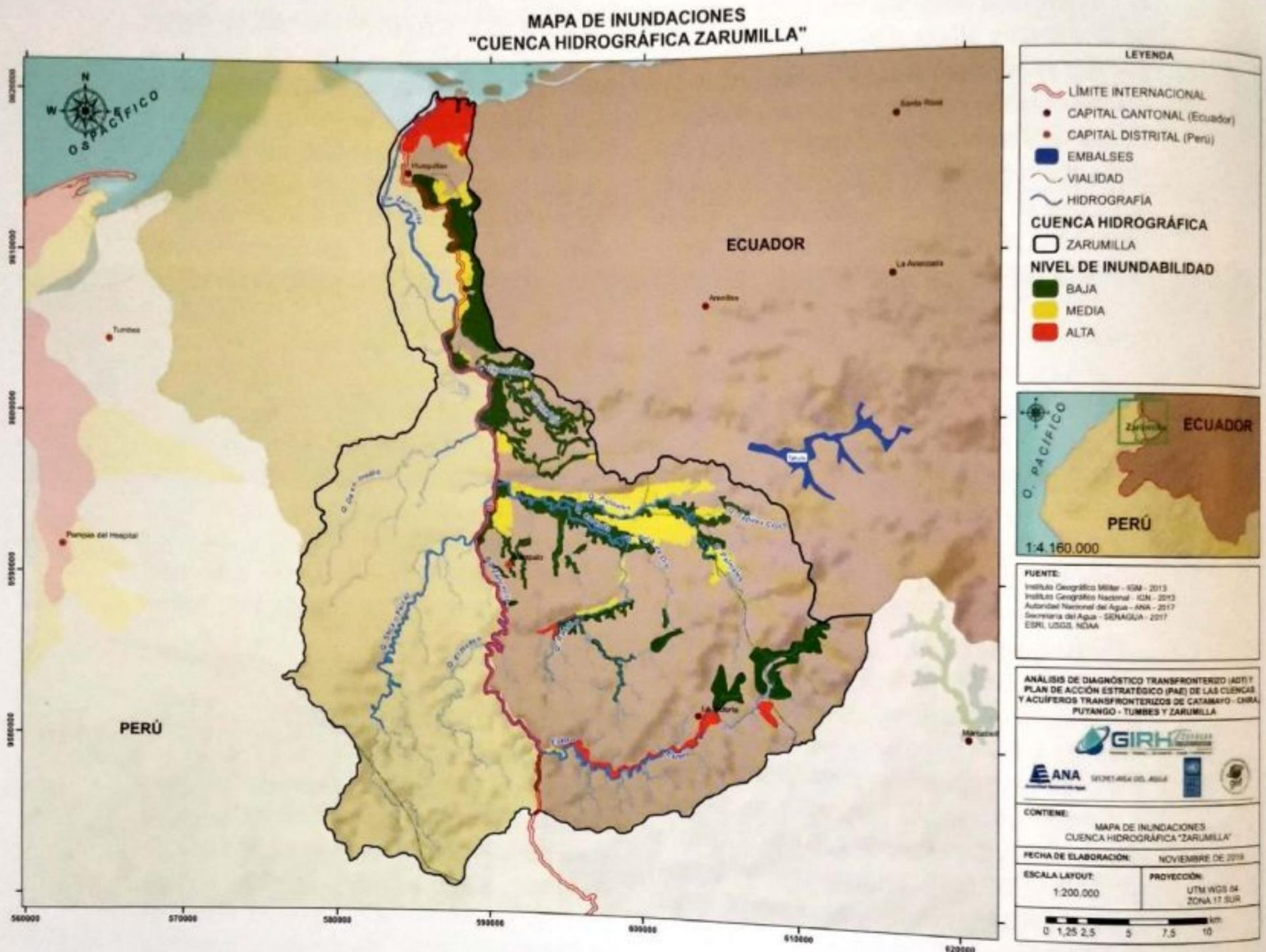
La cuenca hidrográfica Zarumilla presenta susceptibilidad alta a inundaciones y afecta a los poblados ubicados en la parte norte de la cuenca, entre la desembocadura del río Zarumilla y el océano Pacífico, y ocupa un área de 13,60 km², equivalente al 1,55% de su superficie total. El 26,60 km² (3,04%) de la superficie total de la cuenca presenta susceptibilidad media e impacta directamente a la quebrada Palmares. En los 60,20 km² (6,88%) restantes se identificó susceptibilidad baja. En definitiva, el 11,47% de la superficie total de la cuenca se encuentra susceptible a inundaciones (tabla 16 y figura 16).

Tabla 16. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Zarumilla

| Cuenca hidrográfica | Subcuenca | Área total (km ²) | | Susceptibilidad a inundaciones | | | | | | |
|---------------------|-----------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|
| | | sub-cuenca | Cuenca Hidrográfica | Alta | | Media | | Baja | | % total (área afectada) |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | |
| Zarumilla | Zarumilla | 874,88 | 874,88 | 13,60 | 1,55 | 26,60 | 3,04 | 60,20 | 6,88 | 11,47 |

Fuente: IEE, 2011; ANA, 2013a. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Figura 16. Distribución espacial de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Zarumilla



Fuente: IEE, 2011; ANA, 2013a. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

En la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes se identificó que el 15,80% del área total de la subcuenca Tumbes es susceptible a inundaciones; esta subcuenca tiene un área de 85,00 km² que equivale al 7,42% de su superficie total y corresponde a la susceptibilidad alta a inundaciones, la cual se encuentra localizada en su parte norte, entre la desembocadura del río Tumbes y el océano Pacífico. Rodeando a las áreas de susceptibilidad alta, se encuentra la de susceptibilidad media, con 88,40 km² (7,72%); y

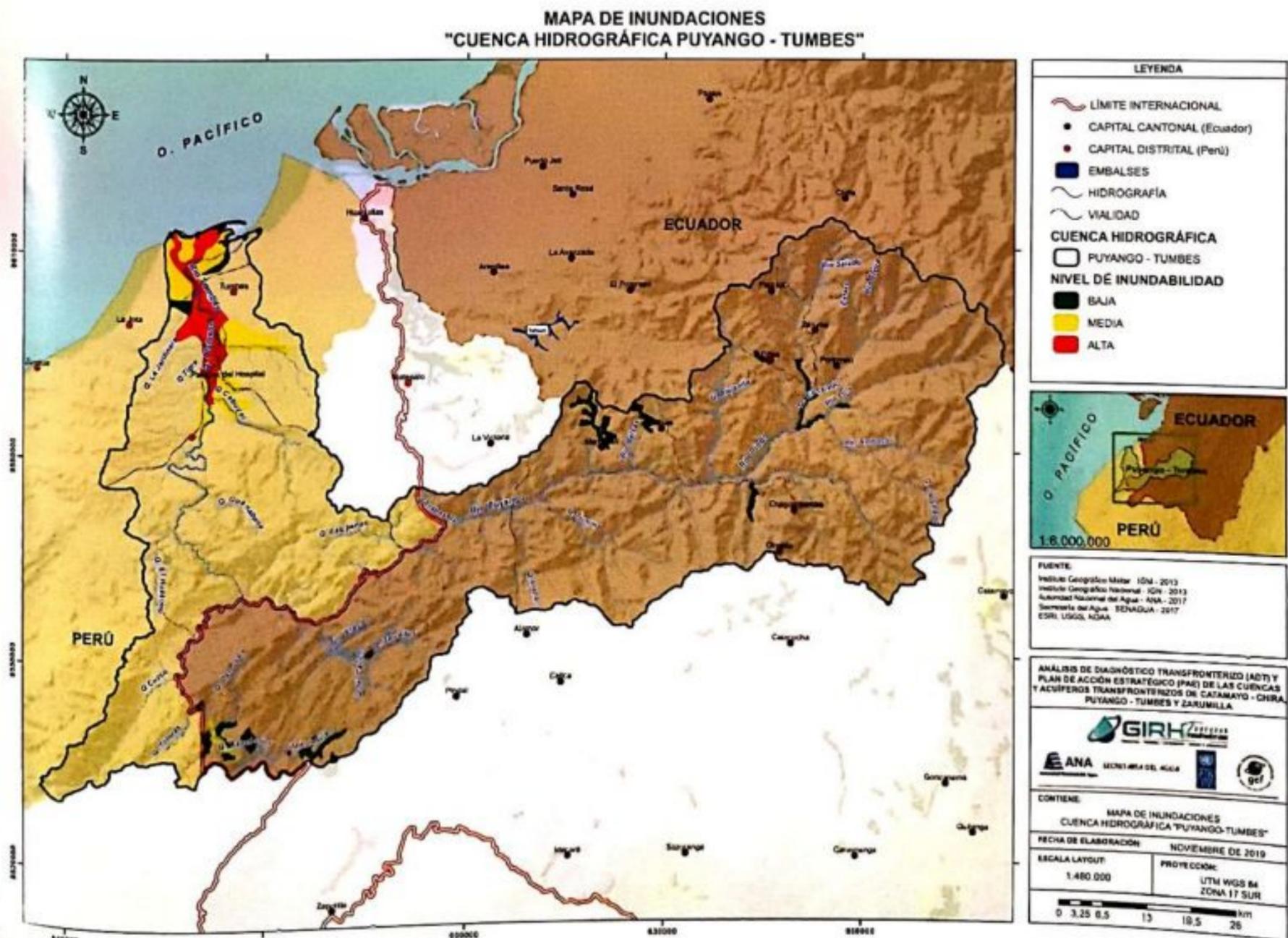
la de susceptibilidad baja, con 7,60 km² (0,66%). Las susceptibilidades media y baja a inundaciones, identificadas en la subcuenca Puyango Medio-Bajo, corresponden a 4,70 km² (0,38%) y a 13,80 km² (1,11%), en su orden, localizadas en la quebrada Cazaderos. La susceptibilidad baja a inundaciones se registra en dos (2) subcuencas: Puyango Alto con 7,90 km² (0,50) y Puyango Medio con 12,19 km², correspondiente al 0,84% (tabla 17 y figura 17).

Tabla 17. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes

| Cuenca hidrográfica | Subcuenca | Área Total (km ²) | | Susceptibilidad a inundaciones | | | | | | |
|---------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|
| | | Sub-cuenca | Cuenca hidrográfica | Alta | | Media | | Baja | | % total (área afectada) |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | |
| Puyango-Tumbes | Puyango Alto | 1564,70 | 5488,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,90 | 0,50 | 0,50 |
| | Puyango Medio | 1534,95 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,19 | 0,84 | 0,84 |
| | Puyango Medio-Bajo | 1242,99 | | 0,00 | 0,00 | 4,70 | 0,38 | 13,8 | 1,11 | 1,49 |
| | Tumbes | 1145,37 | | 85,00 | 7,42 | 88,40 | 7,72 | 7,6 | 0,66 | 15,80 |

Fuente: IEE, 2011; ANA, 2013c. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Figura 17. Distribución espacial de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes



Fuente: IEE, 2011; ANA, 2013a. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

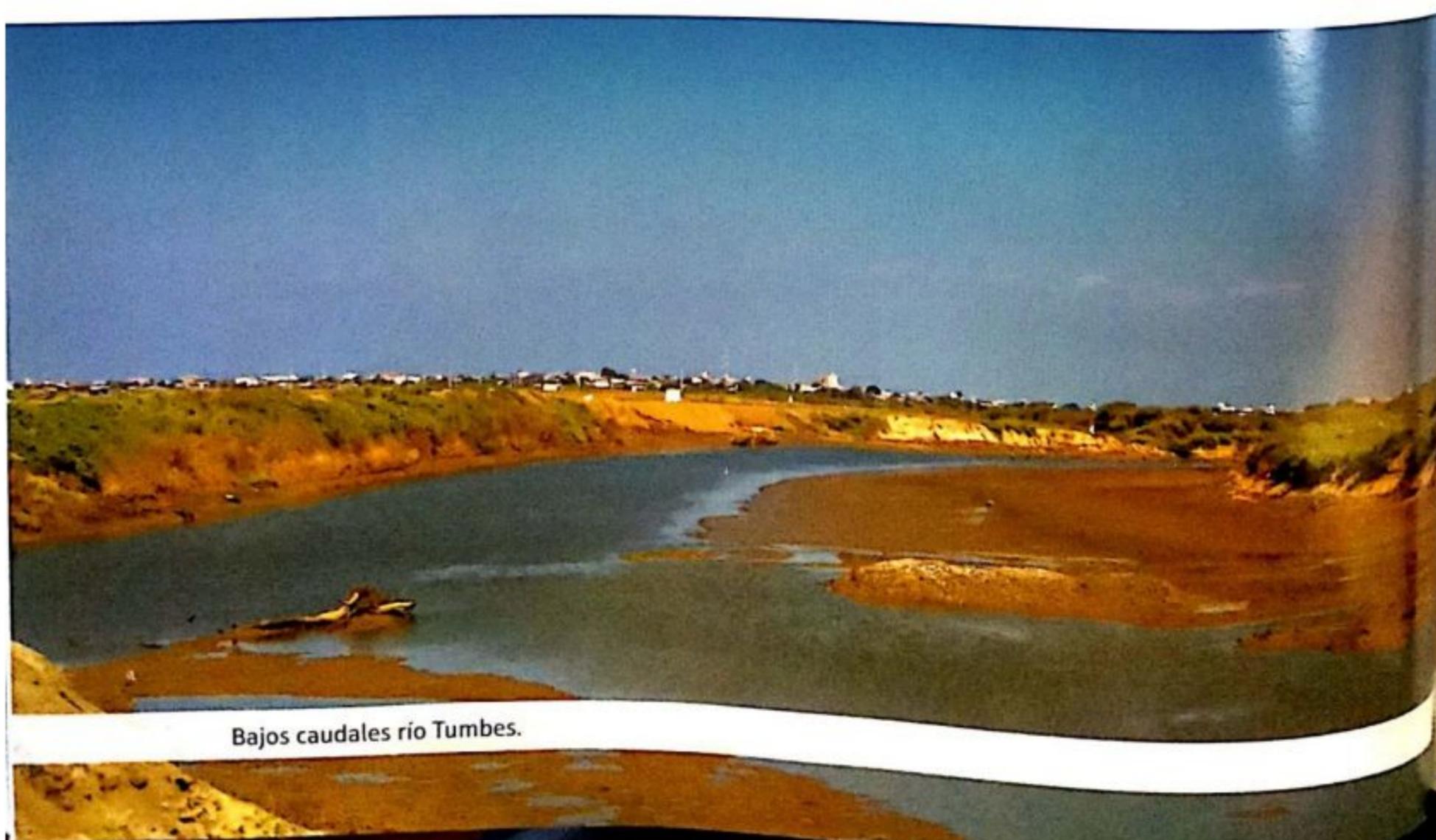
En la figura 18 se muestra la distribución espacial de la susceptibilidad a inundaciones de la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira, observando que los colores rojo, amarillo y verde corresponden a las susceptibilidades alta, media y baja, ubicadas con superficie más extensa en la subcuenca Chira; causa mayor

afectación al río Chira. De acuerdo con la tabla 39, las áreas reflejan: 499,00 km² (10,11%) de susceptibilidad alta; 30,50 km² (0,62%) de susceptibilidad media y 61,10 km² (1,24%) de susceptibilidad baja, sumando un porcentaje total de 11,97, el cual representa la superficie total afectada en la subcuenca (tabla 18).

Tabla 18. Susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira

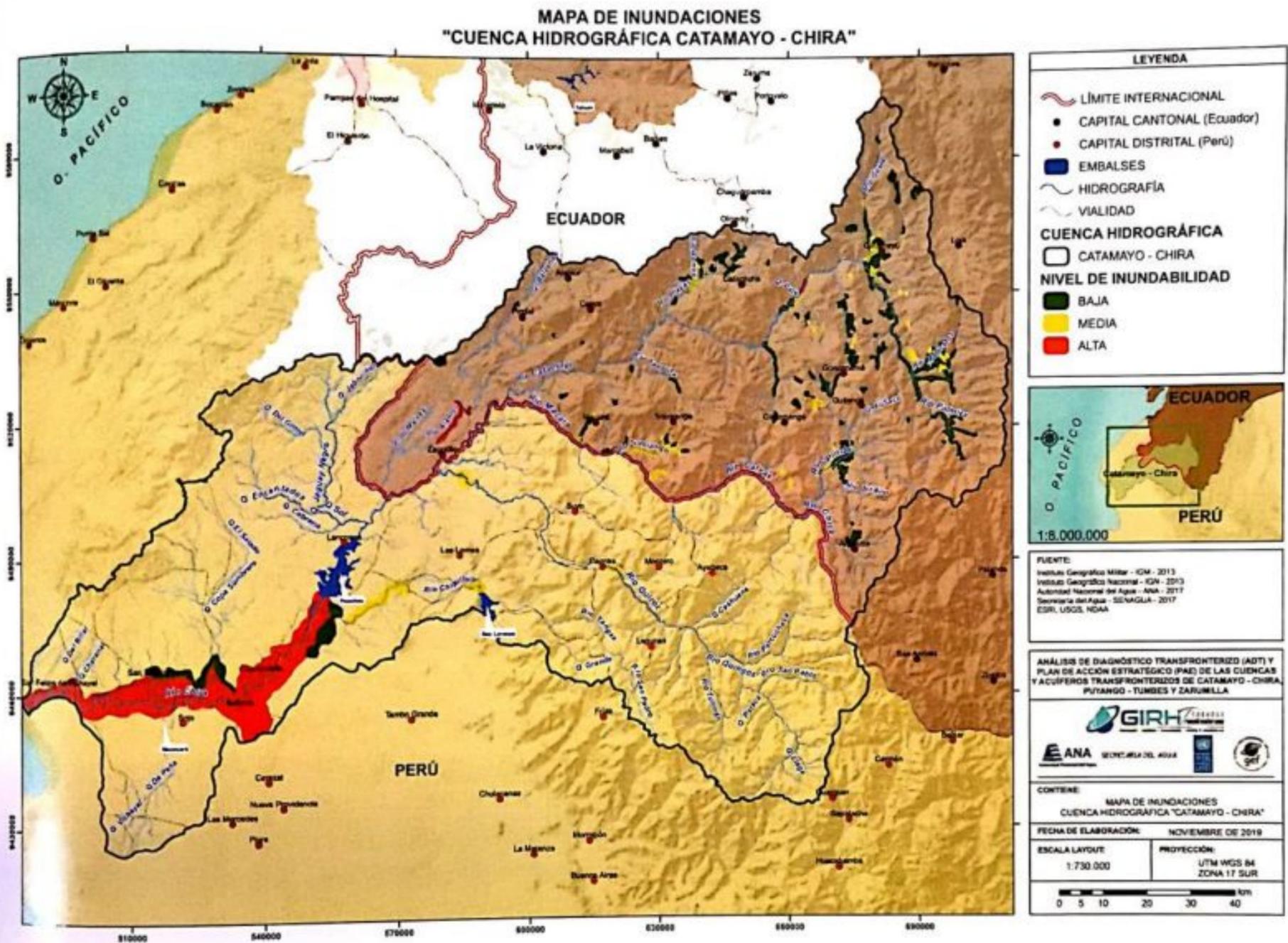
| Cuenca hidrográfica | Subcuenca | Área total (km ²) | | Susceptibilidad a inundaciones | | | | | | |
|---------------------|-----------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|-------|-------------------------|------|-------------------------|------|-----------------------|
| | | sub-cuenca | Cuenca hidrográfica | Alta | | Media | | Baja | | % |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | total (área afectada) |
| Catamayo-Chira | Catamayo | 4194,02 | 17 810,16 | 1,40 | 0,00 | 25,9 | 0,62 | 105,7 | 2,52 | 3,14 |
| | Macará | 2831,01 | | 0,00 | 0,00 | 18,8 | 0,66 | 31,1 | 1,1 | 1,76 |
| | Quiroz | 3458,87 | | 0,00 | 0,00 | 13,2 | 0,38 | 0,1 | 0 | 0,38 |
| | Alamor | 1190,16 | | 8,20 | 0,69 | 0,1 | 0,01 | 4,1 | 0,34 | 1,04 |
| | La Solana | 1202,81 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Chira | 4933,28 | | 499,00 | 10,11 | 30,5 | 0,62 | 61,1 | 1,24 | 11,97 |

Fuente: IEE, 2011; ANA, 2013c. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.



Bajos caudales río Tumbes.

Figura 18. Distribución espacial de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira



Fuente: IEE, 2011; ANA, 2013c. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

3.2.3 Problemática de la gestión de recursos hídricos en las cuencas transfronterizas: causas e impactos ambientales y socioeconómicos

La metodología aplicada para la identificación y priorización de la problemática en cada una de las cuencas transfronterizas Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla consistió en: a) revisión bibliográfica e identificación previa — en gabinete— de la problemática y b) validación y priorización con actores locales mediante talleres participativos, promoviendo el diálogo; además de recoger el interés y participación activa de los actores clave en todo el proceso

ADT, para alcanzar un compromiso conjunto con el fin de lograr el bienestar de la cuenca en sus dimensiones sociales, ambientales, productivas, institucionales, entre otros, lo cual se transforma en una gran fortaleza para el desarrollo del Programa de Acción Estratégica. Producto de ello, se identificaron siete (7) problemas comunes en las tres (3) cuencas transfronterizas, los cuales se detallan a continuación:

1. Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo que afectan el equilibrio entre la oferta y la demanda y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua.
2. Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
3. Desbordamientos e inundaciones.
4. Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje.
5. Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas.
6. Impacto del cambio climático y variabilidad climática.
7. Deficiencia en la gestión institucional transfronteriza, nacional y/o binacional.

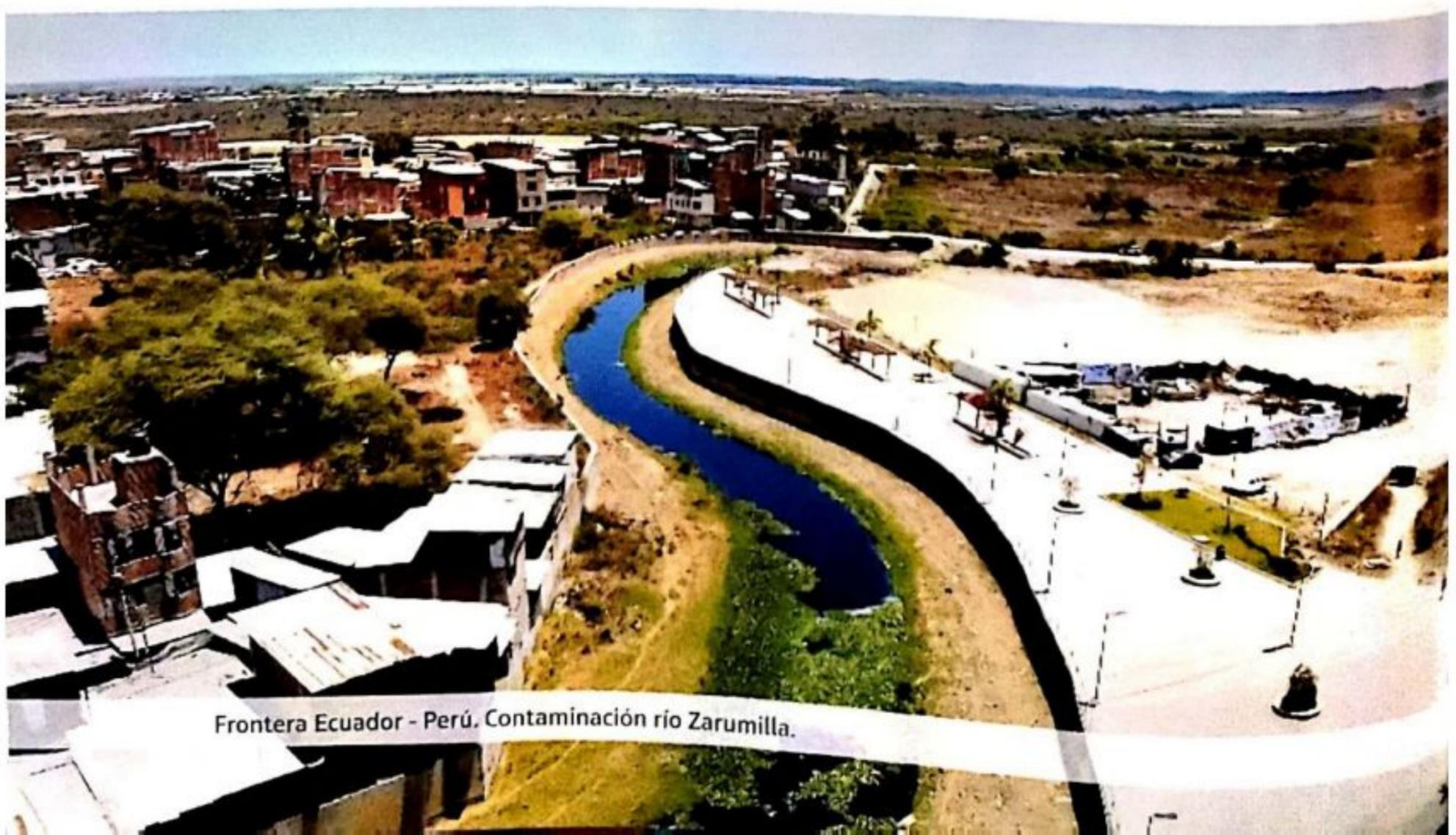
Por cada cuenca transfronteriza, se especifican las características según el problema identificado.

Con base a la identificación de problemas transfronterizos, se procedió con la priorización de los mismos mediante talleres de socialización

y validación con actores clave por cada cuenca; para ello realizaron la calificación de factores, asignando valores siguientes de acuerdo al grado de manifestación del problema en la cuenca.

- 3 = Alto (el problema sí se manifiesta en la cuenca).
- 2 = Medio (el problema se manifiesta en ciertos puntos de la cuenca).
- 1 = Bajo (el problema se manifiesta en la cuenca, pero no es representativo).
- 0 = Si el problema no es identificado en la cuenca, la columna de calificación correspondiente a este dígito se la dejó en blanco y en el procesamiento se le asignó un valor igual a 0.

De igual manera, se realizó la enumeración de los problemas del 1 al 7, siendo el número 1 el que representó el problema con mayor prioridad y el número 7 el de menor prioridad. Asimismo, se identifican los problemas a nivel de subcuenca, obteniéndose los resultados descritos a continuación:



Frontera Ecuador - Perú. Contaminación río Zarumilla.

3.2.4. Cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes

En las siguientes tablas, se registran los problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes: en la tabla 19, se presentan los resultados a nivel de cuenca hidrográfica; en la tabla 20, a nivel de subcuencas alta, media y baja.

Tabla 19. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes (a nivel de cuenca)

| Orden de priorización | Problema |
|-----------------------|---|
| 1 | Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. |
| 2 | Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza. |
| 3 | Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas. |
| 4 | Desbordamientos e inundaciones. |
| 5 | Impacto del cambio climático y variabilidad del clima. |
| 6 | Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje. |
| 7 | Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo, que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda, y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua. |

Fuente: Taller Binacional Puyango-Tumbes, 2018. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

En los talleres participativos, los actores de la cuenca alta no identificaron como prioritarios a los problemas "Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo, que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda, y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua" y "Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje". En la cuenca media, los actores no identificaron como prioritarios a los problemas "Impacto del cambio climático y variabilidad del clima" y "Desbordamientos e inundaciones". En la parte baja, los actores no identificaron el problema de "Impacto del cambio climático y variabilidad del clima" (tabla 20).

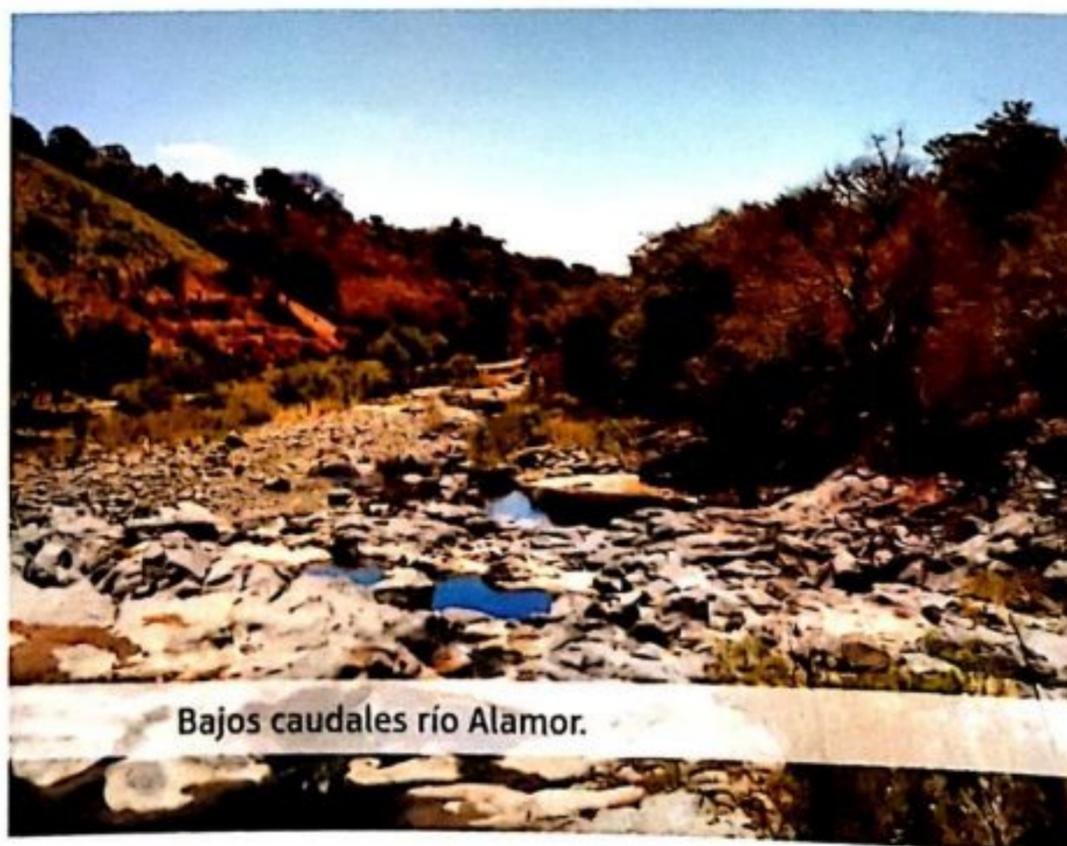


Tabla 20. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes (a nivel de subcuenca)

| Nº. orden | Cuenca alta | Cuenca media | Cuenca baja |
|-----------|---|---|---|
| 1 | Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. | Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza. | Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza. |
| 2 | Desbordamientos e inundaciones. | Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas. | Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. |
| 3 | Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas. | Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. | Desbordamientos e inundaciones. |
| 4 | Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza. | Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje. | Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas. |
| 5 | Impacto del cambio climático y variabilidad del clima. | Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo, que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda, y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua. | Impacto del cambio climático y variabilidad del clima. |
| 6 | | | Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo, que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda, y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua. |

Fuente: Taller Binacional Puyango-Tumbes, 2018. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

1

Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas

Entre las fuentes principales de contaminación se encuentran los vertimientos realizados en la cuenca.¹ Asimismo, se evidencia contaminación por minería artesanal en la cuenca alta (Ecuador), por acción agrícola y urbana en la cuenca media-baja (Perú) y por actividad acuícola en la zona costera (Perú).

