



Autoridad Nacional del Agua

Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

Tratamiento del cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones

ANA	FOLIO N°
DEPHM	01

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Milton Martín von Hesse La Serna
Ministro de Agricultura

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Ing. Jorge Luis Montenegro Chavesta
Jefe

DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES

Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
Director



TOMAS ALFARO ABANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 63646

Coordinador del estudio: Ing. Tomás Alfaró Abanto

Equipo técnico:

Ing. Jeanne Susan Quiñones Rojas
Ing. Juan Bardález Reátegui:
Ing. Irma Martínez Carrillo:
Eco. Nelka Reátegui Flores
Tec. Mavi Anicama Agurto



INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO

CAPITULO I: Generalidades

- 1.1 *Antecedentes*
- 1.2 *Objetivo*
 - 1.2.1 *General*
 - 1.2.2 *Especificos*
- 1.3 *Alcances del estudio*
- 1.4 *Problemática*
- 1.5 *Justificación*
- 1.6 *Definiciones*

CAPITULO II: Información básica de la cuenca

- 2.1 *Generalidades*
 - 2.1.1 *Ubicación*
 - 2.1.2 *Vías de comunicación*
- 2.2 *Características geomorfológicas*
 - 2.2.1 *Área de la cuenca (A)*
 - 2.2.2 *Perímetro de la cuenca (P)*
 - 2.2.3 *Longitud del cauce principal (L)*
 - 2.2.4 *Ancho promedio de la cuenca (Ap)*
 - 2.2.5 *Pendiente predominante del cauce y de la cuenca*
 - 2.2.6 *Altitud media*
 - 2.2.7 *Coficiente de compacidad (Kc)*
 - 2.2.8 *Factor de forma (Kf)*
- 2.3 *Características climatológicas*
 - 2.3.1 *Precipitación*
 - 2.3.2 *Temperatura*
 - 2.3.3 *Evapotranspiración*
- 2.4 *Red de drenaje*
- 2.5 *Zonas de vida*
- 2.6 *Características socio-económico*

CAPITULO III: Geología y geotecnia

- 3.1 *Geología Regional*
 - 3.1.1 *Unidades geomorfológicas*
 - 3.1.2 *Aspectos litológicos y estructurales*
 - 3.1.3 *Geología estructural*
- 3.2 *Sismicidad*
- 3.3 *Peligros Geohidrológicos registrados en la Cuenca del río Cumbaza*
- 3.4 *Geotecnia del área de estudio*
- 3.5 *Canteras de enrocado*
- 3.6 *Conclusiones y recomendaciones*

CAPITULO IV: Caudales máximos-eventos extremos

- 4.1 *Eventos climáticos extremos en el Perú*
- 4.2 *Planteamiento hidrológico*
 - 4.3.1 *Método estadístico*
 - 4.3.2 *Método de Fuller*
- 4.5 *Conclusiones*

TOMAS ALVARADO BARRANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 63646



ANA	FOLIO N°
DEPHM	03

CAPITULO V: Gestión del Riesgo

- 5.1 *Análisis de zonas vulnerables*
 - 5.1.1 *Puntos críticos de inundación y erosión fluvial*
 - 5.1.3 *Influencia del aporte de las quebradas y deslizamientos en el comportamiento del cauce*
- 5.2 *Análisis hidráulico del cauce*
 - 5.2.1 *Morfología fluvial*
 - 5.2.2 *Acondicionamiento del cauce al régimen de equilibrio*
 - 5.2.3 *Parámetros hidráulicos fluviales*
- 5.3 *Valoración económica de los elementos expuestos a inundación y erosión*
- 5.4 *Propuesta de medidas estratégicas*
 - 5.3.1 *Medidas estructurales en el cauce principal*
 - 5.3.3 *Medidas estructurales en quebradas tributarias*
 - 5.3.3 *Medidas no estructurales*

CAPITULO VI: Evaluación ambiental del estudio

- 6.1 *Determinación de las áreas de influencia*
- 6.2 *Descripción general de actividades de medidas estructurales y no estructurales*
- 6.3 *Impactos ambientales del estudio*
- 6.4 *Medidas preventivas y Manejo ambiental*
- 6.5 *Conclusiones y recomendaciones*

CAPITULO VII: Conclusiones y recomendaciones

ANEXOS


TOMÁS ALFARÓ ABANTO
INGENIERO EN AGUAS
CIP N° 100000



ANA	FOLIO N°
DEPHM	04

CAPITULO I: generalidades

ANA	FOLIO N°
DEPHM	05

INDICE

CAPITULO I	3
GENERALIDADES	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.3 <i>Ámbito del estudio</i>	5
1.4 <i>Problemática</i>	5
1.5 <i>Justificación</i>	6
1.6 <i>Definiciones</i>	7


TOMÁS ALFONSO BRANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP Nº 63646



ANA	FOLIO N°
DEPHM	06

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Antes de la Reforma Agraria, las haciendas importantes y entidades privadas involucradas en el manejo y administración del agua, asumieron la responsabilidad del mantenimiento y construcción de obras de defensa ribereña.

En la Reforma Agraria y la promulgación de la Ley General de Aguas, el Estado asume el mantenimiento de los cauces de los ríos, mediante obras de encauzamiento y protección de sus márgenes; su accionar era más intenso en las épocas de máximas avenidas; la intervención de los agricultores era mínimo, más bien pasivo y el Estado desempeñó un papel más activo.

Durante los años 1997 a 1998, el Ministerio de Agricultura adquirió maquinaria pesada como excavadoras, tractores de orugas, cargadores frontales y volquetes para realizar trabajos de descolmatación de ríos, quebradas, drenes y reforzamiento de obras de captación en prevención del Fenómeno El Niño 1998.

En el periodo de 1999 al 2009 el Ministerio de Agricultura ha ejecutado acciones, en los ríos del País, para disminuir problemas de inundaciones; estas acciones se ejecutaron con el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación-PERPEC. El programa, ejecutó obras de prevención y acciones de contingencia, con una inversión de más de 400 millones de soles, para 1800 proyectos, beneficiar a más de 700 mil Familias y proteger más de 800 mil ha.

El Ministerio de Agricultura, mediante convenio con el Instituto de Recursos Naturales (INRENA) y posteriormente Autoridad Nacional del Agua (ANA), han ejecutado el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC), en diferentes valles del Perú.



ANA	FOLIO N°
DEPHM	07

Bajo este convenio, en la cuenca del río Cumbaza y afluentes como Ahuashiyacu y Shupishiña, se han construido obras estructurales de defensa ribereña, desde el año 1999 hasta el año 2009; que comprenden limpieza y descolmatación de cauce, espigones, diques de gaviones.

La participación de las organizaciones de regantes (Juntas de Usuarios y comisiones de regantes) en la ejecución de estas obras fue a través del cofinanciamiento; así, como en la elaboración de perfiles de pre-inversión y expediente técnicos.


1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Disponer de una herramienta de gestión para los Consejos Hídricos de Cuenca, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales e instituciones privadas; de tal manera les permita planificar medidas estratégicas para la reducción de riesgos de inundaciones y erosión fluvial, en el río Cumbaza y afluentes.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Establecer los parámetros hidrológicos e hidráulicos del río como: caudales máximos de diseño, ancho estable del río (que facilite el drenaje del caudal de avenidas ordinarias y extremas, corrigiendo los tramos trenzados, estrangulamiento y ensanchamiento del cauce), niveles de flujo, velocidades máximas, otros.
- b. Identificar las zonas vulnerables, susceptible a desborde y erosión por acción del río Cumbaza, afluentes y por la inadecuada extracción de materiales de acarreo.
- c. Proponer medidas estratégicas de solución (estructural y no estructural) para el plan de Gestión de Riesgos. Las medidas estructurales son las defensas ribereñas como diques, espigones, descolmatación, limpieza de cauce, reforestación, etc. Las medidas estratégicas no estructurales corresponde al ordenamiento territorial, capacitaciones, sistema de alerta temprana, ordenanzas, delimitación de faja marginal, etc.


TOMAS ALFARO
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
CIP N° 63845



ANA	FOLIO N°
DEPHM	08

1.3 **Ámbito del estudio**

El río Cumbaza se origina en el lado occidental de la cordillera Escalera, cuyas aguas recorren hacia el lado suroeste y desembocan en el río Mayo. Políticamente abarca las provincias de Lamas y San Martín, departamento de San Martín.

Las coordenadas geográficas son:

Norte: 6°16.99' latitud sur, 76°30.35 longitud oeste

Sur: 6°36.06' latitud sur, 76°19.76 longitud oeste

Oeste: 6°31.71' latitud sur, 76°27.72 longitud oeste

Este: 6°23.76' latitud sur, 76°20.82 longitud oeste

El estudio de tratamiento del río Cumbaza comprende el tramo desde la desembocadura en el mar progresiva 0+000; hasta la progresiva 62+000 a la altura del distrito de San Roque de Cumbaza; una longitud de 62 kilómetros, corresponde a la parte baja, media y alta de la cuenca.

1.4 **Problemática**

1.4.1 **General**

La ocurrencia de inundaciones en el País y su relación con los eventos extremos y los impactos económicos y sociales, ocurridas en el ámbito de las cuencas de las tres vertientes: Pacífico, Amazonas y del Titicaca; han originado anegamiento de calles y viviendas, desborde o destrucción de canales de riego, interrupción o destrucción de carreteras, interrupción de suministro de agua potable y contaminación, inundación y erosión de predios agrícolas y falla de drenes. En resumen afectación importante a las actividades económicas del país.

El desarrollo de las ciudades y su expansión urbana han invadido la faja marginal (por lo general están asentadas las poblaciones de más bajos recursos), obstruyendo los cauces naturales de los ríos y quebradas, reduciendo su cauce y disminuyendo su capacidad de descarga.

En el norte del país, se nota una estrecha relación entre el Fenómeno El Niño (Los más intensos y catalogados como catastróficos se registraron en 1925, 1982-83 y 1997-98), las precipitaciones extremas y las inundaciones, sin



Handwritten signature
TOMAS ALFARO IENNY
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 45382

ANA	FOLIO N°
DEPHM	09

embargo no siempre pueden ser atribuidas a este Fenómeno, sino también a procesos naturales meteorológicos o acciones antrópicas.

1.4.1 Específica

En el cauce del río Cumbaza, las inundaciones son ocasionadas por el desbordamiento de una avenida ordinaria o extraordinaria con gran capacidad para erosionar o sedimentar. En este proceso de inundación ocurren pérdidas de cultivos, disminución de tierras de cultivo, deterioro de infraestructura vial, hidráulica y centros poblados; amenazando la vida de los pobladores. Por lo tanto, el valle es considerado muy vulnerable ante la presencia de estos eventos de crecida; como consecuencia de la actividad antrópica y falta de suficientes obras de defensas ribereñas, cobertura vegetal casi inexistente, cauces colmatados, etc.

Las inundaciones ocurridas en abril del año 1987, fue la que tuvo las peores consecuencias en pérdidas de cultivos, viviendas y erosión de tierras agrícolas. En noviembre de 1990-1991, abril de 1992, la quebrada de Shilcayo, afluente del río Cumbaza, ocasionó inundaciones en el distrito de la Banda de Shilcayo.

En marzo de 1992, la quebrada Ahuashiyacu, causó inundaciones en el distrito de Morales y la Banda de Shilcayo.

1.5 Justificación

Según el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, artículo 263°, indica que "la Autoridad Nacional del Agua definirá y pondrá a disposición de los gobiernos regionales y locales los criterios generales y caudales de los ríos que se utilizarán para el dimensionamiento de las obras que se proyecten en los programas de control de avenidas, desastres e inundaciones y otros proyectos específicos".

En el artículo 264° de la misma Ley "la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con las oficinas regionales de Defensa Civil, elabora los programas integrales de control de avenidas los mismos que debe ser incluido en los planes de gestión de recursos hídricos en la cuenca".

El artículo 266°, hace mención que el programa integral de control de avenidas está constituido por el conjunto de acciones estructurales y no estructurales que



Handwritten signature
 TOMAS ALFARO
 INGENIERO AGROGONIA
 CIP 14566

ANA	FOLIO N°
DEPHM	10

permiten el control, prevención y mitigación de los efectos de los fenómenos naturales destinados a la protección de los bienes asociados al agua naturales o artificiales, tierras, poblaciones aledañas, vías de comunicación e infraestructura”.

En la cuenca del río Cumbaza se asientan 9 distritos: San Roque de Cumbaza, Lamas, Rumisapa, San Antonio, Cacatachi, Morales, Tarapoto, Juan Guerra y La Banda de Shilcayo, que albergan 146 mil habitantes, según el censo 2007. En ello se desarrollan actividades económicas y existen infraestructura de servicios y vías de transporte que comunican a otras provincias del departamento de San Martín y la costa peruana.

En la evolución del río Cumbaza, han ocurrido desbordes debido a las avenidas ordinarias o extraordinarias con gran capacidad para erosionar o sedimentar. En este proceso de inundación, se han perdido cultivos, tierras agrícolas, deterioro de la infraestructura de servicio y amenaza de la integridad de los pobladores. Las insuficientes obras de defensa ribereña y la deforestación de áreas en la cuenca alta, originan que estos cauces se colmaten y se erosionen las márgenes, poniendo en riesgo a la población asentada.

Ante esta situación la Autoridad Nacional del Agua del Perú propone medidas estratégicas, para prevenir o reducir el riesgo contra las inundaciones y erosiones fluviales; con la finalidad de dotar una herramienta de gestión a los actores de la cuenca, que les permita planificar y ejecutar proyectos que conlleven a la protección de la población, bienes y servicios.

1.6 Definiciones

Algunas de las definiciones que se mencionan fueron extraídas de la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento N° 29338.

- **Programas Integrales de Control de Avenidas.** El programa integral de control de avenidas comprende el conjunto de acciones estructurales y no estructurales destinadas a prevenir, reducir y mitigar riesgos de inundaciones producidas por las avenidas de los ríos. Involucra proyectos hidráulicos de aprovechamientos multisectoriales y obras de encauzamiento y defensas



ANA	FOLIO N°
DEPHM	11

riberañas.

- **Acciones de prevención contra las inundaciones.** Consideran la identificación de puntos críticos de desbordamiento por la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos y de eventos extremos, que hacen necesaria la ejecución de actividades permanentes de descolmatación de cauces, mantenimiento de las pendientes de equilibrio y construcción de obras permanentes de control y corrección de cauce.
- **Acciones estructurales y no estructurales para el control de avenidas.** Permitan el control, prevención y mitigación de los efectos de los fenómenos naturales destinados a la protección de los bienes asociados al agua naturales o artificiales, tierras, poblaciones aledañas, vías de comunicación e infraestructura.
- **Acciones no estructurales.** Constituye la zonificación de zonas de riesgo; sistema de alerta temprana; operación de embalses y presas derivadoras en épocas de avenidas.
- **Acciones estructurales.** Constituye obras de defensa, embalses de regulación, obras de defensas provisionales, defensas vivas obras de encauzamiento y otras obras afines.
- **Obras de defensa.** Constituyen obras de defensa las que se ejecutan en las márgenes de los cursos de agua, en una o en ambas riberas. Las obras de defensa ribereñas son las obras de protección de poblaciones, infraestructura de servicios públicos, tierras de producción y otras contra las inundaciones y la acción erosiva del agua
- **Embalses de regulación.** Constituyen obras indirectas de defensas, cuando su capacidad permita el control de avenidas o atenúe de manera significativa la magnitud de las crecientes.
- **Obras de defensas provisionales.** Son obras de defensas provisionales, aquellas que se llevan a cabo para controlar la inundación y erosión del agua,


TOMAS ALFARO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 635-15



ANA	FOLIO N°
DEPHM	12

y que por su carácter de expeditivas no ofrecen razonable seguridad en su permanencia. Caben en esta clasificación las obras de defensa que se ejecutan en situaciones de emergencia.

- **Defensas vivas.** Constituyen defensas vivas, la vegetación natural que se desarrolla en las riberas y márgenes de los álveos, así como la sembrada por el hombre para procurar su estabilización.
- **Obras de encauzamiento.** Constituyen obras de encauzamiento las que se ejecutan en las márgenes de los ríos en forma continua para formar un canal de escurrimiento que permita establecer el cauce del río o quebrada dentro de una zona determinada. En principio, las obras de encauzamiento tienen prioridad sobre las de defensa para la solución integral de los problemas creados por las avenidas extraordinarias.
- **Dique con enrocado.** Son medidas estructurales permanentes paralelas al flujo del agua, que se construyen en la margen del cauce del río. Conformado a base de material de río dispuesto en un cuerpo de forma trapezoidal compactado y revestido con roca en su cara húmeda. Permite contrarrestar los efectos erosivos del río.
- **Muro de gaviones o dique con gaviones.** Estructuras flexibles permanentes y paralelas al flujo del, que se construyen en la margen del cauce del río. Construidos con cajas de malla hexagonal tejida a doble torsión, compuesto de alambre galvanizado. Son colocados uno tras otro y uno sobre otro, llenados con cantos rodados que se encuentran en los cauces de los ríos. Son apropiados en zonas de ríos con pendiente suave y baja velocidad. Los gaviones son paralelepípedos rectangulares a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación. Tiene las siguientes ventajas:

Durabilidad. La triple capa de zinc o "galvanización pesada", aseguran una buena protección de PVC, el cual es recomendado en casos de corrosión severa.



Economía

La facilidad de armado de los gaviones hace que no requieran mano de obra especializada. Las herramientas son simples (cizallas, alicates, etc.). Las piedras de relleno son extraídas del mismo lugar de la obra.

Resistencia

Los materiales de los gaviones cumplen con los estándares internacionales de calidad más exigente, asegurando de esta forma un gavión 100% confiable.