Los análisis de muestreo evidencian la presencia de plomo, hierro, arsénico y manganeso que incumplen los ECA, en especial en los meses de estiaje. La presencia de hierro y manganeso puede tener origen natural, debido a la geología regional y a la presencia de minería de oro en ríos tributarios al río Puyango (Calera y Amarillo).

En el plan de gestión de recursos hídricos de la cuenca Tumbes (ANA, 2013a), se investigó la evolución de metales a lo largo de la subcuenca Tumbes. Se determinó que las concentraciones disminuían conforme se acercaban a la desembocadura, concluyéndose que dichas concentraciones se originan en la cuenca alta (actividad geoquímica y minería artesanal), por efectos de dilución propios de los cauces.

De igual manera, se analizó el contenido de oxígeno disuelto en los cauces, observándose valores mayores al ECA (5,0 mg/l) en áreas cercanas a la descarga en el océano Pacífico, debido a actividades antropogénicas. En la bocatoma La Peña, los valores son altos, pero no incumplen el ECA.

La cuenca baja registra presencia elevada de coliformes, sobrepasando el ECA de 2000 NMP/100 ml, debido a la presencia de vertimientos directos sin tratamiento y desechos por actividades agrícolas en zonas aledañas al río Tumbes (ANA, 2013a). Cabe precisar que los acuíferos no presentan contaminación por coliformes fecales, a excepción del distrito San Juan de la Virgen (INRENA, 2007).

Según los planes de gestión de los recursos hídricos para la cuenca Puyango-Tumbes, se concluye: a) las aguas del río Puyango-Tumbes presentan una ligera variación estacional de temperaturas, entre los 24 y 31 °C. Los valores de conductividad eléctrica están dentro de los límites esperados, a excepción del punto 1392Tumb8, donde se han alcanzado valores de más de 20.000 US/cm, hecho que probablemente se deba a su proximidad al agua de mar. Los valores de conductividad de la quebrada Cazaderos también superan ligeramente los valores permisibles. Entre los parámetros incumplidos, cabe mencionar: plomo, hierro, manganeso y oxígeno disuelto. b) Las concentraciones de metales pesados en agua se originan en la cuenca alta (por la geoquímica o por las actividades de la minería artesanal); por efectos de dilución, esta disminución se hace más notoria en estiaje (noviembre de 2011), mientras que en la época húmeda (abril de 2012) las concentraciones se mantienen más constantes.

La concentración de metales pesados y cianuro libre en afluentes del río Puyango (ríos Calera y Amarillo) es resultado de la minería en Zaruma, Portovelo y Atahualpa, teniendo niveles anómalos de Pb, Fe, Mn, As. Los elementos que exceden los límites máximos permisibles son: amonio, aceites, As, coliformes totales, P, Cianuro, Hg, Cu, Pb, Cd, coliformes termotolerantes, DBO, turbidez.²

1 MINAM, 2009. Identificación y sistematización de las fuentes de contaminación de la cuenca Puyango-Tumbes.

2 PNUD (2015). Documento del Proyecto: Gestión Integrada de Recursos Hídricos de las Cuencas Transfronterizas y Acuíferos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla.

2

Deficiencia en la gestión institucional transfronteriza, nacional y/o binacional

La gestión se caracteriza por su debilidad, falta de coordinación y articulación, reducida y deficiente información, y escasa participación, condiciones que han generado y están generando situaciones adversas y deficitarias sobre la disponibilidad (calidad y cantidad) del recurso hídrico y de los recursos relacionados (suelos y bosques).

3

Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas

El suelo a nivel de cuenca señala un sobreuso en pastos del 13% y en tierras de protección del 12%. En Puyango Alto, se presentan sobreusos en cultivos con el 2%, en pastos con el 23% y en tierras de protección con el 40%. En Puyango Medio, el sobreuso de suelo se identifica en pastos con el 49% y en tierras de protección con el 42%. En Puyango Medio Bajo, el sobreuso de suelo se identifica en cultivos con el 7% y en tierras de protección con el 6%.

4

Desbordamientos e inundaciones

Existencia de un área de 85,0 km² con alta susceptibilidad a inundaciones, 93,1 km² con susceptibilidad media y 21,4 km² con susceptibilidad baja.

5

Impacto del cambio climático y variabilidad climática

En Ecuador:

- De acuerdo con la ubicación de las cuencas transfronterizas, el modelo TL59 prevé un incremento de precipitación de hasta el 10% en tramos bajos de las cuencas, en tanto que en la parte alta no existe variación esperada.
- De acuerdo con el modelo TL59 para la temperatura, se prevé un cambio moderado en tramos bajos de las cuencas (del orden de 0,6-0,8 °C), mientras que en tramos medios y altos la variación está entre 1,0-1,2 °C.
- La temperatura media para las tres (3) cuencas transfronterizas para el período 2011-2014 (solo territorio del Ecuador) presenta un incremento moderado en la zona costera de hasta 1,0 °C y relativa disminución en el área andina.
- La variación de la temperatura a los años 2040, 2070 y 2100 muestra un incremento sostenido pero gradual de la temperatura media anual de hasta 4-4,5 °C, RCP 2,6 (menos severo) y con el RCP 8,5 que genera las condiciones más severas de incremento de temperatura media anual.
- El cambio de las variables del clima para el período 2020-2039 se analiza respecto al período 1980-1999, con las siguientes conclusiones:
 - Temperatura máxima: incremento sensible en los tramos medios y bajos de las cuencas ecuatorianas e incremento moderado en el tramo superior.
 - Temperatura mínima: incremento moderado de la temperatura mínima, variando a alta en toda el área.

En Perú:

- Variaciones esperadas de la temperatura mínima para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 3 °C por día y para el escenario RCP 8,5: 2,5-3,5 °C por día.
- Variaciones esperadas de la temperatura máxima para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 3-3,5 °C por día y para el escenario RCP 8,5: 3-4,0 °C por día.
- Variaciones esperadas de la precipitación para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 40% por día y para el escenario RCP 8,5: 45% por día.
- Los impactos del cambio climático esperados para las áreas de las cuencas transfronterizas en el lado peruano, por la presencia de los fenómenos El Niño y La Niña, son:
 - Mayor nivel del mar durante El Niño.
 - Lluvias más intensas en la costa durante El Niño.
 - Calor más extremo en la costa durante El Niño.
 - Los sistemas con vulnerabilidad al cambio climático en el contexto de las cuencas transfronterizas son ecosistemas y diversidad, recursos hídricos y actividades económicas.
 - La inseguridad alimentaria es baja para la cuenca Puyango-Tumbes.

6

Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje

D'Ercole y Trujillo, 2003 refieren que las zonas ecuatorianas están potencialmente expuestas a sequía, y que el tramo medio del sistema Puyango – Tumbes (subcuencas Puyango Medio y Puyango Medio Bajo) tiene déficit hídrico anual medio, que varía entre 300 - 500 mm (tramo medio) y 500 - 700 mm (tramo bajo).

7

Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo que afectan el equilibrio entre la oferta y la demanda y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua

La disponibilidad hídrica con el 75% de probabilidad de excedencia está constituida por recursos superficiales (98,4%) y por recursos subterráneos (1,60%) propios de la cuenca del río Puyango.

La demanda hídrica del sector riego constituye el 68,2% de la demanda total, la de uso humano el 10,6%, la industrial el 5,6%, la demanda piscícola llega solamente el 0,8% y la demanda para satisfacer el caudal ecológico corresponde al 14,9% del volumen anual de la disponibilidad total en la cuenca del río Puyango-Tumbes.

La demanda hídrica es satisfecha en el 100% en todo el año crítico, cuya disponibilidad anual tiene el 75% de persistencia. Cabe destacar que, independientemente del excedente existente en todos los meses, durante el período seco (julio- diciembre) este es considerablemente menor al presente en el período lluvioso (enero-junio).

La variabilidad estacional (mensual) de los caudales del río Puyango-Tumbes es marcada, pues durante el período lluvioso (enero-junio) la disponibilidad hídrica superficial representa el 86% de la disponibilidad anual.

Entre los indicadores preliminares respecto a la disponibilidad hídrica en la cuenca Puyango-Tumbes se tiene:

- Demanda anual/oferta 75% anual: 83,30%.
- Demanda anual agricultura/oferta 75% anual: 11,40%.
- Tasa de habitantes con servicio de agua potable: 65,00%.
- Volumen aprovechado de aguas subterráneas/oferta 75% anual: 00,00%.

3.2.5. Cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

En las siguientes tablas, se registran los problemas identificados y priorizados a nivel de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira: en la tabla 21, se presentan los resultados a nivel de la cuenca hidrográfica; en la tabla 22, a nivel de subcuencas alta, media y baja:

Tabla 21. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira (a nivel de cuenca)

| Orden de priorización | Problema |
|-----------------------|---|
| 1 | Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. |
| 2 | Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo, que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda, y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua. |
| 3 | Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas. |
| 4 | Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza. |
| 5 | Desbordamientos e inundaciones. |
| 6 | Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje. |
| 7 | Impacto del cambio climático y variabilidad del clima. |

Fuente: Taller Binacional Catamayo-Chira, 2018. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Tabla 22. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira (a nivel de subcuenca)

| Nº. orden | Cuenca alta | Cuenca media | Cuenca baja |
|-----------|---|---|---|
| 1 | Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas. | Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo, que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda, y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua. | Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. |
| 2 | Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. | Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. | Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza. |
| 3 | Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo, que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda, y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua. | Desbordamientos e inundaciones. | Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje. |
| 4 | Impacto del cambio climático y variabilidad del clima. | Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje. | Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo, que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda, y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua. |
| 5 | Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje | Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas. | Desbordamientos e inundaciones. |
| 6 | Desbordamientos e inundaciones | Impacto del cambio climático y variabilidad del clima. | Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas. |
| 7 | Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza. | Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza. | Impacto del cambio climático y variabilidad del clima. |

Fuente: Taller Binacional Catamayo-Chira, 2018. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

1

Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas

Entre las principales fuentes contaminantes, se detecta la presencia de minería artesanal en la parte media alta de la subcuenca Quiroz y a la sección media-alta de la subcuenca Chira. Asimismo, se observa vertimientos agrícolas en la región baja de Chira y vertimientos no autorizados cerca de centros urbanos poblados como la ciudad de Sullana, Ayabaca y Suyo. De igual manera, en las partes alta y baja de la cuenca se observa la presencia de botaderos o lugares de disposición de residuos sólidos.

Los valores de conductividad eléctrica superan los ECA en los puntos de monitoreo de El Arenal y Colán. El oxígeno disuelto presenta valores estables, tendiendo al alza, y dentro de los límites permisibles, con excepción del punto de monitoreo de Puente Viejo de Sullana, debido a la alta concentración de efluentes domésticos, industriales y comerciales.

Se detecta la presencia de metales pesados como cobre, cromo, zinc y plomo, que se mantienen bajo los ECA; muchos de estos metales tienen su origen natural por la geoquímica del suelo en la sección alta de la cuenca. Llama la atención la alta evidencia de hierro en el recurso hídrico superficial que se encuentra presente en los sedimentos.

Se detectan, además, coliformes totales y termotolerantes en una gran cantidad de puntos de muestreo; estos valores son más elevados en la sección baja de la cuenca y más intensos en el período de estiaje (julio-noviembre).

Los resultados del monitoreo de la calidad del recurso hídrico del sistema Catamayo-Chira evidencian problemas en la calidad del recurso hídrico. Las referencias consultadas establecen altos niveles de turbidez, metales pesados, Hg, Cd, Pb, en la parte baja de la cuenca. Metales pesados producto de la minería artesanal, aguas abajo del puente Santa Rosa, en los cantones Celica, Sozoranga y Macará. Olor, liberación de coliformes y nutrientes (N y P). Compuestos sobre los límites permisibles: Fe, amonio, aceites, As, coliformes, Hg, Cu, DBO, turbidez.

2

Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo que afectan el equilibrio entre la oferta y la demanda y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua

La mayor disponibilidad hídrica corresponde a los recursos hídricos superficiales con el 99,1%, por lo que el 0,9% constituye los recursos hídricos subterráneos.

La demanda de agua del sector riego representa el 82,2% de la demanda total; la de uso humano solamente el 3,66%, la industrial el 0,1% y la demanda piscícola el 14,1%. Por no disponer de un acuerdo binacional, no se ha definido la demanda ecológica.

El balance hídrico define grandes excedentes de agua durante el período enero-julio y déficit en el período seco (principalmente, en septiembre y noviembre).

Hay que destacar que la variabilidad estacional (mensual) de los caudales de la cuenca Catamayo-Chira establece que el 82,6% del recurso hídrico superficial se presenta entre enero y junio, en el año analizado como crítico (1981).

Los indicadores preliminares de disponibilidad hídrica en la cuenca Catamayo-Chira son:

- Demanda anual/oferta 75% anual: 28,50%.
- Demanda anual agricultura/oferta 75% anual: 23,50%.
- Tasa de habitantes con servicio de agua potable: 57,60%.
- Volumen aprovechado de aguas subterráneas/oferta 75% anual: 0,90%.

3

Intervención en páramos y bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas

El sobreuso de suelo, a nivel de la cuenca, determina que en cultivos existe un 3,40%. En la subcuenca Alamor, el sobreuso de suelo en pastos equivale al 6% y en tierras de protección al 20,00%. En la subcuenca Catamayo, el sobreuso de suelo en pastos representa el 10% y en tierras de protección el 10,00%. En la subcuenca La Solana, el sobreuso de suelo en cultivos equivale al 0,20%. En la subcuenca Macará, los sobreusos de suelo se identifican en cultivos con el 9,00% y en tierras de protección con el 8,00%. En la subcuenca Quiroz, el sobreuso de suelo en cultivos es del 27% y en tierras de protección es el 5%.

En las llanuras aluviales de las cuencas de los ríos Chira y sus afluentes, se observa la acumulación de sedimentos de arrastre que forman terrazas, afectando las obras de infraestructura vial, urbana, de riego y a terrenos agrícolas en las márgenes de los ríos; igual situación se observa en las partes bajas de las subcuencas Alamor y Macará. Se evidencian extensas áreas deforestadas en partes altas de las subcuencas Chipillico, Quiroz, Macará, Catamayo y Alamor, donde se generan los procesos erosivos y el arrastre de sedimentos.

4

Deficiencia en la gestión institucional transfronteriza, nacional y/o binacional

La gestión se caracteriza por su debilidad, falta de coordinación y articulación, reducida y deficiente información, y escasa participación, condiciones que han generado y están generando situaciones adversas y deficitarias sobre la disponibilidad (calidad y cantidad) del recurso hídrico y de los recursos relacionados (suelos y bosques).

5

Desbordamientos e inundaciones

Se observa un área de 508,6 km² con alta susceptibilidad a inundaciones, 88,5 km² con susceptibilidad media y 209,6 km² con susceptibilidad baja.

6

Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje

Las zonas ecuatorianas son potencialmente expuestas a sequía. Se establece que el tramo medio del sistema Catamayo-Chira (subcuencas Alamor y tramo bajo-sur de Macará) tiene déficit hídrico anual alto, que varía entre 700 y 900 mm (D'Ercole y Trujillo, 2003).

7

Impacto del cambio climático y variabilidad climática**En Ecuador:**

- De acuerdo con la ubicación de las cuencas transfronterizas, el modelo TL59 prevé un incremento de precipitación de hasta el 10% en tramos bajos de las cuencas, en tanto que en la parte alta no existe variación esperada.
- De acuerdo con el modelo TL59 para la temperatura, se prevé un cambio moderado en tramos bajos de las cuencas (del orden de 0,6-0,8 °C), mientras que en tramos medios y altos la variación está entre 1,0-1,2 °C.
- La temperatura media para las tres (3) cuencas transfronterizas para el período 2011-2014 (solo territorio del Ecuador) presenta un incremento moderado en la zona costera de hasta 1,0 °C y relativa disminución en el área andina.
- La variación de la temperatura a los años 2040, 2070 y 2100 muestra un incremento sostenido pero gradual de la temperatura media anual de hasta 4-4,5 °C, en especial para la zona donde se encuentran las tres (3) cuencas, con los RCP 2,6 (menos severo) y con el RCP 8,5 que genera las condiciones más severas de incremento de temperatura media anual.
- El cambio de las variables del clima para el período 2020-2039 se analiza respecto al período 1980-1999, con las siguientes conclusiones:
 - » Temperatura máxima: incremento sensible en los tramos medios y bajos de las cuencas ecuatorianas e incremento moderado en el tramo superior.
 - » Temperatura mínima: incremento moderado de la temperatura mínima, variando a alta en toda el área.

En Perú:

- Variaciones esperadas de la temperatura mínima para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 3 °C por día y para el escenario RCP 8,5: 2,5-3,5 °C por día.
- Variaciones esperadas de la temperatura máxima para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 3-3,5 °C por día y para el escenario RCP 8,5: 3-4,0 °C por día.
- Variaciones esperadas de la precipitación para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 40% por día y para el escenario RCP 8,5: 45% por día.
- Los impactos del cambio climático esperados para las áreas de las cuencas transfronterizas en el lado peruano, por la presencia de los fenómenos El Niño y La Niña, son:
 - » Mayor nivel del mar durante El Niño.
 - » Lluvias más intensas en la costa durante El Niño.
 - » Calor más extremo en la costa durante El Niño.
 - » Los sistemas con vulnerabilidad al cambio climático en el contexto de las cuencas transfronterizas son ecosistemas y diversidad, recursos hídricos y actividades económicas.
 - » La inseguridad alimentaria es media para la cuenca Piura y responde al hecho de que los cambios o variaciones del clima pueden incidir en la producción agrícola tradicional de las comunidades.

3.2.6. Cuenca transfronteriza Zarumilla

Los problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Zarumilla se ilustran en la tabla 23:

Tabla 23. Problemas identificados y priorizados en la cuenca transfronteriza Zarumilla

| Orden de priorización | Problema |
|-----------------------|---|
| 1 | Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza. |
| 2 | Intervención en bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas. |
| 3 | Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. |
| 4 | Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo, que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda, y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua. |
| 5 | Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje. |
| 6 | Impacto del cambio climático y variabilidad del clima. |
| 7 | Desbordamientos e inundaciones. |

Fuente: Taller Binacional Zarumilla, 2018. Elaboración: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

1 Deficiencia en la gestión institucional transfronteriza, nacional y/o binacional

La gestión se caracteriza por su debilidad, falta de coordinación y articulación, reducida y deficiente información, y escasa participación, condiciones que han generado y están generando situaciones adversas y deficitarias sobre la disponibilidad, en calidad y cantidad, del recurso hídrico y de los recursos relacionados (suelos y bosques).

2 Intervención en bosques nativos, pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas

El sobreuso del suelo se observa en superficies de pastos que sobrepasan aproximadamente en 12% de la superficie con potencial para este uso.

3

Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas

Presencia de coliformes y nutrientes debido a vertimientos de aguas residuales y descargas de lagunas de oxidación ubicadas en Huaquillas, al igual que colapsos de lagunas de oxidación en distritos de Aguas Verdes y Zarumilla.³

En los análisis de muestreos del recurso hídrico realizados en la cuenca, se destacan valores anómalos de hierro, aluminio y manganeso. Los valores de oxígeno disuelto son aceptables en la mayor parte de la cuenca, a excepción de los esteros, donde el valor varía entre 3 a 7 mg/l (ECA = 4 mg/l), dependiendo del período del año (seco o húmedo).

Dentro de las características del recurso hídrico subterráneo, se detectan valores altos de conductividad eléctrica (1,23 mmhos/cm y 3,12 mmhos/cm) para usos agrícolas, la dureza del agua es de naturaleza heterogénea, fluctuando entre 419,0 y 553,4 ppm de CaCO₃ en Quebrada Grande y Tumpis, y entre 3535,7 a 7424,9 ppm de CaCO₃ en Nueva Esperanza. La presencia de coliformes totales y fecales se encuentra dentro de los límites permisibles en ciertos puntos y ligeramente altos en otros puntos de monitoreo (INRENA, 2003).

En el análisis de muestras del río, estero y canal Zarumilla, se registran elementos que exceden el estándar de calidad del agua: Pb total, Ni total, N amoniacal, Fe total y Al total (alto nivel de contaminación orgánica en el estuario y en el canal).⁴

4

Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo que afectan el equilibrio entre la oferta y la demanda y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua

La disponibilidad hídrica con el 75% de probabilidad de excedencia está constituida por recursos superficiales (53,2%), por recursos subterráneos (45,1%) propios de la cuenca del río Zarumilla, y el volumen de agua trasvasado desde el embalse Tahuín (1,7%) que también comprende aguas superficiales.

La demanda hídrica es satisfecha al 100% en el corto período húmedo del año (febrero-abril), en tanto que en los otros meses del año se tiene déficit (mayo-enero), incluso sin considerar el caudal ecológico. Marzo es el mes con mayor volumen de agua.

La variabilidad estacional (mensual) de los caudales del río Zarumilla es muy severa. En 2006, el volumen anual de agua se concentra en apenas tres (3) meses, cuando se presenta el 99,9% del escurrimiento anual.

Según SENAMHI (1981-2010); INAMHI (1981-2010) los indicadores preliminares de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca Zarumilla son los siguientes:

3 PNUD (2015). Documento del Proyecto: Gestión Integrada de Recursos Hídricos de las Cuencas Transfronterizas y Acuíferos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla. Cuadro 9. Problemas transfronterizos, amenazas e impactos ambientales en la cuenca del Zarumilla: 36-37.

4 Ibid.

Demanda anual/oferta 75% anual: 84,90%

- Demanda anual agricultura/oferta 75% anual: 95,00%.
- Tasa de habitantes con servicio de agua potable: 40,10%.
- Volumen aprovechado de aguas subterráneas/oferta 75% anual: 45,10%.

5

Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje

Las zonas ecuatorianas potencialmente expuestas a sequía se debe al déficit hídrico anual en la cuenca del río Zarumilla, que varía entre 1000 y 1200 mm por año en el tramo bajo, y 500-700 mm en las cuencas media y alta (D'Ercole y Trujillo, 2003).

6

Impacto del cambio climático y variabilidad climática

En Ecuador:

- De acuerdo con la ubicación de las cuencas transfronterizas, el modelo TL59 prevé un incremento de precipitación de hasta el 10% en tramos bajos de las cuencas, en tanto que en la parte alta no existe variación esperada.
- De acuerdo con el modelo TL59 para la temperatura, se prevé un cambio moderado en tramos bajos de las cuencas (del orden de 0,6-0,8 °C), mientras que en tramos medios y altos la variación está entre 1,0-1,2 °C.
- La temperatura media para las tres (3) cuencas transfronterizas para el período 2011-2014 (solo territorio del Ecuador) presenta un incremento moderado en la zona costera de hasta 1,0 °C y relativa disminución en el área andina.
- La variación de la temperatura a los años 2040, 2070 y 2100 muestra un incremento sostenido pero gradual de la temperatura media anual de hasta 4-4,5 °C, en especial para la zona en donde se encuentran las tres (3) cuencas, con los RCP 2,6 (menos severo) y con el RCP 8,5 que genera las condiciones más severas de incremento de temperatura media anual.
- El cambio de las variables del clima para el período 2020-2039 se analiza respecto al período 1980-1999, con las siguientes conclusiones:
 - » Temperatura máxima: incremento sensible en los tramos medios y bajos de las cuencas ecuatorianas e incremento moderado en el tramo superior.
 - » Temperatura mínima: incremento moderado de la temperatura mínima, variando a alta en toda el área.

En Perú:

- Variaciones esperadas de la temperatura mínima para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 3 °C por día y para el escenario RCP 8,5: 2,5-3,5 °C por día.

- Variaciones esperadas de la temperatura máxima para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 3-3,5 °C por día y para el escenario RCP 8,5: 3-4,0 °C por día.
- Variaciones esperadas de la precipitación para el período 2016-2065 (con respecto a 1971-2000), para el escenario RCP 4,5: 40% por día y para el escenario RCP 8,5: 45% por día.
- Los impactos del cambio climático esperados para las áreas de las cuencas transfronterizas en el lado peruano, por la presencia de los fenómenos El Niño y La Niña, son:
 - » Mayor nivel del mar durante El Niño.
 - » Lluvias más intensas en la costa durante El Niño.
 - » Calor más extremo en la costa durante El Niño.
 - » Los sistemas con vulnerabilidad al cambio climático en el contexto de las cuencas transfronterizas son ecosistemas y diversidad, recursos hídricos y actividades económicas.
 - » La inseguridad alimentaria es baja para la cuenca Zarumilla.

7

Desbordamientos e inundaciones

Existencia de áreas con susceptibilidad a inundaciones, siendo 13,6 km² con susceptibilidad alta, 26,6 km² con susceptibilidad media y 60,2 km² con susceptibilidad baja.



Inundaciones ciudad de Tumbes, Perú. Fenómeno del Niño 2016-2017.

3.3. Problemas y relaciones de causalidad (relaciones causa-efecto)

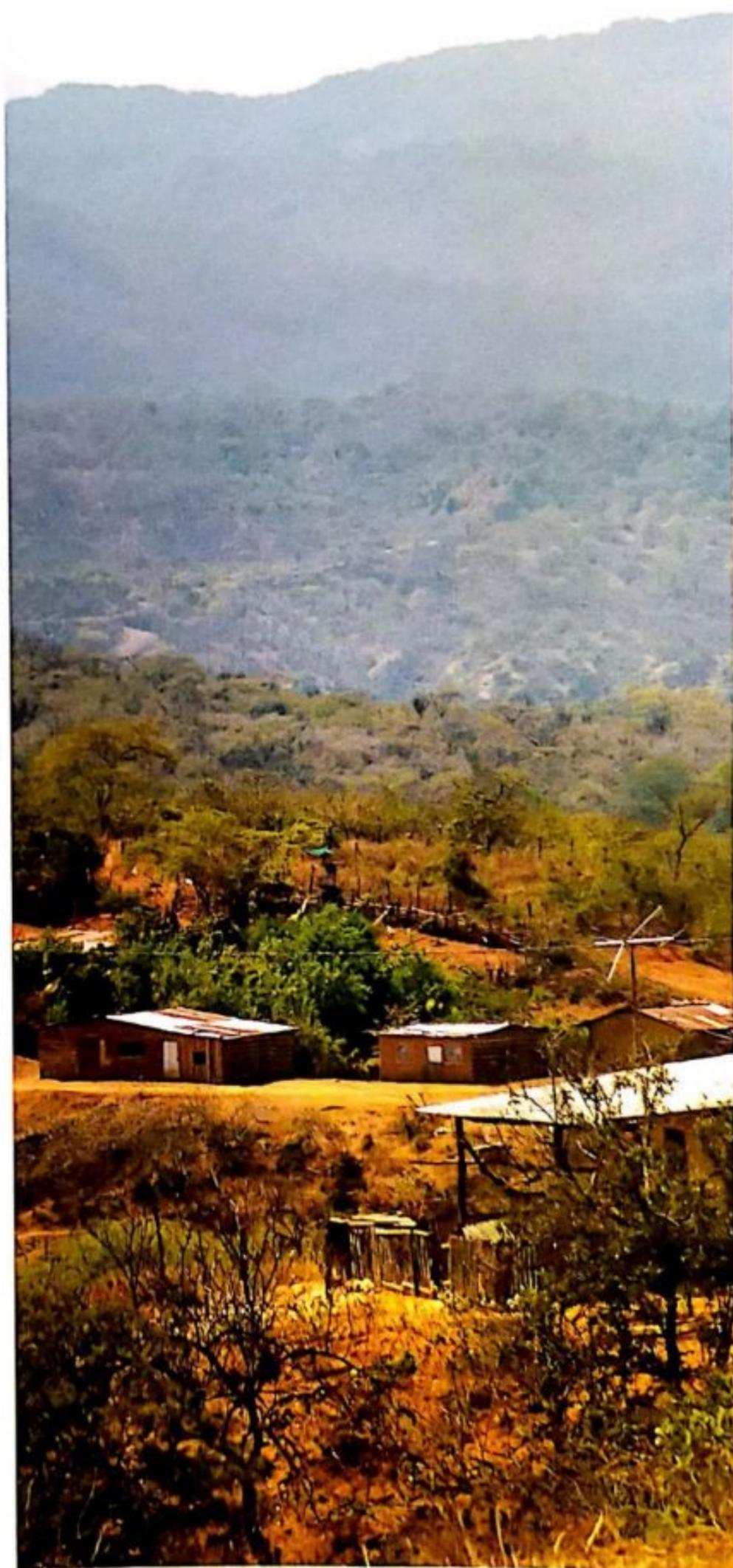
Se establecieron relaciones de causalidad, clasificándose por cada problema identificado, conforme a la percepción general y análisis de ideas relevantes expuestas por los actores involucrados, para ello se utilizaron las siguientes categorías de causas según el "Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní. Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT)", expedito en Montevideo, el 29 de marzo de 2007:

- Causas directas primarias (técnicas, naturales).
- Causas indirectas secundarias (económico-gerenciales).
- Causas indirectas terciarias o causa raíz (institucionales).
- Causas fundamentales o causa raíz (sociopolíticas y culturales).

Las dos últimas causas se denominan causas raíz, en razón de que se encuentran en la raíz de la cadena del problema crítico transfronterizo, según las causas fundamentales, terciarias, secundarias y primarias.

Las causas deben ser consideradas de manera integral y no línea por línea, para la correcta interpretación y análisis de la problemática. Las líneas de relaciones de causalidad se presentan en diferente color, para que no existan confusiones al momento de leer las relaciones entre las causas.

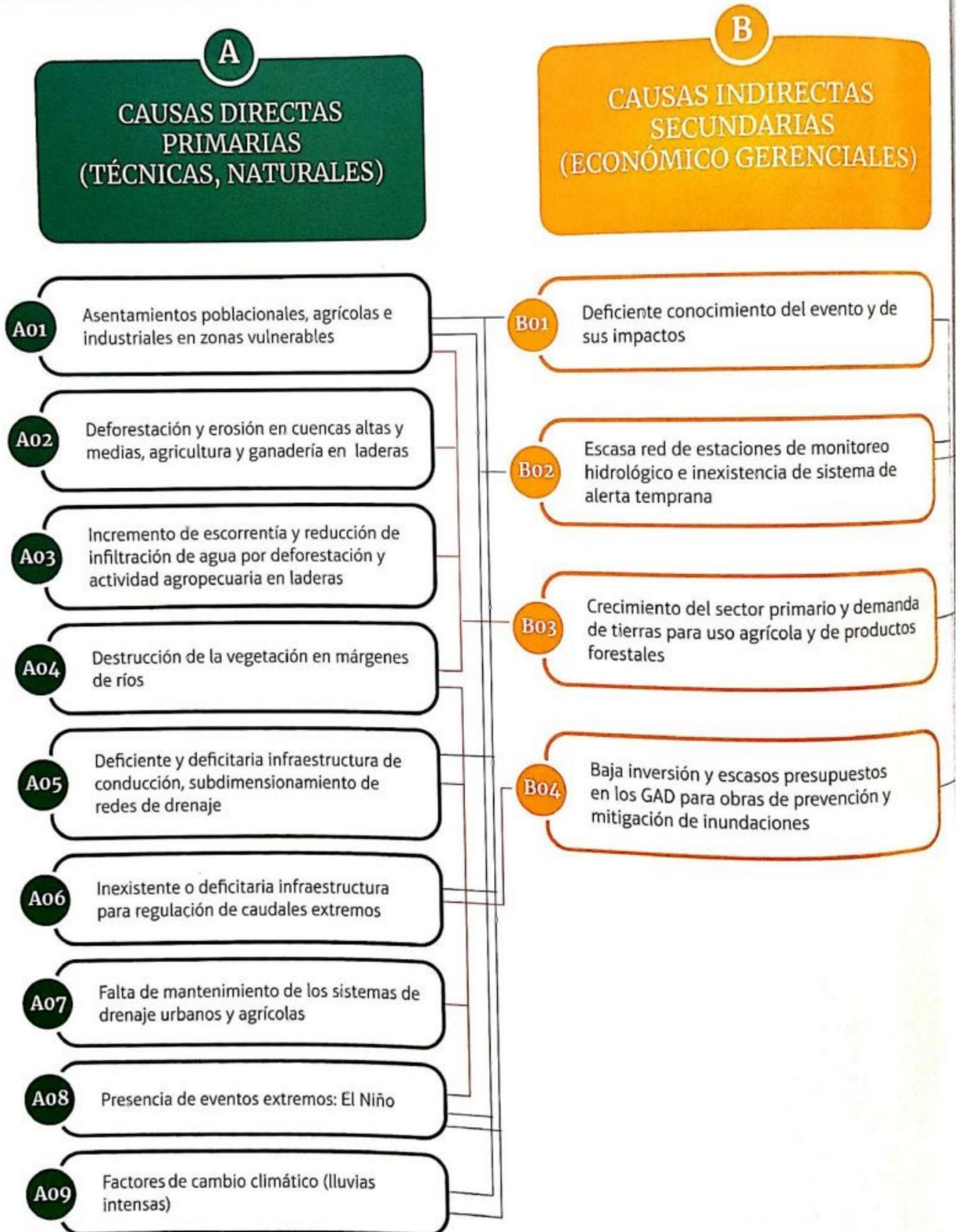
Dada la similitud de ocurrencia de problemas en las tres (3) cuencas transfronterizas, así como de sus relaciones de causalidad, se presenta una red de causalidad aplicable a las tres cuencas analizadas: Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla.



La Capitana - Tumbes, Perú

Problema:

Desbordamientos e inundaciones



C

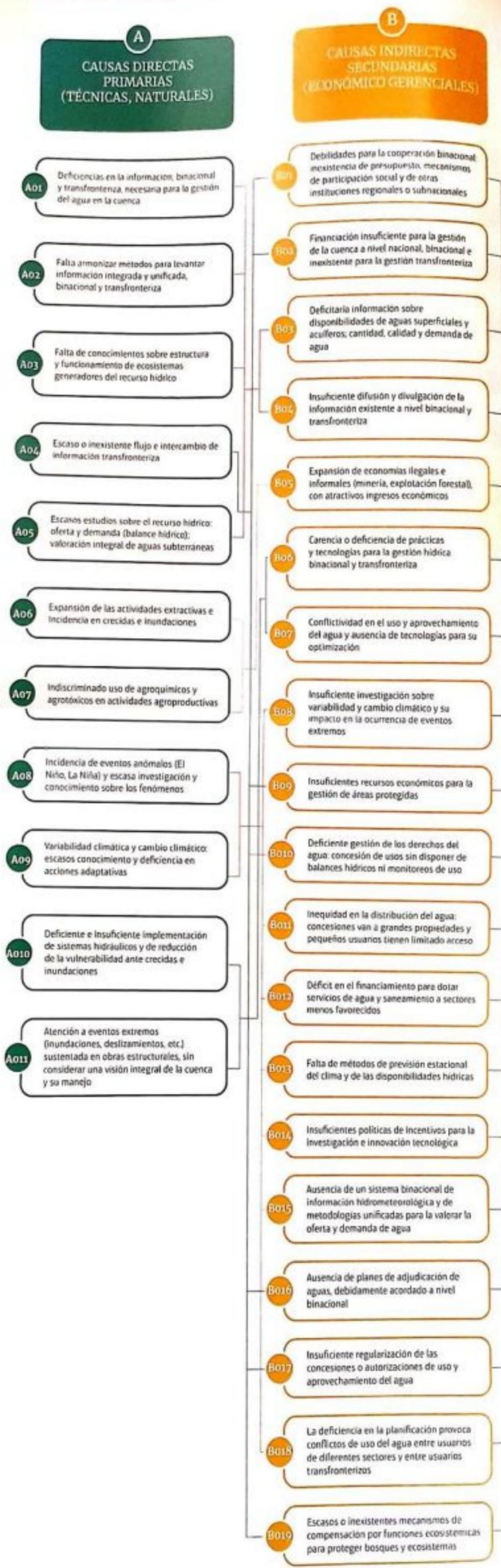
**CAUSAS INDIRECTAS
TERCIARIAS
(INSTITUCIONALES)
CAUSAS RAÍZ**

- C01** Inobservancia de normas de protección de bosques, ecosistemas nativos y recursos naturales
- C02** Escaso control y débil articulación institucional para vigilar y sancionar los delitos ambientales
- C03** Abundancia de normativas y debilidad en las políticas para protección de ecosistemas naturales y ambiente
- C04** Debilidad institucional para implementar POT
- C05** Ausencia de planes de protección forestal, manejo de cuenca a nivel binacional y transfronterizo
- C06** Debilidad institucional para aplicar políticas y planes forestales
- C07** Escasos incentivos estatales para promoción de alternativas productivas sostenibles
- C08** Debilidad institucional para promoción de tecnologías y sistemas productivos sostenibles
- C09** Ausencia de planes estatales de conservación de suelos y control de la erosión

D

**CAUSAS FUNDAMENTALES
(SOCIO POLITICAS
CUTURALES)
CAUSAS RAÍZ**

- D01** Pobreza rural, deficitaria oferta laboral y reducidas alternativas económicas sostenibles
- D02** Deficitarias capacidades institucionales en los organismos públicos del sector hídrico
- D03** Deficiente política educativa a la comunidad. Falta de programas de capacitación y educación a la comunidad con enfoque de cuenca
- D04** Escasa participación de la comunidad como actor social en el manejo de la cuenca
- D05** Inexistente participación de la mujer en la gestión de la cuenca
- D06** Modelos económicos extractivos dominantes
- D07** Políticas económicas y sociales no corresponden a las expectativas y necesidades poblaciones locales
- D08** Deficiente o escasa aplicación de las políticas públicas ambientales
- D09** Baja presencia estatal



C
**CAUSAS INDIRECTAS
 TERCARIAS
 (INSTITUCIONALES)
 CAUSAS RAÍZ**

- Co1** Deficiencias para la gobernabilidad y gobernanza de la cuenca a nivel binacional y transfronteriza: débil voluntad política y ausencia de un organismo para la gestión conjunta
- Co2** Falta de una base normativa para la integración y desarrollo de una entidad de gestión conjunta binacional y transfronteriza
- Co3** Debilidades en la profesionalización del personal de las entidades rectoras en la gestión del recurso hídrico, asistencia técnica y capacitación
- Co4** Debilidad de los concejos de Cuenca para implementar programas de gestión transfronteriza
- Co5** Ausencia de acciones integrales y conjuntas para el uso sustentable de recursos naturales, respuesta a eventos extremos y cambio climático
- Co6** Ausencia de visión de cuenca en las intervenciones de los diferentes niveles de gobierno
- Co7** Fragilidades para la gestión de aguas transfronterizas: institucional, participación y falta de un proyecto común, para que el agua sea un elemento de integración
- Co8** Debilidades para la cooperación binacional transfronteriza: débil capacidad institucional, acuerdos sin cumplimientos; acuerdos muy generales, sin reglamentos sobre el uso compartido
- Co9** Fragilidad de los mecanismos de integración: acuerdos no garantizan la gestión compartida de las aguas, no existe participación de la sociedad civil y de actores directamente afectados por las decisiones sobre los recursos hídricos compartidos y grupos sociales marginados
- Ci10** Falta efectivizar y armonizar políticas de ordenamiento territorial y de planificación del uso del suelo a nivel binacional y transfronterizo
- Ci11** Ausencia de promoción estatal sobre la gestión integrada de recursos hídricos
- Ci12** Insuficiente descentralización administrativa para la toma de decisiones. Limitada capacidad de decisión de los gobiernos locales
- Ci13** Debilidad institucional para la supervisión control y seguimiento de delitos contra el ambiente y el agua
- Ci14** Cambios políticos y reestructuras en instituciones relacionadas con la gestión hídrica. Rotación o cambios frecuentes del personal profesional especializado
- Ci15** Funciones de gestión dispersas, se duplican, en otras no hay responsables o se evaden responsabilidades
- Ci16** Sistemas de información hidrológico concentrados en instituciones sin articular con los entes rectoras del agua. Sistema de información de calidad del agua no estructurado, información dispersa e incompleta
- Ci17** La infra-estructura de canales, muros de protección, encauzamientos, forestación con fines de protección hidrológica, no están bajo responsabilidad de los entes rectoras del agua
- Ci18** Autoridades ambientales y del agua sin una estructura para el control efectivo. Limitan sus funciones al establecimiento de normas

D
**CAUSAS FUNDAMENTALES
 (SOCIO POLITICAS
 CULTURALES)
 CAUSAS RAÍZ**

- Do1** Escasa o ausencia de participación ciudadana, de los actores y usuarios del agua
- Do2** Débil cultura de la comunidad sobre el cuidado, protección, acceso, uso y aprovechamiento del agua y de la importancia del enfoque de género en las decisiones
- Do3** Insuficiente educación ambiental en todos los niveles formativos, no permite fortalecer la conciencia y sensibilización ambiental en la población
- Do4** Usos y costumbres inadecuadas de los recursos naturales por parte de la comunidad
- Do5** Frágil control social y entendimiento social sobre la gestión del agua
- Do6** Debilidad en la organización de la comunidad y actores sociales y en las capacidades locales
- Do7** Presión sobre el recurso hídrico y servicios básicos por crecimiento demográfico y migración
- Do8** Presiones debido a modelo económico extractivista predominante en la cuenca
- Do9** Presiones debido a pobreza, desempleo y falta de alternativas económicas para la comunidad
- Do10** Débil presencia estatal en la zona de frontera

C
**CAUSAS INDIRECTAS
 TERCARIAS
 (INSTITUCIONALES)
 CAUSAS RAÍZ**

- C01** Deficiencias para la gobernabilidad y gobernanza de la cuenca a nivel binacional y transfronteriza: débil voluntad política y ausencia de un organismo para la gestión conjunta
- C02** Falta de una base normativa para la integración y desarrollo de una entidad de gestión conjunta binacional y transfronteriza
- C03** Debilidades en la profesionalización del personal de las entidades rectoras en la gestión del recurso hídrico, asistencia técnica y capacitación
- C04** Debilidad de los concejos de Cuenca para implementar programas de gestión transfronteriza
- C05** Ausencia de acciones integrales y conjuntas para el uso sustentable de recursos naturales, respuesta a eventos extremos y cambio climático
- C06** Ausencia de visión de cuenca en las intervenciones de los diferentes niveles de gobierno
- C07** Fragilidades para la gestión de aguas transfronterizas, institucional, participación y falta de un proyecto común, para que el agua sea un elemento de integración
- C08** Debilidades para la cooperación binacional transfronteriza: débil capacidad institucional, acuerdos sin cumplimientos, acuerdos muy generales, sin reglamentos sobre el uso compartido
- C09** Fragilidad de los mecanismos de Integración: acuerdos no garantizan la gestión compartida de las aguas; no existe participación de la sociedad civil y de actores directamente afectados por las decisiones sobre los recursos hídricos compartidos y grupos sociales marginados
- C10** Falta efectivizar y armonizar políticas de ordenamiento territorial y de planificación del uso del suelo a nivel binacional y transfronterizo
- C11** Ausencia de promoción estatal sobre la gestión integrada de recursos hídricos
- C12** Insuficiente descentralización administrativa para la toma de decisiones. Limitada capacidad de decisión de los gobiernos locales
- C13** Debilidad institucional para la supervisión control y seguimiento de delitos contra el ambiente y el agua
- C14** Cambios políticos y reestructuras en instituciones relacionadas con la gestión hídrica. Rotación o cambios frecuentes del personal profesional especializado
- C15** Funciones de gestión dispersas, se duplican; en otras no hay responsables o se evaden responsabilidades
- C16** Sistemas de información hidrológico concentrados en instituciones sin articular con los entes rectores del agua. Sistema de información de calidad del agua no estructurado; información dispersa e incompleta
- C17** La infraestructura de canales, muros de protección, encauzamientos, forestación con fines de protección hidrológica, no están bajo responsabilidad de los entes rectores del agua
- C18** Autoridades ambientales y del agua sin una estructura para el control efectivo: limitan sus funciones al establecimiento de normas

D
**CAUSAS FUNDAMENTALES
 (SOCIO POLITICAS
 CULTURALES)
 CAUSAS RAÍZ**

- D01** Escasa o ausencia de participación ciudadana, de los actores y usuarios del agua
- D02** Débil cultura de la comunidad sobre el cuidado, protección, acceso, uso y aprovechamiento del agua y de la importancia del enfoque de género en las decisiones
- D03** Insuficiente educación ambiental en todos los niveles formativos, no permite fortalecer la conciencia y sensibilización ambiental en la población
- D04** Usos y costumbres inadecuadas de los recursos naturales por parte de la comunidad
- D05** Frágil control social y entendimiento social sobre la gestión del agua
- D06** Debilidad en la organización de la comunidad y actores sociales y en las capacidades locales
- D07** Presión sobre el recurso hídrico y servicios básicos por crecimiento demográfico y migración
- D08** Presiones debido a modelo económico extractivista predominante en la cuenca
- D09** Presiones debido a pobreza, desempleo y falta de alternativas económicas para la comunidad
- D10** Débil presencia estatal en la zona de frontera

Problema:

Impacto del cambio climático y variabilidad del clima

A

CAUSAS DIRECTAS PRIMARIAS (TÉCNICAS, NATURALES)

A01

Disminución de la disponibilidad hídrica e intensificación de los extremos hidrometeorológicos (crecidas y sequías)

A02

Ocurrencia de los fenómenos El Niño y La Niña (crecidas e inundaciones, y estiajes)

A03

Infraestructura de abastecimiento insuficiente y sensible a eventos extremos

B

CAUSAS INDIRECTAS SECUNDARIAS (ECONÓMICO GERENCIALES)

B01

Crecimiento del sector primario, demanda de tierras agrícolas y de productos forestales

B02

Sistemas agrícolas tradicionales y no optimización del uso y aprovechamiento del agua

B03

Incremento de la demanda de agua, especialmente del sector riego

B04

Oportunidad de negocios fronterizos con productos agrícolas

B05

Baja inversión y escaso presupuesto en los gobiernos locales para obras de prevención y mitigación

B06

Escaso conocimiento técnico de las causas y efectos de las sequías y estiajes

B07

Inexistencia de sistemas regionales integrados de abastecimiento de agua para riego

C

**CAUSAS INDIRECTAS
TERCIARIAS
(INSTITUCIONALES)
CAUSAS RAÍZ**

C01

Debilidad institucional para desarrollar y aplicar los planes de ordenamiento territorial que considere el CC y el riesgo

C02

Inexistente o débil integración binacional y en particular sobre GIRH

C03

Insuficiente articulación y coordinación entre instituciones sectoriales para la gestión del agua

C04

Insuficiente capacidad técnica para gestionar y ordenar el uso del agua y menos en crisis

C05

Escaso apoyo al monitoreo hidrometeorológico e hidrogeológico

C06

Escaso soporte investigativo sobre sequías, estiajes, CC y previsiones del clima

D

**CAUSAS FUNDAMENTALES
(SOCIO POLITICAS
CUTURALES)
CAUSAS RAÍZ**

D01

Pobreza y expansión urbana. Crecimiento demográfico y migración a centros urbanos

D02

Escasa educación ambiental, sobre CC y de riegos a la población

D03

Débil presencia del estado en zonas de frontera

Problema:

Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje

A

CAUSAS DIRECTAS PRIMARIAS (TÉCNICAS, NATURALES)

A01

Disminución o agotamiento de los recursos hídricos superficiales y subterráneos

A02

Reducción de la capacidad de infiltración de los suelos por cambio en su uso o sobrepastoreo

A03

Disminución de las áreas de recarga de los acuíferos superficiales

A04

Sobreexplotación de las aguas subterráneas y reducción de los niveles freáticos

A05

Inexistencia o baja capacidad de regulación estacional de caudales y de reservas de agua

A06

Infraestructura de abastecimiento inadecuada para operar en sequías y estiajes

B

CAUSAS INDIRECTAS SECUNDARIAS (ECONÓMICO GERENCIALES)

B01

Crecimiento del sector primario, demanda de tierras agrícolas y de productos forestales

B02

Escaso presupuesto en los gobiernos locales para diseñar e implementar medidas de mitigación para los estiajes

B03

Baja influencia de los sistemas regionales integrados de abastecimiento de agua para riego

B04

Baja inversión del sector privado productivo en obras de mitigación para los estiajes

B05

Escaso desarrollo tecnológico de gestión durante sequías y estiajes

C

**CAUSAS INDIRECTAS
TERCIARIAS
(INSTITUCIONALES)
CAUSAS RAÍZ**

C01

Debilidad institucional para desarrollar y aplicar los planes de ordenamiento territorial

C02

Inexistente o débil gestión binacional sobre GIRH

C03

Insuficiente articulación y coordinación entre instituciones sectoriales para la gestión del agua

C04

Insuficiente capacidad técnica para gestionar y ordenar el uso del agua y menos en crisis

C05

Escaso desarrollo investigativo sobre sequías y estiajes

D

**CAUSAS FUNDAMENTALES
(SOCIO POLITICAS
CUTURALES)
CAUSAS RAÍZ**

D01

Pobreza y expansión urbana. Crecimiento demográfico y migración a centros urbanos

D02

Asentamientos poblacionales, agrícolas e industriales en zonas con limitada disponibilidad hídrica

D03

Escasa educación ambiental y de riegos a la población

D04

Débil presencia del estado en zonas de frontera

Problema:

Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo que afectan el equilibrio entre la oferta y la demanda y escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua



C

**CAUSAS INDIRECTAS
TERCIARIAS
(INSTITUCIONALES)
CAUSAS RAÍZ**

C01

Baja cooperación y articulación transfronteriza binacional para la gestión adecuada del recurso hídrico

C02

Debilidad y poca articulación de las instituciones rectoras y autoridades del agua para controlar y hacer cumplir las normativas y estándares de calidad ambiental, del recurso hídrico y prevención de la salud

C03

Débil y escasa aplicación de sanciones por incumplimiento de normas de cobertura de servicios de agua potable, no existe un sistema tarifario en las cuencas transfronterizas

C04

Deficitario y escaso control institucional sobre las actividades que degradan el agua, el vertimiento de desechos y la extracción de áridos

C05

Débil organización de regantes

D

**CAUSAS FUNDAMENTALES
(SOCIO POLITICAS
CUTURALES)
CAUSAS RAÍZ**

D01

Debilidad en la implementación de políticas en las cuencas binacionales para el abastecimiento sectorial del agua

D02

Débil presencia estatal en las comunidades binacionales fronterizas

D03

Poco interés y prioridad de los grupos políticos y sociales por el problema de un inadecuado sistema de abastecimiento de agua, las tarifas son políticas y no técnicas

D04

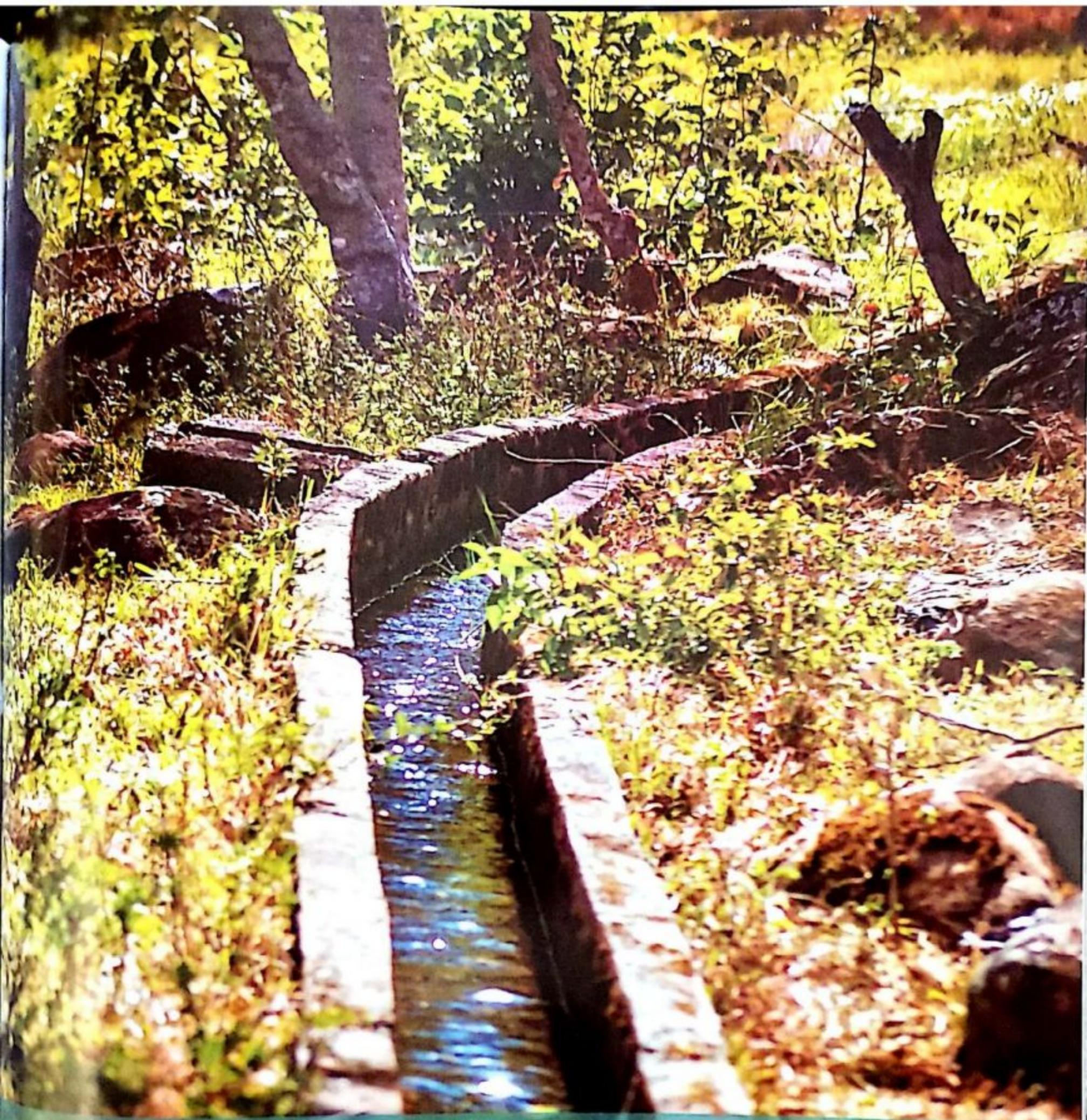
Escaso nivel de educación ambiental y de cultura del agua en las comunidades locales.

Programa de Acción Estratégica - PAE



Razones porque se desarrolló el PAE

- Suministro variable de agua que es esencial para el desarrollo socioeconómico de las tres cuencas transfronterizas y la integridad de sus ecosistemas.
- Por la sobreexplotación, la contaminación y la gestión ineficiente, así como por la variabilidad climática y el cambio climático relacionado al recurso hídrico.
- Por la necesidad de brindar atención a la integración de preocupaciones por las aguas superficiales y subterráneas, así como manifestaciones extremas de la variabilidad y cambio climático en las tres cuencas transfronterizas.
- Para mejorar los esfuerzos binacionales de Perú y Ecuador para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos Transfronterizos (GIRHT).



1

Desafíos y oportunidades

1.1. Desafíos

Existen preocupaciones en torno a la gestión del agua que comparten las cuencas transfronterizas, al igual que una visión general sobre los elementos de acción que deben adoptarse para resolver los problemas existentes y que constituyen desafíos comunes, con relación al aprovechamiento de los recursos hídricos, los que se analizan a continuación:

Con relación a instrumentos legales para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos Transfronterizos (GIRHT):

- Desarrollar políticas binacionales orientadas a la gestión integrada de los recursos hídricos.
- Implementar procesos de modernización de la legislación hídrica de los dos países en el marco de leyes existentes.

Con relación a la institucionalidad para la GIRHT:

- Promover el fortalecimiento de la institucionalidad vigente relacionada con el recurso hídrico mediante mecanismos, procedimientos, normas jurídicas e instrumentos económicos para favorecer la coordinación, articulación y arreglos institucionales.
- Consolidar la institucionalidad transfronteriza que permita implementar la GIRH en las cuencas hidrográficas, tomando en cuenta el PAE.

Con relación a la contaminación y oferta del recurso hídrico:

- Reducir las actividades degradativas en las cuencas (tala de bosques, agricultura y ganadería extensiva, minería, industrias sin tecnología, etc.), que afectan la calidad del recurso hídrico.
- Asegurar la oferta hídrica en las cuencas transfronterizas, a través de la conservación de fuentes naturales de los recursos hídricos.
- Asegurar el abastecimiento de agua potable y mejorar la cobertura de saneamiento

en las cuencas, al igual que para riego y otros usos.

- Desarrollar infraestructura para regular y mejorar el aprovechamiento del recurso hídrico y sus bienes asociados.

Con relación a la calidad del agua:

- Proteger las fuentes de agua superficial y subterránea de las cuencas transfronterizas, para reducir los problemas de contaminación que inciden en la salud de la población, el ambiente y en la disponibilidad de agua para los diferentes usos.
- Impulsar capacidades técnicas y administrativas en las entidades y organizaciones vinculadas a la GIRH para que ejerzan control sistemático de la calidad del agua superficial y subterránea.
- Asegurar la calidad del agua superficial y subterránea mediante parámetros y metodologías homologadas para la evaluación de la calidad del agua en las cuencas.

Con relación a los riesgos hidrológicos vinculados al recurso hídrico:

- Reducir la exposición a riesgos hidrológicos que amenazan a las poblaciones, áreas productivas e infraestructura.