Versatilidad

Los materiales de los gaviones permiten que su construcción sea de manera manual o mecanizada en cualquier condición climática, en presencia de agua o en lugares de difícil acceso. Su construcción es rápida y entra en funcionamiento inmediatamente después de construido, permite su ejecución por etapas y una rápida reparación si se produjera algún tipo de falla.

Estética

Los Gaviones se integran de forma natural a su entorno, permitiendo el crecimiento de vegetación conservando el ecosistema preexistente.

Permeabilidad

Los gaviones al estar constituidos por malla y piedras, son estructuras altamente permeables, lo que impide que se generen presiones hidrostáticas para el caso de obras de defensas ribereñas.

W
TOMAS AL
 INGENIERO
 CIP N° 62548
 NTO
 OLA



Figura 1. Gaviones tipo caja

Fuente CIDELSA

- **Diques con colchones antisocavantes de mallas.** Son medidas estructurales permanentes paralelas al flujo del agua, que se construyen en la margen del cauce del río. Consiste en un cuerpo compactado y protegido con mallas de alambre tipo colchón llenados en base a cantos rodados. Es recomendable emplear en tramos en tangente o curvas amplias de zonas por proteger o que hayan sido erosionados.

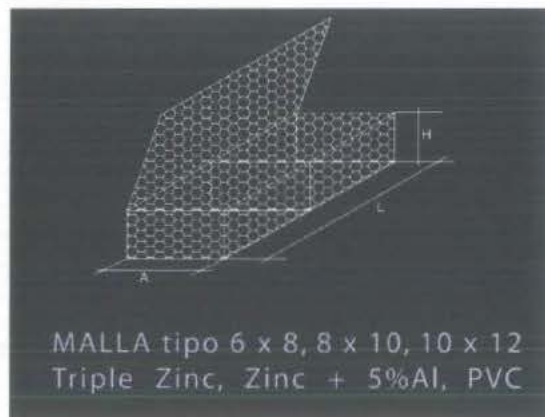


Figura 2. Gaviones tipo colchón

Fuente CIDELSA

TOMAS ALFARO
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 63648

- **Espigones.** Son estructuras permanentes y trabajan en conjunto, son empleados, cuando se desee orientar en forma convergente los cursos de agua o existan cauces demasiado amplios y de fácil erosión. Son ubicados en forma transversal al flujo del agua y pueden ser con roca o malla de gaviones.
- **Barcas, caballetes, gallineros.** Son estructuras temporales de forma paralela al flujo del agua, constituidos con troncos amarrados con alambre y una plataforma sobre la cual se colocará de preferencia cascote o rocas de 8 pulgadas de diámetro para dar estabilidad en longitudes continuas.
- **Cauce o álveo.** Continente de las aguas durante sus máximas crecidas, constituye un bien de dominio público hidráulico.
- **Riberas.** Áreas de los ríos, arroyos, torrentes, lagos y lagunas, comprendidas entre el nivel mínimo de sus aguas y el nivel de su máxima creciente. No se consideran las máximas crecidas registradas por eventos extraordinarios, constituye un bien de dominio público hidráulico.

ANA	FOLIO N°
DEPHM	15

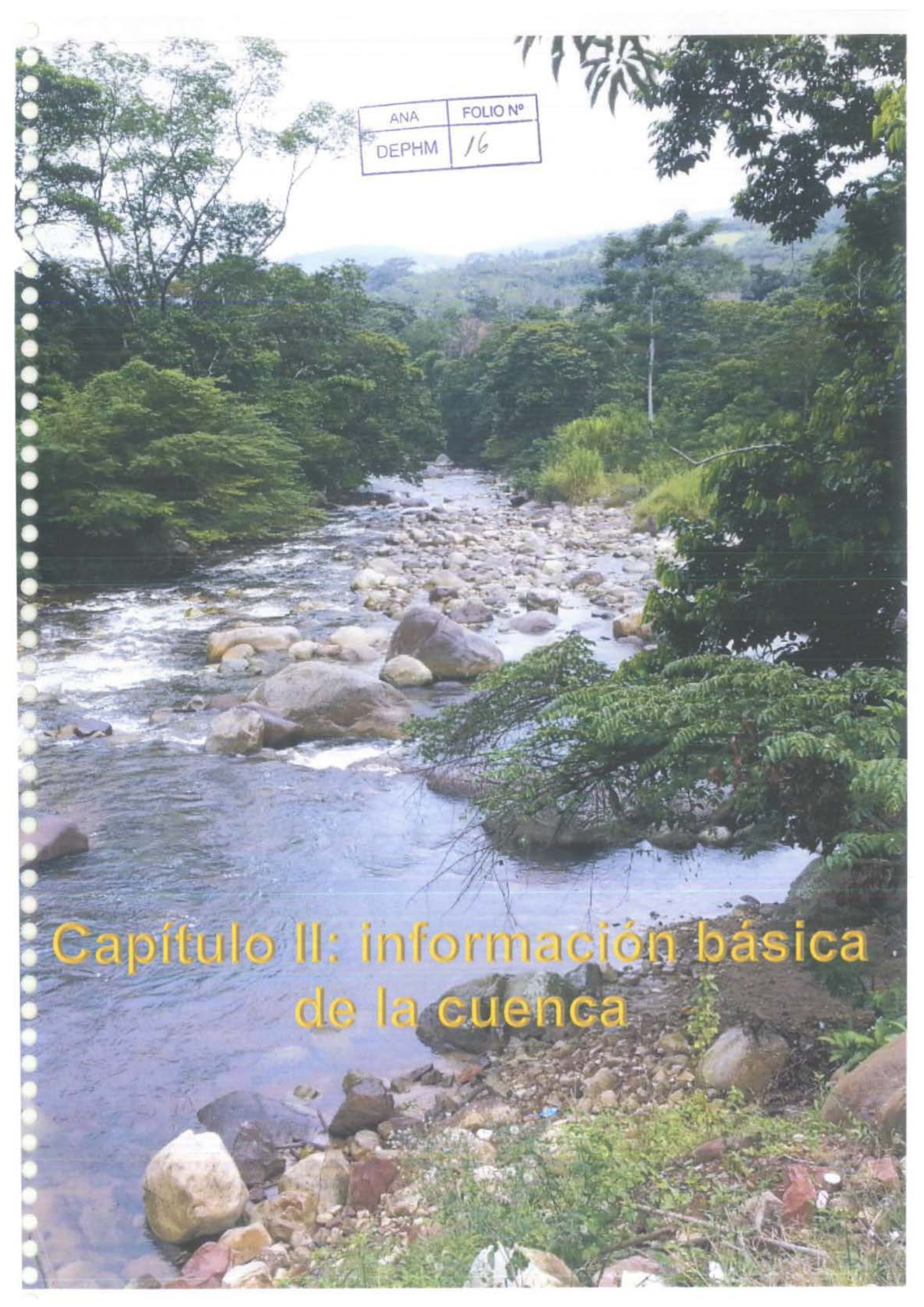
- **Faja marginal.** Área inmediata superior al cauce o álveo de la fuente de agua, natural o artificial, en su máxima creciente, sin considerar los niveles de las crecientes por causas de eventos extraordinarios, constituye un bien de dominio público hidráulico.


TOMAS
INGENIERO
CIP 119 630-19
OLA



ANA	FOLIO N°
DEPHM	16

Capítulo II: información básica de la cuenca



INDICE

CAPITULO II	16
INFORMACION BASICA DE LA CUENCA	16
2.1 Generalidades	16
2.1.1 <i>Ubicación</i>	16
2.1.2 <i>Vías de comunicación</i>	17
2.2 Características geomorfológicos	17
2.2.1 <i>Área de la cuenca (A)</i>	17
2.2.2 <i>Perímetro de la cuenca (P)</i>	17
2.2.3 <i>Longitud del cauce principal (L)</i>	17
2.2.4 <i>Ancho promedio de la cuenca (Ap)</i>	17
2.2.5 <i>Pendiente predominante del cauce y de la cuenca</i>	18
2.2.6 <i>Altitud media. (Hmd)</i>	18
2.2.7 <i>Coefficiente de compacidad (Kc)</i>	19
2.2.8 <i>Factor de forma (Kf)</i>	19
2.3 Características climatológicas	20
2.3.1 <i>Precipitación</i>	20
2.3.2 <i>Temperatura</i>	20
2.3.3 <i>Evapotranspiración (ETP)</i>	20
2.4 Red de drenaje	21
2.5 Zonas de vida	24
2.6 Características socio-económico	25


TOMÁS ALFARO SANTI
INGENIERO MUNICIPAL
CIP N° 63646



ANA	FOLIO Nº
DEPHM	18

Listado de cuadros

CUADRO 1. CLASES DE PENDIENTE, VAN ZUIDAM 18

CUADRO 2. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN 19

CUADRO 3. ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA 21

CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA 26

Listado de figuras

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC 16

FIGURA 2. RÍO CUMBAZA 21

FIGURA 3. RED DE DRENAJE NATURAL DE LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA 24

Mr
TOMAS ALFONSO SUAREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 63649



CAPITULO II

INFORMACION BASICA DE LA CUENCA

2.1 Generalidades

2.1.1 Ubicación

La cuenca del río Cumbaza está ubicada en el lado Nororiente de la selva alta peruana, abarca la jurisdicción territorial del municipio provincial de Lamas en los distritos de San Roque de Cumbaza, Lamas, Rumizapa y Cuñumbuque que cubre el 29.39% del área y el municipio distrital de San Martín en los distritos de San Antonio de Cumbaza, Morales, Cacatachi, Tarapoto, La Banda de Shilcayo, Juan Guerra y Shapaja con el 70.61%¹.

Limita por el Norte y por el Este con la intercuenca Medio Bajo Huallaga y por el Sur y Oeste con la cuenca del río Mayo.

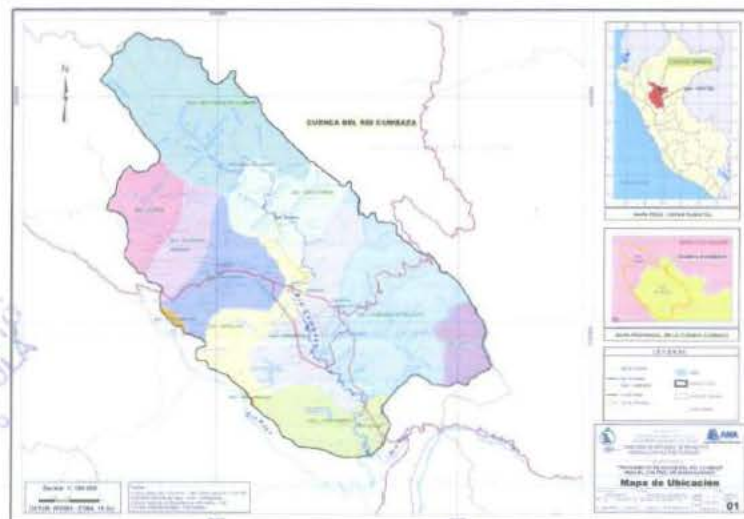


Figura 1. Ubicación de la cuenca del río Cumbaza
Fuente: Elaboración propia

¹ Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo

ANA	FOLIO N°
DEPHM	20

2.1.2 Vías de comunicación

Tomando como referencia la ciudad de Tarapoto, se puede acceder a la cuenca mediante las siguientes vías:

- Carretera asfaltado Fernando Belaunde, tramo Tarapoto Lamas.
- Carretera asfaltado Fernando Belaunde, tramo Tarapoto Juan Guerra.
- Carretera asfaltado, Tarapoto Yurimaguas
- Carretera afirmado Tarapoto San Antonio
- Carretera afirmado Tarapoto San Roque de Cumbaza
- Carretera afirmado Tarapoto Cacatachi

2.2 Características geomorfológicas

2.2.1 Área de la cuenca (A).

Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.

2.2.2 Perímetro de la cuenca (P).

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca.

2.2.3 Longitud del cauce principal (L).

Es la longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta un punto fijo de interés, puede ser una estación de aforo o desembocadura, expresado en unidades de longitud.

2.2.4 Ancho promedio de la cuenca (Ap).

Relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal, cuya expresión es la siguiente:

$$Ap = A / L$$

Donde:

Ap = Ancho promedio de la cuenca (km).

TOMAS ALFA
 INGENIERO EN CIVIL
 CIP Nº 10000



- A = Área de la cuenca (km²).
L = Longitud del cauce principal (km).

2.2.5 Pendiente predominante del cauce y de la cuenca.

Relaciona la altitud máxima (HM), la altitud mínima (Hm) y la longitud del río.

La pendiente del cauce se calcula con la siguiente relación:

$$I_c = \frac{HM - Hm}{1000 \times L}$$

La pendiente media de la cuenca depende de la configuración del terreno y es aquel parámetro que controla la velocidad con que se dará la escorrentía superficial en dicha cuenca, poder de arrastre y erosión sobre la cuenca.

Van Zuidam (1986) propone una categorización de la pendiente de la cuenca (cuadro 1).

Cuadro 1. Clases de pendiente, Van Zuidam

Clase de pendiente		Condiciones del terreno
(°)	(%)	
0-2	0-2	Planicie, sin denudación apreciable.
2-4	2-7	Pendiente muy baja, peligro de erosión.
4-8	7-15	Pendiente baja, peligro severo de erosión.
8-16	15-30	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro de erosión severo
16-35	30-70	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos.
35-55	70-140	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestación posible.
>55	>140	Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos (caída de rocas), cobertura vegetal limitada.

Handwritten signature
TOMAS ALFARO
INGENIERO EN HIDROLOGIA
CIP Nº 63485

2.2.6 Altitud media. (Hmd).

Se obtiene de la siguiente expresión:

$$Hmd = (HM + Hm)/2$$

2.2.7 Coeficiente de compacidad (Kc).

Este está definido como la relación entre el perímetro P y el perímetro de un círculo que contenga la misma área de la cuenca hidrográfica. Haciendo uso de la relación $Kc = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$.

De la expresión, Kc puede ser mayor o igual a 1, y se incrementa con la irregularidad de la forma de la cuenca.

Una cuenca de forma circular posee el coeficiente mínimo igual a 1 y tiene mayor tendencia a las crecientes en la medida que el valor de Kc se aproxima a la unidad; cuando se aleja de la unidad, presenta una forma más irregular con relación al círculo.

Cuando:

Kc = 1 : tiempo de concentración menor, cuenca circular, mayor tendencia a crecientes;

Kc = 2 : tiempo de concentración mayor, cuenca de forma alargada, menor tendencia a crecientes.

2.2.8 Factor de forma (Kf)

Se define como el cociente entre el ancho promedio del área de la cuenca y la longitud. Haciendo uso de la relación $Kf = A/L^2$.

Donde:

A = Área de la cuenca (km²).

L = Longitud de cauce principal de la cuenca (Km).

En el cuadro 2, se muestra los parámetros de la cuenca.

Cuadro 2. Parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Cumbaza

Nombre del cauce	Área (A)	Perímetro (P)	Longitud de cauce mayor (L)	Ancho promedio (Ap=A/L)	Pendiente del cauce (ic)	Pendiente de la cuenca	Altitud media de la cuenca	Coeficiente de compacidad (Kc)	Factor de forma (Ff)
	(Km ²)	(Km)	(Km)	(Km)	(%)	(%)	m.s.n.m.		
Cumbaza	572.1	119.5	62.1	9.2	2.3	8.4	925	1.4	0.15

Fuente: elaboración propia-ANA

ANA	FOLIO N°
DEPHM	23

2.3 Características climatológicas

El clima predominante de la zona en estudio es cálido y semi-seco. Las variables climatológicas como precipitación, temperatura y humedad relativa fueron tomadas de cuatro (04) estaciones meteorológicas (Tarapoto, Juan Guerra, Lamas y San Antonio).

2.3.1 Precipitación.

La precipitación varía espacialmente de acuerdo a la ubicación geográfica. En la estación de San Antonio se ha registrado la mayor precipitación media anual de 1,596 mm, para el periodo de 1997-2006, con un promedio anual de 1,473 mm.

2.3.2 Temperatura

En la cuenca del río Cumbaza se puede encontrar una temperatura variada en la zona de vida de Bosque Seco Tropical, que comprende Tarapoto y Juan Guerra. En los últimos 30 años, la temperatura mínima se ha incrementado en 0.8°C; mientras que la temperatura máxima se ha incrementado en 0.06°C; esto nos indica porque en la región se tiene la sensación de incremento del calor. La temperatura promedio es de 25.3°C.

2.3.3 Evapotranspiración (ETP)

Esta variable climática varía según la zona de ubicación, con respecto a la cuenca. En la estación de Tarapoto se ha registrado la mayor evapotranspiración 1,487.5 mm, para el periodo de 1975-2006, con un promedio anual de 1,296 mm.


TOMAS ALFARO ASANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 63646

Cuadro 3. Estaciones meteorológicas de la cuenca del río Cumbaza

Parámetro	Período:1975-2006		Período:1997-2006	
	Tarapoto	Juan Guerra	Lamas	San Antonio
Latitud	6°28'	6°35'1"	6°16'	6°25'
Longitud	76°22'	76°19'1"	76°42'	76°25'
Altitud	356m.s.n.m	230m.s.n.m	920msnm	430msnm
T°C	25.3°C	25.1°C.	24,4°C	25.57°C
ETP	1487.5mm	1479.3mm	1439mm	1484.6mm
PPanualmedia	1122.80mm	1038.90mm	1427mm	1595.85mm

2.4 Red de drenaje

a. Eje principal: río Cumbaza, flujo de agua principal, nace al Noroeste de Tarapoto, en las montañas del Cerro Escalera, a más de 1,700 m.s.n.m. de altitud. Se origina por la unión de las quebradas Shucshuyacu y Cumbacillo y tiene una longitud aproximada de 52 Km de longitud. Tiene un recorrido Noroeste a Sureste, pasa por la ciudad de Tarapoto y desemboca en la margen izquierda del río Mayo.