Con relación al conocimiento e información para la GIRHT:

- Disponer un sistema de información binacional, que contribuya a establecer programas de medición (red hidrometeorológica) y monitoreo de la calidad del recurso hídrico y desarrollo de pronósticos en las cuencas.

Con relación a la participación social para la GIRHT:

- Consolidar la participación de actores y usuarios del agua de las cuencas, sobre la base de la cooperación y el diálogo.

Con relación a la sensibilización de la población y actores sociales:

- Asegurar que la población y autoridades sensibilizadas en la GIRH puedan hacer frente a los efectos de la reducción y degradación de los recursos hídricos, y adquirir mayor conciencia sobre el valor del agua.
- Instaurar la cultura del agua en la población y autoridades para hacer frente a la reducción de la disponibilidad y oferta del recurso hídrico generado por la contaminación.

Con relación a la tecnología, capacitación e investigación para la GIRHT:

- Promover la adopción de tecnologías limpias para mejorar el desempeño ambiental y, al mismo tiempo, aprovechar las ventajas comparativas y competitivas de las cuencas en cuanto a sus recursos naturales, especialmente el agua.

- Contar con programas de educación y capacitación dirigido a planificadores y usuarios del agua que aborden las nuevas concepciones de la GIRH.
- Promover programas de investigación en recursos hídricos en coordinación con la academia (universidades, institutos de investigación, desarrollo tecnológico y otros vinculados), orientados a la resolución de las necesidades en las cuencas.

Con relación a los aspectos sociales, de género, intergeneracional e interculturalidad:

- Reforzar las políticas del agua con acciones orientadas al desarrollo rural y reducción de la pobreza, teniendo en cuenta la asignación del recurso hídrico entre sus usos y usuarios del agua.
- Afianzar la participación de las mujeres y jóvenes en la implementación de las acciones de la GIRH.
- Promover las prácticas ancestrales en el uso del recurso hídrico y de los recursos naturales en las cuencas.

1.2. Oportunidades

- Existe voluntad política entre las repúblicas del Perú y Ecuador para desarrollar la GIRH.
- Existencia de marco legal, mecanismos e iniciativas binacionales que favorecen la GIRH.
- Interés nacional por garantizar el cumplimiento de las normativas del agua y extenderlas al nivel binacional.
- Interés internacional y nacional en inversiones en materia de recursos hídricos, modernización de la gestión del agua y desarrollo de infraestructura relacionada con aplicación de nuevas tecnologías.
- Existe voluntad política y técnica para implementar acciones orientadas a mejorar la calidad y cantidad de los recursos hídricos a nivel binacional.
- Existencia de instrumentos de planificación para la gestión y el manejo eficiente de los recursos hídricos en GIRH.
- Interés por adoptar y promover la cultura del agua e impulsar la participación activa de todos los actores y usuarios en la GIRH.
- El desarrollo de tecnologías contribuye al manejo de los recursos hídricos.

- La influencia del fenómeno El Niño favorece la disponibilidad hídrica, a través del aumento de escurrimiento superficial y recarga de acuíferos, además del desarrollo de vegetación arbustiva.
- Creciente interés por una política agraria asociada a buenas prácticas para el mantenimiento de suelos y bosques, lo que mejora la disponibilidad de aguas y favorece la biodiversidad.
- Interés para la aplicación de medidas de adaptación a la variabilidad climática y al cambio climático.



2

Descripción de las necesidades identificadas
y su respuesta a la política binacional

El objetivo de este acápite es proporcionar lineamientos de política identificados, discutidos y consensuados entre las autoridades rectoras del agua de Ecuador (SENAGUA) y Perú (ANA), instituciones vinculadas con el recurso hídrico y la participación de los actores, considerando sus facultades y perspectivas en el marco de "Formulación del Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y del Programa de Acción Estratégica (PAE) para las cuencas y acuíferos transfronterizos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla".

Las necesidades identificadas para proporcionar respuestas políticas binacionales se desarrollaron con el análisis de elementos como:

- Normativa nacional y binacional sobre GIRH.
- Políticas públicas explícitas e implícitas incorporadas en los ordenamientos jurídicos del Ecuador, Perú y a nivel binacional.
- Instrumentos de planificación nacional y local.
- Instrumentos internacionales en el marco del derecho internacional, agendas y compromisos internacionales.
- Problemática de la GIRH en las cuencas transfronterizas de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla.

La estructuración, identificación y consecuente propuesta de los lineamientos de política consideró los problemas validados por los actores en las tres cuencas:

- Deficiencia en la gestión institucional nacional, binacional y transfronteriza.
- Pérdida de suelo en laderas y disminución de las recargas de aguas subterráneas.
- Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- Insuficiente disponibilidad de agua y disminución de los caudales naturales en el tiempo —que afectan al equilibrio entre la oferta y la demanda—.
- Escasa disponibilidad de infraestructura hidráulica para el acceso al agua.

- Sequías hidrológicas y caudales bajos en estiaje.
- Impacto del cambio climático y variabilidad del clima.
- Desbordamientos e inundaciones.

Además, se consideró un análisis crítico de las políticas públicas, de los ordenamientos jurídicos nacionales y binacionales, al igual que de los instrumentos de planificación, lo que permitió identificar que existen varios instrumentos que contienen políticas sobre GIRH, principalmente en el ámbito institucional, los cuales establecen directrices para el ejercicio de competencias, la conservación y el uso sostenible de los recursos hídricos, y un modelo de gestión para la planificación nacional y local.

Del análisis efectuado, se evidenció que, en materia de GIRH en cuencas transfronterizas, el Perú cuenta con políticas, estrategias y planes dentro de los cuales se establecen, de forma expresa, lineamientos políticos para promover la GIRH en cuencas y acuíferos transfronterizos. En cuanto a las políticas y planes ecuatorianos, a pesar de que el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 contempla una directriz genérica relativa a la GIRH en cuencas transfronterizas, los otros lineamientos de política comprendidos en los planes y normativa nacionales no contienen directrices específicas en esta materia.

A nivel binacional, las políticas se encuentran en los mecanismos e instrumentos bilaterales suscritos entre Ecuador y Perú, tales como "Acuerdo entre la República del Perú y la República del Ecuador para el establecimiento de la Comisión Binacional para la GIRH de la cuenca transfronteriza Zarumilla y "Acuerdo que establece la Comisión Binacional para las cuencas hidrográficas transfronterizas entre la República del Perú y la República de Ecuador", los mismos que, en el régimen institucional, establecen la interacción entre la Comisión Binacional y las Secciones Nacionales o Secretaría Técnica, y, a la vez, constituyen a las secciones como los órganos técnicos que propondrían los lineamientos de política a la Comisión.

Se identificaron necesidades en las políticas sobre GIRH en las cuencas transfronterizas en ámbitos como:

- Manejo de información, riesgos, planes y proyectos.
- Participación ciudadana.
- Fortalecimiento del talento humano.
- Entre otros.

De la misma manera, se identificaron varias oportunidades de mejora normativa como respuestas de política binacional, así:

- Incorporación de la óptica de derechos en la GIRH.
- Regulaciones sobre el manejo de información sobre la GIRH.
- Regulaciones sobre gestión compartida de riesgos.
- Regulaciones de conservación in situ de las cuencas transfronterizas.

Por otro lado, en la normativa referente a GIRH en cuencas transfronterizas existen instrumentos internacionales que forman parte de los ordenamientos jurídicos nacionales que influyen en la GIRH, principalmente, en temática ambiental. La legislación binacional sobre la GIRH en cuencas transfronterizas tiene elementos de gestión ambiental, usos de recursos hídricos transfronterizos de manera coordinada, articulada y sustentable, lo que crea, para dicho efecto, una institucionalidad dirigida a la gestión de las cuencas transfronterizas entre Ecuador y Perú. En la legislación peruana existen mayores referencias a la GIRH para este ámbito, desde una perspectiva de cumplimiento de convenios internacionales y de fortalecimiento de las relaciones bilaterales. Por el contrario, en la legislación ecuatoriana es necesaria una referencia más explícita sobre GIRH en las cuencas transfronterizas.

Sobre la base de los análisis y de la problemática, se identificaron los enfoques generales que deben contener los lineamientos de política sobre GIRH, como referentes adaptables al lineamiento de política; estos son:

- Prevención de la contaminación de recursos hídricos y recuperación de recursos afectados.
- Conservación de los recursos hídricos y ecosistemas asociados en las cuencas hidrográficas transfronterizas para, de esta manera, garantizar la previsión y asignación confiable de agua en calidad, cantidad y seguridad.
- Prevención de la contaminación y conservación de los recursos hídricos.
- Recuperación del patrimonio natural para la adaptación y mitigación del cambio climático.
- Prevención de riesgos naturales y recuperación de áreas afectadas.
- Reducción de impactos por inundaciones.
- Coordinación, cooperación, fortalecimiento institucional e interinstitucional.

Bajo la consideración de los elementos enunciados, y a través de la discusión y consenso entre las respectivas autoridades del agua de Ecuador y Perú, se identificaron cuatro (4) líneas de políticas que abarcan ámbitos de calidad de los recursos hídricos de las cuencas transfronterizas; adaptación y mitigación del cambio climático, incorporando el enfoque de gestión de riesgos asociados a la GIRH; fortalecimiento institucional, aplicando enfoques y principios de equidad de género, pluriculturalidad e intergeneracionalidad; participación ciudadana y tutela de grupos vulnerables, y conservación de recursos hídricos en las cuencas transfronterizas mediante la generación de instrumentos de conservación in situ, recuperación, entre otros.

Los lineamientos de política para la GIRH como respuesta política binacional identificadas son los siguientes:

- Gestión de la cantidad y la calidad de los recursos hídricos de las cuencas y acuíferos transfronterizos, mediante procesos de regulación, control, conservación y protección.
- Desarrollo de mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos de cambio climático en las cuencas y acuíferos

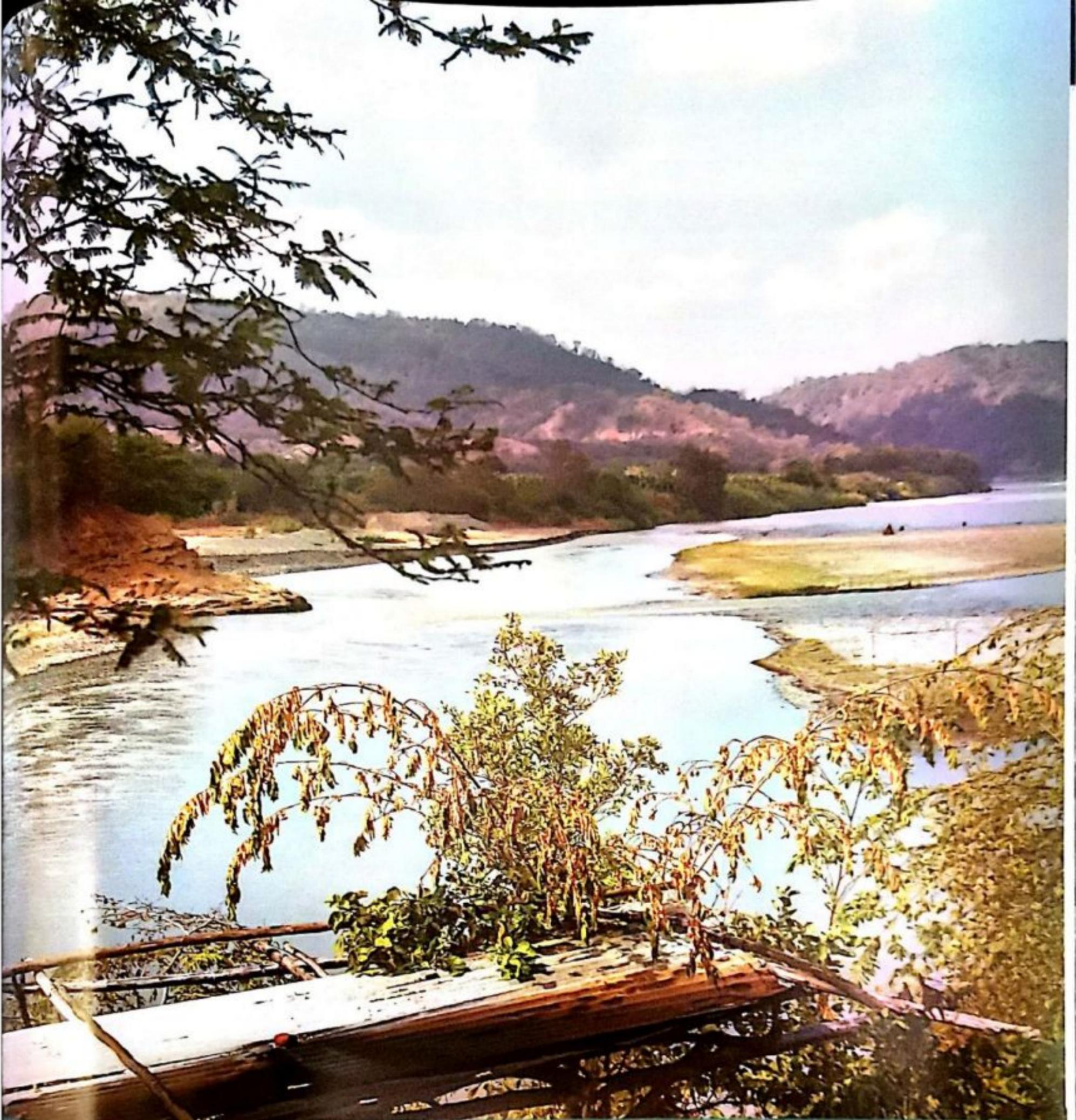
- transfronterizos, gestionando los riesgos asociados.
- Fortalecimiento de la institucionalidad binacional para garantizar la gestión integrada-integral de los recursos hídricos en las cuencas y acuíferos transfronterizos, mediante la participación de los diferentes niveles de gobierno, de los usuarios de los recursos hídricos y de la comunidad en general, poniendo énfasis en el enfoque de género, de interculturalidad y de participación de grupos vulnerables.

- Promoción del uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en las cuencas transfronterizas.

Los lineamientos de política, con sus objetivos, tienen concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y responden a las visiones compartidas de las tres cuencas, además una articulación entre agendas internacionales, normativa y política, visión compartida y lineamientos de política para la GIRH en las cuencas transfronterizas.



Taller análisis situacional, definición de líneas de acción e identificación de iniciativas de gestión en la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes, 18 y 19 de octubre de 2018, Tumbes, Perú.



3

Planeamiento estratégico



3.1. Cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes

Visión de la cuenca

Los actores de la mencionada cuenca, de manera conjunta, desarrollaron una visión a 2028, que se detalla a continuación:

Visión

“Una cuenca hidrográfica transfronteriza a 2028, con gestión binacional e integral de los recursos hídricos, con sistemas innovadores técnicos, sociales y participativos, con énfasis en el control de la contaminación, en la mitigación de desbordamientos e inundaciones y en la conservación de los ecosistemas naturales generadores de agua para el desarrollo de la población”.

Fuente: Taller binacional de Fase I, cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes, Huaquillas, 2018.

El PAE desarrollado en el presente documento considera el reconocimiento de esta visión.

Objetivos generales

Producto del análisis efectuado a la problemática en la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes, visión y lineamientos de política por parte de los actores clave que intervinieron en los talleres participativos, llevados a cabo

dentro del proceso ADT-PAE y en el proceso de validación y revisión, se definieron cuatro (4) objetivos generales. Cada uno de ellos busca resolver problemas prioritarios:

| Objetivos generales | |
|---------------------|---|
| OG-1. | Gestionar la calidad y la cantidad de los recursos hídricos de la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes. |
| OG-2. | Promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca. |
| OG-3. | Fortalecer e implementar la institucionalidad binacional que garantice la gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca. |
| OG-4. | Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en la cuenca. |

Al respecto, los actores señalaron que:

Objetivo general 1: gestionar la calidad y la cantidad de los recursos hídricos de la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes

Frente a dos problemas relevantes en la cuenca transfronteriza, se planteó:

1. La alteración de las características físico-químicas y/o biológicas del recurso hídrico.
2. La escasa disponibilidad de agua superficial y subterránea para satisfacer la demanda hídrica.

Objetivo general 2: promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca

Se desarrolló por la alta relación entre la disponibilidad de agua superficial y subterránea, condicionada por la variabilidad climática estacional e interanual, y la demanda no optimizada y débilmente controlada asociada a las actividades socioeconómicas, por la disponibilidad de infraestructura hidráulica (captación, conducción y tratamiento), de su operación y mantenimiento.

Objetivo general 3: fortalecer e implementar la institucionalidad binacional que garantice la gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca

Este objetivo propone resolver las necesidades de mejorar la planificación, administración y

manejo integrado de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza a nivel binacional, así como la inexistencia de una gestión transfronteriza. Traducida en la débil coordinación y articulación institucional e insuficiente participación social, que da lugar a condiciones adversas en la disponibilidad (calidad y cantidad) del recurso hídrico y en la calidad de los recursos relacionados (suelos y bosques), condicionando la sostenibilidad del recurso agua.

Objetivo general 4: desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en la cuenca

Se formula para hacer frente a cinco (5) problemas identificados en la cuenca transfronteriza:

1. La eliminación de la capa vegetal natural herbácea, arbustiva y/o arbórea en las cuencas alta y media, y los cambios en el uso del suelo que afectan al recurso hídrico.
2. Impacto climático y variabilidad climática.
3. La escasa disponibilidad de agua superficial y subterránea para satisfacer la demanda hídrica.
4. La disponibilidad hídrica superficial y subterránea durante el estiaje (junio- diciembre) se afecta por la variabilidad climática y por la sobreexplotación de las aguas subterráneas.
5. Desbordamientos e inundaciones.



Taller de revisión y propuesta de indicadores de los Programas de Acción Estratégica de las tres cuencas transfronterizas, 4 y 5 de julio de 2019, Tumbes, Perú.

Objetivos estratégicos

| Objetivos generales | | Objetivos estratégicos | |
|---------------------|--|------------------------|---|
| OG-1. | Gestionar la calidad y la cantidad de los recursos hídricos de la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes | OE 1.1 | Implementar actividades y proyectos para conservar los ecosistemas productores de agua. |
| | | OE 1.2 | Desarrollar instrumentos que permitan mejorar la calidad del agua. |
| | | OE 1.3 | Instaurar programas de fortalecimiento de capacidades relacionados a la cantidad y calidad de los recursos hídricos. |
| | | OE 1.4 | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico. |
| OG-2. | Promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca | OE 2.1 | Promover el uso eficiente del agua y la conservación de los recursos hídricos. |
| | | OE 2.2 | Implementar programas de capacitación y sensibilización sobre el uso eficiente de los recursos hídricos. |
| OG-3. | Fortalecer e implementar la institucionalidad binacional que garantice la gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca | OE 3.1 | Institucionalizar el comité GIRH Puyango-Tumbes. |
| | | OE 3.2 | Promover la participación de actores involucrados en la gestión integrada de los recursos hídricos. |
| OG-4. | Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en la cuenca | OE 4.1 | Promover la incorporación del enfoque de cambio climático y gestión de riesgos de desastres en los instrumentos de planificación en las instituciones de la cuenca. |
| | | OE 4.2 | Desarrollar programas de capacitación y sensibilización sobre riesgos naturales y adaptación al cambio climático, asociados a los recursos hídricos. |
| | | OE 4.3 | Implementar programas para el manejo de zonas vulnerables a los efectos de la variabilidad climática (sequías e inundaciones). |

Lineas de acción

| Objetivos estratégicos | | Líneas de acción | |
|------------------------|---|------------------|---|
| OE 1.1 | Implementar actividades y proyectos para conservar los ecosistemas productores de agua | LA 1.1.1 | Formular e implementar proyectos de conservación de los recursos hídricos. |
| | | LA 1.1.2 | Realizar un diagnóstico de las fuentes de contaminación de la cuenca transfronteriza. |
| | | LA 1.1.3 | Establecer propuestas para la gestión de impactos negativos de la actividad minera en la cuenca. |
| | | LA 1.1.4 | Formular e implementar un plan integral de saneamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos. |
| | | LA 1.1.5 | Fortalecer y fomentar la participación de la sociedad civil en la vigilancia y control de la contaminación hídrica. |
| OE 1.2 | Desarrollar instrumentos que permitan mejorar la calidad del agua | LA 1.2.1 | Articular, coordinar y armonizar las normativas y acciones que incidan en la GIRH. |
| | | LA 1.2.2 | Establecer e implementar el protocolo binacional para monitorear la calidad del agua. |
| | | LA 1.2.3 | Fortalecer la gestión comunitaria para el manejo del agua, a través de campañas de sensibilización y espacios de participación, integrando a otros actores. |
| | | LA 1.2.4 | Desarrollar e implementar mecanismos para la prevención, análisis y manejo de conflictos relacionados con el recurso hídrico. |
| OE 1.3 | Instaurar programas de fortalecimiento de capacidades relacionados a la cantidad y calidad de los recursos hídricos | LA 1.3.1 | Fortalecer las capacidades institucionales de las entidades relacionadas con la gestión del recurso hídrico. |
| | | LA 1.3.2 | Implementar campañas de sensibilización y capacitación en cultura del agua y GIRH dirigida a los actores y usuarios de la cuenca. |
| | | LA 1.3.3 | Impulsar un plan para sistematizar y difundir las experiencias de trabajo relacionados a la GIRH. |

| | | | |
|---------------|---|-----------------|--|
| OE 1.4 | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico | LA 1.4.1 | Implementar metodologías homologadas para determinar la oferta y demanda hídrica en la cuenca. |
| | | LA 1.4.2 | Diseñar e implementar una base de datos georeferenciada que contenga información hidrometeorológica integrada al sistema binacional de información para la GIRHT. |
| | | LA 1.4.3 | Establecer una red binacional de monitoreo hidrometeorológica, piezométrica e hidrogeoquímica. |
| | | LA 1.4.4 | Actualizar el registro de usuarios, autorizaciones de usos y aprovechamiento del agua. |
| OE 2.1 | Promover el uso eficiente del agua y la conservación de los recursos hídricos | LA 2.1.1 | Elaborar e implementar el plan GIRH de la cuenca. |
| | | LA 2.1.2 | Optimizar la infraestructura de aprovechamiento y conservación del recurso hídrico. |
| | | LA 2.1.3 | Impulsar la cultura del agua y la aplicación de conocimientos ancestrales. |
| OE 2.2 | Implementar programas de capacitación y sensibilización sobre el uso eficiente de los recursos hídricos | LA 2.2.1 | Diseñar y ejecutar un plan de capacitación en GIRH para funcionarios y profesionales de las instituciones y organizaciones vinculados a la gestión del agua. |
| | | LA 2.2.2 | Diseñar y ejecutar el plan de capacitación y sensibilización en GIRH dirigido a los usuarios y diferentes grupos de interés. |
| | | LA 2.2.3 | Fortalecer a profesionales capacitadores para implementar y ejecutar programas de capacitación en GIRH. |
| OE 3.1 | Institucionalizar el comité GIRH Puyango-Tumbes | LA 3.1.1 | Conformar, instalar e instrumentar el Comité GIRH de la cuenca, en el marco de la Comisión de las nueve cuencas. |
| | | LA 3.1.2 | Fortalecer las capacidades institucionales en las entidades relacionadas con la gestión del recurso hídrico. |
| | | LA 3.1.3 | Implementar un sistema de información binacional para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca. |
| | | LA 3.1.4 | Fortalecer los Consejos de Cuenca y Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca, mediante mecanismos administrativos, jurídicos, técnicos y financieros que garanticen su operatividad y participación en la GIRH. |
| | | LA 3.1.5 | Estimar, asegurar y optimizar las inversiones públicas para la implementación de la política para la GIRH. |

Lineas de acción

| Objetivos estratégicos | Líneas de acción |
|--|---|
| OE 1.1 Implementar actividades y proyectos para conservar los ecosistemas productores de agua | LA 1.1.1 Formular e implementar proyectos de conservación de los recursos hídricos. |
| | LA 1.1.2 Realizar un diagnóstico de las fuentes de contaminación de la cuenca transfronteriza. |
| | LA 1.1.3 Establecer propuestas para la gestión de impactos negativos de la actividad minera en la cuenca. |
| | LA 1.1.4 Formular e implementar un plan integral de saneamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos. |
| | LA 1.1.5 Fortalecer y fomentar la participación de la sociedad civil en la vigilancia y control de la contaminación hídrica. |
| OE 1.2 Desarrollar instrumentos que permitan mejorar la calidad del agua | LA 1.2.1 Articular, coordinar y armonizar las normativas y acciones que incidan en la GIRH. |
| | LA 1.2.2 Establecer e implementar el protocolo binacional para monitorear la calidad del agua. |
| | LA 1.2.3 Fortalecer la gestión comunitaria para el manejo del agua, a través de campañas de sensibilización y espacios de participación, integrando a otros actores. |
| | LA 1.2.4 Desarrollar e implementar mecanismos para la prevención, análisis y manejo de conflictos relacionados con el recurso hídrico. |
| OE 1.3 Instaurar programas de fortalecimiento de capacidades relacionados a la cantidad y calidad de los recursos hídricos | LA 1.3.1 Fortalecer las capacidades institucionales de las entidades relacionadas con la gestión del recurso hídrico. |
| | LA 1.3.2 Implementar campañas de sensibilización y capacitación en cultura del agua y GIRH dirigida a los actores y usuarios de la cuenca. |
| | LA 1.3.3 Impulsar un plan para sistematizar y difundir las experiencias de trabajo relacionados a la GIRH. |

| | | | |
|---------------|---|-----------------|--|
| OE 1.4 | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico | LA 1.4.1 | Implementar metodologías homologadas para determinar la oferta y demanda hídrica en la cuenca. |
| | | LA 1.4.2 | Diseñar e implementar una base de datos georreferenciada que contenga información hidrometeorológica integrada al sistema binacional de información para la GIRHT. |
| | | LA 1.4.3 | Establecer una red binacional de monitoreo hidrometeorológica, piezométrica e hidrogeoquímica. |
| | | LA 1.4.4 | Actualizar el registro de usuarios, autorizaciones de usos y aprovechamiento del agua. |
| OE 2.1 | Promover el uso eficiente del agua y la conservación de los recursos hídricos | LA 2.1.1 | Elaborar e implementar el plan GIRH de la cuenca. |
| | | LA 2.1.2 | Optimizar la infraestructura de aprovechamiento y conservación del recurso hídrico. |
| | | LA 2.1.3 | Impulsar la cultura del agua y la aplicación de conocimientos ancestrales. |
| OE 2.2 | Implementar programas de capacitación y sensibilización sobre el uso eficiente de los recursos hídricos | LA 2.2.1 | Diseñar y ejecutar un plan de capacitación en GIRH para funcionarios y profesionales de las instituciones y organizaciones vinculados a la gestión del agua. |
| | | LA 2.2.2 | Diseñar y ejecutar el plan de capacitación y sensibilización en GIRH dirigido a los usuarios y diferentes grupos de interés. |
| | | LA 2.2.3 | Fortalecer a profesionales capacitadores para implementar y ejecutar programas de capacitación en GIRH. |
| OE 3.1 | Institucionalizar el comité GIRH Puyango-Tumbes | LA 3.1.1 | Conformar, instalar e instrumentar el Comité GIRH de la cuenca, en el marco de la Comisión de las nueve cuencas. |
| | | LA 3.1.2 | Fortalecer las capacidades institucionales en las entidades relacionadas con la gestión del recurso hídrico. |
| | | LA 3.1.3 | Implementar un sistema de información binacional para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca. |
| | | LA 3.1.4 | Fortalecer los Consejos de Cuenca y Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca, mediante mecanismos administrativos, jurídicos, técnicos y financieros que garanticen su operatividad y participación en la GIRH. |
| | | LA 3.1.5 | Estimar, asegurar y optimizar las inversiones públicas para la implementación de la política para la GIRH. |

| | | | |
|---------------|--|-----------------|---|
| OE 3.2 | Promover la participación de actores involucrados en la gestión integrada de los recursos hídricos | LA 3.2.1 | Involucrar a los actores de la cuenca en programas y proyectos vinculados con la GIRH, considerando enfoques de género, interculturalidad e intergeneracionalidad. |
| | | LA 3.2.2 | Fortalecer la gestión comunitaria para el manejo del agua, a través de campañas de sensibilización y espacios de participación e integrar a otros actores. |
| | | LA 3.2.3 | Desarrollar e implementar mecanismos para la prevención, análisis y manejo de conflictos relacionados con el recurso hídrico. |
| OE 4.1 | Promover la incorporación del enfoque de cambio climático y gestión de riesgos de desastres en los instrumentos de planificación en las instituciones de la cuenca | LA 4.1.1 | Diseñar e implementar medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad ante los efectos y consecuencias derivados de la variabilidad y cambio climático relacionados al recurso hídrico. |
| | | LA 4.1.2 | Diseñar e implementar un programa de monitoreo, seguimiento y evaluación sobre los riesgos asociados a la variabilidad y cambio climático y a las acciones implementadas para su prevención, adaptación y mitigación. |
| | | LA 4.1.3 | Generar lineamientos que conlleven una corresponsabilidad de los actores principales a retribuir con acciones de prevención y reducción de los efectos del cambio climático, relacionados con los recursos hídricos. |
| OE 4.2 | Desarrollar programas de capacitación y sensibilización sobre riesgos naturales y adaptación al cambio climático, asociados a los recursos hídricos | LA 4.2.1 | Desarrollar y ejecutar un programa de capacitación en gestión de riesgos hídricos y adaptación al cambio climático. |
| | | LA 4.2.2 | Programar y ejecutar campañas informativas sobre la prevención y reducción de los efectos del cambio climático en la cuenca. |
| OE 4.3 | Implementar programas para el manejo de zonas vulnerables a los efectos de la variabilidad climática (sequías e inundaciones) | LA 4.3.1 | Identificar y caracterizar las áreas críticas, vulnerabilidad y riesgos asociados a la variabilidad y cambio climático sobre el recurso hídrico. |
| | | LA 4.3.2 | Diseñar e implementar un sistema de comunicación y alerta temprana ante la presencia de eventos hídricos extremos. |
| | | LA 4.3.3 | Diseñar e implementar programas para mitigar los efectos derivados de la variabilidad y cambio climático en la cuenca. |
| | | LA 4.3.4 | Identificar y cuantificar áreas para restauración de ecosistemas degradados o en proceso de degradación. |
| | | LA 4.3.5 | Elaborar e implementar un programa de restauración vegetal: reforestación, enriquecimiento forestal y regeneración natural. |

Fuente: Taller binacional de fase V, cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes, Tumbes, 2018.