Figura 2. Río Cumbaza


 TOMÁS A. F. SUÁREZ
 INGENIERO EN AGUAS
 CIP: N° 03345

En un periodo de 10 años (2002- 2011), los valores indican que los caudales promedios se han incrementado, teniendo en cuenta el caudal promedio de la serie total de 11.5 m³/s.

b. Afluentes. Los principales afluentes por la margen izquierda son las

ANA	FOLIO N°
DEPHM	25

quebradas Yuracillo, Atunquebrada, Añaquihui, Curiyacu, Huacamaillo, Pintuyacu, Canela Ishpa, Cachiyacu, Sedamillo, Ahuashiyacu, Pucayacu y el río Shilcayo que pasa por la ciudad de Tarapoto.

Por la margen derecha están las quebradas Chumchiwi, Incato y Shupishiña (Chupishiña).

b.1 Río Shilcayo, es un afluente por la margen izquierda del río Cumbaza; tiene su origen en el Cerro Escalera, al oeste de Tarapoto, a 1,500 m de altitud. Tiene una longitud de 16.5 Km y recorre de Noreste a Suroeste y pasa por la ciudad de Tarapoto. El río Shilcayo es de agua clara con pobre caudal, pero al pasar por la ciudad de Tarapoto es altamente contaminada con las aguas residuales de la ciudad. Presenta un fondo predominantemente pedregoso, presenta áreas inundables y secciones estrechas.

En el periodo de 10 años (2002-2011), los caudales promedios tienden a un decrecimiento considerando un caudal promedio de la serie total de 0.77 m³/s.

b.2 Quebrada Ahuashiyacu, afluente por la margen izquierda; tiene su origen en el Cerro Escalera, a más de 1,100 m.s.n.m. Tiene un recorrido Noreste a Suroeste y desemboca y tiene una longitud de 18.6 Km. La quebrada presenta áreas inundables estrechas, siendo el fondo predominantemente pedregoso.

La data histórica de caudales mensuales promedios del periodo del 2002-2011 es de 0.76 m³/s.

b.3 Quebrada Pucayacu, afluente por la margen izquierda; tiene su origen en las montañas del Cerro Escalera, a más de 1,000 m de altitud. Tiene un recorrido Noreste a Suroeste y tiene una longitud de 19.1 Km de longitud. La quebrada presenta áreas inundables estrechas, siendo el



TOMAS ALFARO RAMIRO
INGENIERO AGRÓNOMO
CIP 1063846

ANA	FOLIO N°
DEPHM	26

fondo predominantemente pedregoso. Su principal afluente es la quebrada Polish.

La data histórica de caudales mensuales promedios del periodo del 2002-2011 es de 1.06 m³/s.

b.4 Quebrada Shupishiña (Chupishiña), afluente principal del río Cumbaza por la margen derecha; tiene su origen en las montañas del Cerro Shicafilo, a más de 1,200 m de altitud. Tiene una longitud de 26.5 Km de longitud. La quebrada presenta áreas inundables estrechas, siendo el fondo predominantemente pedregoso. Sus afluentes son las quebradas Tole, Shucshuyacu, Mishquiyacu y Mishquiyaquillo.

La data histórica de caudales mensuales promedios del periodo del 2002-2011 es de 0.52 m³/s.

c. Lagunas. Existen lagunas pequeñas de origen tectónico, como la Laguna Andiviela de forma redondeada, sus aguas son negras con una profundidad media de 2 m; el material de fondo es limoso con alto contenido de materia orgánica en descomposición. Otra laguna importante para la cuenca es la laguna Ricuricocha.

d. Manantiales ("ojos de agua"). Los manantiales u "ojo de agua" son usados como fuente de agua para consumo doméstico, piscícola, pecuario y agrícola.


TOMAS ALVARO
INGENIERO EN AGUAS
CIP N° 63646





Figura 3. Red de drenaje natural de la cuenca del río Cumbaza

2.5 Zonas de vida²

a. Bosque seco Tropical (bs-T)

Se ubica en la parte baja de la cuenca del río Cumbaza, incluye los distritos de Tarapoto, Morales y parte del Distrito de Cacatachi. Estación invernal corta y un periodo de ausencia de lluvias determina la presencia de especies xerofíticas y suculentas.

Las especies corresponden a los géneros Calycophyllum, Bursera, Melia, Calliandra, Tabebuia, Curatella (C. amazonica), Croton sp., y leguminosas espinosas propias de este tipo de clima. La mayor parte de la vegetación predominante en esta zona de vida ha desaparecido, principalmente la especie *Manilkara bidentata* "Quinilla".

b. Bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PT)

La mayor parte del área se encuentra intervenida por actividades agrícolas como el café y cacao. Las especies encontradas pertenecen a los géneros Guarea, Pouteria, Hevea, Virola, Protium, Cordia, Croton, Ochroma, entre otros.

² Parte de la información fue tomado del "Estudio Hidrológico y Balance Hídrico del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Irrigación Cumbaza"

c. Bosque húmedo – Premontano Tropical transicional a bosque húmedo-Tropical (bh-PT/bh-T)

Se encuentran especies de bosque seco y bosque húmedo. En esta zona de vida se han llevado a cabo con mayor intensidad actividades agrícolas y ganaderas, resultantes en la fragmentación y degradación del bosque, y las áreas con disponibilidad de agua de riego, su completo reemplazo por cultivos intensivos, principalmente arroz.

d. Bosque seco tropical con influencia del BST del Huallaga

Los bosques prácticamente han desaparecido, existiendo solamente los pequeñas áreas aislados de bosque primario residual, solo permanecen especies arbóreas sin valor comercial y bosques secundarios o purmas con especies arbóreas de crecimiento rápido adaptadas a condiciones xéricas. Las especies arbóreas remanentes son la Quinilla (*Manilkara bidentata*), Tangarana (*Triplaris americana*), Capparis sp., Acacia, Prosopis.

2.6 Características socio-económico

La cuenca del río Cumbaza abarca principalmente 9 distritos: San Roque de Cumbaza, Lamas, Rumisapa, San Antonio, Cacatachi, Morales, Tarapoto, Juan Guerra y La Banda de Shilcayo.

Según el censo 2007, la población asentada en la cuenca del río Cumbaza es aproximadamente 146 mil habitantes. De los cuales, el 45% posee algún tipo de seguro de salud, de la población económicamente activa (PEA), el 97% se encuentra activa.

El promedio de analfabetismo es 4%, siendo en la parte alta de la cuenca el mayor porcentaje, un promedio de 13%.

Con respecto a los servicios en la vivienda, el 54% posee instalaciones de agua potable y el 48% instalaciones de desagüe hacia la red pública.


TOMAS ALFARO ALBANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 63846

Las características socioeconómicas de cada distrito se muestran en el cuadro 4.

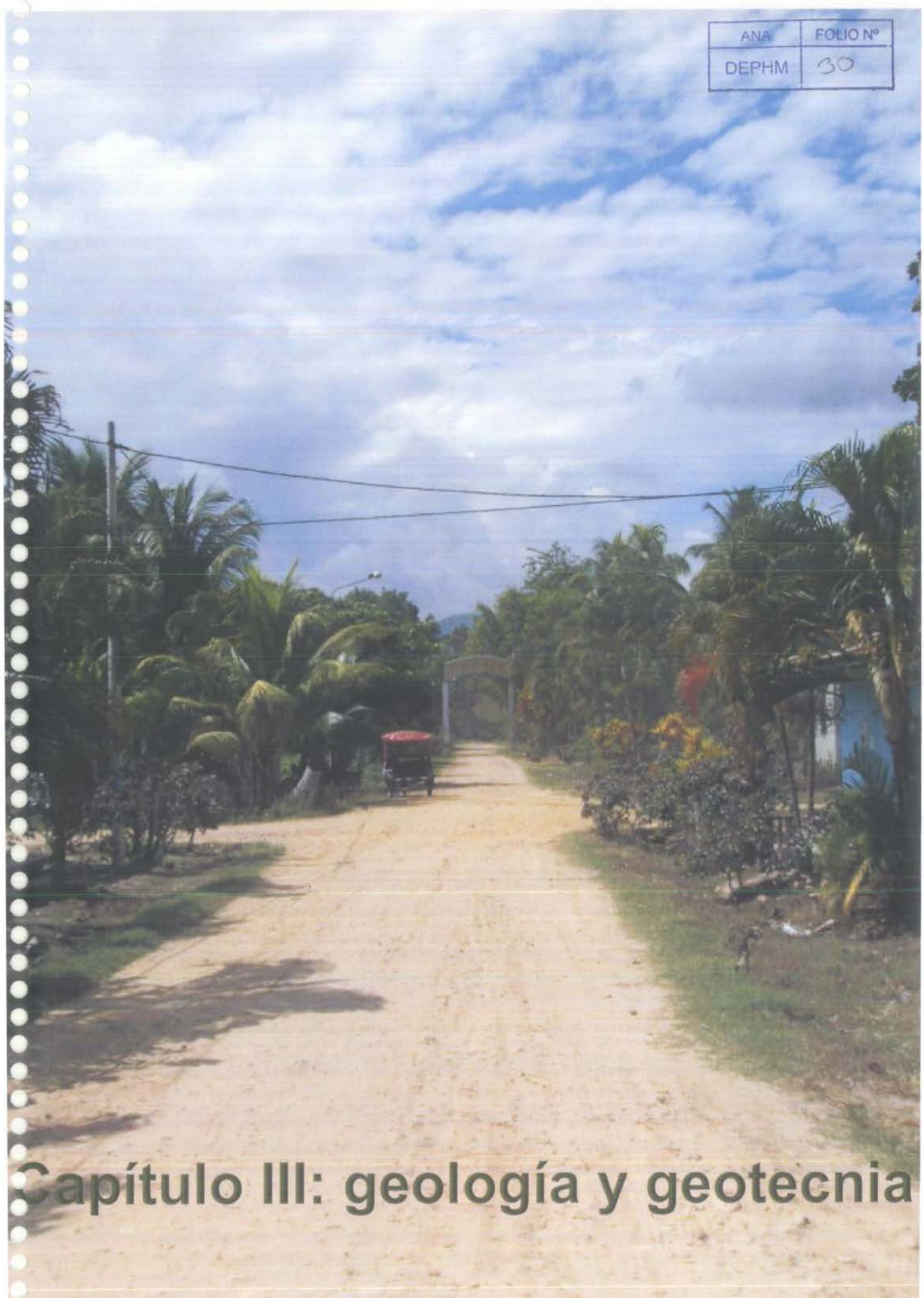
Cuadro 4. Características socioeconómicas de la cuenca del río Cumbaza

Distrito	Población (# hab)	Seguro de salud (%)	PEA (%)	PEA ocupada (%)	Analfabetismo 15 a más años (%)	Agua potable dentro de la vivienda (%)	Servicio higiénico dentro de la vivienda (%)
Rumisapa	2,561	69.7	45.6	99.1	12.5	7.6	-
San Roque de Cumbaza	1,508	72.5	54.6	99.3	16.3	-	-
Lamas	13,173	63.4	43.6	97.1	11.5	66.7	36.2
San Antonio	1,460						
Cacatachi	2,978	44.2	39.3	97.2	4.6	48	36
Morales	23,561	45.3	41.7	97.1	3	78.5	66.5
Tarapoto	68,295	44.1	44.9	97	2.1	85.5	73.3
Juan Guerra	3,224	55.9	39.6	95.8	4.3	0.5	25
La Banda de Shilcayo	29,111	38.1	40	96.3	3.5	59.4	39.3

Fuente: Censo 2007-INEI

mm
 TOMÁS ALVARO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 63649

ANA	FOLIO N°
DEPHM	30



Capítulo III: geología y geotecnia

ANA	FOLIO N°
DEPHM	31

INDICE

CAPITULO III	29
GEOLOGIA	29
3.1 Geología regional.....	29
3.1.1 <i>Unidades geomorfológicas</i>	<i>29</i>
3.1.2 <i>Aspectos litológicos y estructurales.....</i>	<i>30</i>
3.1.3 <i>Geología estructural.....</i>	<i>30</i>
3.2 Sismicidad	31
3.3 Peligros geohidrológicos registrados en la cuenca del río Cumbaza.....	32
3.4 Geotecnia del área de estudio.....	33
3.5 Cantera de enrocado	35
3.6 Conclusiones y recomendaciones.....	37
3.6.1 <i>Conclusiones</i>	<i>37</i>
3.6.2 <i>Recomendaciones</i>	<i>39</i>


TOMÁS
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 CIP N° 63646



ANA	FOLIO Nº
DEPHM	32

CAPITULO III

GEOLOGIA

3.1 Geología regional

Se han distinguido dos sistemas geoestructurales: zona de pliegues y fallas de la Cordillera subandina; y depresión intramontañosa.

En el área de estudio no se tienen evidencias de depósitos de minerales metálicos, sin embargo se muestra interés en la búsqueda de hidrocarburos y depósitos de sustancias no metálicas. Los análisis realizados a sedimentos muestreados en el río Huallaga indican la presencia de depósitos aluviales auríferos de valor importante, trabajados de manera artesanal en la temporada de estiaje. Por otro lado, existe una reserva importante de sal y evaporitas (domos salinos).

Las condiciones climáticas, la naturaleza deleznable de los materiales de cobertura, las bajas pendientes del terreno, las actividades antrópicas inadecuadas constituyen los factores fundamentales que favorecen los procesos morfodinámicos como: Inundaciones y erosión fluvial.

3.1.1 Unidades geomorfológicas

En el área de estudio se han diferenciado las siguientes unidades geomorfológicas: *Montañas y Colinas Estructurales-Erosionales* (Montañas Altas Estructurales, Montañas Altas en Chevron, Montañas Bajas Estructurales Erosionales, Colinas estructurales, Colinas Bajas Estructurales Erosionales, Colinas Bajas Erosionales y Valles Encajonados); y *Valle de sedimentación y erosión* (Planicie Aluvial Pleistocénica y Llanura de inundación).

a. Montañas y Colinas Estructurales – Erosionables (Cordillera Subandina).

Representa una configuración de bloques fracturados y fallados, cuya morfogénesis se encuentra asociada a una tectónica activa; observándose rocas con intensa deformación. Esta unidad geomorfológica presenta siete (07)

ANA	FOLIO Nº
DEPHM	33

subunidades: (1) Montañas altas estructurales (Mae), (2) Montañas altas en Chevron (Mach), (3) Montañas Bajas Estructurales Erosionables (Mbee), (4) Colinas Estructurales Terciarias (Cet), (5) Colinas Bajas Estructurales Erosionales (Cbee), (6) Colinas Bajas Erosionables (Cbe) y (7) Valles Encajonados (Ve).

b. Valle de Sedimentación y Erosión

Su origen está vinculado con procesos tectónicos que han dado lugar a hundimientos y fallamientos de rocas sedimentarias. Constituyen valles juveniles y corresponde a sectores con ríos relativamente torrentosos como el río Cumbaza. Las subunidades son: (1) Planicie Aluvial Pleistocénica (Pap) y (2) Llanura de Inundación (Lli).

Ver Mapa 03: Unidades Geomorfológicas.

3.1.2 Aspectos litológicos y estructurales

En el área de estudio se han identificado las siguientes unidades litoestratigráficas: Formación Esperanza (Ki-e), Formación Agua Caliente (Ki-ac), Formación Chonta (Ks-ch), Formación Vivian (Ks-v), Formación Yahuarango (P-y), Formación Chambira (Pn-ch), Formación Ipururo (N-i), Formación Ucayali (Ng-u), Depósitos cuaternarios aluviales (Qh-al).

Ver mapa 04: Geología Regional.

3.1.3 Geología estructural

La presencia y la actividad de las principales estructuras han jugado un rol muy importante en la configuración del sistema actual de la cuenca sedimentaria del Cumbaza. Para ello se ha tenido en cuenta 2 sistemas geoestructurales: Zona de Pliegues y Fallas de la Cordillera Subandina; y Depresión Intramontañosa.

a. Zonas de Pliegues y Fallas de la Cordillera Subandina.

Su origen está asociado a los eventos tectónicos producidos por esfuerzos tensionales y compresionales ocurridos durante el desarrollo de la orogenia andina, trayendo como consecuencia una gran complejidad estructural. Producto

Handwritten signature and a blue stamp: TOMÁS E. SUAREZ, INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL, CIP Nº 60446.

de estos esfuerzos, es que, las secuencias litológicas Mesozoicas y Cenozoicas han sufrido deformación y discontinuidades, generando plegamientos de tipo anticlinal y sinclinal (tal como se ha reconocido en el campo). Así, como también la generación de fallas inversas y normales que ocurrieron posteriores a la deformación en su última escala de elasticidad.

b. Depresión Intramontaña

Esta geoestructura fue desarrollada a consecuencia del ciclo orogénico (Fase Inca), que se suscitaron durante el levantamiento de la Cordillera de los Andes en el terciario inferior (Eoceno terminal). Mientras las fuerzas compresionales y distensionales iban generando plegamientos y disturbamiento en las secuencias sedimentarias levantadas, también generaban hundimientos leves a consecuencia de los fallamientos. Debido a su debilidad estructural, constituían vías de circulación de los sistemas fluviales, que aparecían con los bruscos cambios climáticos, produciendo a través de millones de años una intensa erosión, con la consecuente formación y ensanchamiento del valle que se muestra actualmente.

Corresponden a zonas que han tenido su mejor desarrollo bajo la influencia de la dinámica fluvial del río Mayo (terciario superior) y del río Ahuashiyacu (actualidad), los cuales han generado valles relativamente amplios, especialmente en las cercanías del río Ahuashiyacu y del centro poblado Juan Guerra, así como también valles estrechos como los observados en las proximidades del centro poblado Morales. Cabe resaltar que la dinámica fluvial de este sector está controlada por fallamientos longitudinales (fallas inversas).

3.2 Sismicidad

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la Norma Técnica de Construcciones E-030, 1989, la cuenca del río Cumbaza se ubica en la Zona II (Ver Mapa "Zonificación Sísmica del Perú"), la cual se caracteriza por una actividad sísmica Media, se recomienda adoptar en los diseños Sismo-Resistentes, el siguiente parámetro:

Factor de Zona = 0.30 Factor (g)

El mapa Máximas Intensidades Sísmicas del Perú elaborado por ALVA et al

ANA	FOLIO N°
DEPHM	35

(1994), muestra las intensidades máximas que prevalecen en la Cuenca del río Cumbaza del orden de VI y VII (MM).

El entorno sismotectónico del Perú se caracteriza por la colisión y subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, el mismo que dio origen a la aparición de la fosa peruana-chilena, a la Cordillera de los Andes, a los principales sistemas de fallas activas y a la ocurrencia continua de un gran número de sismos de diversas magnitudes. Estas características geomorfológicas, geológicas y geofísicas, permiten considerar al Perú como uno de los países de mayor riesgo sísmico en América Latina.

3.3 Peligros geohidrológicos registrados en la cuenca del río Cumbaza.

En el área de estudio, se han registrado peligros del tipo: inundaciones fluviales, erosión fluvial y erosión de laderas. Dicha información, ha permitido determinar que en el sector la ocurrencia de inundaciones y erosión fluvial se ha presentado con mayor frecuencia; mientras que la erosión de laderas ocurre en menor cantidad.

El Mapa 05 muestra los sectores identificados con los procesos de inundación y erosión fluvial. Los cuales se describen.

a. Inundaciones Fluviales

Proceso geohidrológico, provocado por el régimen de descargas del río Cumbaza que presenta crecientes en épocas de lluvias. Por lo general, las zonas afectadas constituyen terrazas fluviales y/o aluviales de pendientes bajas lo que permite los procesos de inundación fluvial.

Las inundaciones fluviales han tenido lugar en los sectores: Antiguo Juan Guerra, San Fernando, Tres de Octubre, San Martín de Cumbaza, Las Palmas, San Juan de Cumbaza, Santa Rosa de Cumbaza, Cacatachi, Rumisapa, San Pedro y en las márgenes del río Cumbaza (con mayor intensidad hacia la margen derecha).

b. Erosión

En la cuenca del río Cumbaza es frecuente la erosión de laderas y la erosión



fluvial.

Erosión de laderas. Se manifiesta a manera de surcos y cárcavas, comienzan con canales muy delgados y profundidades menores a 1 m, que a medida que persiste la erosión, pueden profundizarse a decenas de metros. Este fenómeno sucede por infiltración de precipitaciones pluviales en suelos sueltos y desprovistos de vegetación. Es perjudicial para la agricultura, el paisaje y puede llegar a afectar carreteras y canales. Los sectores afectados con erosión en laderas son: Juan Guerra, Martínez de Corpaña, El Amorarca, Cacatachi y Rumisapa.

Erosión Fluvial. En épocas de creciente el río Cumbaza incrementa su caudal con el consiguiente arrastre de material que actúa como agente erosivo de sus riberas. Esto ocurre mayormente en zonas de mayor velocidad de circulación, meandros y zonas con presencia de rocas de menor resistencia; en una acción dinámica que afectan obras de ingeniería civil, puentes, carreteras; centros poblados u obras de infraestructura de riego como bocatomas y canales. Los sectores afectados por erosión fluvial son: Santa Luisa (Km 631+000), Pucayacu, Las Palmas, río Shilcayo, Achual, Morales, río Cumbaza, margen izquierda Quebrada Chupishiña y margen izquierda río Cumbaza.

3.4 Geotecnia del área de estudio

Se realizaron investigaciones geotécnicas mediante 03 excavaciones exploratorias (calicatas), en las riberas del río Cumbaza, en los sectores San Roque de Cumbaza (parte alta), El Vado Morales (parte media) y Juan Guerra (parte baja), en la provincia de San Martín y Región San Martín.

Asimismo, se tomaron muestras representativas de suelos, realizándose los siguientes ensayos de laboratorio de mecánica de suelos:

Ensayos Standard

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D - 422)

Constantes Físicas

Límite Líquido (ASTM D - 1818)

Límite Plástico (ASTM D - 4318)

Humedad Natural (ASTM D - 2216)

ANA	FOLIO N°
DEPHM	37

Ensayos Especiales

Corte Directo (ASTM D - 3080)

Análisis Químicos del suelo

Peso Específico (ASTM D - 854)

Los resultados de las investigaciones geotécnicas se describen a continuación:

Calicata 01 - Parte Alta de la Cuenca del río Cumbaza

Localización	Sector San Roque de Cumbaza
Profundidad	1.00 m.
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASTHO A-1-a (0)	
Humedad natural	7.2%
Limite Líquido	14.2%
Limite Plástico	N.T
Índice Plástico	N.P
Capacidad portante	0.98 Kg/cm ²
Angulo de fricción	30°
Napa Freática	0.10 m.

Calicata 02 - Parte Media de la Cuenca del río Cumbaza

Localización	Sector El Vado Morales
Profundidad	1.00 m.
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASTHO A-1-a (0)	
Humedad natural	7.0%
Limite Líquido	14.0%
Limite Plástico	N.T
Índice Plástico	N.P
Capacidad portante	0.96 Kg/cm ²
Angulo de fricción	29.5°
Napa Freática	0.12 m.

Calicata 03 - Parte Baja de la Cuenca del río Cumbaza

Localización	Sector Juan Guerra
Profundidad	1.00 m.



TOMAS AL...
 INGENIERO...
 CIP N° 8...

ANA	FOLIO N°
DEPHM	38

Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASTHO A-1-a (0)	
Humedad natural	7.5%
Limite Líquido	13.8%
Limite Plástico	N.T
Índice Plástico	N.P
Capacidad portante	0.95 Kg/cm ²
Angulo de fricción	29°
Napa Freática	0.10 m.

En base a las investigaciones geotécnicas, se determina que en los tres sectores los materiales de cimentación presentan una clasificación SUCS **GP**: Gravas mal gradadas, mezcla de gravas y arenas con poco contenido de finos, con nula plasticidad y buena compactabilidad. Como material de cimentación son considerados buenos apoyos, con alta capacidad de carga y muy bajo riesgo de asentamientos. Por otro lado, la modificación de resistencia por cambios de humedad es muy baja. Se ha verificado que la capacidad portante en los sectores evaluados varía de 0.95 a 0.98 Kg/cm².

Se recomienda, construir defensas de carácter rígido que requiere cimentación. La colocación de gaviones en mallas sobre las riberas afectadas, tomando en cuenta un talud de 1/1.5; si se emplea material de relleno, deberá ser del mismo lugar o de canteras que reúnan las condiciones físicas mecánicas similares y/o adecuadas.

El Mapa 06 muestra la ubicación de las investigaciones geotécnicas en el ámbito de la Cuenca del río Cumbaza.

3.5 Cantera de enrocado

Se han prospectado y/o verificado áreas de préstamos que aporten los materiales factibles de ser utilizados durante el proceso de construcción de defensas ribereñas en los puntos críticos identificadas en la Cuenca del río Cumbaza; para tal fin se procedió a una selección de las áreas más aparentes de ser utilizadas, las cuales deberán ser verificadas mediante ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y análisis químicos durante los estudios posteriores.



Las áreas para la explotación de agregados se han localizado en la margen derecha del río Cumbaza y hacia la margen izquierda de la quebrada Ahuashiyacu, los materiales corresponden a bolonerías de rocas preexistentes (intrusivas y sedimentarias) de diámetros que no superan los 1.50 metros, pero que constituyen el único recurso para ser utilizado en las estructuras de defensas ribereñas. Por encontrarse próximos a los cauces actuales, se recomienda que su extracción tenga lugar en época de estiaje.

La correlación, evaluación y análisis de la información técnica obtenida, permitió caracterizar las principales propiedades físicas de cada área. El siguiente cuadro detalla la ubicación de las canteras evaluadas.

Cuadro 1. Ubicación de canteras para enrocado

Nombre	Estado	Área (has)	Distrito	Litología	Acceso	Localización
Cantera Municipal 1	Cantera D.S. 037-96-EM	4.95	Morales	Bolonería > a 1.20 m. de diámetro.	Carretera afirmada	Margen Derecha del río Cumbaza
Las Lomas Del Frayle	D.M. Titulado D.L. 708	100.00	La Banda De Shilcayo	Bolonería > a 1.00 m. de diámetro.	Trocha carrozable	Margen izquierda de la Qda Ahuashiyacu
Cantera Municipal 2	Cantera D.S. 037-96-EM	3.46	Morales	Bolonería > a 1.25 m. de diámetro.	Carretera afirmada	Margen Derecha del río Cumbaza
Las Lomas Del Frayle 2	D.M. Titulado D.L. 708	100.00	La Banda De Shilcayo	Bolonería > a 1.00 m. de diámetro.	Trocha carrozable	Margen izquierda de la Qda Ahuashiyacu

Fuente: Elaboración Propia.

Al presente nivel de estudio se han realizado descripciones física-mecánicas de los materiales prospectados.

Cantera Municipal I y II

Localización: Margen derecha del río Cumbaza

Coordenadas: Cantera Municipal I X= 347109 Y=9285230

Cantera Municipal II X= 347502 Y=9285010

Litología Bolonería de rocas preexistentes (rocas sedimentarias e intrusivas)

Color Gris claro

Acceso Carretera afirmada.

Área (has) Cantera Municipal I Inferior a 5.00 has

Cantera Municipal II Inferior a 4.00 has

ANA	FOLIO N°
DEPHM	46

Observaciones. Canteras conformada por material rocoso (bolonería), empleados principalmente para defensas ribereñas. La explotación debe ser selectiva, localizándose las mejores áreas en cuanto a extensión y volumen, se recomienda emplear voladura, excavadoras y volquetes. El área de explotación se puede ampliar en función de los resultados de investigaciones geotécnicas complementarias.

Cantera Las Lomas del Frayle I y II

Localización	Margen derecha de la quebrada Ahuashiyacu		
Coordenadas	Las Lomas del Frayle I	X= 353268	Y=9279130
	Las Lomas del Frayle II	X= 354268	Y=9279130
Litología	Bolonería de rocas preexistentes (rocas sedimentarias e intrusivas)		
Color	Gris claro		
Acceso	Carretera afirmada.		
Área (has)	Las Lomas del Frayle I	100 has	
	Las Lomas del Frayle II	100 has	

Observaciones. Cantera conformada por material rocoso (bolonería), empleado principalmente para defensas ribereñas. Para su explotación se empleará voladura, excavadoras y volquetes.

En base a la evaluación preliminar de canteras se determina que los materiales rocosos reúnen condiciones físicas aparentes para su utilización en las obras proyectadas, sin embargo posteriores investigaciones de los materiales podrían confirmar y ubicar nuevas áreas favorables a ser utilizadas como materiales de enrocado.

El mapa 07 muestra la ubicación de las Áreas Favorables para canteras en la Cuenca del río Cumbaza.

3.6 Conclusiones y recomendaciones

3.6.1 Conclusiones

A nivel regional, la Cuenca del río Cumbaza se emplaza sobre la unidad geomorfológica Cordillera Subandina cuya morfogénesis se encuentra vinculada a procesos: tectónicos (Montañas altas y bajas, y depresiones intramontañosas);



ANA	FOLIO N°
DEPHM	11

y procesos erosivos (Piedemonte andino).

En el ámbito del estudio, se han identificado principalmente rocas sedimentarias tipo areniscas y lutitas; y depósitos cuaternarios principalmente aluviales, cuyas edades se encuentran comprendidas desde el Cretáceo inferior al Cuaternario reciente

Estructuralmente, se pueden reconocer dos sistemas geoestructurales en la cuenca sedimentaria del Cumbaza y corresponden a: Zona de Pliegues y Fallas de la Cordillera Subandina, y Depresión Intramontañosa.

La Cuenca del río Cumbaza se encuentra en una Zona con actividad sísmica Media, las máximas intensidades sísmicas en el sector corresponden al grado VI y VII en la escala de Mercalli (MM).

En la cuenca del río Cumbaza se han evaluado los peligros geohidrológicos: inundaciones fluviales, erosión fluvial y erosión de laderas. En el sector han sido identificadas 15 puntos críticos por peligros geohidrológicos, la ocurrencia de inundaciones y erosión fluvial se ha presentado con mayor frecuencia, debido a las pendientes bajas que no superan los 5°, a la naturaleza del suelo incompetente, a la ocupación antrópica inadecuada, y al factor detonante constituido por precipitaciones pluviales intensas que ocurren anualmente.

Como medidas de prevención y/o mitigación frente a peligros geológicos del tipo inundación fluvial se han propuesto las siguientes: diques secos, terraplenes protegidos con rocas del propio río, enrocados de protección, muros de protección de concreto ciclópeo y gaviones de protección en cauces de río.

Las investigaciones geotécnicas se ejecutaron en los sectores de: San Roque de Cumbaza, El Vado Morales y Juan Guerra. En base, a los resultados de laboratorio de mecánica de suelos se determinaron que los materiales predominantes, corresponden a Gravas mal graduadas de nula plasticidad y de capacidad portante de 0.95 a 0.98 Kg/cm². Por otro lado, el D₅₀ para las calicatas 1, 2 y 3; se encuentra en 6.350, 19.05 y 12.7 mm respectivamente.

ANA	FOLIO N°
DEPHM	H2

Se identificaron y evaluaron 4 canteras de enrocado denominadas como: Cantera Municipal I y II; y Canteras Las Lomas del Frayle, constituidas principalmente por bolonerías con diámetros superiores a 1.50 m., localizadas en la margen derecha del río Cumbaza y margen izquierda de la quebrada Ahuashiyacu.

3.6.2 Recomendaciones

Para una posterior etapa, se recomienda realizar un Programa de Investigaciones Geotécnicas más puntuales, que confirmen las características geotécnicas de los materiales de cimentación donde se proyectaran estructuras de defensa ribereña, considerando que existen variaciones tanto en sentido vertical como horizontal.

Por la naturaleza misma de los suelos encontrados, en los que siendo necesario generalizar la información obtenida en algunos sondeos a toda el área del proyecto, no siempre es posible obtener seguridad total acerca de la información obtenida. Por lo tanto se recomienda que, en el caso poco probable que durante la construcción se observen suelos con características diferentes a las indicadas en este informe, se notifique de inmediato al proyectista para efectuar las correcciones necesarias.

Se recomiendan investigaciones geotécnicas de las canteras identificadas a fin de confirmar y/o ubicar nuevas áreas favorables a ser utilizadas como materiales de enrocado.

Desarrollar proyectos de refuerzo del cauce del río Cumbaza, con la finalidad de evitar su desbordamiento en temporadas de lluvia.


FONTE: INCUBI
CIP N° 63649
SOLA



ANA	FOLIO N°
DEPHM	W3

A photograph of a riverbank. In the foreground, there is a sandy, circular area of exposed earth in the water. The background is filled with dense, lush green vegetation, including a large, tall tree with a thick trunk and a wide canopy of leaves. The water is calm and reflects the surrounding greenery.

Capítulo IV: Caudales máximos

ANA	FOLIO N°
DEPHM	111

INDICE

CAPITULO IV	43
CAUDALES MÁXIMOS-EVENTOS EXTREMOS.....	43
4.1 Eventos climáticos extremos en el Perú.....	43
4.2 Planteamiento hidrológico	44
4.2.1 Método estadístico.....	45
4.2.1 Método Fuller	51
4.3 Conclusiones	52


 TORRES ALFARO
 INC. - INGENIERIA CIVIL
 CIP N° 63646



ANA	FOLIO N°
DEPHM	65

Listado de cuadros

Cuadro 1. Caudales máximos anuales (m ³ /s)	49
Cuadro 2. Caudales máximos para varios periodos de retorno, mediante funciones probabilísticas	50
Cuadro 3. Mejor ajuste mediante error mínimo	50
Cuadro 4. Caudales máximos diarios e instantáneos, para ser empleados en los diseños	52

Listado de figuras

Figura 1. Estaciones de control	44
Figura 2. Mejor ajuste gráfico	51


 TOMAS M.
 INGENIERO
 CIP N° 63646



ANA	FOLIO N°
DEPHM	66

CAPITULO IV

CAUDALES MÁXIMOS-EVENTOS EXTREMOS

El estudio de tratamiento del río Cumbaza comprende el tramo desde la desembocadura en el mar progresiva 0+000; hasta la progresiva 62+000 a la altura del distrito de San Roque de Cumbaza; una longitud de 62 kilómetros, corresponde a la parte baja, media y alta de la cuenca.

El análisis de descargas máximas tiene por objeto estimar los valores de las avenidas y sus probabilidades de ocurrencia correspondientes, para ser consideradas en el diseño de estructuras. Los cálculos se harán en cuatro (04) estaciones de control, ubicados en la parte alta, media y baja de la cuenca.

4.1 Eventos climáticos extremos en el Perú

Un evento climático extremo, son fenómenos meteorológicos normalmente raros que están por encima del percentil 90° y más bajo que el percentil 10° y varía según los lugares. Un fenómeno climático extremo es una media de una serie de fenómenos meteorológicos en un período concreto, media que de por sí es extrema (por ejemplo la precipitación durante una estación)¹.

En el periodo de 1995 al 2011 la ocurrencia de inundaciones, sequías, heladas, deslizamientos y huaycos han afectado más de 6 millones de personas (damnificados, fallecidos, heridos y desaparecidos), 478 mil viviendas afectadas y destruidas y más de 430 mil hectáreas de cultivos afectados. De los peligros mencionados, las heladas son los que han ocasionado mayores daños personales y las inundaciones son los que han tenido mayores impactos negativos en viviendas y cultivos. En el periodo de 2001 al 2010 las inundaciones recurrentes han tenido mayores efectos negativos en las regiones de Cusco, Ucayali, Piura, Madre de Dios, Puno, San Martín y Huánuco. Estos eventos han afectado a más de 180 mil personas, 22 mil viviendas destruidas-afectadas y 56 mil hectáreas perdidas. En la región Puno las pérdidas de animales han superado los 137 mil unidades de ganado ovino y vacuno

¹ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)



ANA	FOLIO Nº
DEPHM	17

principalmente².