Indicadores de monitoreo y evaluación

| Objetivos Generales | | Indicadores | | Estrategias | |
|---------------------|--|-------------|--|-------------|---|
| OG-1. | Gestionar la calidad y la cantidad de los recursos hídricos de la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes. | I-OG-1.1 | Número de parámetros que cumplen los estándares establecidos en el protocolo binacional de calidad del agua. | E 1.1.1 | Implementar actividades y proyectos para conservar los ecosistemas productores de agua. |
| | | | | E 1.1.2 | Desarrollar o mejorar instrumentos (Incentivos, medidas preventivas, disuasivas y de mitigación) que permitan mejorar la calidad del agua. |
| | | I-OG-1.2 | Porcentaje del área de "ecosistemas generadores de agua" bajo acciones de conservación. | E 1.2.1 | Instaurar programas de fortalecimiento de capacidades relacionados a la afectación de los recursos hídricos. |
| | | | | E 1.2.2 | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico. |
| OG-2. | Promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca | I-OG-2.1 | Porcentaje de usuarios que cuentan con sistemas de medición de caudales. | E 2.1.1 | Promover el uso eficiente del agua y la conservación de los recursos hídricos. |
| | | I-OG-2.2 | Número de usuarios con autorización/derecho de uso de agua. | E 2.2.1 | Implementar programas de capacitación y sensibilización sobre el uso eficiente de los recursos hídricos. |
| OG-3. | Fortalecer e implementar la institucionalidad binacional que garantice la gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca | I-OG-3.1 | Número de instrumentos consensuados binacionalmente que se implementan en la cuenca. | E 3.1.1 | Institucionalizar el Comité GIRH Puyango-Tumbes |
| | | | | E 3.1.2 | Promover la participación de actores involucrados en la gestión integrada de los recursos hídricos. |
| OG-4. | Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en la cuenca | I-OG-4.1 | Porcentaje de zonas vulnerables con medidas de adaptación y mitigación. | E 4.1.1 | Promover la incorporación del enfoque de cambio climático y gestión de riesgos de desastres en los instrumentos de planificación en las instituciones de la cuenca. |
| | | | | E 4.1.2 | Desarrollar programas de capacitación y sensibilización sobre riesgos naturales y adaptación al cambio climático, asociados a los recursos hídricos. |
| | | | | E 4.1.3 | Implementar programas para el manejo de zonas vulnerables a los efectos de la variabilidad climática (sequías e inundaciones). |

Fuente: Taller binacional de indicadores, Tumbes, 2019.



Río Tumbes, Perú.

3.2. Cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

Visión de la cuenca

La visión, como elemento básico del Programa de Acción Estratégica (PAE) en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira, abarcó los principios de la gestión y desarrollo sostenible del recurso hídrico, y fue formulada por los actores de la mencionada cuenca, tal como se la transcribe a continuación:

Visión

“Una cuenca hidrográfica transfronteriza a 2028, con gestión binacional institucionalizada, enfoque integral y participativo, que promueva sistemas innovadores para la optimización del uso y aprovechamiento del agua, mitigación de eventos extremos, reducción de la erosión y mejoramiento de la calidad del agua”.

Fuente: Taller binacional Fase I, cuenca transfronteriza Catamayo-Chira, Macará, 2018.

El PAE que se desarrolla en el presente informe parte del reconocimiento de esta visión o imagen objetivo, que considera dos escenarios: por un lado, el reconocimiento de la situación actual de la cuenca, tomando consciencia de

los problemas que pretende afrontar el PAE; por otro lado, la construcción de un modelo ideal o deseado que se pretende alcanzar para la cuenca a futuro.

Objetivos generales

Conjuntamente con los actores se definieron cuatro (4) objetivos generales para desarrollar alternativas de solución a la problemática priorizada, estos son:

| Objetivos generales | |
|---------------------|---|
| OG-1. | Fortalecer la institucionalidad binacional que garantice la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. |
| OG-2. | Gestionar la calidad y cantidad de los recursos hídricos de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. |
| OG-3. | Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en la cuenca. |
| OG-4. | Promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira. |

Objetivo general 1: fortalecer la institucionalidad binacional que garantice la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

Este objetivo busca enfrentar la deficiencia identificada en la planificación, administración y manejo integrado de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza a nivel binacional, así como la inexistencia de una gestión transfronteriza. Esta debilidad se traduce en la poca coordinación y articulación institucional y escasa participación social, lo que da lugar a situaciones adversas sobre la disponibilidad del recurso hídrico y en la calidad de los recursos relacionados (suelos y bosques), condiciones que atentan a la sostenibilidad y sustentabilidad del recurso agua.

Objetivo general 2: gestionar la cantidad y la calidad de los recursos hídricos de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

Este objetivo se plantea frente a dos problemas en la cuenca transfronteriza:

1. La alteración de las características físico-químicas y/o biológicas del recurso hídrico.
2. La escasa disponibilidad de agua superficial y subterránea para satisfacer la demanda hídrica.

Objetivo general 3: desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en la cuenca

Este objetivo se formula para hacer frente a cinco (5) problemas identificados en la cuenca transfronteriza:

1. La eliminación de la capa vegetal natural herbácea, arbustiva y/o arbórea en las cuencas alta y media, y los cambios en el uso del suelo.
2. Impacto del cambio climático y variabilidad climática.
3. La escasa disponibilidad de agua superficial y subterránea para satisfacer la demanda hídrica. Este problema fue analizado en el objetivo general 2.
4. La disponibilidad hídrica superficial y subterránea durante el estiaje (junio- diciembre) se afecta por la variabilidad climática y por la sobreexplotación de las aguas subterráneas.
5. Desbordamientos e inundaciones

Objetivo general 4: promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca

Este objetivo se relaciona con la disponibilidad de agua superficial y subterránea que está fuertemente condicionada por la variabilidad climática estacional e interanual, por la demanda no optimizada y débilmente controlada, asociada con las actividades socioeconómicas; por la disponibilidad de infraestructura hidráulica (captación, conducción y tratamiento), y de su operación y mantenimiento.



Taller de diagnóstico de necesidades de capacitación en GIRH, 12 de diciembre de 2018. Tumbes, Perú.

Objetivos estratégicos

| Objetivos generales | | Objetivos estratégicos | |
|---------------------|--|------------------------|---|
| OG-1. | Fortalecer la institucionalidad binacional que garantice la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira | OE 1.1 | Institucionalizar el Comité GIRH Catamayo-Chira. |
| | | OE 1.2 | Fortalecer y promover la participación de los actores involucrados en el Comité GIRH Catamayo-Chira. |
| OG-2. | Gestionar la calidad y cantidad de los recursos hídricos de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira | OE 2.1 | Caracterizar el estado de las fuentes de agua y de los ecosistemas asociados. |
| | | OE 2.2 | Establecer programas para protección, recuperación y conservación de la calidad y cantidad de los recursos hídricos. |
| | | OE 2.3 | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico. |
| OG-3. | Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en la cuenca | OE 3.1 | Establecer estrategias para la adaptación y mitigación al cambio climático en el marco de la conservación de los recursos hídricos. |
| | | OE 3.2 | Implementar programas para el manejo de zonas vulnerables a los efectos de la variabilidad climática. |
| OG-4. | Promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira | OE 4.1 | Elaborar propuestas para promover el uso eficiente del agua. |
| | | OE 4.2 | Impulsar la ejecución de intervenciones o proyectos de aprovechamiento, uso eficiente y conservación de los recursos hídricos. |
| | | OE 4.3 | Implementar programas de capacitación y sensibilización sobre el uso eficiente de los recursos hídricos. |

Líneas de acción

| Objetivos estratégicos | | Líneas de acción | |
|------------------------|---|------------------|--|
| OP 1.1 | Institucionalizar el Comité GIRH Catamayo-Chira | LA 1.1.1 | Fortalecer las capacidades institucionales de las entidades relacionadas con la gestión del recurso hídrico. |
| | | LA 1.1.2 | Conformar, instalar e instrumentar el Comité GIRH de la cuenca en el marco de la Comisión de las nueve cuencas. |
| | | LA 1.1.3 | Generar e implementar instrumentos y mecanismos binacionales que viabilicen la implementación de la GIRH en la cuenca. |
| | | LA 1.1.4 | Implementar un sistema de información binacional para la GIRH en la cuenca. |
| OP 1.2 | Fortalecer y promover la participación de los actores involucrados en el Comité GIRH Catamayo-Chira | LA 1.2.1 | Involucrar a los actores de la cuenca en programas y proyectos vinculados con la GIRH, considerando enfoques de género, interculturalidad e intergeneracionalidad. |
| | | LA 1.2.2 | Fortalecer la gestión comunitaria para el manejo del agua, a través de campañas de sensibilización y espacios de participación integrando a otros actores. |
| | | LA 1.2.3 | Desarrollar e implementar mecanismos para la prevención, análisis y manejo de conflictos relacionados con el recurso hídrico. |
| OP 2.1 | Caracterizar el estado de las fuentes de agua y de los ecosistemas asociados | LA 2.1.1 | Implementar un plan de monitoreo de la calidad del recurso hídrico para la cuenca. |
| | | LA 2.1.2 | Identificar las fuentes de contaminación de los recursos hídricos. |
| | | LA 2.1.3 | Identificar y evaluar los ecosistemas afectados por actividades antrópicas que alteran la calidad y cantidad de los recursos hídricos. |
| OP 2.2 | Establecer programas para protección, recuperación y conservación de la calidad y cantidad de los recursos hídricos | LA 2.2.1 | Formular e implementar proyectos que permitan mejorar la calidad de las fuentes de agua. |
| | | LA 2.2.2 | Implementar una red binacional de monitoreo de calidad del agua en la cuenca. |
| | | LA 2.2.3 | Formular y ejecutar propuestas para el control y vigilancia de la contaminación de fuentes hídricas. |
| | | LA 2.2.4 | Implementar tecnologías para el uso eficiente y responsable del agua. |
| | | LA 2.2.5 | Formular e implementar proyectos para regular y mejorar la infiltración y escurrimiento superficial de las aguas. |

| | | | |
|---------------|--|-----------------|---|
| OP 2.3 | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico | LA 2.3.1 | Implementar metodologías homologadas para determinar la oferta hídrica y demanda de las aguas subterráneas y superficiales. |
| | | LA 2.3.2 | Evaluar la red hidrometeorológica para definir necesidades de modernización, complementación, implementación y optimización. |
| | | LA 2.3.3 | Establecer una red binacional de monitoreo hidrometeorológica. |
| OP 3.1 | Establecer estrategias para la adaptación y mitigación al cambio climático en el marco de la conservación de los recursos hídricos | LA 3.1.1 | Identificar y caracterizar las áreas críticas, vulnerabilidad y riesgos asociadas a la variabilidad y cambio climático sobre el recurso hídrico. |
| | | LA 3.1.2 | Diseñar e implementar medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad ante los efectos y consecuencias derivados de la variabilidad y cambio climático. |
| OP 3.2 | Implementar programas para el manejo de zonas vulnerables a los efectos de la variabilidad climática | LA 3.2.1 | Diseñar e implementar un programa de medidas estructurales y no estructurales para el manejo de zonas vulnerables y gestión de riesgos asociados a los recursos hídricos. |
| | | LA 3.2.2 | Establecer zonas de protección hídrica-fajas marginales en los cuerpos hídricos de la cuenca. |
| OP 4.1 | Elaborar propuestas para promover el uso eficiente del agua. | LA 4.1.1 | Establecer campañas de formalización de los usuarios del agua. |
| | | LA 4.1.2 | Actualizar la base de datos de autorizaciones de uso y aprovechamiento del recurso hídrico. |
| OP 4.2 | Impulsar la ejecución de intervenciones o proyectos de aprovechamiento, uso eficiente y conservación de los recursos hídricos | LA 4.2.1 | Formular e implementar proyectos de aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. |
| | | LA 4.2.2 | Implementar sistemas de medición de los consumos de agua para usuarios de la cuenca. |
| | | LA 4.2.3 | Identificar y gestionar fuentes de financiamiento para proyectos de aprovechamiento y conservación de recursos hídricos. |
| OP 4.3 | Implementar programas de capacitación y sensibilización sobre el uso eficiente de los recursos hídricos | LA 4.3.1 | Concienciar, sensibilizar y capacitar a los usuarios del agua en GIRH y cultura del agua. |
| | | LA 4.3.2 | Fortalecer a profesionales capacitadores de ANA y SENAGUA para implementar y ejecutar programas de capacitación. |
| | | LA 4.3.3 | Incorporar la cultura del agua en la malla curricular de las instituciones educativas de la cuenca. |
| | | LA 4.3.4 | Establecer un plan de monitoreo para el seguimiento y evaluación de las actividades de capacitación a actores de la cuenca. |

Fuente: Taller binacional de fase V, cuenca transfronteriza Catamayo-Chira, Piura, 2018.

Indicadores de monitoreo y evaluación

| Objetivos Generales | | Indicadores | | Estrategias | |
|---------------------|---|-------------|---|-------------|---|
| OG-1. | Fortalecer la institucionalidad binacional que garantice la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Catamayo- Chira | I-OG-1.1 | Porcentaje de instituciones nacionales (Ecuador y Perú) involucradas con la GIRH en la cuenca transfronteriza Catamayo - Chira. | E 1.1.1. | Institucionalizar el Comité GIRH Catamayo- Chira. |
| | | | | E 1.1.2. | Fortalecer y promover la participación de los actores involucrados en el Comité GIRH Catamayo - Chira. |
| OG-2. | Gestionar la calidad y cantidad de los recursos hídricos de la cuenca transfronteriza Catamayo - Chira. | I-OG-2.1 | Número de parámetros que cumplen los estándares establecidos en el protocolo binacional de calidad del agua. | E 2.1.1. | Caracterizar el estado de los ecosistemas asociados a los recursos hídricos en la cuenca. |
| | | | | E 2.1.2. | Establecer programas para protección, recuperación y conservación de la calidad y cantidad de los recursos hídricos. |
| OG-3. | Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en la cuenca. | I-OG-2.2 | Porcentajes del área de "ecosistemas generadores de agua" bajo acciones de conservación. | E 2.2.1. | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico. |
| | | | | E 3.1.1. | Establecer estrategias para la adaptación y mitigación al cambio climático en el marco de la conservación de los recursos hídricos. |
| OG-4. | Promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca Transfronteriza Catamayo - Chira. | I-OG-3.1 | Porcentaje de zonas vulnerables con medidas de adaptación y mitigación. | E 3.1.2. | Implementar programas para el manejo de zonas vulnerables a los efectos de la variabilidad climática. |
| | | | | E 4.1.1. | Elaborar propuestas para promover el uso eficiente del agua. |
| OG-4. | Promover el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca Transfronteriza Catamayo - Chira. | I-OG-4.1 | Porcentaje de usuarios que cuentan con sistemas de medición de caudales. | E 4.1.2. | Impulsar la ejecución de intervenciones o proyectos de aprovechamiento, uso eficiente y conservación de los recursos hídricos. |
| | | | | I-OG-4.2 | Número de usuarios con autorización/derecho de uso de agua otorgados. |

Fuente: Taller binacional de indicadores, Tumbes, 2019.

3.3. Cuenca transfronteriza Zarumilla

Visión de la cuenca

La presente visión considera el reconocimiento de la situación actual de la cuenca y la construcción de un modelo deseado que se pretende alcanzar, y fue formulada por los actores de la mencionada cuenca, tal como se transcribe a continuación:

Visión

“En 2028, la cuenca transfronteriza del río Zarumilla es un referente en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), por disponer de políticas, normativas e institucionalidad binacional que orientan y regulan la cantidad, calidad y oportunidad del recurso hídrico, y el equilibrio entre la oferta y la demanda, lo que promueve la protección y manejo de los ecosistemas naturales, la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica, la disminución de riesgos hidrológicos ante el cambio climático y el aprovechamiento sostenible del recurso. Esto contribuye con el mejoramiento de la calidad de vida y la integración fronteriza de las poblaciones de los dos países”.

Fuente: Taller binacional de Fase I, cuenca transfronteriza Zarumilla, Huaquillas, 2018.

Objetivos generales

Los objetivos generales para la cuenca transfronteriza Zarumilla, producto del análisis efectuado a la problemática, visión y lineamientos

de política por parte de los actores que intervinieron en los talleres efectuados dentro del proceso ADT-PAE, son:

| Objetivos generales | |
|---------------------|---|
| OG-1. | Fortalecer la institucionalidad binacional para garantizar la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca y afrontar las presiones sobre los ecosistemas. |
| OG-2. | Garantizar la cantidad, la calidad y oportunidad de los recursos hídricos. |
| OG-3. | Promover el uso y aprovechamiento eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Zarumilla. |
| OG-4. | Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación a los efectos de la variabilidad y cambio climático. |

Objetivo general 1: fortalecer la institucionalidad binacional para garantizar la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca y afrontar las presiones sobre los ecosistemas.

Propone resolver la deficiencia identificada en la planificación, administración y manejo integrado de los recursos hídricos en la cuenca a nivel binacional, así como la incipiente gestión transfronteriza.

Objetivo general 2: garantizar la cantidad, la calidad y oportunidad de los recursos hídricos

Este objetivo se plantea frente a dos problemas prioritarios en la cuenca transfronteriza:

1. La alteración de las características físico-químicas y/o biológicas del recurso hídrico.
2. La escasa disponibilidad de agua superficial y subterránea para satisfacer la demanda hídrica.

Objetivo general 3: promover el uso y aprovechamiento eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Zarumilla

Se relaciona con la disponibilidad de agua superficial y subterránea, que está fuertemente

condicionada por la variabilidad climática estacional e interanual, a la demanda del recurso hídrico no optimizada y débilmente controlada asociada a las actividades socioeconómicas, al igual que la escasa infraestructura hidráulica (captación, conducción y tratamiento) y su debilidad en la operación y mantenimiento.

Objetivo general 4: desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación a los efectos de la variabilidad y cambio climático

Este objetivo se formula para hacer frente a cinco (5) problemas identificados en la cuenca transfronteriza:

1. La eliminación de la capa vegetal natural herbácea, arbustiva y/o arbórea en las partes alta y media, y los cambios en el uso del suelo que afectan a los recursos hídricos.
2. Impacto del cambio climático en la disponibilidad del recurso hídrico.
3. La escasa disponibilidad de agua superficial y subterránea para satisfacer la demanda hídrica.
4. La disponibilidad hídrica superficial y subterránea durante el estiaje (junio- diciembre) que se afecta por la variabilidad climática y por la sobreexplotación del recurso hídrico.
5. Desbordamientos e inundaciones.

Objetivos estratégicos

| Objetivos generales | | Objetivos estratégicos | |
|---------------------|---|------------------------|---|
| OG-1. | Fortalecer la institucionalidad binacional para garantizar la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca y afrontar las presiones sobre los ecosistemas. | OE 1.1 | Desarrollar e implementar instrumentos para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca. |
| | | OE 1.2 | Promover y vincular la participación de los actores involucrados en la GIRHT. |
| OG-2. | Garantizar la cantidad, la calidad y oportunidad de los recursos hídricos | OE 2.1 | Caracterizar el estado de las fuentes de agua y de los ecosistemas asociados. |
| | | OE 2.2 | Formular y ejecutar programas y proyectos que permitan mejorar la calidad y cantidad del recurso hídrico. |
| OG-3. | Promover el uso y aprovechamiento eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Zarumilla | OE 3.1 | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico. |
| | | OE 3.2 | Regularizar el uso del agua a través de los instrumentos legales establecidos en los dos países. |
| | | OE 3.3 | Definir un plan de capacitación para los actores de la cuenca relacionado con el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos. |
| | | OE 3.4 | Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento y conservación de recursos hídricos. |
| OG-4. | Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación a los efectos de la variabilidad y cambio climático | OE 4.1 | Incorporar en la planificación de la GIRHT líneas de acción de seguridad hídrica de la cuenca. |
| | | OE 4.2 | Definir programas de restauración de ecosistemas para conservar los recursos hídricos en la cuenca. |

Líneas de acción

| Objetivos estratégicos | | Líneas de acción | |
|------------------------|--|------------------|---|
| OE 1.1 | Desarrollar e implementar instrumentos para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca | LA 1.1.1 | Fortalecer las capacidades institucionales de las entidades relacionadas con la gestión del recurso hídrico. |
| | | LA 1.1.2 | Generar e implementar instrumentos binacionales que viabilicen la implementación de la GIRH en la cuenca. |
| | | LA 1.1.3 | Implementar un sistema de información binacional para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca. |
| OE 1.2 | Promover y vincular la participación de los actores involucrados en la GIRHT | LA 1.2.1 | Involucrar a los actores de la cuenca en programas y proyectos vinculados con la GIRH considerando enfoques de género, interculturalidad e intergeneracionalidad. |
| | | LA 1.2.2 | Fortalecer la gestión comunitaria para el manejo del agua, a través de campañas de sensibilización y espacios de participación e integrar a otros actores. |
| | | LA 1.2.3 | Desarrollar e implementar mecanismos para la prevención, análisis y manejo de conflictos relacionados con el recurso hídrico. |
| OE 2.2 | Caracterizar el estado de las fuentes de agua y de los ecosistemas asociados | LA 2.2.1 | Implementar un plan de monitoreo binacional de la calidad del recurso hídrico para la cuenca. |
| | | LA 2.2.2 | Identificar las fuentes de contaminación de los recursos hídricos. |
| | | LA 2.2.3 | Identificar los ecosistemas afectados por actividades antrópicas que alteran la calidad y cantidad de los recursos hídricos. |
| OE 2.3 | Formular y ejecutar programas y proyectos que permitan mejorar la calidad y cantidad del recurso hídrico | LA 2.3.1 | Formular y ejecutar proyectos que permitan mejorar la calidad de agua para consumo humano, riego y otros usos sectoriales. |
| | | LA 2.3.2 | Diseñar e implementar proyectos para el tratamiento de aguas residuales y gestión de residuos sólidos y líquidos. |
| | | LA 2.3.3 | Formular y ejecutar propuestas para el control y vigilancia de la contaminación de fuentes hídricas. |
| OE 3.1 | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico | LA 3.1.1 | Implementar metodologías homologadas para determinar la oferta hídrica y demanda de las aguas subterráneas. |
| | | LA 3.1.2 | Caracterizar y evaluar la red hidrometeorológica, piezométrica e hidrogeoquímica para definir necesidades de modernización, complementación, implementación y optimización. |
| | | LA 3.1.3 | Establecer una red binacional de monitoreo hidrometeorológica, piezométrica e hidrogeoquímica. |

| | | | |
|---------------|--|-----------------|---|
| OE 3.2 | Regularizar el uso del agua a través de los instrumentos legales establecidos en los dos países | LA 3.2.1 | Establecer campañas de formalización de usos de agua. |
| | | LA 3.2.2 | Aplicar los procedimientos administrativos para legalizar a los usuarios irregulares, según la normativa de cada país. |
| | | LA 3.2.3 | Actualizar la base de datos de autorizaciones de uso y aprovechamiento del recurso hídrico. |
| OE 3.3 | Definir un plan de capacitación para los actores de la cuenca relacionado con el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos | LA 3.3.1 | Diseñar e implementar un programa de capacitación continuo en GIRH para los actores de la cuenca. |
| | | LA 3.3.2 | Fortalecer a profesionales capacitadores de ANA y SENAGUA para implementar y ejecutar programas de capacitación. |
| OE 3.4 | Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento y conservación de recursos hídricos | LA 3.4.1 | Formular e implementar proyectos de aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. |
| | | LA 3.4.2 | Diseñar e implementar programas de conservación de ecosistemas hídricos. |
| OE 4.1 | Incorporar en la planificación de la GIRHT líneas de acción de seguridad hídrica de la cuenca | LA 4.1.1 | Identificar y caracterizar las áreas críticas, vulnerabilidad y riesgo asociadas a la variabilidad y cambio climático sobre el recurso hídrico en la cuenca. |
| | | LA 4.1.2 | Estructurar una base de datos georreferenciada que contenga información sobre los riesgos y efectos relacionados con la variabilidad y cambio climático en la cuenca. |
| | | LA 4.1.3 | Diseñar e implementar un sistema efectivo de comunicación y alerta temprana ante la presencia de eventos hídricos extremos. |
| | | LA 4.1.4 | Diseñar e implementar programas para mitigar los efectos derivados de la variabilidad y cambio climático en la cuenca. |
| OE 4.2 | Definir programas de restauración de ecosistemas para conservar los recursos hídricos en la cuenca | LA 4.2.1 | Identificar y cuantificar áreas para restauración de ecosistemas degradados o en proceso de degradación. |
| | | LA 4.2.2 | Elaborar e implementar un programa de restauración vegetal: reforestación, enriquecimiento forestal, regeneración natural. |

Fuente: Taller binacional de fase V, cuenca transfronteriza Zarumilla, Tumbes, 2018.

Indicadores de monitoreo y evaluación

| Objetivos Generales | | Indicadores | | Estrategias | |
|---------------------|---|-------------|---|-------------|---|
| OG-1. | Fortalecer la institucionalidad binacional para garantizar la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca y afrontar las presiones sobre los ecosistemas. | I-OG-1.1 | Número de Instituciones públicas y privadas que intervienen en la toma de decisiones de la GIRHT. | E-1.1.1 | Desarrollar e implementar instrumentos para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca. |
| | | | | E-1.1.2 | Promover y vincular la participación de los actores involucrados en la GIRHT. |
| OG-2. | Garantizar la cantidad, la calidad y oportunidad de los recursos hídricos. | I-OG-2.1 | Porcentaje de la población con acceso a agua segura en calidad. | E-2.1.1 | Caracterizar el estado de las fuentes de agua y de los ecosistemas asociados. |
| | | I-OG-2.2 | Número de puntos contaminantes que aplican medida de mitigación. | E-2.2.1 | Formular y ejecutar programas y proyectos que permitan mejorar la calidad y cantidad del recurso hídrico. |
| OG-3. | Promover el uso y aprovechamiento eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Zarumilla. | I-OG-3.1 | Volumen de agua disponible en la cuenca. | E-3.1.1 | Determinar la oferta y demanda del recurso hídrico. |
| | | | | E-3.1.2 | Regularizar el uso del agua a través de los instrumentos legales establecidos en los dos países. |
| | | I-OG-3.2 | Número de usuarios con autorización/derecho de uso del agua, actualizados en la cuenca. | E-3.2.1 | Definir un plan de capacitación para los actores de la cuenca relacionado con el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos. |
| | | I-OG-3.3 | Número de usuarios capacitados en la GIRH en la cuenca. | E-3.3.1 | Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento y conservación de recursos hídricos. |
| OG-4. | Desarrollar mecanismos de adaptación y mitigación a los efectos de la variabilidad y cambio climático. | I-OG-4.1 | Número de instituciones públicas y privadas que aplican líneas de acción en seguridad hídrica. | E-4.1.1 | Incorporar en la planificación de la GIRHT líneas de acción de seguridad hídrica de la cuenca. |
| | | | | E-4.1.2 | Definir programas de restauración de ecosistemas para conservar los recursos hídricos en la cuenca. |

Fuente: Taller binacional de indicadores, Tumbes, 2019.



4

Opciones de financiamiento

Para la implementación del PAE, se han identificado las potenciales fuentes y mecanismos de financiación para canalizar recursos económicos, a fin de reducir la vulnerabilidad ante la dependencia de los presupuestos gubernamentales, que por lo general son limitados y variables. Las potenciales fuentes y mecanismos de financiamiento comprenden:

- Fondos públicos.
- Fondos de cooperación internacional.
- Fondos de autogestión (retribución económica y tarifas).
- Otros mecanismos de financiamiento.