4.2 Planteamiento hidrológico

1. Los caudales máximos diarios serán calculados mediante el método estadístico.
2. Los caudales máximos instantáneos serán calculados mediante Fuller.
3. Los caudales se calcularán en 04 estaciones de control, los cuales se detalla.
 - o Estación de control 1 (EC1), tiene como referencia el poblado de San Roque de Cumbaza.
 - o Estación de control 2 (EC2), tiene como referencia el poblado de San Antonio.
 - o Estación de control 3 (EC3), tiene como referencia el poblado de Tarapoto.
 - o Estación de control 4 (EC4), tiene como referencia el poblado de Juan Guerra.
4. Se tomará la EC3, como base para el cálculo de los caudales en las demás estaciones.

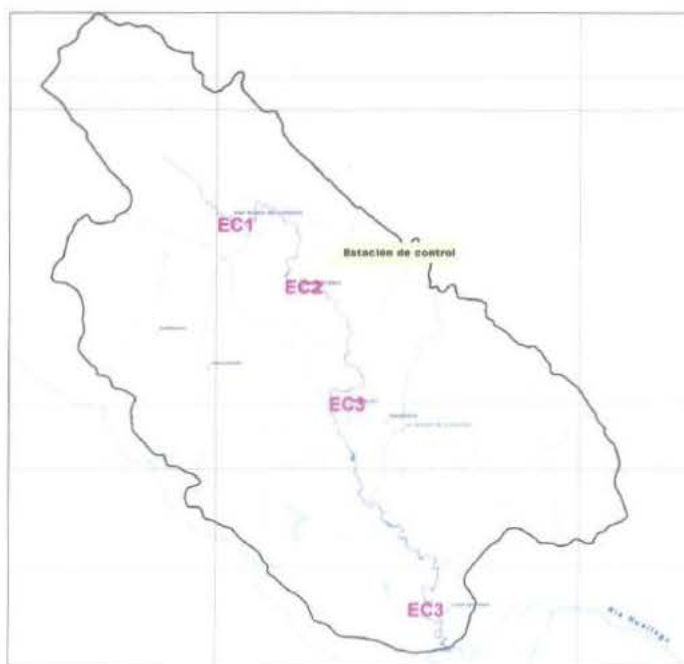


Figura 1. Estaciones de control


 TOMAS ALFARO
 INGENIERO EN HIDROLOGIA
 CIP Nº 63846

² Prevención ante eventos climáticos extremos en el Perú, T. Alfaro

ANA	FOLIO Nº
DEPHM	118

4.2.1 Método estadístico

a. Sustento teórico. Este método está basado en el análisis de la frecuencia de las crecidas. El caudal es considerado como una variable aleatoria continua, que permite evaluar su distribución estadística, el cual puede ser ajustado a una ley teórica de probabilidad (Gumbel, Log Pearson II, etc.).

Con el uso del programa HidroEsta, se evaluó la serie histórica de caudales máximos anuales con 8 modelos probabilísticos, considerando un nivel de significancia de 5%, método de estimación de parámetros, Parámetros Ordinarios y pruebas de bondad de ajuste por Kolmogorov.

Mediante este método se calculará los caudales máximos diarios anuales para diferentes periodos de retorno; luego mediante el método de Fuller se calculará los caudales máximos instantáneos.

Distribución Normal. Se dice que una variable aleatoria x , tiene una distribución normal, si su función densidad, es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}S} \text{EXP} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\bar{X}}{S} \right)^2 \right]$$

ó

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}S} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\bar{X}}{S} \right)^2}$$

Para $-\infty < x < \infty$

Donde:

$f(x)$ = función densidad normal de la variable x

x = variable independiente

X = parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S = parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x

EXP = función exponencial con base e , de los logaritmos neperianos.

Distribución Log-Normal de 2 parámetros. Cuando los logaritmos, $\ln(x)$, de una variable x están normalmente distribuidos, entonces se dice que la distribución de x sigue la distribución de probabilidad log-normal, en que la función de probabilidad log-normal $f(x)$ viene representado como:



Handwritten signature
 TOMAS E.
 INGENIERO
 CIP Nº 63546

ANA	FOLIO N°
DEPHM	49

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\}$$

Para $0 < x < \infty$, se tiene que $x \sim \log N(\mu_y, \sigma_y^2)$

Donde:

μ_y, σ_y = Son la media y desviación estándar de los logaritmos naturales de x , es decir de $\ln(x)$, y representan respectivamente, el parámetro de escala y el parámetro de forma de la distribución.

Distribución Log-Normal de 3 parámetros. Muchos casos el logaritmo de una variable aleatoria x , del todo no son normalmente distribuido, pero restando un parámetro de límite inferior x_0 , antes de tomar logaritmos, se puede conseguir que sea normalmente distribuida.

La función de densidad, de la distribución log-normal de 3 parámetros, es:

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(x-x_0) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\}$$

Para $x_0 \leq x < \infty$

Donde:

x_0 = Parámetro de posición en el dominio x

μ_y = Parámetro de escala en el dominio x

σ_y^2 = Parámetro de forma en el dominio x

Distribución gamma de 2 parámetros. Se dice que una variable aleatoria x , tiene una distribución gamma de 2 parámetros si su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Para:

$$0 \leq x < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

Siendo:

TOMÁS
INGENIERO
CIP N° 63646
COLA

ANA	FOLIO N°
DEPHM	60

γ = Parámetro de forma (+)

β = Parámetro de escala (+)

$\Gamma(\gamma)$ = Función gamma completa, definida como:

$\Gamma(\gamma) = \int_0^{\infty} x^{\gamma-1} e^{-x} dx$, que converge si $\gamma > 0$

Distribución gamma de 3 parámetros o Pearson Tipo III. Introduce un tercer parámetro el límite inferior ϵ , de tal manera que por el método de los momentos, los tres elementos de la muestra (la media, la desviación estándar y el coeficiente de asimetría) puedan transformarse en los tres parámetros λ , β y ϵ de la distribución de probabilidad.

Se dice que una variable aleatoria X , tiene una distribución gamma de 3 parámetros o distribución Pearson Tipo III, si su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

M
 TOMAS ALBERTO ABANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP N° 63846

Para:

$$X \quad 0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Distribución Gumbel. La distribución Gumbel es una de las distribuciones de valor extremo, es llamada también Valor Extremo Tipo I, Fisher-Tippett tipo I o distribución doble exponencial.

La función de distribución acumulada de la distribución Gumbel, tiene la forma:

ANA	FOLIO N°
DEPHM	51

$$F(x) = \text{EXP}(-\text{EXP}(-(x - \mu) / \alpha))$$

ó

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}}$$

para: $-\infty < x < \infty$

donde:

$0 < \alpha < \infty$ es el parámetro de escala

$-\infty < \mu < \infty$ es el parámetro de posición.

Derivando la función de distribución acumulada con respecto a x, se obtiene la función densidad de probabilidad; es decir:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \text{EXP}\left(-\frac{(x-\mu)}{\alpha}\right) \cdot \text{EXP}\left(-\frac{(x-\mu)}{\alpha}\right)$$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}} \cdot e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}$$

para:

$-\infty < x < \infty$

W
 TOMÁS ALFONSO MONTANO
 INGENIERO AGUICOLA
 CIP N° 63646

Distribución Log-Gumbel. La función de distribución acumulada de la distribución Gumbel tiene la forma:

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{(x-\mu)}{\alpha}}}$$

para: $-\infty < x < \infty$

donde:

$0 < \alpha < \infty$ es el parámetro de escala

$-\infty < \mu < \infty$ es el parámetro de posición, llamado también valor central o moda, si en la ecuación, la variable x se reemplaza por $\ln x$, se obtiene la función acumulada de la distribución log-Gumbel, o distribución de Fréchet.

b. Información empleada. La información histórica se tomó de la estación Cumbaza, ubicado en la latitud $76^{\circ}23'$ y longitud $06^{\circ}28'$, disponible en la Autoridad Nacional del Agua. La data empleada corresponde al periodo de 1969 al 2009.



En la revisión de la data histórica (29 años) que se indica en el cuadro 1, se observa 03 caudales anómalos (año 1974, 1996 y 2001), a la recurrencia de eventos extremos, cuyo valores son 731.3, 365.5 y 268.6 m³/s respectivamente.

Al realizar el análisis del río Cumbaza sobre imágenes satelitales de diferentes años, se concluye que la sección del río no tiene la capacidad de transportar estos caudales sin generar desbordes. Por lo tanto estos caudales no se considerarán en el cálculo para avenidas extremas, ya que corresponden a eventos extraordinarios.

Cuadro 1. Caudales máximos anuales (m3/s)

Año	Caudal máximo anual (m3/s)	Año	Caudal máximo anual (m3/s)
1969	59.6	1985	45.7
1970	128	1996	365.5
1971	125	1997	80.1
1972	52.1	1998	34.2
1974	731.3	1999	48.1
1975	46	2000	51.4
1976	28.6	2001	268.6
1977	43.7	2002	41.6
1978	83.7	2003	64.7
1979	65.8	2004	29.8
1980	37.4	2005	51.1
1981	64.9	2006	51.1
1982	60.8	2007	67.9
1983	59.6	2008	109
1984	45.7	2009	66.9

Fuente. Autoridad Nacional del Agua, 2013

c. Ajuste estadístico de los resultados. En el cuadro 2, se indica los caudales máximos para varios periodos de retorno, calculados mediante las funciones probabilísticas, para la EC3 (coincide con la estación hidrométrica de Cumbaza).


 TOMÁS ALFARO TABANTO
 INGENIERO AGRÍCOLA
 CIP N° 63546

Cuadro 2. Caudales máximos para varios periodos de retorno, mediante funciones probabilísticas

Período de Retorno (T)	P	Distribución Normal	Distribución Log Normal 2 parámetros	Distribución Log Normal 3 parámetros	Gamman 2 parámetros	Gamman 3 parámetros	Log-Pearson tipo III	Gumbel	Log Gumbel
2	0.5	60.8	56.5	54.6	57.9	55.0	54.9	56.6	53.1
5	0.2	82.4	77.9	77.0	78.9	78.9	77.1	79.3	74.4
10	0.1	93.7	92.2	93.8	91.7	95.1	93.5	94.3	93.0
25	0.04	105.8	110.3	117.1	106.6	115.5	116.5	113.3	123.3
50	0.02	113.5	123.8	135.8	117.0	130.4	135.1	127.3	152.0
75	0.013	117.7	131.7	147.2	122.8	138.9	146.7	135.5	171.7
100	0.01	120.5	137.4	155.6	126.9	144.9	155.2	141.3	187.2
200	0.005	126.9	151.1	176.6	136.3	159.2	176.8	155.2	230.2
500	0.002	134.7	169.6	206.4	148.3	177.7	207.9	173.6	302.6
1000	0.001	140.1	183.9	230.6	156.9	191.2	233.2	187.4	372.0

Según el cuadro 3, la función LogNormal 3 parámetros, tiene el menor delta teórico, lo que indica que la data se tiene un mejor ajuste para esta función.

Cuadro 3. Mejor ajuste mediante error mínimo

Distribución	Delta teórico
Normal	0.1772
LogNormal 2 P	0.1010
LogNormal 3 P	0.0780
Gamma 2 P	0.1227
Gamma 3 P	0.09624
LogPearson	0.08082
Gumbel	0.1116
Log Gumbel	0.0896

En la figura 1, podemos apreciar el comportamiento de la data histórica en relación a las distribuciones probabilísticas. Por lo tanto, se tomarán los caudales obtenidos por la función LogNormal 3 parámetros por presentar una mejor tendencia gráfica.


 TOMÁS ZABANTO
 INGENIERO AGRÍCOLA
 CIP N° 63646

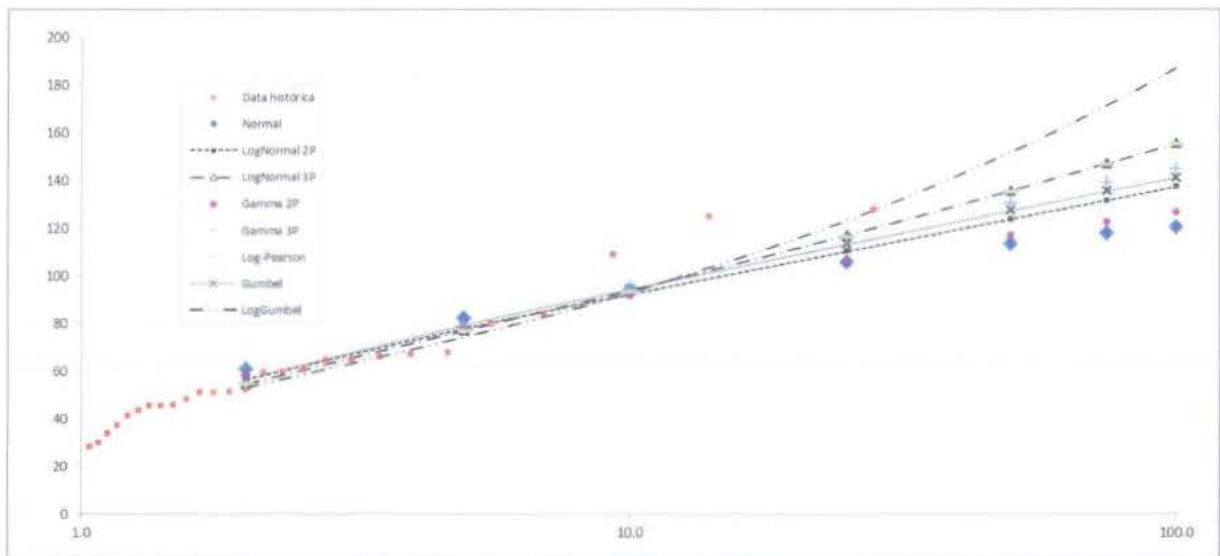


Figura 2. Mejor ajuste gráfico

Tanto por el método de mínimo error como por el método gráfico, la data histórica tiene un mejor ajuste a la función LogNormal 3 parámetros; por lo tanto los caudales se tomarán de los resultados de este modelo.

4.2.1 Método Fuller

Empleando el método de Fuller, se calcularon los caudales máximos instantáneos, a partir de los caudales máximos diarios calculados con el método estadístico.

$$Q_{inst} = Q \cdot \left(1 + \frac{2.66}{A^{0.3}} \right) \quad A \text{ en km}^2$$

Finalmente los caudales de diseño se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Caudales máximos diarios e instantáneos, para ser empleados en los diseños

EC1 (San Roque de Cumbaza)						
T.R. (años)	C	A	m	n	Q max (m3/s)	Q inst (m3/s)
10	0.808	85.8	1.24	0.04	32.5	55.2
25	0.722	85.8	1.24	0.04	40.6	69.0
50	0.688	85.8	1.24	0.04	47.0	79.9
100	0.671	85.8	1.24	0.04	53.9	91.7

EC2 (San Antonio)						
T.R. (años)	C	A	m	n	Q max (m3/s)	Q inst (m3/s)
10	0.808	200.2	1.24	0.04	56.7	87.4
25	0.722	200.2	1.24	0.04	70.8	109.2
50	0.688	200.2	1.24	0.04	82.0	126.4
100	0.671	200.2	1.24	0.04	94.1	145.2

EC3 (Tarapoto-estación Cumbaza)						
T.R. (años)	C	A	m	n	Q max (m3/s)	Q inst (m3/s)
10	0.808	458	1.24	0.04	93.8	133.5
25	0.722	458	1.24	0.04	117.1	166.7
50	0.688	458	1.24	0.04	135.7	193.1
100	0.671	458	1.24	0.04	155.7	221.7

EC4 (Juan Guerra)						
T.R. (años)	C	A	m	n	Q max (m3/s)	Q inst (m3/s)
10	0.808	572.0	1.24	0.04	106.7	148.9
25	0.722	572.0	1.24	0.04	133.2	186.0
50	0.688	572.0	1.24	0.04	154.3	215.4
100	0.671	572.0	1.24	0.04	177.2	247.3

4.3 Conclusiones

De acuerdo a los métodos gráfico y mínimo error, los caudales máximos de diseño, se considerará los resultados de la función LogNormal 3 parámetros.

Con fines de diseño de defensas ribereñas, para el dimensionamiento de las estructuras, se recomienda los caudales máximos diarios y para el borde libre los caudales instantáneos. El periodo de retorno empleado será de 50 años para zonas agrícolas y 100 años para zonas urbanas.

TOYOTA
INSTITUTO AGRICOLA
CIP N° 63546

ANA

FOLIO N°

EPHM

56

Capítulo V: Gestión del riesgo

INDICE

CAPITULO V.....	57
GESTION DEL RIESGO.....	57
5.1 Análisis de zonas vulnerables	58
5.1.1 Puntos críticos de inundación y erosión fluvial.....	58
5.1.2 Influencia del aporte de las quebradas y deslizamientos en el comportamiento del cauce	67
5.2 Análisis hidráulico del cauce.....	68
5.2.1 Morfología fluvial	68
5.2.2 Acondicionamiento del cauce al régimen de equilibrio	71
5.2.3 Parámetros hidráulicos fluviales	75
5.3 Valoración económica de los elementos expuestos a inundación y erosión.....	84
5.4 Propuestas de medidas estratégicas.....	89
5.4.1 Medidas estructurales en el cauce principal	89
5.4.2 Medidas estructurales en quebradas tributarias	96
5.4.3 Medidas no estructurales.....	98


 TOLIVER ALVARADO
 INGENIERO MUNICIPAL
 CIP Nº 63646



ANA	FOLIO N°
DEPHM	58

Listado de figuras

Figura 1. Área agrícola en riesgo por inundación	58
Figura 2. Erosión de áreas agrícolas, (a) imagen 2010 y (b) imagen 2005	59
Figura 3. Inadecuada extracción de material de acarreo	59
Figura 4. Erosión de laderas, margen izquierda	60
Figura 5. Erosión de vía, (a) imagen del 2005, (b) imagen del 2010	60
Figura 6. Punto crítico 6 y 7, superior imagen 2005, inferior imagen 2010.	61
Figura 7. Inundación pone en riesgo área agrícola y vía de Evitamiento.	62
Figura 8. Erosión de ladera, pone en riesgo zona agrícola	62
Figura 9. Riesgo de inundación en viviendas del poblado Santa Rosa	63
Figura 10. Viviendas del distrito de Morales en riesgo por inundación.	63
Figura 11. Viviendas del distrito de San Antonio, sector Barrio Bajada, en riesgo a inundación	64
Figura 12. Viviendas del distrito de San Antonio, sector La Banda, en riesgo a inundación y erosión	64
Figura 13. En riesgo, área agrícola, viviendas y canales de riego	65
Figura 14. Ubicación de puntos críticos	66
Figura 15. Quebradas tributarias con potencial de causar daños importantes	68
Figura 16. Variación del caudal en el tiempo	69
Figura 17. Grado de la sinuosidad de un río	69
Figura 18. Desplazamiento del cauce del río Cumbaza en el tiempo	70
Figura 19. Tipos de ríos	71
Figura 20. Trazo para reducir curvas	72
Figura 21. Existencia de estructuras de cruce (puente)	72
Figura 22. Eje y coordenadas del río Cumbaza	73
Figura 23. Roca acomodada	90
Figura 24. Modelo de espigones de gaviones	91
Figura 25. Construcción de dique y protección con revestimiento de roca, gavión u otro material	92
Figura 26. Modelo de conformación de talud y protección	93
Figura 27. Dique o muro de gaviones	94
Figura 28. Medidas estructurales	95
Figura 29. Modelo de dique transversal para el control de quebradas	96
Figura 30. Zonas de protección	100
Figura 31. Esquema del material a descolmatar	101


 TOMÁS ABANTO
 INGENIERO AGRÍCOLA
 CIP N° 63646

Listado de cuadros

Cuadro 1. Ubicación de puntos críticos por inundación y erosión	66
Cuadro 2. Quebradas con potencial de causar daños	67
Cuadro 3. Coordenadas de las progresivas	74
Cuadro 4. Pendiente del río cauce del Cumbaza	75
Cuadro 5. Granulometría del cauce del río	77
Cuadro 6. Valores de Manning	78
Cuadro 7. Características hidráulicas del río Cumbaza	81
Cuadro 8. Profundidad de socavación	84
Cuadro 9. Estimación del volumen de producción, valor bruto de producción y valor neto de la producción	85
Cuadro 10. Pérdida de terrenos agrícolas	86
Cuadro 11. Superficie perdida, valor neto y pérdida Total S/.	86
Cuadro 12. Resumen de mano de obra afectada y puestos de trabajo perdidos	87
Cuadro 13. Daños previsibles a la infraestructura vial	87
Cuadro 14. Daños previsibles a la infraestructura hidráulica	88
Cuadro 15. Daños previsibles a las edificaciones	88
Cuadro 16. Resumen general de los daños probables	89
Cuadro 17. Dimensiones de los espigones	92
Cuadro 18. Recomendaciones de las dimensiones de los diques	93
Cuadro 19. Propuesta de medidas estructurales	95
Cuadro 20. Dimensiones de los diques por tipo de quebrada	97


TOMAS ALFONSO IBÁÑETO
 INGENIERO AGRÍCOLA
 CIP Nº 636-16

ANA	FOLIO N°
DEPHM	60

CAPITULO V

GESTION DEL RIESGO

El riesgo se define como el grado de perdida debido a fenómenos naturales particulares (Vernes, 19849); por lo cual dentro del análisis se tendrá un producto de la amenaza (periodo de retorno del fenómeno natural) por la vulnerabilidad.

El riesgo es la medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso para la salud humana, propiedad o en el medio ambiente. Generalmente se define como las posibles consecuencias desfavorables económicas, sociales y ambientales que puedan presentarse a raíz de la ocurrencia de un evento dañino en un contexto de debilidad social y física ante el mismo.

Los mapas de riesgos es la combinación de los mapas de peligros naturales y los mapas de vulnerabilidad, operados con del programa de SIG.

La Gestión del Riesgo de Desastre (GRD) es el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas y estrategias, y para fortalecer sus capacidades, con el fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos. Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales (por ejemplo, construcción de defensas ribereñas para evitar el desbordamiento de un río) y no-estructurales (por ejemplo, la reglamentación de los terrenos) para evitar o limitar los efectos adversos de los desastres (ITDG, 2009).

Identificar el peligro es uno de las primeras acciones en la gestión del riesgo. En este estudio está identificado como las inundaciones para un caudal de 50 y 100 años de periodo de retorno. Las acciones que se toman en cuenta en la gestión del riesgo es la evaluación de la vulnerabilidad o puntos críticos de desborde y la propuesta de medidas de prevención, en este caso se ha considerado medidas estructurales y no estructurales.



ANA	FOLIO N°
DEPHM	61

5.1 Análisis de zonas vulnerables

Este capítulo se refiere a la identificación de puntos críticos por desborde y erosión, como consecuencia del desnivel topográfico de las riberas o áreas aledañas y las condiciones físico-mecánico del suelo y taludes.

Cabe diferenciar que los puntos críticos, son aquellos lugares donde hay antecedentes que ha ocurrido desborde, erosión o que a la vista se encuentre en un inminente peligro. La identificación de los puntos críticos se realizó in situ, con el apoyo de personas del lugar y se recorrió desde la parte alta hasta la desembocadura en el río Mayo.

5.1.1 Puntos críticos de inundación y erosión fluvial

Se han identificado 15 puntos críticos, desde el distrito de San Antonio hasta la desembocadura en el río Mayo, ubicado a la altura del distrito de Juan Guerra.

- a. **Punto crítico 01.** Se encuentra en riesgo áreas agrícolas de la margen derecha. Las inundaciones podrían afectar aproximadamente 20 hectáreas.

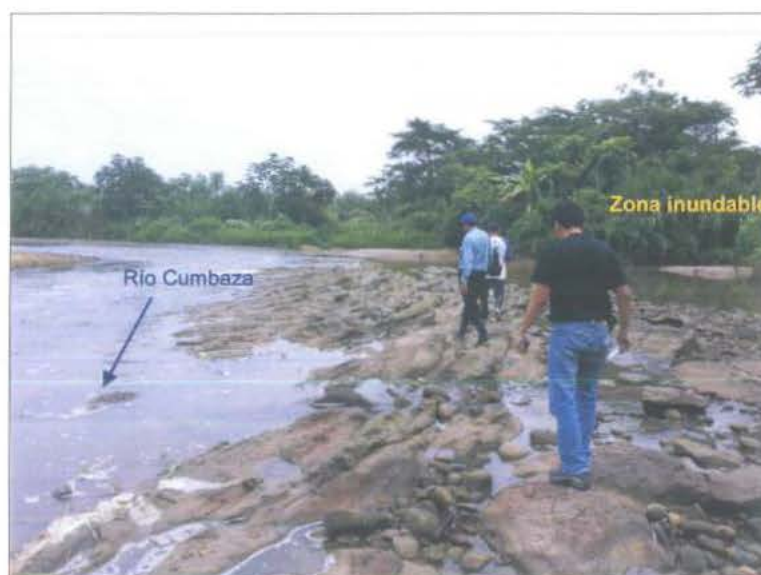


Figura 1. Área agrícola en riesgo por inundación

- b. **Punto crítico 02.** El proceso erosivo de la ladera pone en riesgo áreas agrícolas de la margen derecha. La erosión podría ocasionar pérdidas de 8.5 hectáreas.


 TOMÁS ALBERTO BARRANTO
 INGENIERO AGRÍCOLA
 CIP N° 63646



Figura 2. Erosión de áreas agrícolas, (a) imagen 2010 y (b) imagen 2005

- c. **Punto crítico 03.** Se ha originado por la inadecuada extracción de material de acarreo, poniendo en riesgo 6 áreas agrícolas.



Figura 3. Inadecuada extracción de material de acarreo

- d. **Punto crítico 04.** La erosión lateral del río ha ocasionado daños en 100 metros de trocha de acceso de la margen izquierda, interrumpiendo el transporte de productos agrícolas.

MM
 TOMAS DE
 INCENDIO U. AGRICOLA
 CIP N° 63646

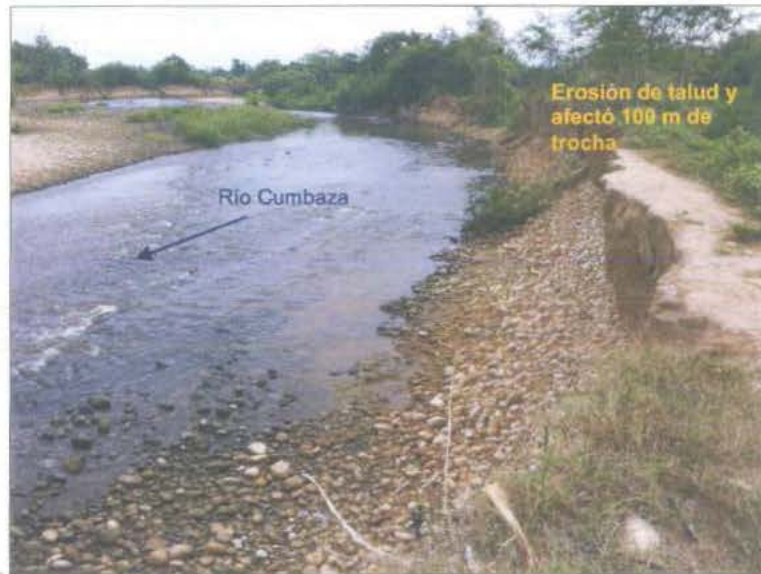


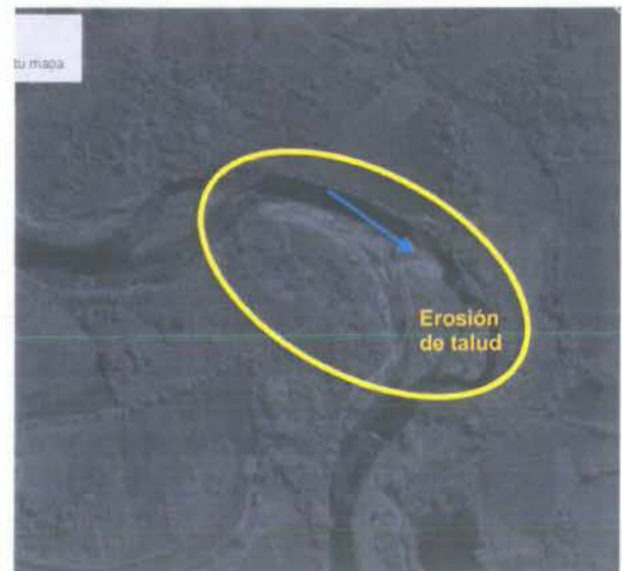
Figura 4. Erosión de laderas, margen izquierda

Handwritten signature
 TUBOLES REJAL...
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP Nº 63646

e. **Punto crítico 05.** La erosión lateral del río ha ocasionado daños en 80 metros de trocha de acceso, de la margen izquierda, interrumpiendo el transporte de productos agrícolas.



(a)



(b)

Figura 5. Erosión de vía, (a) imagen del 2005, (b) imagen del 2010

f. **Punto crítico 06 y 07.** La erosión lateral del río ha ocasionado daños en la trocha de acceso, interrumpiendo el transporte de productos agrícolas;

ANA	FOLIO N°
DEPHM	64

además puede ocasionar pérdidas de tierras agrícolas aproximadamente en 5 hectáreas.

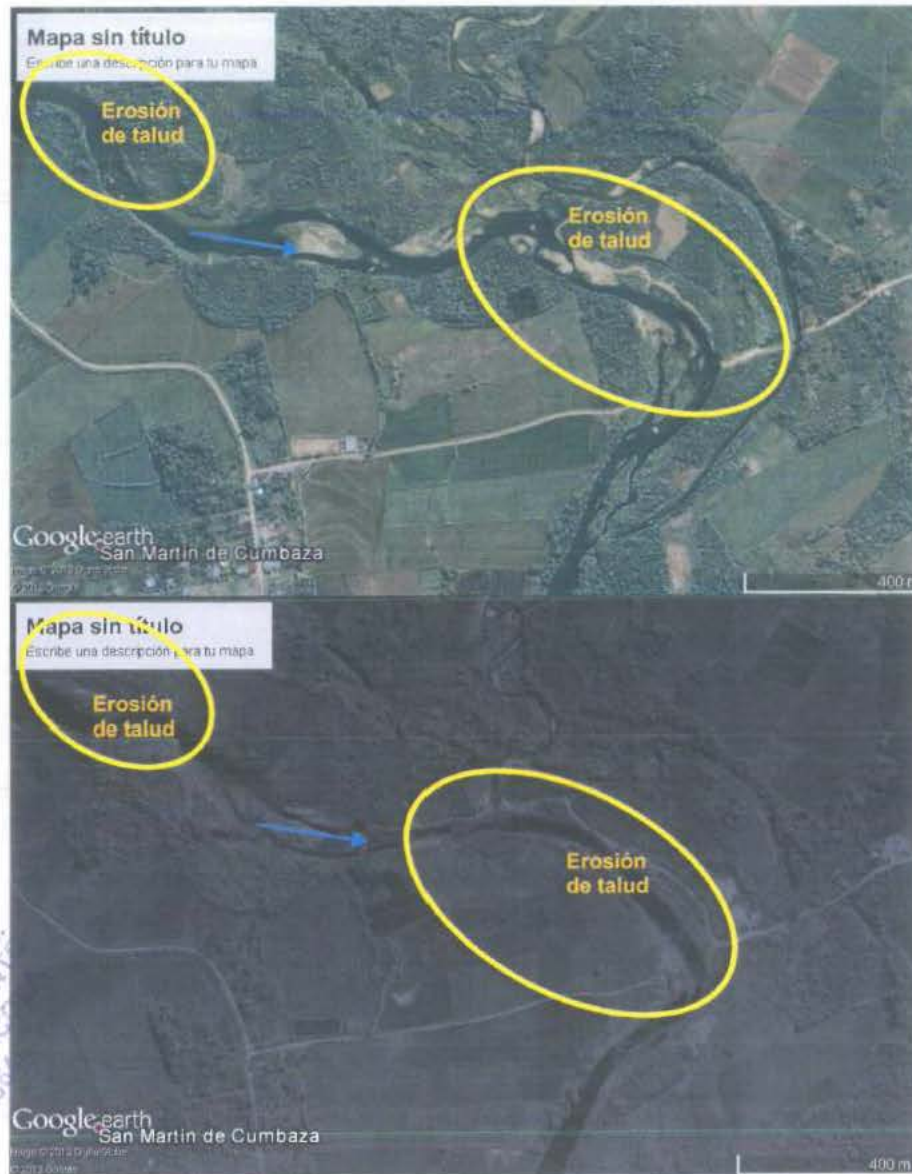


Figura 6. Punto crítico 6 y 7, superior imagen 2005, inferior imagen 2010.

- g. Punto crítico 08.** La inundación pone en riesgo 09 hectáreas de campos de cultivo, 150 metros de la vía de Evitamiento y el Puente Santa Rosa.



Figura 7. Inundación pone en riesgo área agrícola y vía de Evitamiento.

Tomás Alberto Albarrán
**INGENIERO EN AGUAS
 UCOCLA
 CIPN° 63646**

h. Punto crítico 09. La erosión de laderas de la margen derecha pone en riesgo 5 hectáreas de tierra agrícola.



Figura 8. Erosión de ladera, pone en riesgo zona agrícola

i. Punto crítico 10. La inundación pone en riesgo por lo menos el 30% del poblado de Santa Rosa en la margen derecha (unas 110 casas) y vías de acceso.



Figura 9. Riesgo de inundación en viviendas del poblado Santa Rosa

j. **Punto crítico 11 y 12.** Inundación en la margen izquierda pone en riesgo unas 300 viviendas del distrito de Morales, sector Metobado.



Figura 10. Viviendas del distrito de Morales en riesgo por inundación.

Handwritten signature
 TOMAS A. SUAREZ
 INGENIERO CIVIL

- k. **Punto crítico 13.** Inundación en la margen izquierda pone en riesgo 20 viviendas del distrito de San Antonio, sector Barrio Bajada.



Figura 11. Viviendas del distrito de San Antonio, sector Barrio Bajada, en riesgo a inundación

- l. **Punto crítico 14.** La inundación y erosión pone en riesgo viviendas del distrito de San Antonio, sector La Banda y el puente peatonal.



Figura 12. Viviendas del distrito de San Antonio, sector La Banda, en riesgo a inundación y erosión

ANA	FOLIO N°
DEPHM	68

m. **Punto crítico 15.** Este punto crítico se encuentra ubicado en la quebrada de Ahuashiyacu, en ambas márgenes. La inundación pone en riesgo áreas agrícolas, infraestructura de riego y unas 10 viviendas.



Figura 13. En riesgo, área agrícola, viviendas y canales de riego

En el cuadro 1, se muestra la relación de puntos críticos y los elementos en riesgo, por cada sector de ubicación.

En la figura 14, se muestra la ubicación de los puntos críticos a los largo del río Cumbaza.