En la tabla 24, se indican las posibles fuentes el financiamiento del PAE por fondos públicos y las instituciones ejecutoras de la inversión:

Tabla 24. Formas de financiamiento

| Fuentes de financiamiento | | Ecuador | Perú |
|---|--|--|--|
| Fondos públicos | Presupuestos ministeriales e instituciones sectoriales | Fuente de financiamiento | |
| | | Ministerio de Economía y Finanzas | Ministerio de Economía y Finanzas |
| | | Ministerios e instituciones sectoriales ejecutoras de la inversión | |
| | | Gestión de los recursos hídricos | |
| | | SENAGUA: Secretaría del Agua | ANA: Autoridad Nacional del Agua |
| | | Gestión ambiental y calidad de los recursos hídricos | |
| | | MAE: Ministerio del Ambiente | MINAM: Ministerio del Ambiente |
| | | Riego y desarrollo agrícola | |
| | | MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería | MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego |
| | | Gestión de riesgos hídricos | |
| SGR: Secretaría de Gestión de Riesgos | SGRD: Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres | | |
| Generación y transferencia de información hidrometeorológica | | | |
| INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología | SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología | | |
| Presupuestos de organismos seccionales y locales | GAD provincial de Loja | | |
| | Planificación provincial, gestión ambiental, de infraestructura de riego, fomento agropecuario y productivo) | | |
| Presupuestos de organismos seccionales y locales | GAD cantonales de Zapotillo, Celica, Pindal, Macará, Paltas, Sozoranga, Calvas, Gonzanamá, Quilanga, Espíndola y Catamayo | | |
| | Prestación de servicios públicos de agua potable y saneamiento | | |
| Presupuestos de organismos seccionales y locales | Gobierno Regional de Piura | | |
| | Diseña y ejecuta programas regionales de cuencas, defensas ribereñas | | |
| Presupuestos de organismos seccionales y locales | Provincia de Ayabaca, Pura, Sullana, Paíta y Talara | | |
| | Planifica el desarrollo provincial, orientando las acciones de crecimiento urbano y coordinando la prestación de los servicios públicos Interdistrital | | |

Fuente: Taller binacional de fase V, 2018.

Si bien los proyectos deben ser financiados con recursos propios de los países, es necesario el cofinanciamiento, el cual puede provenir de agencias internacionales y países cooperantes que están dando una alta prioridad a las inversiones y compromisos vinculados a la gestión integrada de los recursos hídricos.

En la tabla 25, se visualizan las potenciales fuentes de financiamiento externo identificadas por los actores clave y a las que se podría acceder para la ejecución de los proyectos:

Tabla 25. Potenciales fuentes de financiamiento

| País o sede* | Nombre | Temática | Modalidad recursos | Entidad elegible |
|--|--|---|--|---|
| Alemania | PPP, GIZ, DEG o SEQUÍA | Capacitación y entrenamiento para de personal, uso de tecnologías limpias y sostenibles, mejoramiento de estándares de producción, entre otros | Cooperación técnica | Empresas privadas |
| Alemania + país latinoamericano o del Caribe | Fondo regional para el fomento de la cooperación triangular en América Latina y el Caribe; GIZ | Desarrollo sostenible países tercermundistas | Cooperación técnica, intercambio de expertos y conocimientos | Instituciones públicas |
| Alemania | Fundación Cajas de Ahorro para la Cooperación Internacional | Apoyo a instituciones financieras que promuevan desarrollo sostenible económico y social | Apoyo financiero | Instituciones financieras |
| Alemania | Programa Investigación Científica (DFG) | Apoyo a la realización de las ideas para la investigación | Fondos de investigación | Instituciones de investigación no universitarias, asociaciones científicas y academias de ciencias, entidades de gobierno, individuos con proyectos de investigación científica |
| Iberoamérica | Fondo para el Intercambio de Experiencias de Cooperación Sur-Sur, South-South Experience Exchange Facility | Fondo fiduciario de múltiples donantes que permite el intercambio de experiencias y el desarrollo de conocimientos entre los países del Banco Mundial | Cooperación técnica, intercambio de expertos y conocimientos | Instituciones públicas |

| País o sede* | Nombre | Temática | Modalidad recursos | Entidad elegible |
|----------------|---|---|---|--|
| Canadá | Fondo IDCR para desafíos | Crecimiento económico inclusivo, innovación; acceso equitativo a los servicios sanitarios; uso sostenible de los recursos naturales; y desarrollo | El IDRC ofrece becas, financiación y premios a investigadores e instituciones | Centros de investigación e investigadores de Canadá con países en desarrollo, Ecuador y Perú están incluidos |
| Canadá | Fondo canadiense para iniciativas locales | Multisectorial, Información | Pequeños proyectos | Asociaciones, ONG |
| España | Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS), Cooperación Española | Proyectos en los ámbitos del agua y saneamiento, bajo el régimen de cofinanciación con las autoridades nacionales de América Latina y el Caribe | Préstamos dirigidos (no reembolsables) | Administraciones públicas: nacionales, regionales o locales con capacidad institucional suficiente. Sociedad civil: organizaciones de la sociedad civil, cooperativas y prestadores de servicios de agua y saneamiento |
| Estados Unidos | Fondo de Innovación NASA-NIF | Formación profesional y capacitación, voluntariados (ciencia y tecnología) | Fondos de investigación | Instancias nacionales, ONGD |
| Estados Unidos | Programa de Investigación en Educación | Educación, desarrollo de investigación científica | Fondos de investigación | ONGD, instituciones de educación superior sin fines de lucro, instituciones privadas de educación superior, pequeñas empresas |
| Estados Unidos | ACDI/VOCA | Apoyo a proyectos agro-productivos sostenibles y economías locales | Ayuda presupuestaria | Instituciones públicas, instituciones jurídicas organizadas |
| Corea del Sur | El Fondo Verde para el Clima (GCF por sus siglas en inglés) | Mitigación y adaptación al cambio climático de la comunidad internacional | Ayuda presupuestaria | Instituciones internacionales, regionales, nacionales o subnacionales, pública o privada que cumplan con los estándares del Fondo |

| País o sede* | Nombre | Temática | Modalidad recursos | Entidad elegible |
|----------------|---|---|--|---|
| Estados Unidos | Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF) | Biodiversidad, cambio climático, aguas internacionales, manejo sostenible de bosques, degradación de la tierra, productos químicos y residuos en el contexto de proyectos y programas de desarrollo | Ayuda presupuestaria | Se ejecutan a través de 18 socios implementadores, entre estos: PNUD, PNUMA, Banco Mundial, bancos regionales de desarrollo y otros organismos especializados de las Naciones Unidas |
| Japón | Asistencia financiera no reembolsable del Gobierno de Japón | Infraestructura básica: sistema de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, puentes comunitarios, muros de contención | Ayuda presupuestaria | Instituciones jurídicamente organizadas, sin fines de lucro y con función social; entre ellas gobiernos seccionales, así como otro tipo de instituciones que tengan como finalidad el bienestar público |
| Nueva Zelanda | Fondos de Asistencia de Desarrollo para Latino América | Salud, educación, economía productiva, desarrollo local y/o regional, igualdad de género, sostenibilidad medioambiental, prevención y manejo de los conflictos | Fondos de investigación | Sector público, entidades privadas y ONGD |
| Bélgica | Cooperación Técnica Belga (ENABEL) | Apoyo en construcción de instalaciones de tratamiento y suministro de agua (cuencas de retención, pozos y plantas de tratamiento), desarrollo de capacidades de en la gestión del agua y el saneamiento urbano, métodos para ahorrar agua | Apoyo financiero | Sector público, entidades privadas y ONGD |
| Francia | Agronomes et vétérinaires sans frontières (AVSF) | Creación y seguimiento de un comité de cuenca para protección y distribución equitativa de los recursos hídricos entre campesinos y agricultores locales de los Andes centrales | Fondos de investigación y capacitación técnica | Administraciones públicas: nacionales, regionales o locales con capacidad institucional suficiente, sociedad civil |

| País o sede* | Nombre | Temática | Modalidad recursos | Entidad elegible |
|----------------|--|--|--|--|
| Alemania | Asociación Alemana para Educación de Adultos (DVV) | Educación para el desarrollo sostenible mediante cursos de capacitación y eventos de fortalecimiento de conciencia ecológica educación ambiental | Fondos de investigación y capacitación técnica | Administraciones públicas, escuelas, universidades |
| Estados Unidos | Water for People | Promover proyectos para el acceso a agua potable y alcantarillado de calidad | Apoyo financiero | Administraciones públicas, comunidades, entidades privadas |
| España | Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación | Promoción de desarrollo humano y la investigación científica para el desarrollo en países en desarrollo, particularmente en zonas de frontera | Fondos de investigación | Administraciones públicas y privadas |
| Bélgica | Islas de Paz | Promoción de capacidades de autogestión de las poblaciones que se encuentren en zonas desfavorecidas y existan potencialidades de desarrollo, mediante programas de capacitación | Fondos de capacitación | Administraciones públicas, poblaciones y comunidades |
| España | Enginyeria Sense Fronteres | Garantizar acceso a servicios básicos mediante el empoderamiento ciudadano | Fondos de investigación y apoyo financiero | Administraciones públicas, comunidades, universidades |
| Estados Unidos | CEIBA: Foundation for Tropical Conservation | Promover la protección de la biodiversidad y los ecosistemas | Fondos de investigación, capacitación | Administraciones públicas, comunidades |
| Chile | Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP) | Apoyo al desarrollo territorial, agricultura sostenible, consumo responsable y gobernanza participativa | Apoyo financiero, investigación y capacitación | Administraciones públicas a escala nacional y territorial |
| Estados Unidos | Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) | Diversificación en la economía rural | Apoyo financiero | Administraciones públicas |
| Estados Unidos | Conservation International Foundation (CI) | Desarrollo de programas y proyectos de cooperación técnica y financiera de acuerdo a las prioridades del Ecuador, en la Franja Costera | Apoyo técnico y financiero | Administraciones públicas |

| País o sede* | Nombre | Temática | Modalidad recursos | Entidad elegible |
|--------------|--|--|--|---|
| Ecuador-Perú | Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) | Conservación de ecosistemas de montaña y el bienestar de las comunidades rurales de la región andina | Apoyos incentivos financieros, e investigación | Administraciones públicas, comunidades, universidades |

* Sede corresponde al lugar de operación del cooperante y se incluye solamente cuando el cooperante agrupa varios países.

Elaborado por: MAP&GIS Consultores Cía. Ltda., 2018.

Una fuente potencial de financiamiento constituye la implementación de mecanismos financieros basados en el pago por los servicios ambientales que proveen las cuencas transfronterizas. Otras fuentes de financiamiento a considerar constituyen los fondos del agua o fideicomisos que pueden ser capitalizados con fondos públicos, fondos de cooperación internacional, recursos de canje de deuda y donaciones. Este mecanismo financiero permite que los recursos planificados se obtengan y manejen directamente y en un tiempo menor.

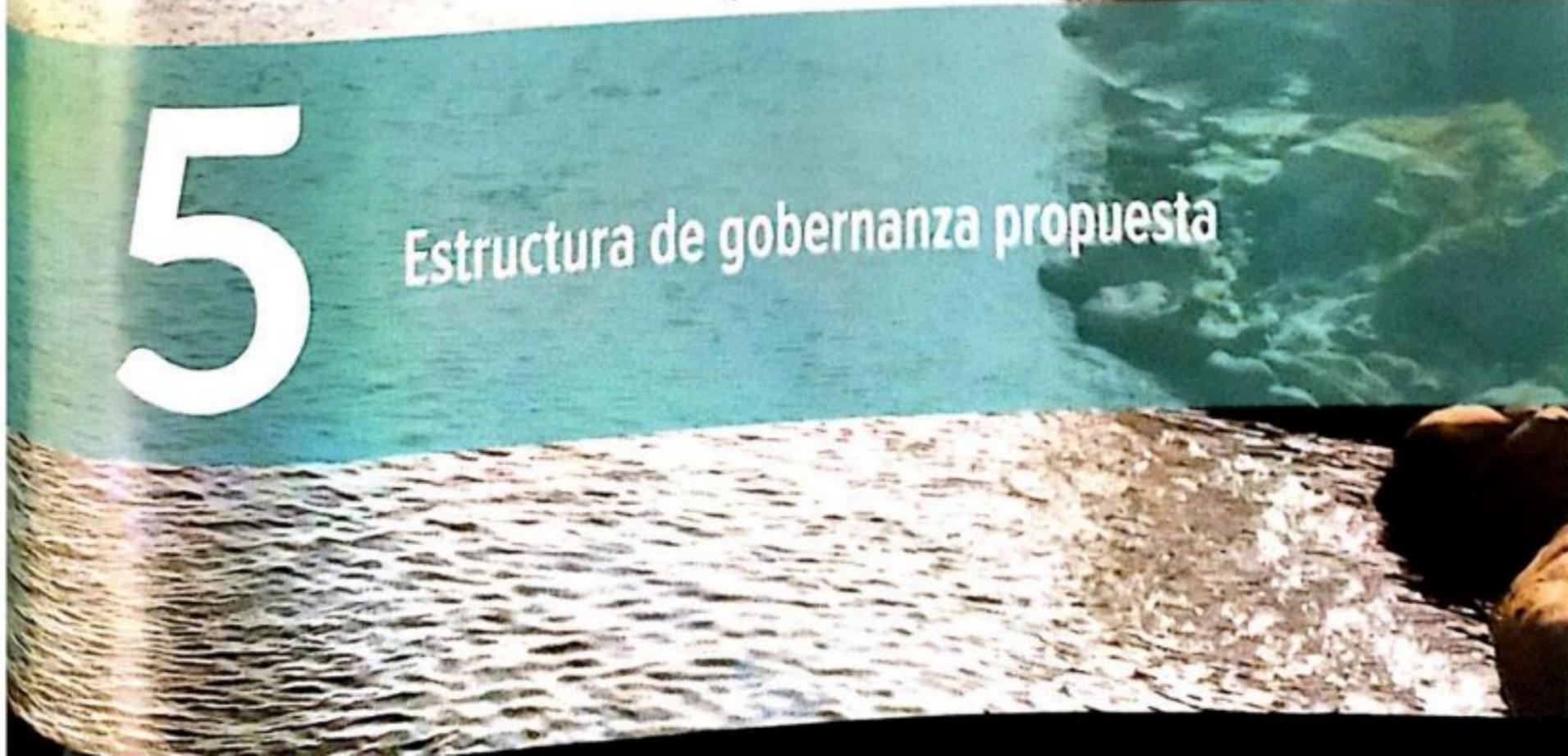


Taller análisis estratégico situacional, definición de líneas de acción e identificación de iniciativas de gestión en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira, 11 de octubre de 2018. Piura, Perú.



5

Estructura de gobernanza propuesta



Perú y Ecuador vienen afianzando compromisos y acuerdos para fortalecer la gobernanza de los recursos hídricos transfronterizos, para lo que es fundamental incorporar a los diferentes actores, internalizar la gestión sostenible del agua y desarrollar mecanismos de coordinación en los diferentes niveles.

La gobernanza en materia de GIRH, entre Ecuador y Perú, ha tenido grandes avances, principalmente mediante la constitución de la Comisión Binacional GIRH Perú-Ecuador, que establece un nuevo marco institucional sobre el cual se idearán modos de gobernanza para la GIRH a nivel binacional.

La Comisión Binacional GIRH Perú-Ecuador es la instancia en la que se definen los acuerdos binacionales y está conformada por cinco representantes designados por Perú y cinco representantes designados por Ecuador, provenientes de instituciones vinculadas a la administración y gestión de recursos hídricos; cuenta con una Secretaría Técnica Binacional y con un Comité GIRH por cada cuenca.

En este contexto, la Secretaría Técnica tiene atribuciones de articulación y coordinación entre los Comités de GIRH por cuencas para la aplicación de las políticas y otros instrumentos de planificación y gestión de los recursos hídricos en cada una. En este sentido, tiene atribuciones de coordinación intrainstitucional en el marco de la institucionalidad bilateral.

Los Comités GIRH por cuencas tienen funciones de formulación, ejecución e implementación de planes GIRH y de coordinación con las autoridades correspondientes para la ejecución de acciones de socialización, difusión, cooperación mutua, sensibilización; reciben recomendaciones de la Secretaría Técnica para la solución de diferencias que podrían suscitarse de la aplicación de los planes.

La gobernanza a nivel interno requiere especificar reglamentos operativos de las respectivas instancias de la Comisión, identificación de los mecanismos de coordinación interinstitucional que incluya el desarrollo y manejo de información, al igual que mecanismos de monitoreo y evaluación de cumplimiento de políticas y estrategias.

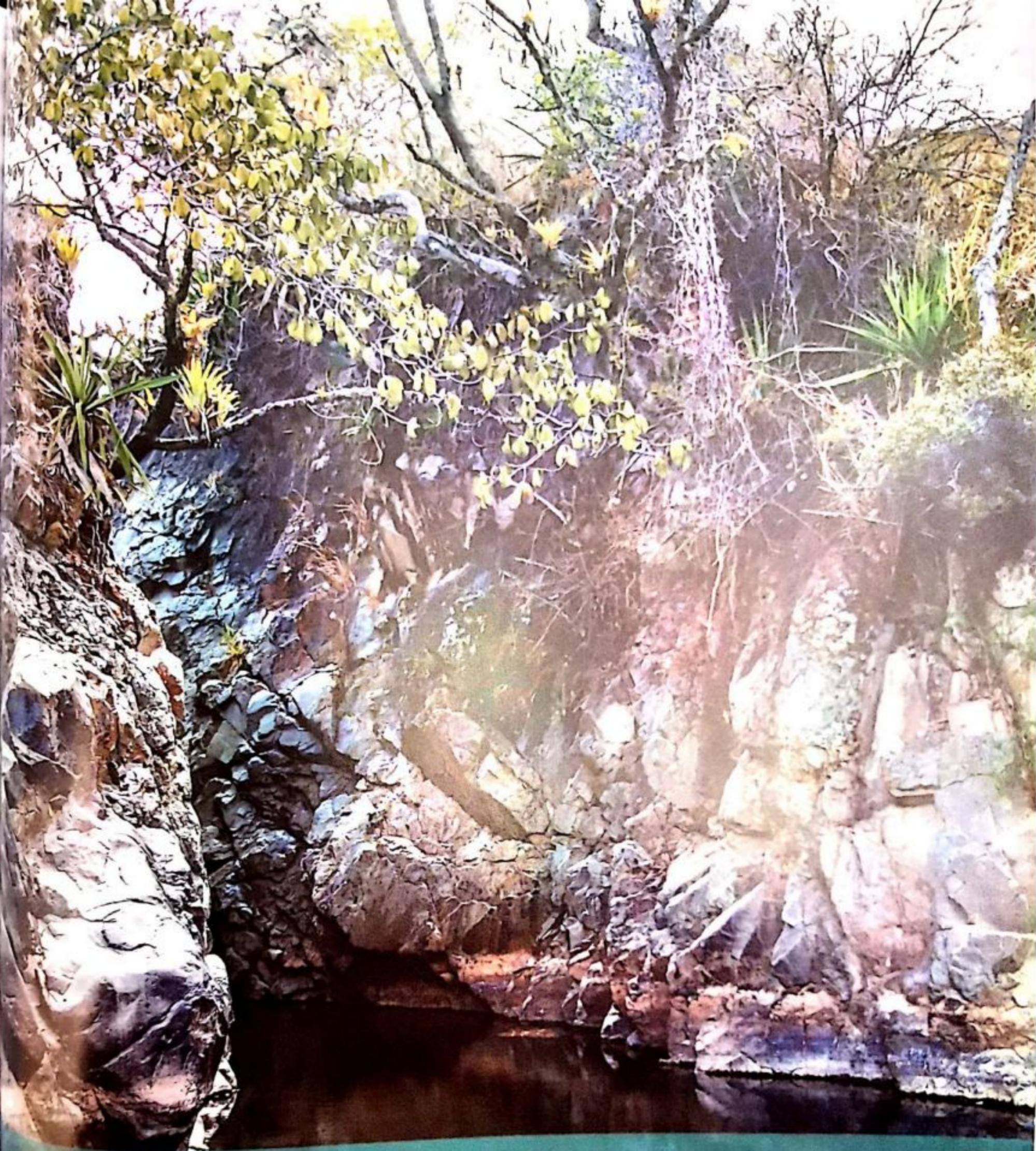
La gobernanza a nivel externo implica la coordinación y participación de los diferentes actores sociales, públicos y privados en la construcción y aplicación de los instrumentos de planificación para la GIRH. Se identificaron tres ámbitos sobre los cuales se debe efectivizar la coordinación con los diferentes actores:

- Elaboración y ejercicio de estrategias para promover la gestión integrada de recursos hídricos en las cuencas transfronterizas.
- Elaboración y ejecución de los planes GIRH por Cuencas.
- Elaboración y aplicación de los mecanismos para el monitoreo, seguimiento conjunto y evaluación para la protección y conservación de fuentes naturales de agua y ecosistemas hídricos propuestos por la Secretaría Técnica binacional.

Los Comités de GIRH por cuenca, al ser la instancia de la Comisión que ejecuta fácticamente en el territorio las estrategias y planes, se considera como la instancia efectiva para desarrollar la coordinación con los diferentes actores. Esta coordinación debe instaurar los mecanismos de participación para que el Comité recoja las propuestas de los actores y someta a conocimiento con el objeto de obtener sus criterios orientados a fortalecer estos instrumentos, para posterior aprobación de la Comisión Binacional.

El Comité de GIRH por cuenca, en lo posible, considerará la interrelación con los sectores: privado, comunitario, organizaciones no gubernamentales y la academia para la conservación y el manejo sostenible de los recursos hídricos.

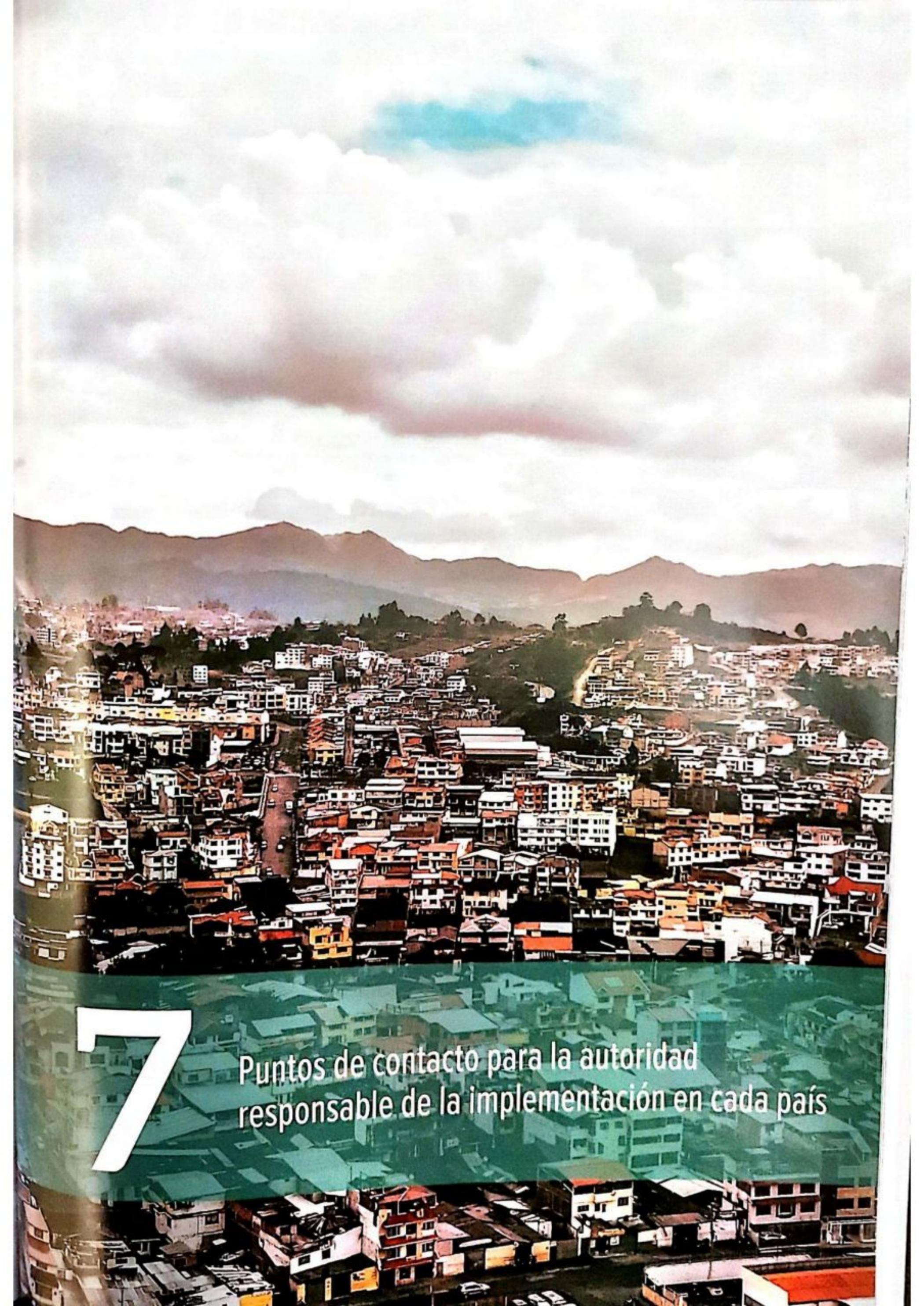
Para la implementación de la gobernanza, la Comisión Binacional GIRH Perú-Ecuador debe contar con instrumentos de gestión dirigida a desarrollar los mecanismos de información y comunicación (TIC); y al fortalecimiento de capacidades, que les permita conocer el alcance e importancia de las estrategias y planes emitidos por la Comisión Binacional GIRH Perú-Ecuador.



6

Las partes interesadas y su participación en el proceso de implementación y revisión

| Actor | País | Función | Representatividad |
|-------------------------------|---------|--|-------------------|
| ANA | Perú | Autoridad Nacional del Agua: administra, conserva y protege los recursos hídricos de las cuencas hidrográficas. | Nacional |
| SENAGUA | Ecuador | Rector de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas. | Nacional |
| DH Puyango Catamayo | Ecuador | Garantiza la gestión integral e integrada de los recursos hídricos en la DH, a través de la planificación, organización y ejecución descentralizada de políticas, objetivos, normas e instrumentos técnicos establecidos por SENAGUA. | Regional |
| DH Jubones | | | |
| FORAGUA | Ecuador | Administra los recursos económicos por concepto de tasa ambiental que son recaudados por cada uno de los 12 municipios adheridos a este fideicomiso. Estos recursos se invierten exclusivamente en la conservación, recuperación y protección de los servicios ambientales y biodiversidad de los ecosistemas frágiles y amenazados. | Regional |
| Gobierno Regional de Piura | Perú | Promueve y regula actividades y/o servicios en materia de medioambiente; tiene como competencia exclusiva diseñar y ejecutar programas regionales de cuencas, corredores económicos y de ciudades intermedias, y, como competencia compartida, la gestión sostenible de los recursos naturales y mejoramiento de la calidad ambiental. | Regional |
| CRHC San Lorenzo | Perú | Coordinan la participación activa de los integrantes del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos. | Local |
| ALA San Lorenzo ALA Tumbes | Perú | Administra los recursos hídricos en su respectivo ámbito territorial. | Local |



7

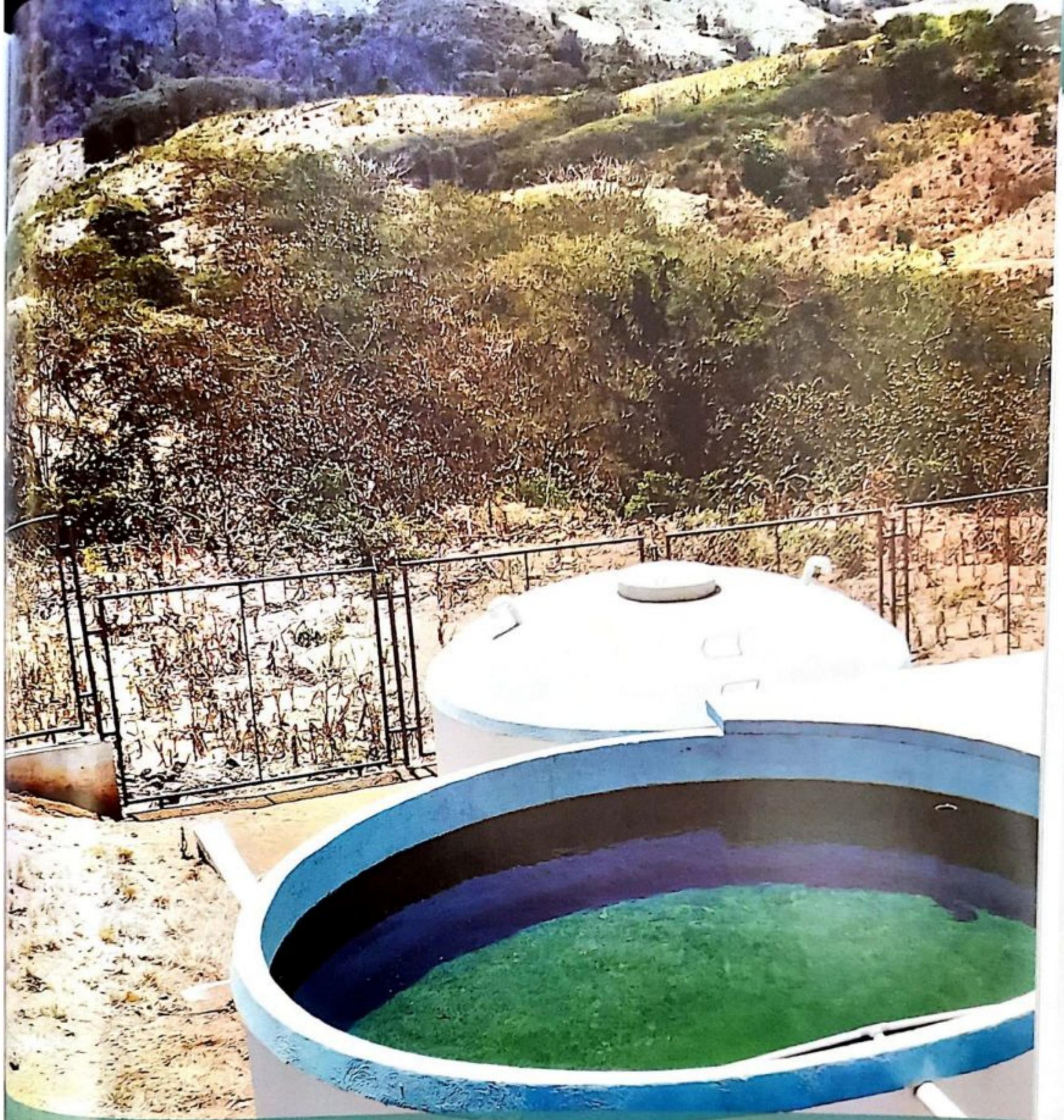
Puntos de contacto para la autoridad responsable de la implementación en cada país

Ecuador

- Secretaría del Agua, Subsecretario Social y de Articulación Territorial del Recurso Hídrico
Dr. Manuel Norberto Núñez Núñez
- Director de Articulación Territorial e Intersectorial
Sr. Luis Arturo Cevallos Salas
- Analista Técnico de Articulación Territorial e Intersectorial
Ing. José Oswaldo Ganzhi

Perú

- Autoridad Nacional del Agua, Director de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos
Ing. José Ramón Abasolo Tejada
- Especialista en Gestión de Recursos Hídricos en Cuencas Transfronterizas
Ing. Hanny María Quispe Guzmán



8

Registro fotográfico



Taller análisis situacional, definición de líneas de acción e identificación de iniciativas de gestión en la cuenca transfronteriza Zarumilla, 16 y 17 de octubre de 2018. Tumbes, Perú.