Handwritten signature
TOMÁS ALBERTO SUÁREZ
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP Nº 63846



Cuadro 1. Ubicación de puntos críticos por inundación y erosión

Punto crítico	Provincia	Distrito	Sector	Margen	Amenaza	Elementos expuestos y efectos	UTM (X)	UTM (Y)	Referencia
01	San Martín	Juan Guerra	Pucayacu	Derecha	Inundación	Áreas agrícolas, vía asfaltada	352239	9274494	Desembocadura de la Qda. Pucayacu
02	San Martín	Tarapoto		Derecha	Erosión	Áreas agrícolas	351283	9275037	
03	San Martín	La Banda de Shilcayo	Ushpayacu	Derecha	Extracción de material de acarreo	Áreas agrícolas	351106	9275510	Desembocadura de la Qda. Ushpayacu
04	San Martín	Tarapoto		Izquierda	Erosión	Vía de acceso (trocha)	350612	9275861	
05	San Martín	La Banda de Shilcayo	Yesosico	Izquierda	Erosión	Vía de acceso (trocha)	350591	9276027	
06	San Martín	Tarapoto	San Martín	Izquierda	Erosión	Vía de acceso (trocha) y áreas agrícolas	350301	9276640	
07	San Martín	Tarapoto	Melchor	Izquierda	Erosión-inundación	Áreas agrícolas	349462	9277013	Altura de captación Canal Melchor
08	San Martín	La Banda de Shilcayo	Chontamuyo	Izquierda	Inundación	Vía de evitamiento y áreas agrícolas	349248	9277653	300 metros aguas arriba del puente Santa Rosa
09	San Martín	Tarapoto	San Juan	Derecha	Erosión	Áreas agrícolas	348581	9277891	
10	San Martín	Tarapoto	Santa Rosa	Derecha	Inundación	Viviendas de Santa Rosa	347925	9278545	Centro poblado de Santa Rosa
11	San Martín	Morales	Metobado	Izquierda	Inundación	Viviendas de Morales	346802	9284358	Zona urbana de Morales
12	San Martín	Morales	Metobado	Izquierda	Inundación	Viviendas de Morales	347119	9284276	
13	San Martín	San Antonio	Barrio Bajada	Izquierda	Erosión-inundación	Viviendas	343905	9291497	
14	San Martín	San Antonio	La Banda	Ambas márgenes	Inundación y erosión	Viviendas y puente peatonal	344086	9291759	Puente La Banda
15	San Martín	La Banda de Shilcayo	Las Palmas	Ambas márgenes	Inundación	Áreas agrícolas	350845	9278199	Ubicado en la Qda. Ahuashiyacu

Fuente. Elaboración propia, con información de campo

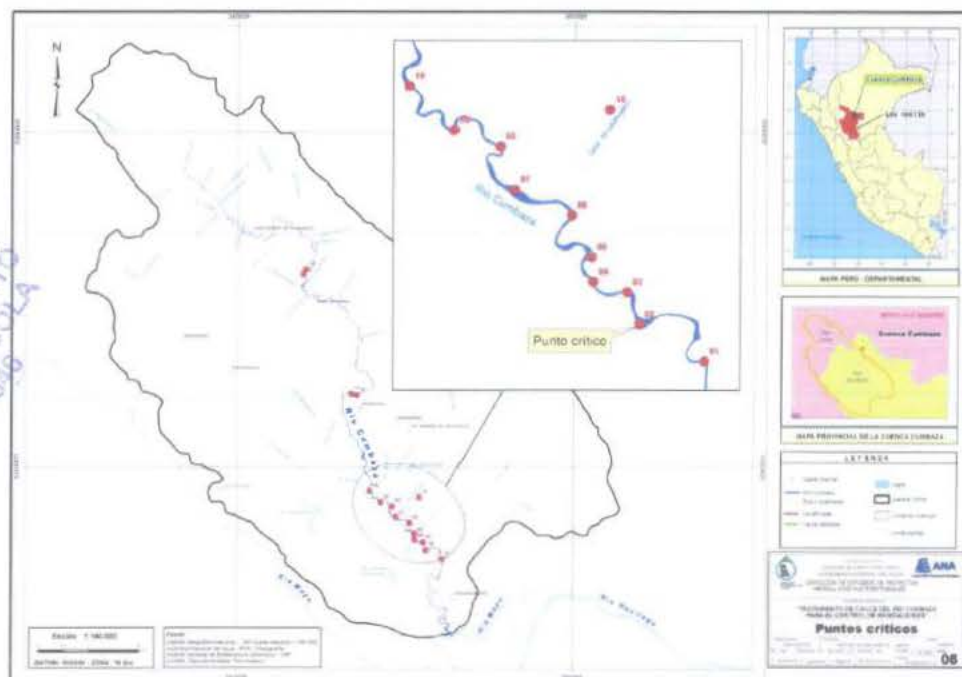


Figura 14. Ubicación de puntos críticos

5.1.2 Influencia del aporte de las quebradas y deslizamientos en el comportamiento del cauce

Las quebradas tributarias del río Cumbaza se caracterizan por tener pendientes que varían desde suaves (1.4%) a pronunciadas >15.7%, cuya morfología del cauce presentan macrorugosidades, alta turbulencia, cambios abruptos en la geometría del cauce, variaciones en el régimen del flujo y sedimentos de granulometría extendida. Estas condiciones morfológicas producen una alta resistencia al flujo, aumento de las pérdidas de energía estelas de turbulencia y resaltos hidráulicos localizados.

En el trayecto del río Cumbaza, se han identificado 5 quebradas importantes que fluyen sus aguas al cauce; que en épocas de fuertes precipitaciones, arrastran caudales con grandes cantidades de sólidos, que en su recorrido pueden ocasionar a nivel de infraestructura de servicios, viviendas y vidas humanas.

Estas quebradas, presentan pendientes desde suaves a fuertes, con procesos denudacionales (deslizamientos), peligro de erosión de suelos y deforestación antrópica.

En el cuadro 2 y figura 15, se muestran las principales quebradas con potencial a causar daños en épocas de alta precipitación.

Cuadro 2. Quebradas con potencial de causar daños

Nombre del río o quebrada	Parámetros básicos					Parámetros de forma		Parámetros de relieve		Parámetros hidrográficos	
	Área (A)	Perímetro (P)	Longitud de cauce mayor (L)	Ancho promedio (Ap=A/L)	Pendiente del cauce (Ic)	Coefficiente de compacidad	Factor de forma	Pendiente media de la cuenca	Altura media de la cuenca	Densidad de drenaje	Tiempo de concentración
	(Km ²)	(Km)	(Km)	(Km)	(%)	$K = \frac{L}{\sqrt{A}}$	$f = \frac{L}{P} \cdot \frac{A}{L}$	(%)	m.s.n.m.	Km/Km ² (Dd=L/A)	Horas
Cachiyacu	14.77	18.12	5.097	2.9	15.7	1.32	0.57	28.1	800.0		0.63
Shilcayo	33.28	33.31	16.570	2.0	5.3	1.62	0.12	15.5	762.5		2.12
Ahuashiyacu	44.59	33.33	18.662	2.4	4.8	1.40	0.13	10.3	750.0		2.38
Pucayacu	61.07	35.94	19.135	3.2	2.4	1.29	0.17	8.7	475.0		3.01
Shupishíña	118.03	56.38	26.575	4.4	1.4	1.45	0.17	5.4	925.0		3.97

Fuente: CEDISA, 2012

Handwritten signature
 TOMESE ATENCIÓN IBANTO
 JACQUELINE ALVARADO
 CIP N° 63646

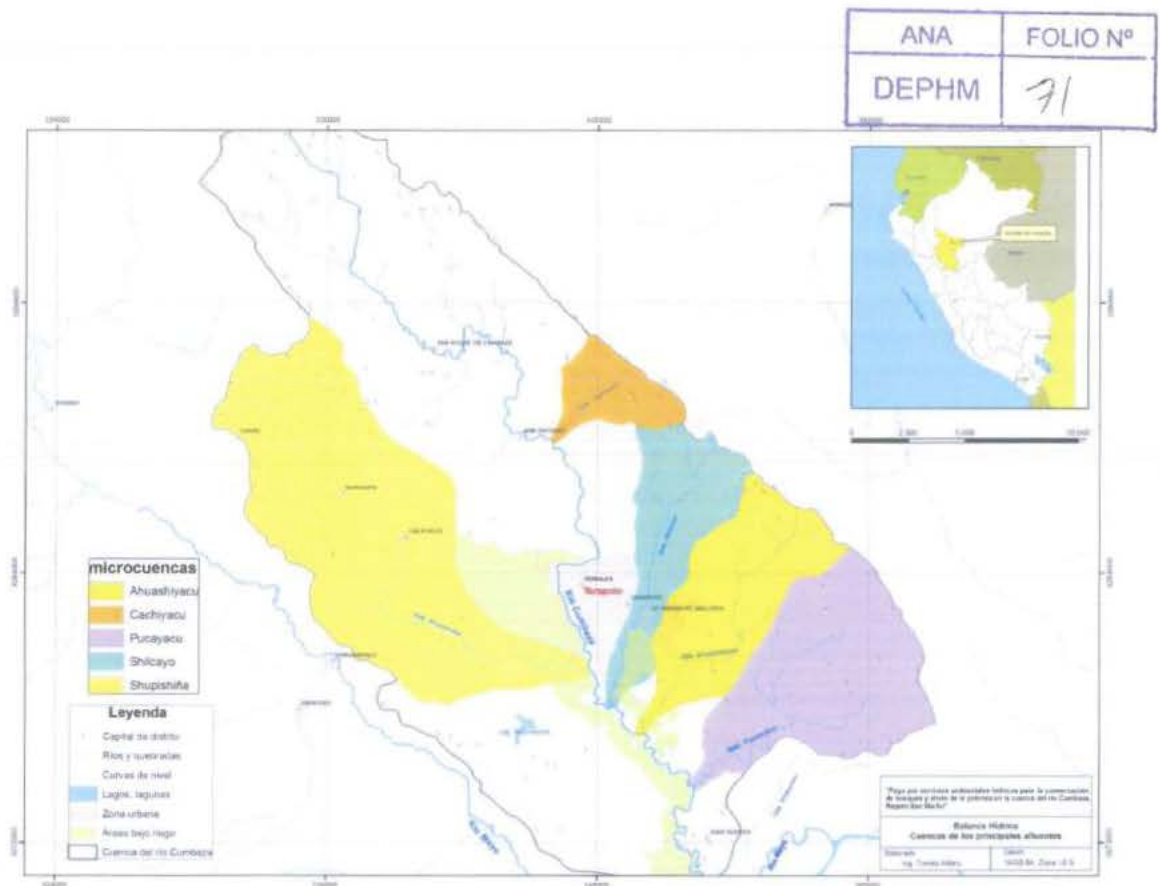


Figura 15. Quebradas tributarias con potencial de causar daños importantes

Fuente: CEDISA, 2012

5.2 Análisis hidráulico del cauce

5.2.1 Morfología fluvial

Los factores físicos principales que actúan como condicionantes en un cauce estable son el régimen hidrológico y la sinuosidad o geomorfología.

Régimen hidrológico. El caudal del río Cuzco varía de acuerdo a los meses del año y al espacio que recorre. Entre los meses de diciembre a junio se registran los mayores caudales y entre los meses de julio a noviembre los caudales son menores (figura 16).

[Handwritten signature]
TOMÁS ALFARADO ALVARADO
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 036646

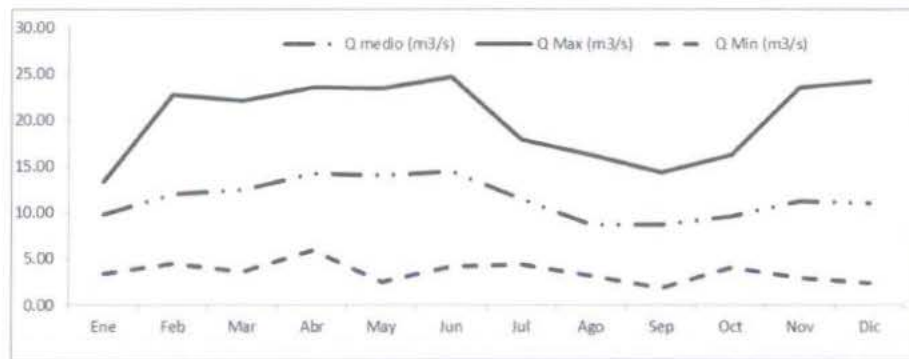


Figura 16. Variación del caudal en el tiempo

Fuente: CEDISA, 2012

Sinuosidad. Es otro factor importante en la estabilidad de un río. Un río en estado natural no es recto. Por lo tanto, un encauzamiento recto con curvaturas pequeñas (fondo móvil), no es capaz de conducir las aguas en línea recta sino que desarrolla inestabilidad lateral. Los ríos de gran sinuosidad tienen mayor longitud y menor pendiente; asimismo, las curvas generan resistencia al flujo; por lo tanto la capacidad de desagüe es menor, pudiendo originar desbordamiento mayores. Si las orillas no son resistentes, la acción sobre las curvas puede causar erosión en las márgenes.

La sinuosidad de un río se establece entre la longitud del Talweg y la longitud del valle. El valor mínimo de la sinuosidad es 1 y correspondería a un río perfectamente recto, figura 17.

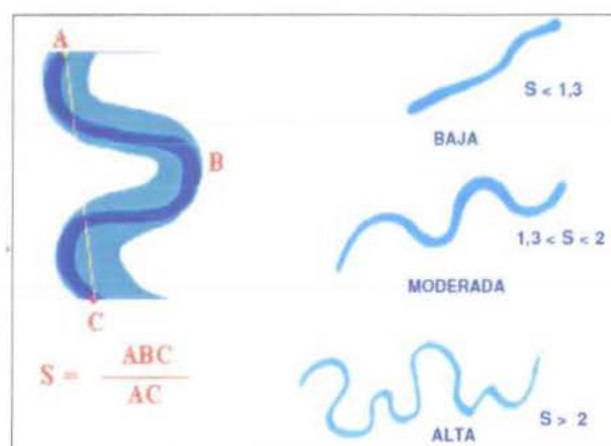


Figura 17. Grado de la sinuosidad de un río

Fuente: Rocha

TOLUQUE
 INCENDIARIO AUTOMÓVIL
 CIP Nº 60678

El valor promedio de la sinuosidad del río Cumbaza es 1.6, que corresponde a una sinuosidad moderada. La sinuosidad del río Cumbaza varía en el espacio y en el tiempo. Si analizamos la variación de la sinuosidad o evolución del río en el tiempo (1969, 2005 y 2013); observamos que en la parte alta y media de la cuenca, la variación es mínima. A partir de la ciudad de Tarapoto, hacia la desembocadura, la variación de la sinuosidad aumenta a medida que la pendiente disminuye. Este desplazamiento o evolución del río, ha ocasionado daños en cultivos por desbordes y la pérdida de terrenos agrícola por erosión de laderas, figura 18.

Se debe tener en cuenta estos desplazamientos del cauce del río Cumbaza, cuando se proyecte obras de defensa ribereña, obras viales o hidráulicas. Quiere decir que habrá que considerar un mayor ancho de la río para que desarrolle el régimen de equilibrio.

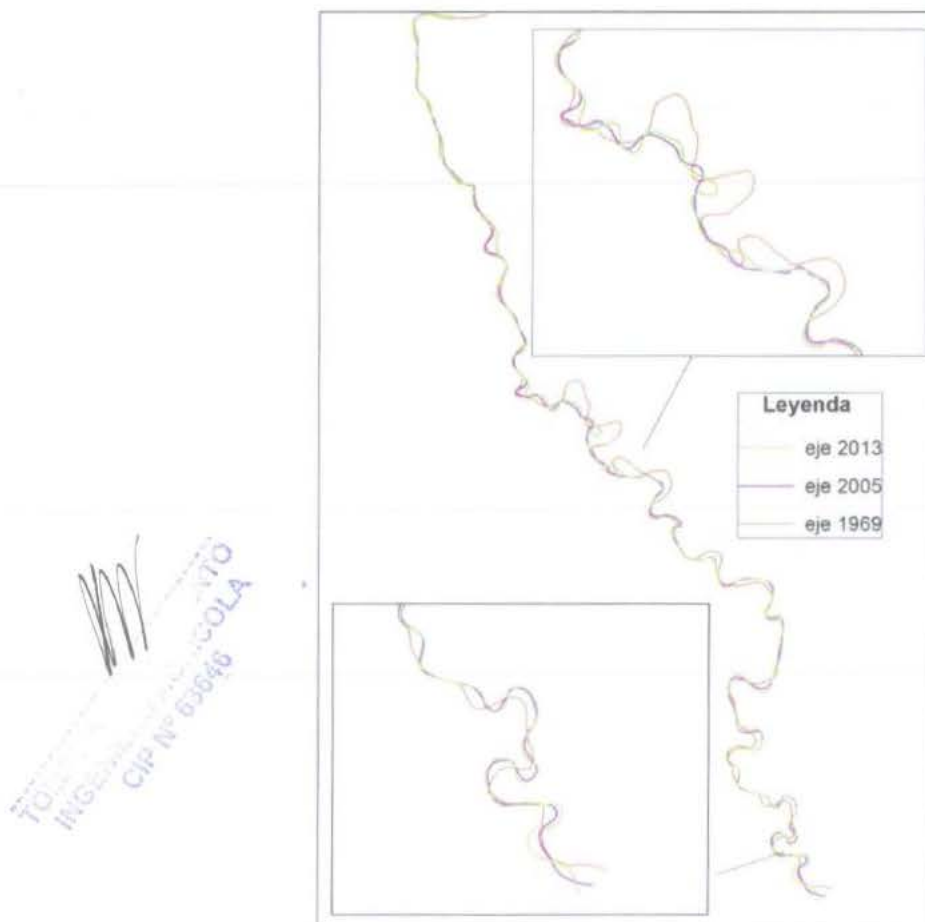


Figura 18. Desplazamiento del cauce del río Cumbaza en el tiempo

Fuente. Elaboración propia a partir de imágenes de Google earth

ANA	FOLIO N°
DEPHM	94

Morfología fluvial considera tres tipos principales de ríos: rectos, trezados y meándricos (figura 19).