Taller análisis y propuesta de matriz de marco lógico y de indicadores de los Programas de Acción Estratégica (PAE) de las tres cuencas transfronterizas, 4 y 5 de julio de 2019. Tumbes, Perú.



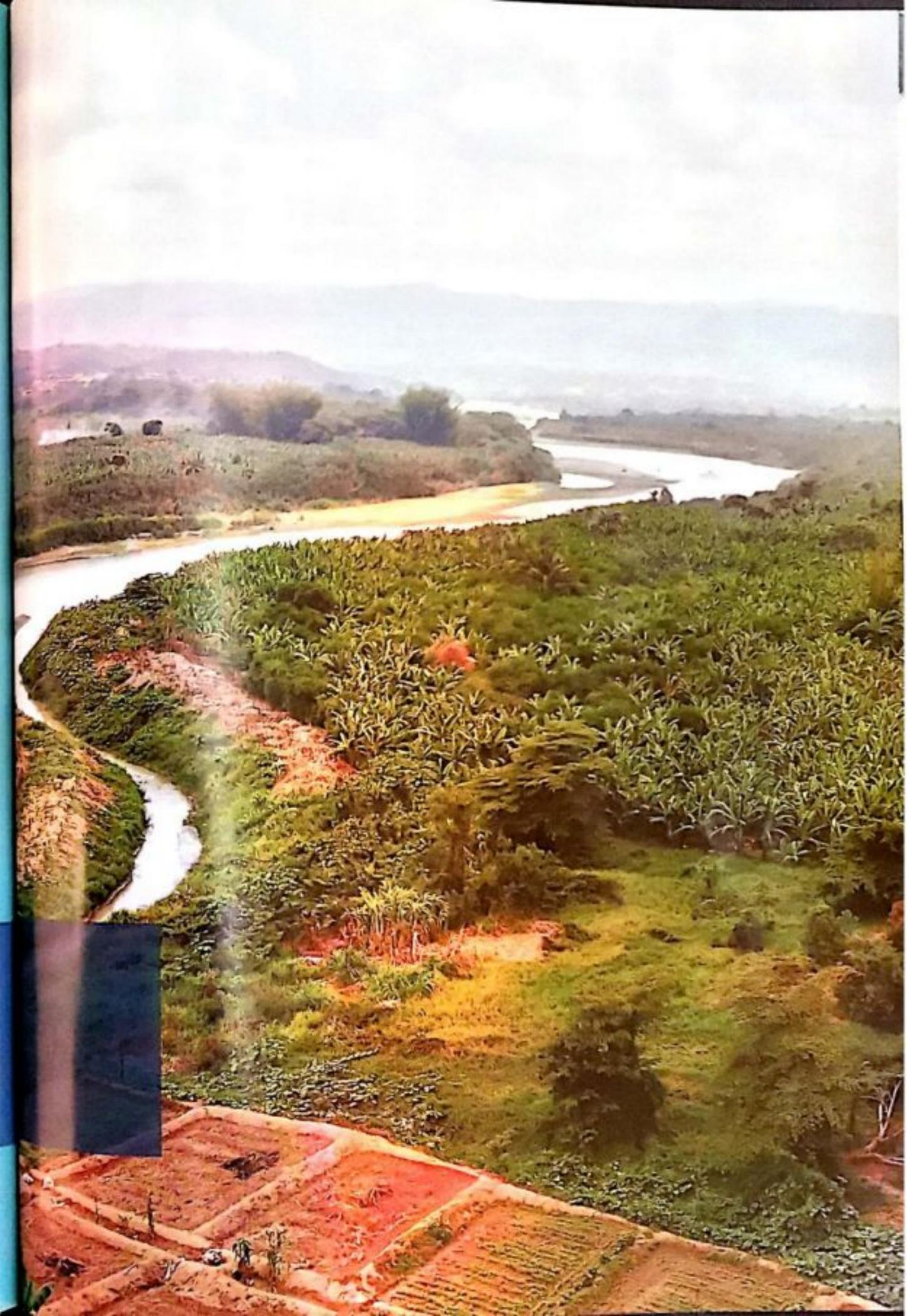
Taller análisis situacional, definición de líneas de acción e identificación de iniciativas de gestión en la cuenca transfronteriza Catamayo -Chira, 11 y 12 de octubre de 2018. Piura, Perú.



Taller de validación de la problemática y opciones de gestión de los recursos hídricos en la cuenca transfronteriza Puyango - Tumbes, 3 y 4 de abril de 2018. Huaquillas, Ecuador



Referencias



- Acta Presidencial de Brasilia. Brasilia, 26 de octubre de 1998.
- Acuerdo entre la República del Ecuador y la República del Perú para el establecimiento de la Comisión Binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca Hidrográfica Transfronteriza del Río Zarumilla. *Registro Oficial 320*. Quito, 15 de noviembre de 2010.
- Albán, L. (2017). *El fondo del agua Quiroz-Chira: un mecanismo de gestión para los ecosistemas de montaña de Piura, Perú*. Lima: Editalo.
- ATA (Asesores Técnicos Asociados), UNP (Universidad Nacional de Piura) y UNL (Universidad Nacional de Loja). *Caracterización hídrica y territorial de la cuenca binacional Catamayo-Chira*. Loja: UNIGECC.
- Asociación BCEOM, SOFI CONSULT S.A. y ORSTROM. (1999). Estudio hidrológico-meteorológico en la vertiente del Pacífico del Perú con fines de evaluación y pronóstico del fenómeno El Niño para prevención y mitigación de desastres.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua). (2009a). *Caracterización hidrogeológica del acuífero de Zarumilla*. Tumbes: Ministerio de Agricultura.
- . (2009b). *Caracterización hidrogeológica del valle del río Chira*. Sullana: ANA.
- . (2013a). *Plan de gestión de los recursos hídricos de la cuenca Tumbes*. [Proyecto de modernización de la gestión de los recursos hídricos (PMGRH)]. Tumbes: ANA.
- . (2013b). *Proyecto de modernización de la gestión de los recursos hídricos*. Lima: ANA.
- . (2013c). *Plan de gestión de los recursos hídricos de la cuenca Chira-Piura*. [Proyecto de modernización de la gestión de los recursos hídricos (PMGRH)]. Piura: ANA.
- . (2017a). *Plan de aprovechamiento de las disponibilidades hídricas cuenca Tumbes*. Tumbes: ANA.
- . (2017b). *Plan de aprovechamiento de las disponibilidades hídricas cuenca Chira-Piura*. Piura: ANA.
- . (2017c). *Plan de aprovechamiento de las disponibilidades hídricas cuenca Zarumilla*. Tumbes: ANA.
- Briceño, J., Iñiguez-Gallardo, V. y Ravera, F. (2016). Factores que influyen en la percepción de servicios de los ecosistemas de los bosques secos del sur del Ecuador. En: *Ecosistemas*, 25(2): 46-58.
- Centro de Conservación Tropical. (2006). *Parks Watch*. Disponible en: <https://www.parkswatch.org/main.php?l=spa&p=contact>
- CISPDR (Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research. (2015a). *Plan hidráulico regional de demarcación hidrográfica Jubones-La Memoria*. Quito: SENAGUA.
- . (2015b). *Plan hidráulico regional de demarcación hidrográfica Puyango-Catamayo*. Quito: SENAGUA.
- CAN (Comunidad Andina de Naciones)-AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo). *Estrategia andina para la gestión integrada de los recursos hídricos*. Lima: CAN.
- Consortio E&H. (2010). *Plan de calidad ambiental Perú-Ecuador, Catamayo-Chira y Puyango-Tumbes*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Convenio Peruano-Ecuatoriano para el Aprovechamiento de las Cuencas Hidrográficas binacionales Puyango-Tumbes y Catamayo-Chira. Washington, 27 de septiembre de 1971. Disponible en: https://pebpt.gob.pe/site/images/normas_creacion_pebpt/Convenio%20Peruano%20Ecuatoriano.pdf
- Daily, G. C. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press.

- D'Ercole, R. y Trujillo, M. (2003). *Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgos en el Ecuador. Los desastres, un reto para el desarrollo*. Quito: COOPI, Oxfam, SIISE.
- Enríquez, J. (2016). *Estado hidrológico, hidráulico y sedimentológico de los embalses en la región de Piura*. Piura: Universidad de Piura.
- GAD Parroquial Rural de Casacay. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Casacay*. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplus-documentofinal/0760029830001_PDOT%20DEFINITIVO%20CASACAY%20-%202015_29-10-2015_19-29-40.pdf
- GAD Municipal del Cantón Chaguarpamba. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1160836120001_DIAGNOSTICO%20PDYOT%20ACTUAL%20CHAGUARPAMBA%20NUEVO_13-04-2016_18-24-32.pdf
- GAD Municipal del Cantón Huaquillas. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Huaquillas: GAD Municipal del Cantón Huaquillas.
- Hawkings, R. E. (2009). *Curve Number Hydrology. State of the Practice*. Reston: ASCE.
- IEE (Instituto Espacial Ecuatoriano). (2011). *Susceptibilidad a inundaciones. Ecuador*. Disponible en: http://www.ideportal.iee.gob.ec/p_geoinformacion/web
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2010). *VII Censo de población y VI de vivienda*. Quito: INEC.
- INEI (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática). (2007). *Censos nacionales. XI de población y VI de vivienda*. Lima: INEI.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). (2010). *Base de datos histórica 1981-2010*. Quito: INAMHI.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). (2003). *Estudio hidrogeológico del Valle Zarumilla*. Lima: Ministerio de Agricultura.
- . (2007). *Estudio hidrogeológico del valle Tumbes*. Lima: Ministerio de Agricultura.
- INECOL (Instituto de Ecología). (2018). *Servicios ambientales*. Disponible en: <http://www3.inecol.edu.mx/maduver/index.php/servicios-ambientales/2-clasificacion.html>
- Ley N° 29338 (a). Ley de Recursos Hídricos. *El Peruano*. Lima, 31 de marzo de 2009.
- Ley N° 29338 (b). Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. Decreto Supremo N° 001-2010-AG. Lima, 24 de marzo de 2010.
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. *Registro Oficial 305*. Quito, 6 de agosto de 2014.
- Ley Orgánica del Servicio Exterior. *Registro Oficial Suplemento 262*. Quito, 29 de enero de 2009.
- Martínez Valdés, Y. y Villalejo García, V. M. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. En: *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 39(1): 58-72.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). (2002). *Mapa de aptitudes agrícolas del Ecuador continental*. Quito: MAGAP.
- . (2016). *La política agropecuaria ecuatoriana. Hacia el desarrollo territorial rural sostenible 2015-2025*. Quito: MAGAP.

- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). (2017). *Tercera comunicación nacional del Ecuador sobre cambio climático*. Quito: MAE.
- . (2018a). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador*. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/>
- . (2018b). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Parque Nacional Yacuri*. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/parque-nacional-yacuri>
- . (2018c). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Parque Nacional Podocarpus*. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/parque-nacional-podocarpus>
- MINAM (Ministerio del Ambiente del Perú). (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal. Memoria descriptiva*. Lima: MINAM.
- . (2016). *El Perú el cambio climático. Tercera comunicación*. Lima: MINAM.
- . (2018). *Sistema Nacional del Áreas Protegidas por el Estado*. Disponible en: <http://www.sernanp.gob.pe/cerros-de-amotape>
- Morocho, F. (2004). *Sedimentación del reservorio de Poechos y recuperación del volumen de agua de regulación para el sistema Chira-Piura*. Piura: Gobierno Regional de Piura.
- Paz, J. A., González, R., Gómez, M. y Velasco, A. J. (2017). Metodología para elaborar mapas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa. Análisis de caso ladera sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. En: *Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*, 92: 128-143.
- Prefectura de Loja. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Loja 2015-2025*. Disponible en: <https://prefectura Loja.gob.ec/documentos/lotaip/2019/PDOT-2019.pdf>
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2003). *Ecosistemas y bienestar humano: marco para la evaluación*. Washington: Island Press.
- Proyecto de Resolución Legislativa N° 3318/2018-PE. *Acuerdo que establece la Comisión Binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las Cuencas Hidrográficas Transfronterizas entre la República del Perú y la República del Ecuador*. Lima, 6 de septiembre de 2018.
- Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. *Registro Oficial 483*. Quito, 20 de abril de 2015.
- Rossel, F. (1997). *Influencia de El Niño sobre los regímenes hidrológicos del Ecuador*. Quito: INAMHI.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). (2010). *Base de datos histórica 1981-2010*. Lima: SENAMHI.
- Tirira, D., Almeida, P., Padilla, O., Cortes, K., Díaz, M., Álvarez, U., Pinos, G., Boada, C. y Soria, P. (2004). *Portafolio de sitios prioritarios para la conservación dentro de la Unidad de Planificación Ecorregional Pacífico Ecuatorial*. [Proyecto Pacífico Ecuatorial, componente terrestre]. Quito: Jatun Sacha/CDC-Ecuador y The Nature Conservancy.

Siglas

Perú

| | |
|-----------------|---|
| AAA | Autoridad Administrativa del Agua |
| ALA | Administración Local del Agua |
| ANA | Autoridad Nacional del Agua |
| ATUSA | Aguas Tumbes |
| CRHC | Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca |
| INEI | Instituto Nacional de Estadísticas e Informática |
| INGEMMET | Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico |
| MINAM | Ministerio del Ambiente |
| MINAGRI | Ministerio de Agricultura y Riego |
| MVCS | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento |
| OEFA | Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental |
| SENAMHI | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología |
| SUNASS | Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento |
| SGRD | Secretaría de Gestión de Riesgo de Desastres |

Ecuador

| | |
|----------------|--|
| ARCA | Agencia de Regulación y Control del Agua |
| FORAGUA | Fondo Regional del Agua |
| GAD | Gobierno Autónomo Descentralizado |
| INAMHI | Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología |
| INEC | Instituto Nacional de Estadísticas y Censos |
| LORHUyA | Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua |
| MAE | Ministerio del Ambiente |
| MAGAP | Ministerio de Agricultura y Ganadería |
| SENAGUA | Secretaría del Agua |
| SGR | Secretaría de Gestión de Riesgos |

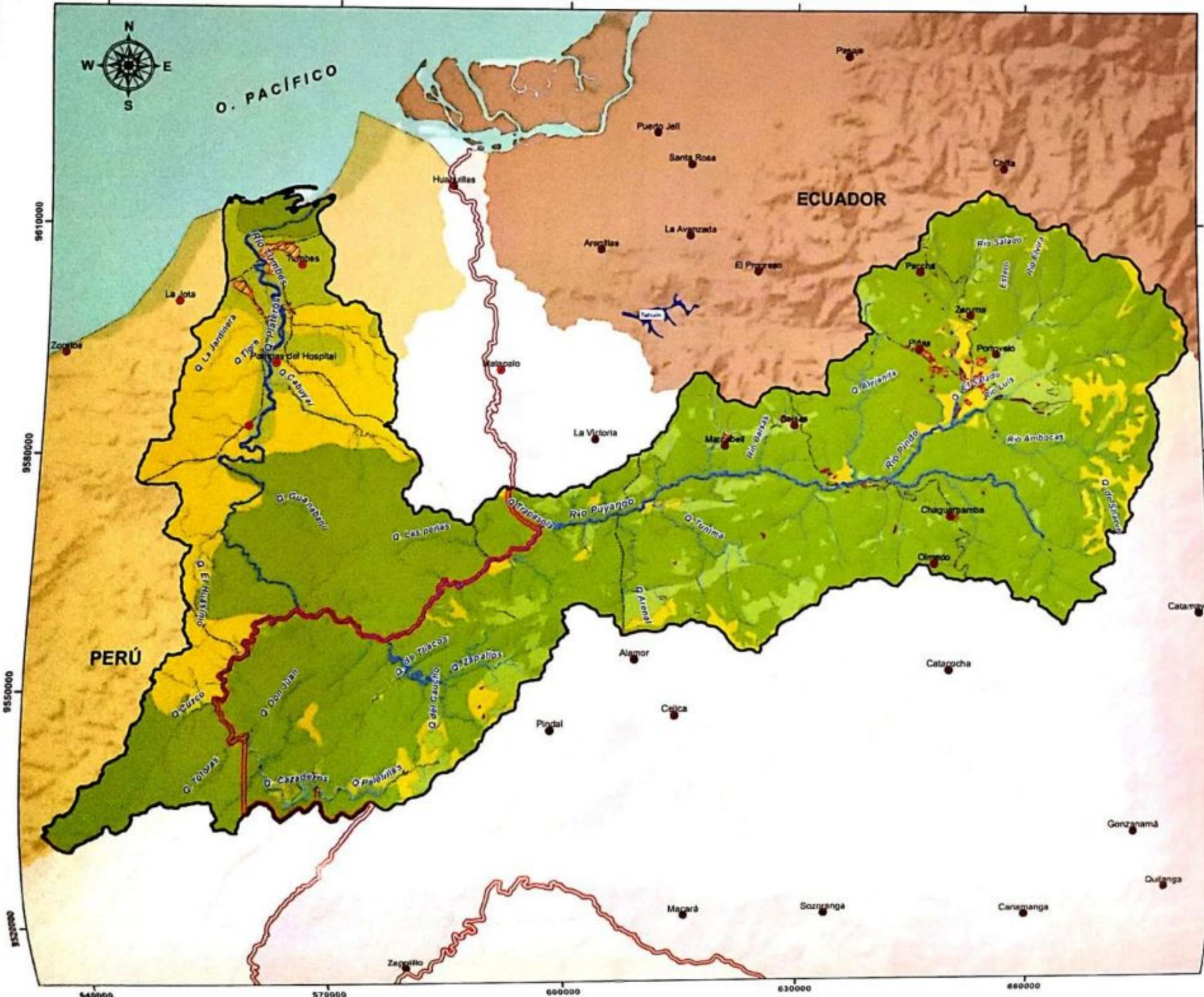
Otros

| | |
|------------------|--|
| ACDI/VOCA | Agricultural Cooperative Development International/Volunteers in Overseas Cooperative Assistance |
| ADT | Análisis de Diagnóstico Transfronterizo |
| AVSF | Agronomes et vétérinaires sans frontières |
| CI | Conservation International Foundation |
| CONDESAN | Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina |
| DEG | German Investment Corporation |
| DFG | Fundación Alemana para la Investigación Científica |
| DH | Demarcación Hidrográfica |
| DVV | Asociación Alemana para la Educación de Adultos |
| ENABEL | Belgian Development Agency |
| EPS | Empresa Prestadora de Servicio |
| FCAS | Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento |
| FIDA | Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola |
| FMAM | Fondo Medio Ambiental Mundial |
| GCF | Fondo Verde para el Clima |
| GEF | Global Environment Facility |
| GIRH | Gestión Integrada de los Recursos Hídricos |
| GIRHT | Gestión Integrada de los Recursos Hídricos Transfronterizos |
| GIZ | Agencia Alemana de Cooperación Técnica (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) |
| IDCR | International Development Research Centre |
| INECOL | Instituto de Ecología |
| ODS | Objetivos de Desarrollo Sostenible |
| ONG | Organización No Gubernamental |
| ONGD | Organización No Gubernamental para el Desarrollo |
| ORSTOM | Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer |
| NASA-NIF | National Aeronautics and Space Administration-Internships and Fellowships |
| PAE | Programa de Acción Estratégica |
| PNUD | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo |
| PNUMA | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente |

Anexos

Figura 19. Aptitud del suelo en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes

APTITUD DEL SUELO
"CUENCA HIDROGRÁFICA PUYANGO - TUMBES"



LEYENDA

- LÍMITE INTERNACIONAL
- CAPITAL CANTONAL (Ecuador)
- CAPITAL DISTRITAL (Perú)
- EMBALSES
- HIDROGRAFÍA
- VIALIDAD
- CUENCA HIDROGRÁFICA**
- PUYANGO - TUMBES
- APTITUD DEL SUELO**
- CULTIVOS
- PASTOS
- PROTECCIÓN
- URBANO



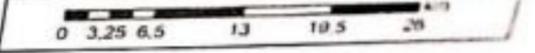
FUENTE:
 Instituto Geográfico Militar - IGM - 2013
 Instituto Geográfico Nacional - IGN - 2013
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - 2017
 Secretaría del Agua - SENAGUA - 2017
 ESRI, USGS, NOAA

ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO TRANSFRONTERIZO (ADT) Y PLAN DE ACCIÓN ESTRATÉGICO (PAE) DE LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS DE CATAMAYO - CHIRA PUYANGO - TUMBES Y ZARUMILLA

CONTIENE:
 APTITUD DEL SUELO
 CUENCA HIDROGRÁFICA "PUYANGO-TUMBES"

FECHA DE ELABORACIÓN: NOVIEMBRE DE 2019

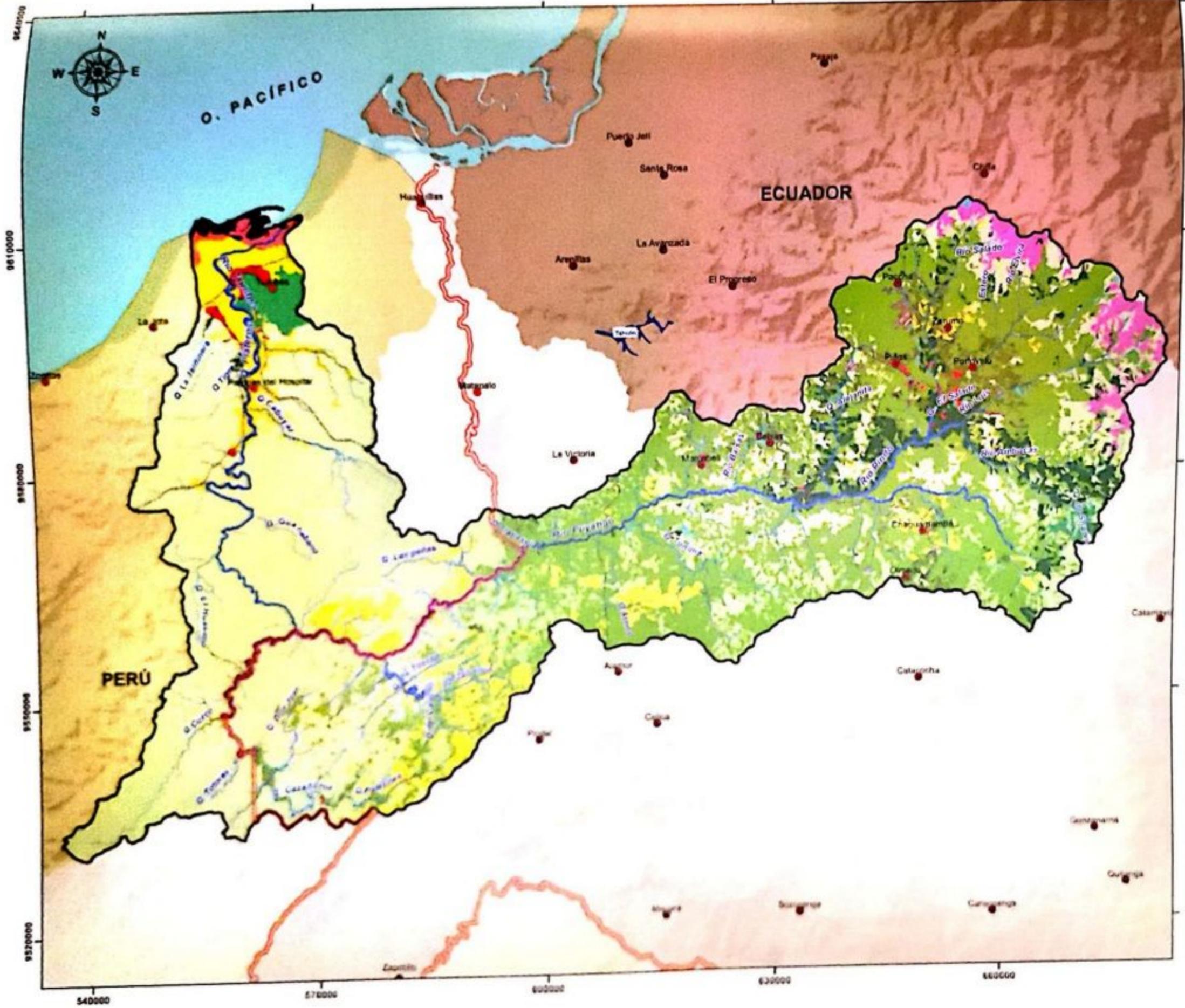
ESCALA LAYOUT: 1:480,000
PROYECCIÓN: UTM WGS 84 ZONA 17 SUR



160

Figura 20. Uso del suelo y cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica Puyango-Tumbes

**USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL
"CUENCA HIDROGRÁFICA PUYANGO - TUMBES"**



LEYENDA

- LIMITE INTERNACIONAL
- CAPITAL CANTONAL (Ecuador)
- CAPITAL DISTRITAL (Perú)
- EMBALSES
- ~ HIDROGRAFÍA
- VIALIDAD
- CUENCA HIDROGRÁFICA**
- PUYANGO - TUMBES
- USO Y COBERTURA DEL SUELO**
- ASOCIACIONES DE CULTIVOS DE CICLO CORTO
- ASOCIACIONES DE FRUTALES
- FRUTALES SEMIPERMANENTES Y PERMANENTES
- INDUSTRIALES
- MANGLAR
- OTRAS ÁREAS
- OTRAS TIERRAS AGRÍCOLAS
- PÁRAMO
- PASTO CULTIVADO
- PLANTACIÓN FORESTAL
- VEGETACIÓN NATURAL ARBÓREA
- VEGETACIÓN NATURAL ARBUSTIVA
- VEGETACIÓN NATURAL HERBÁCEA
- VEGETACIÓN NATURAL RIPARIA
- URBANO



FUENTE
 Instituto Geográfico Militar - IGM - 2013
 Instituto Geográfico Nacional - IGN - 2013
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - 2017
 Secretaría del Agua - SENAGUA - 2017
 ESRI, USGS, NOAA

ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO TRANSFRONTERIZO (ADT) Y PLAN DE ACCIÓN ESTRATÉGICO (PAE) DE LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS DE CATAMAYO - CHIRA PUYANGO - TUMBES Y ZARUMILLA

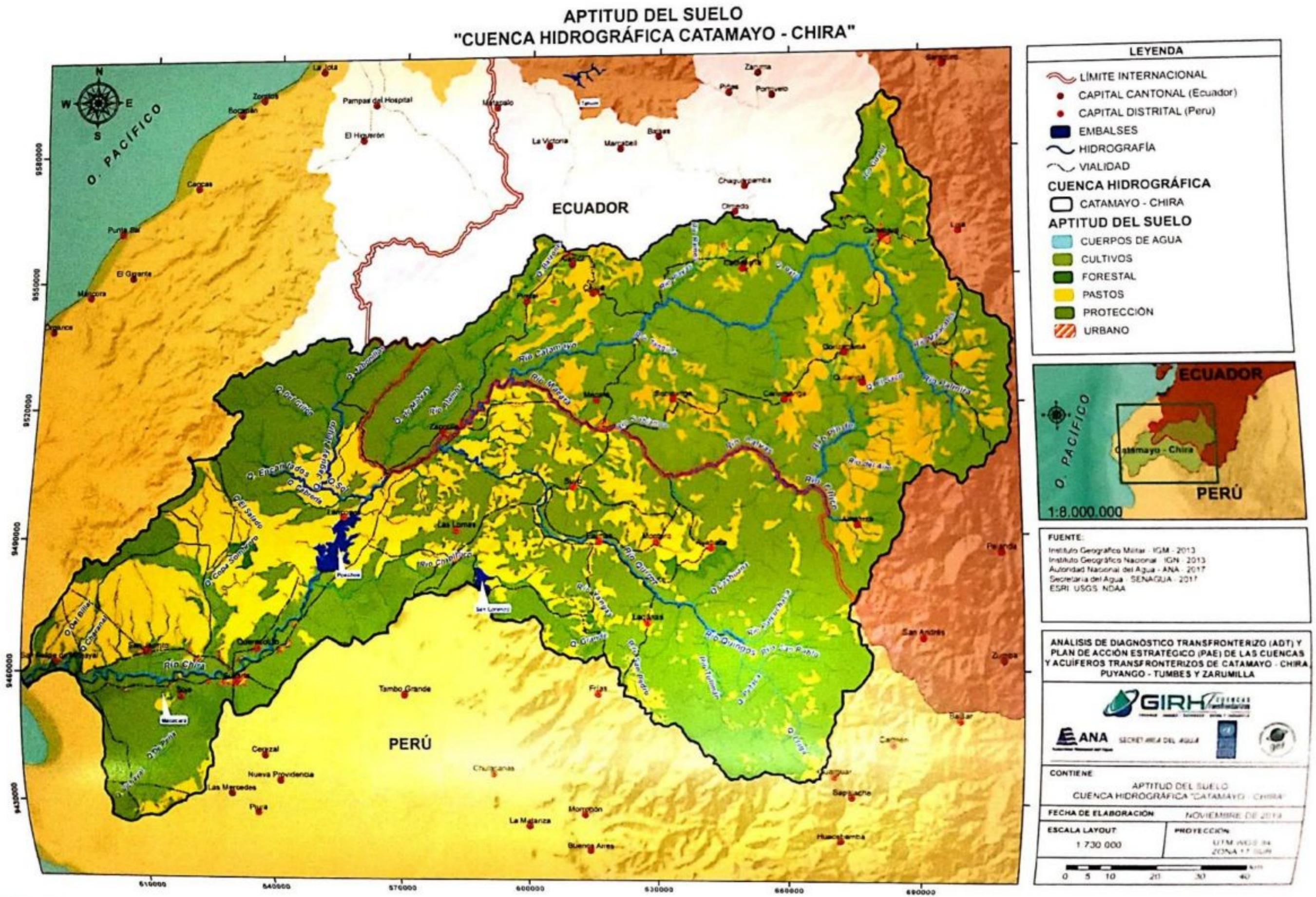
CONTIENE
 USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL
 CUENCA HIDROGRÁFICA "PUYANGO-TUMBES"

FECHA DE ELABORACIÓN NOVIEMBRE DE 2019

ESCALA LAYOUT 1:400,000
PROYECCIÓN UTM WGS 84 ZONA 17 SUR

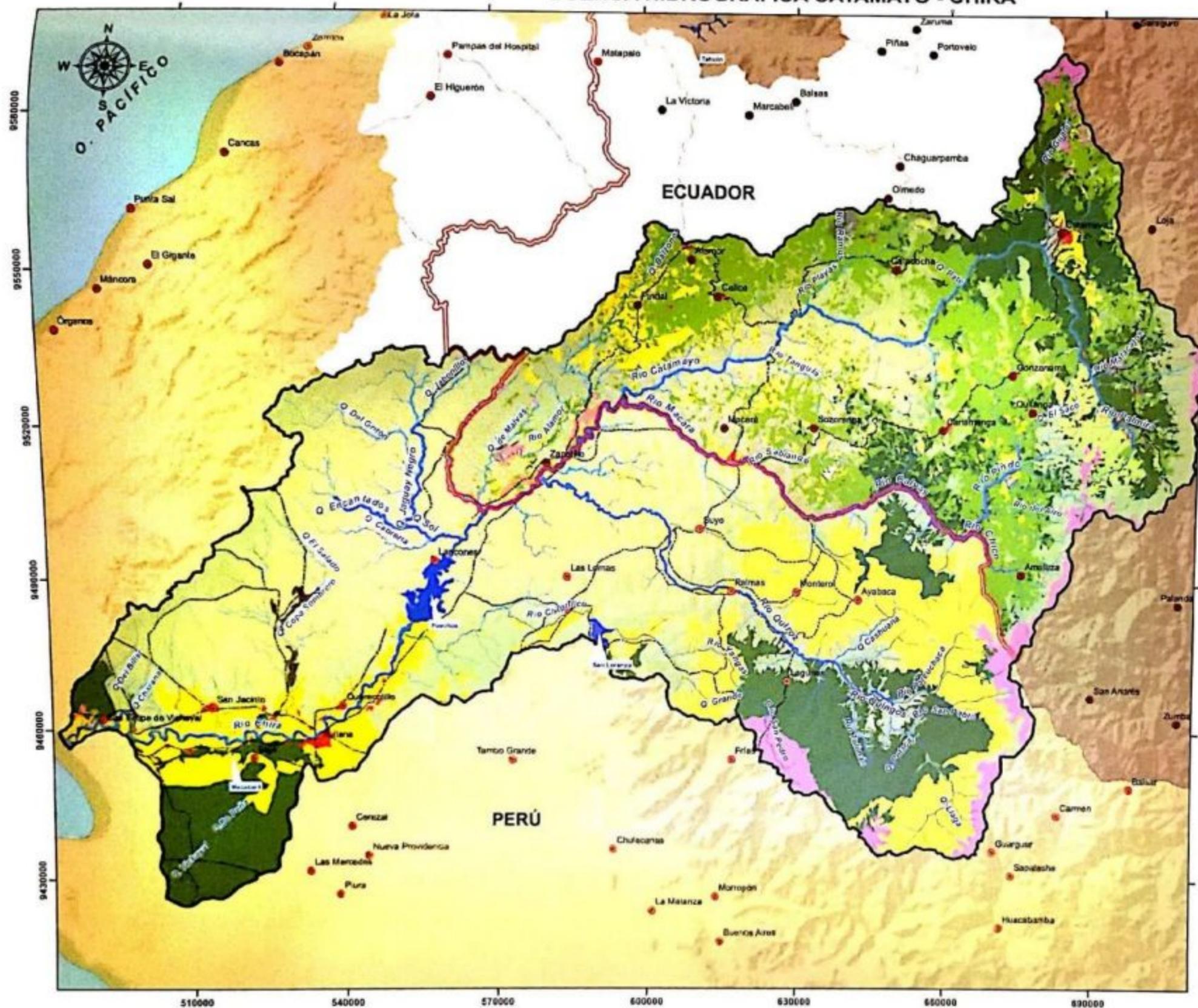


Figura 21. Aptitud del suelo en la cuenca hidrográfica Catamayo-Chira



USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL
"CUENCA HIDROGRÁFICA CATAMAYO - CHIRA"

163



LEYENDA

- LÍMITE INTERNACIONAL
- CAPITAL CANTONAL (Ecuador)
- CAPITAL DISTRITAL (Perú)
- EMBALSES
- ~ HIDROGRAFÍA
- VIALIDAD
- CUENCA HIDROGRÁFICA**
- CATAMAYO - CHIRA
- USO Y COBERTURA DEL SUELO**
- ASOCIACIONES DE CULTIVOS DE CICLO CORTO
- ASOCIACIONES DE FRUTALES
- FRUTALES SEMIPERMANENTES Y PERMANENTES
- INDUSTRIALES
- OTRAS ÁREAS
- OTRAS TIERRAS AGRÍCOLAS
- PÁRAMO
- PASTO CULTIVADO
- PLANTACIÓN FORESTAL
- VEGETACIÓN NATURAL ARBÓREA
- VEGETACIÓN NATURAL ARBUSTIVA
- VEGETACIÓN NATURAL HERBÁCEA
- VEGETACIÓN NATURAL RIPARIA
- CUERPOS DE AGUA
- URBANO



FUENTE:
 Instituto Geográfico Militar - IGM - 2013
 Instituto Geográfico Nacional - IGN - 2013
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - 2017
 Secretaría del Agua - SENAGUA - 2017
 ESRI, USGS, NDAA

ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO TRANSFRONTERIZO (ADT) Y PLAN DE ACCIÓN ESTRATÉGICO (PAE) DE LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS DE CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES Y ZARUMILLA

CONTIENE:
 USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL
 CUENCA HIDROGRÁFICA "CATAMAYO - CHIRA"

FECHA DE ELABORACIÓN: NOVIEMBRE DE 2019

ESCALA LAYOUT: 1:730.000
PROYECCIÓN: UTM WGS 84 ZONA 17 SUR

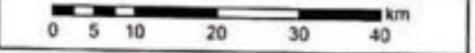
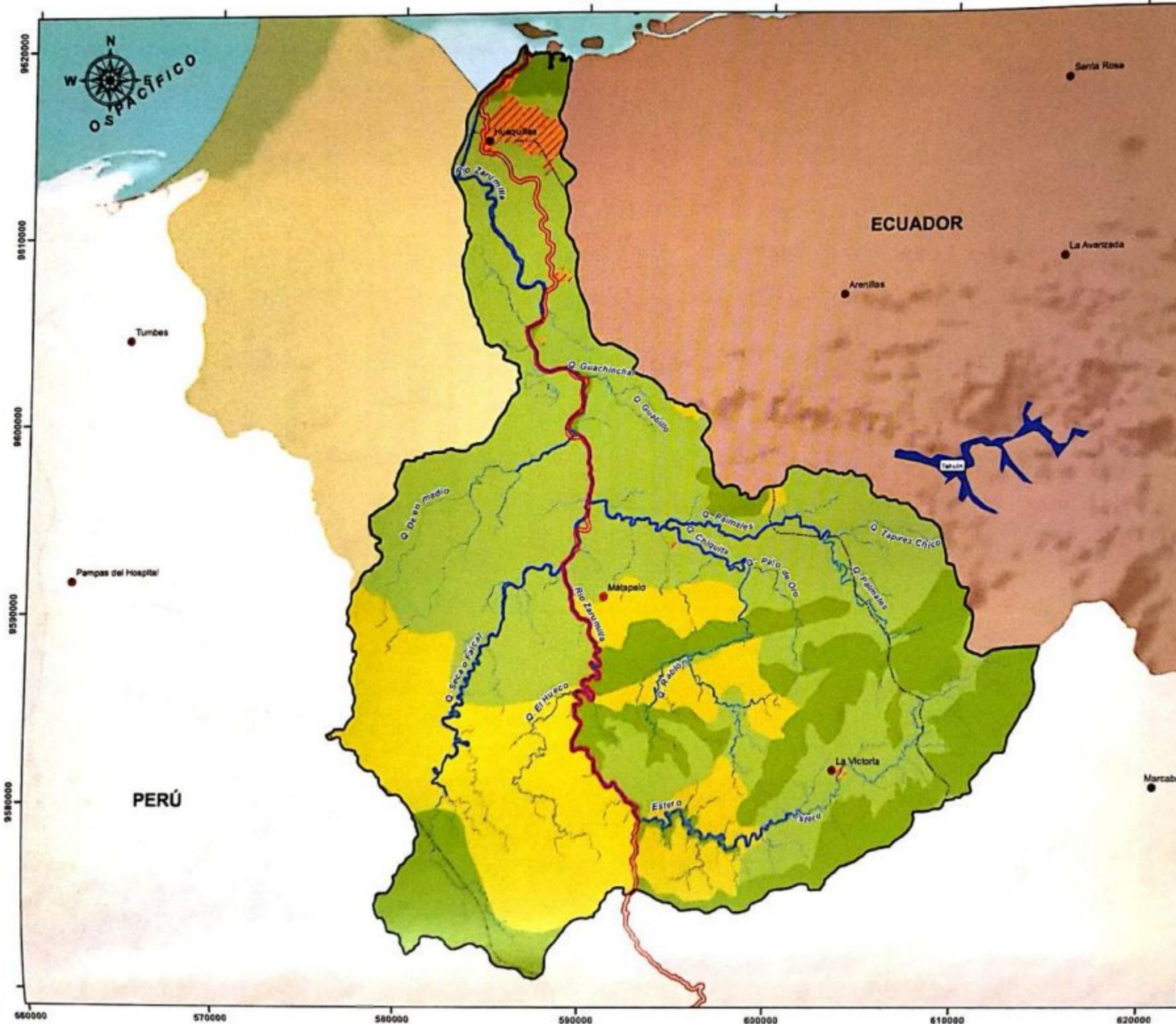


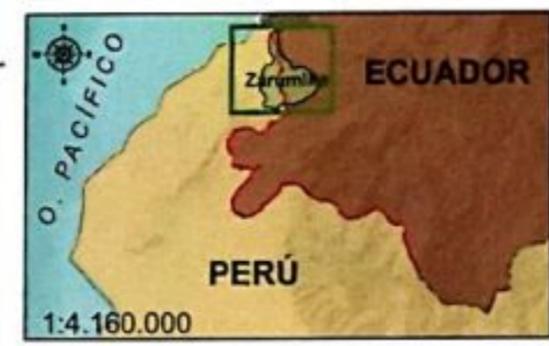
Figura 23. Aptitud del suelo en la cuenca hidrográfica Zarumilla

APTITUD DEL SUELO
"CUENCA HIDROGRÁFICA ZARUMILLA"



LEYENDA

- LÍMITE INTERNACIONAL
- CAPITAL CANTONAL (Ecuador)
- CAPITAL DISTRITAL (Perú)
- EMBALSES
- VIALIDAD
- HIDROGRAFÍA
- CUENCA HIDROGRÁFICA**
- ZARUMILLA
- APTITUD DEL SUELO**
- CULTIVOS
- PASTOS
- PROTECCION
- URBANO



FUENTE:
 Instituto Geográfico Militar - IGM - 2013
 Instituto Geográfico Nacional - IGN - 2013
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - 2017
 Secretaría del Agua - SENAGUA - 2017
 ESRI, USGS, NDA

ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO TRANSFRONTERIZO (ADT) Y PLAN DE ACCIÓN ESTRATÉGICO (PAE) DE LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS DE CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES Y ZARUMILLA

CONTIENE:
 APTITUD DEL SUELO
 CUENCA HIDROGRÁFICA "ZARUMILLA"

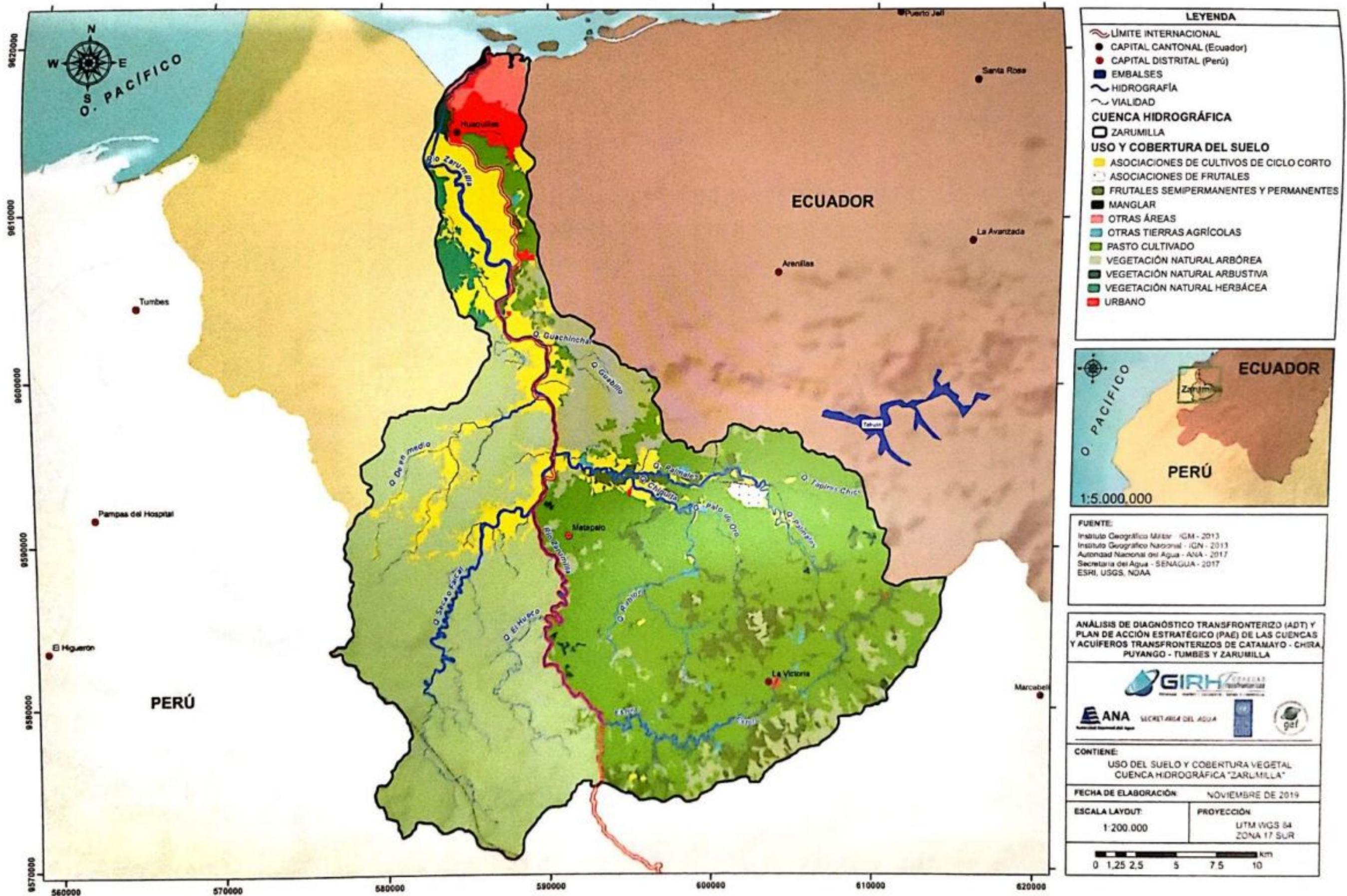
FECHA DE ELABORACIÓN: NOVIEMBRE DE 2019

ESCALA LAYOUT: 1:200 000
 PROYECCIÓN: UTM WGS 84 ZONA 17 SUR



Figura 24. Uso del suelo y cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica Zarumilla

USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL
"CUENCA HIDROGRÁFICA ZARUMILLA"



165

LEYENDA

- LÍMITE INTERNACIONAL
- CAPITAL CANTONAL (Ecuador)
- CAPITAL DISTRITAL (Perú)
- EMBALSES
- HIDROGRAFÍA
- VIALIDAD
- CUENCA HIDROGRÁFICA**
- ▭ ZARUMILLA
- USO Y COBERTURA DEL SUELO**
- ASOCIACIONES DE CULTIVOS DE CICLO CORTO
- ASOCIACIONES DE FRUTALES
- FRUTALES SEMIPERMANENTES Y PERMANENTES
- MANGLAR
- OTRAS ÁREAS
- OTRAS TIERRAS AGRÍCOLAS
- PASTO CULTIVADO
- VEGETACIÓN NATURAL ARBÓREA
- VEGETACIÓN NATURAL ARBUSTIVA
- VEGETACIÓN NATURAL HERBÁCEA
- URBANO

1:5.000.000

FUENTE:
 Instituto Geográfico Militar - IGM - 2013
 Instituto Geográfico Nacional - IGN - 2013
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - 2017
 Secretaría del Agua - SENAGUA - 2017
 ESRI, USGS, NOAA

ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO TRANSFRONTERIZO (ADT) Y PLAN DE ACCIÓN ESTRATÉGICO (PAE) DE LAS CUENCAS Y ACUIFEROS TRANSFRONTERIZOS DE CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES Y ZARUMILLA

CONTIENE:
 USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL
 CUENCA HIDROGRÁFICA "ZARUMILLA"

FECHA DE ELABORACIÓN: NOVIEMBRE DE 2019

ESCALA LAYOUT: 1:200.000
 PROYECCIÓN: UTM WGS 84 ZONA 17 SUR

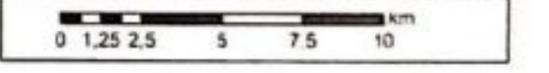


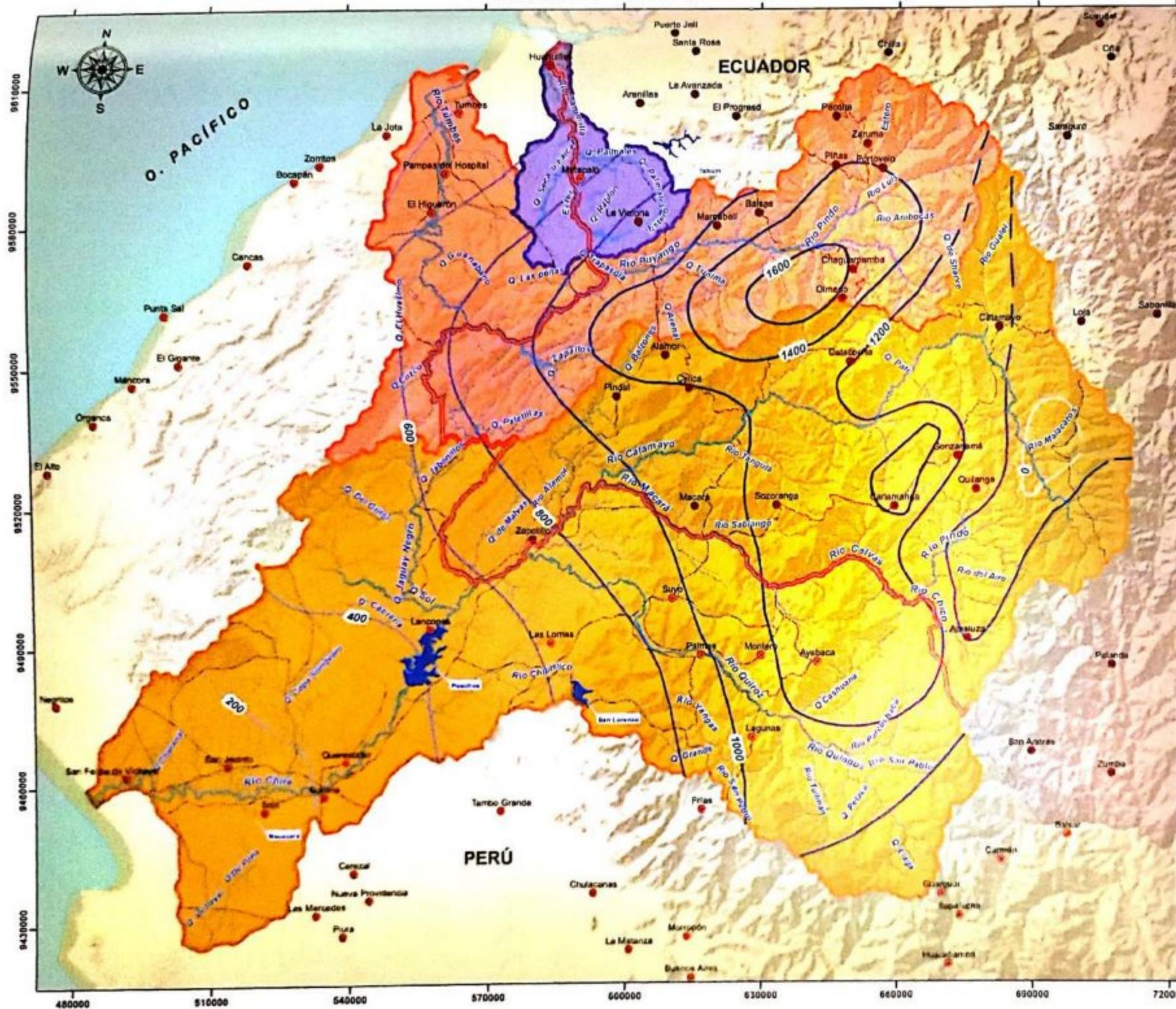
Figura 25. Mapa de isotermas de las cuencas transfronterizas Puyango - Tumbes, Catamayo - Chira y Zarumilla

MAPA DE TEMPERATURAS CUENCAS TRANSFRONTERIZAS CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES, ZARUMILLA



Figura 20. Mapa de isoyetas de las cuencas transfronterizas Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla

MAPA DE PRECIPITACIONES CUENCAS TRANSFRONTERIZAS CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES, ZARUMILLA



LEYENDA

- LÍMITE INTERNACIONAL
- CAPITAL CANTONAL (Ecuador)
- CAPITAL DISTRITAL (Perú)
- EMBALSES
- HIDROGRAFÍA
- VIALIDAD

CUENCAS HIDROGRÁFICAS

- CATAMAYO - CHIRA
- PUYANGO - TUMBES
- ZARUMILLA

PRECIPITACIONES ISOYETAS - mm/año

0 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600



FUENTE:
 Instituto Geográfico Militar - IGM - 2013
 Instituto Geográfico Nacional - IGN - 2013
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - 2017
 Secretaría del Agua - SENAGUA - 2017
 ESRI, USGS, NOAA

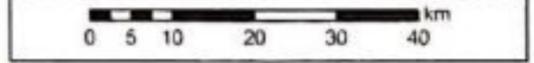
ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO TRANSFRONTERIZO (ADT) Y PLAN DE ACCIÓN ESTRATÉGICO (PAE) DE LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS DE CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES Y ZARUMILLA



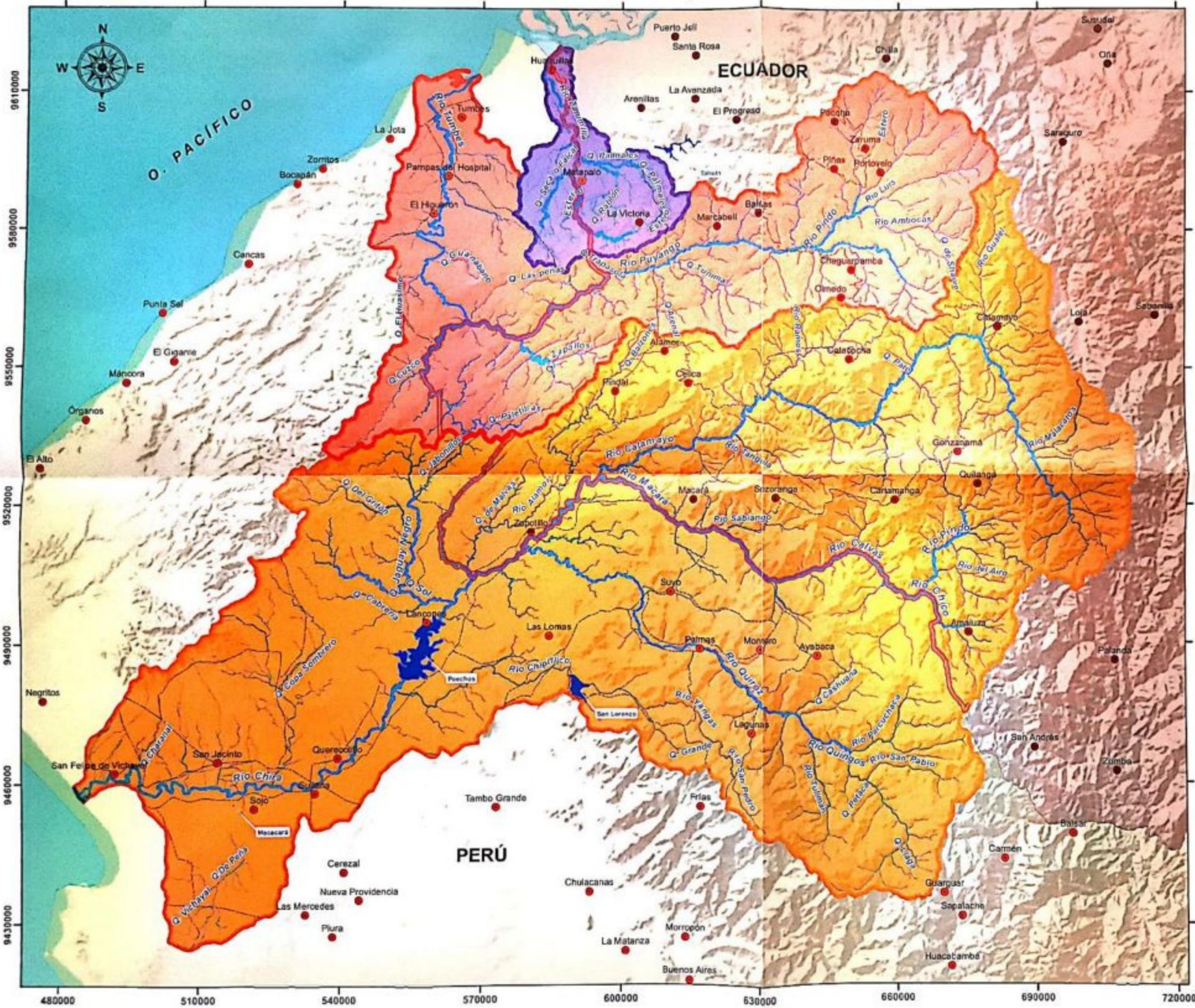
CONTIENE:
 PRECIPITACIONES CUENCAS TRANSFRONTERIZAS CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES, ZARUMILLA

FECHA DE ELABORACIÓN: NOVIEMBRE DE 2019

ESCALA LAYOUT: 1:800.000
PROYECCIÓN: UTM WGS 84 ZONA 17 SUR



CUENCAS TRANSFRONTERIZAS CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES, ZARUMILLA



LEYENDA

- LÍMITE INTERNACIONAL
- CAPITAL CANTONAL (Ecuador)
- CAPITAL DISTRITAL (Perú)
- EMBALSES
- HIDROGRAFÍA
- VIALIDAD

CUENCAS HIDROGRÁFICAS

- CATAMAYO - CHIRA
- PUYANGO - TUMBES
- ZARUMILLA



FUENTE:
 Instituto Geográfico Militar - IGM - 2013
 Instituto Geográfico Nacional - IGN - 2013
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - 2017
 Secretaría del Agua - SENAGUA - 2017
 ESRI, USGS, NDA

ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO TRANSFRONTERIZO (ADT) Y PLAN DE ACCIÓN ESTRATÉGICO (PAE) DE LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS DE CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES Y ZARUMILLA

CONTIENE:
 CUENCAS TRANSFRONTERIZAS
 CATAMAYO - CHIRA, PUYANGO - TUMBES, ZARUMILLA

FECHA DE ELABORACIÓN: NOVIEMBRE DE 2019

ESCALA LAYOUT: 1:800.000

PROYECCIÓN: UTM WGS 84 ZONA 17 SUR