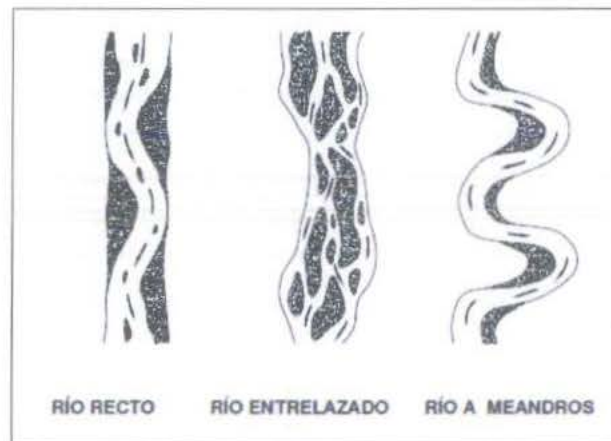


Figura 19. Tipos de ríos

Pequeños tramos rectos se pueden observar en la parte de la cuenca, producto de la mayor pendiente del cauce; sin embargo hacia el distrito de Juan Guerra y desembocadura se puede observar cierto grado de meandros.

5.2.2 Acondicionamiento del cauce al régimen de equilibrio

Para tratar de dar las condiciones de régimen estable del río Cumbaza se ha calculado los siguientes parámetros.

a. Eje del río

Sobre la base de imágenes satelitales y la carta nacional, se ha trazado el eje del río, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- **Sinuosidad del río.** Se ha rectificado con tramos compuesto por curvas grandes y ligeramente rectas, considerando que la pendiente de equilibrio va a permitir un equilibrio entre la sedimentación y la erosión. Se tiene en cuenta que no deben existir alineaciones rectas sino curvas (figura 20).

W
 WILFREDO JAZER ECHEVARRÍA
 INGENIERO AGRÍCOLA
 CIP N° 63646



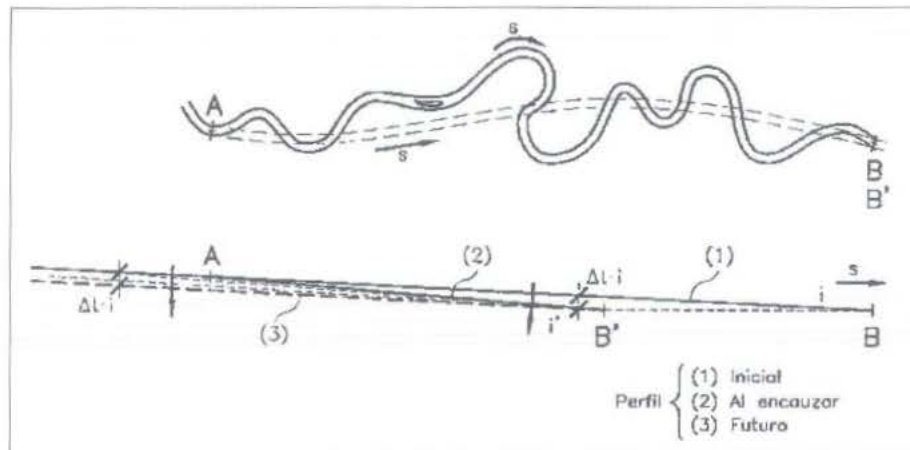


Figura 20. Trazo para reducir curvas

Fuente: Ingeniería de Ríos- Martín, J.

Dentro de la curvatura no es recomendable trazar arcos de círculos, ya que la curvatura es constante y cambiaría bruscamente de signo en el punto de tangencia.

- **Estructuras viales de cruce e hidráulicas.** Los puentes y bocatomas de alguna forma limitan el ancho de un río (figura 21).



Figura 21. Existencia de estructuras de cruce (puente)

Fuente: Google Earth

TORRENTI
INGENIERO EN
CIP N° 63646

- **Predios agrícolas.** Se ha tenido en cuenta la propiedad privada como límite, para no generar conflictos con los propietarios.
- **Estrangulaciones naturales.** Existen tramos del río con presencia de zonas rocosas que definen de manera natural el ancho del río, el cual no puede ser modificado.
- **Existencia de obras de defensa ribereña.** Las obras construidas en los cauces de los ríos pueden estar bien o mal ubicadas con respecto a la alineación de los bordes de las márgenes y ancho estable.
- **Aspectos legales.** Se hace referencia a la Ley de Recursos Hídricos y a la Directiva sobre delimitación de Fajas Marginales.

De acuerdo a los criterios descritos, el eje tiene una longitud 62,000 m. Desde la progresiva 0+000, desembocadura del río Mayo, con coordenadas Este (X) 352894, Norte (Y) 9269935. Hasta la progresiva 62+000 (fin del tramo), que tiene las siguientes coordenadas: Este (X) 333993, Norte (Y) 9304725 (figura 22).

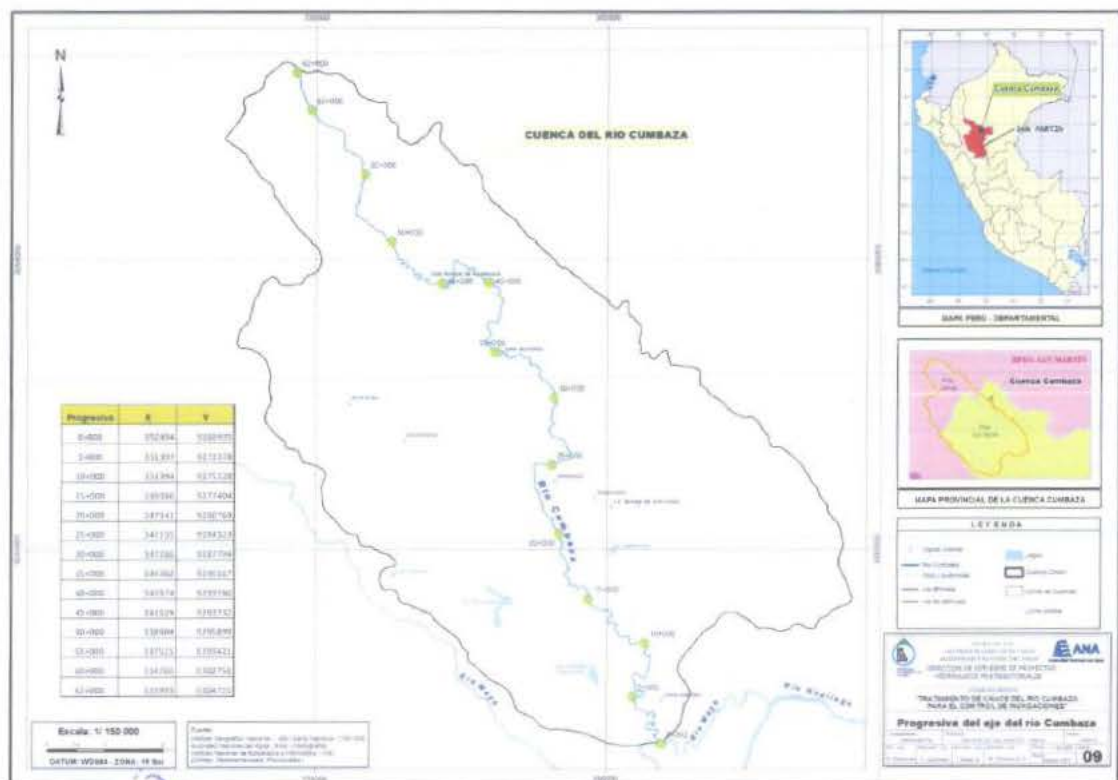


Figura 22. Eje y coordenadas del río Cumbaza

Fuente: Elaboración propia, con información del IGN e INEI.

WILFREDO JAZER ECHEVERRÍA
 INGENIERO CIVIL EN AGUAS
 CIP N° 63646

ANA	FOLIO N°
DEPHM	77

En el cuadro 3, se indican las coordenadas de las progresivas del eje del río, desde la desembocadura en el río Mayo hasta el kilómetro 62, ubicado en la naciente de la cuenca.

Las coordenadas están expresadas en coordenadas UTM, datum WGS 84 y zona 18 Sur.

Cuadro 3. Coordenadas de las progresivas

Progresiva	X	Y
0+000	352894	9269935
5+000	351397	9272378
10+000	351994	9275128
15+000	349066	9277404
20+000	347541	9280769
25+000	347155	9284323
30+000	347266	9287794
35+000	344302	9290167
40+000	343974	9293786
45+000	341524	9293732
50+000	338904	9295899
55+000	337515	9299421
60+000	334766	9302756
62+000	333993	9304725

Fuente: Elaboración propia.

W
 ING. WILFREDO SUAREZ SUAREZ
 INGENIERO EN AGUAS
 CIP N° 63646

b. Pendiente del río

La pendiente promedio del eje del río Cumbaza es 2.2% (0.022). La pendiente del río aumenta a medida que sube la cota de la cuenca. La pendiente mínimo identificado es 0.1% (0.001), ubicado en los 5 primeros kilómetros del río. La pendiente máxima identificado es 9.4% (0.094), ubicado en el tramo de 55 Km, en el distrito de San Roque de Cumbaza.

En el cuadro 4, se indica las pendientes de equilibrio promedio por tramos de 5 kilómetros.



Cuadro 4. Pendiente del río cauce del Cumbaza

Progresiva	X	Y	Pendiente (m/m)	Referencia
0+000	352894	9269935		Distrito de Juan Guerra
5+000	351397	9272378	0.001	
10+000	351994	9275128	0.003	Entre 3 de Octubre y Santa Luisa
15+000	349066	9277404	0.003	Entre San Juan Y Chontamuyo
20+000	347541	9280769	0.003	Aeropuerto de Tarapoto
25+000	347155	9284323	0.008	Distrito de Morales
30+000	347266	9287794	0.013	Pishco Urco
35+000	344302	9290167	0.012	Zona Urbana de San Antonio
40+000	343974	9293786	0.021	
45+000	341524	9293732	0.015	Zona Urbana de San Roque de Cumbaza
50+000	338904	9295899	0.017	Limón Punta
55+000	337515	9299421	0.094	
60+000	334766	9302756	0.057	
65+000	333993	9304725	0.045	

5.2.3 Parámetros hidráulicos fluviales

El análisis hidráulico permite determinar los niveles de aguas máximas, llanura de inundación, velocidades y otros parámetros hidráulicos, para avenidas extremas con diferentes períodos de retorno; de manera se visualice el comportamiento del flujo de acuerdo a las características morfológicas del cauce.

Flujo gradualmente variado

Los cálculos están orientados a flujo unidimensional, para flujo estacionario gradualmente variado y para régimen mixto (subcrítico y supercrítico). Desarrollado con la ecuación de la energía, por un proceso iterativo: standart step method. Que resuelve la ecuación dinámica del flujo gradualmente variado igualando la energía en dos secciones consecutivas mediante un procedimiento cíclico de aproximaciones sucesivas. Para ellos se empleó el modelo computacional HEC-RAS (River Analysis System; USACE),


 FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA, IRRIGACION Y RIEGO
 INCENDIARIO Y SISMOTECNICO
 CIP N° 636646

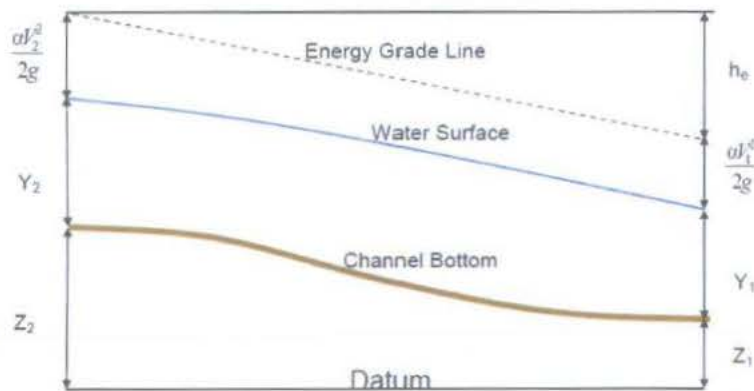
$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_s$$

ANA	FOLIO N°
DEPHM	39

Donde,

- Z_1 y Z_2 = elevación del cauce en la sección
- Y_1 y Y_2 = elevación del agua en la sección
- V_1 y V_2 = velocidades promedio
- α_1 y α_2 = coeficiente de velocidad
- g = aceleración de la gravedad
- h_e = pérdida de energía

A continuación se muestra un diagrama de los términos de la ecuación.



Fuente: HEC RAS

La pérdida h_e se compone de pérdidas por fricción y pérdidas por contracción o expansión.

Condiciones de frontera

Una condición de frontera aguas arriba es aplicada como un hidrograma del flujo de descarga en función del tiempo.

Cuatro tipos de condiciones de frontera para aguas abajo, se indica:

- o *Stage Hydrograph*. Nivel de agua en función del tiempo, si la corriente fluye en un entorno como el remanso de un estuario o bahía en la que se rige la elevación de la superficie del agua por las fluctuaciones de la marea, o donde desemboca en un lago o reservorios.
- o *Flow Hydrograph*. Puede utilizarse si los datos registrados está disponible y el modelo está calibrado a un evento de inundación específico
- o *Single Valued Rating Curve*. Es función monótona de la etapa y el flujo.



Puede emplearse para describir con precisión la etapa de flujo como cascadas, estructuras hidráulicas de control, aliviaderos, presas.

- o *Normal Depth*. Se introduce la pendiente de fricción, considerada como la profundidad normal, si existen las condiciones de flujo uniforme. Dado que las condiciones de flujo uniforme no existen normalmente en las corrientes naturales, esta condición de frontera debe ser utilizada aguas abajo del área de estudio.

a. Granulometría

Se realizaron investigaciones geotécnicas mediante 03 excavaciones exploratorias (calicatas), en las riberas del río Cumbaza, en el distrito de San Roque de Cumbaza (parte alta), El Vado Morales (parte media) y Juan Guerra (parte baja), en las provincias de Lamas y San Martín en la región San Martín. Los resultados se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Granulometría del cauce del río

Progresiva (Km)	Clasificación SUCS		Clasificación AASHTO		D ₅₀ (Pulg)	D ₅₀ (mm)	Capacidad portante
0 – 10 (Juan Guerra)	GP	Gravas mal graduadas, no plásticos, gris oscuro.	A-1-a(0)	Grava de forma angular y sub angular de consistencia semidura	1/4"	6.35	2.93 Kg/cm ²
10 – 25 (Morales)	GP	Gravas mal graduadas, no plásticos, beige claro.	A-1-a(0)	Grava arenisca de forma angular y sub angular de consistencia semidura	3/4" - 1/2"	12.7-19.05 (recomendado 17.4 mm)	2.89 Kg/cm ²
25 – 62 (San Roque de Cumbaza)	GP	Gravas mal graduadas, no plásticos, beige claro.	A-1-a(0)	Grava arenisca de forma angular y sub angular de consistencia semidura	1/2"	12.7	2.85 Kg/cm ²

b. Coeficiente de rugosidad

La elección del coeficiente de rugosidad ("n" de Manning), se realizó mediante la observación en campo de las características del cauce principal, márgenes derecha e izquierda; comparados con valores de tablas (Cuadro 6). Los valores de "n" varían según las características de los tramos del río.

En el cuadro 6, se muestra los valores del coeficiente de Manning ("n") del cauce y llanura del río Cumbaza.

Cuadro 6. Valores de Manning

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
A. Cauces naturales			
1. Canales principales			
a. Limpio, recto, lleno, sin fisuras, fondo profundo	0.025	0.03	0.033
b. Igual al anterior, pero con algo de piedras y hierba	0.03	0.035	0.04
c. Limpio, sinuoso, poco profundo y bancos	0.033	0.04	0.045
d. Igual al anterior, pero con algo de hierba y piedras	0.035	0.045	0.05
e. Igual al anterior, niveles inferiores, más pendientes y secciones menos efectivas	0.04	0.048	0.055
f. Como el "d" pero mas piedras	0.045	0.05	0.06
g. Tramo lento, hierbas, fondo profundo	0.05	0.07	0.08
h. Tramo con mayor maleza, fondo profundo, o recorrido de crecidas con soporte de madera y arbustos bajos	0.07	0.1	0.15
2. Llanura de inundación			
a. Pastura sin arbustos			
1. Pasto corto	0.025	0.03	0.035
2. Pasto alto	0.03	0.035	0.05
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.02	0.03	0.04
2. Cultivo maduro alineado	0.025	0.035	0.045
3. Campo de cultivo maduro	0.03	0.04	0.05
c. Arbustos			
1. Arbustos escasos, mucha maleza,	0.035	0.05	0.07
2. Pequeños arbustos y árboles, en invierno	0.035	0.05	0.06
3. Pequeños arbustos y árboles, en verano	0.04	0.06	0.08
4. Arbustos mediano a denso, en invierno	0.045	0.07	0.11
5. Arbustos mediano a denso, en verano	0.07	0.1	0.16
d. Árboles			
1. Terreno despejado con tocones de árboles, sin brotes	0.03	0.04	0.05
2. Igual que el anterior, pero con muchos brotes	0.05	0.06	0.08
3. Soporte de madera, algunos árboles caídos, pequeño crecimiento inferior, flujo por debajo de las ramas	0.08	0.1	0.12
4. Igual al anterior, pero con flujo por encima de las ramas	0.1	0.12	0.16
5. Sauces densos, en verano, rectos	0.11	0.15	0.2
3. Cauces de montañas, sin vegetación en el canal, márgenes usualmente empinados, con árboles y arbustos sobre márgenes submergidos			
a. Fondo: grava, guijarros, y algo de cantos rodados	0.03	0.04	0.05
b. Fondo: guijarros con mucho canto rodado	0.04	0.05	0.07

Fuente: Ven T. Chow

c. Cálculo del ancho estable

El ancho estable, se calculó tomando en consideración 5 criterios o métodos: (1) Recomendación Práctica, (2) Método de Petits, (3) Método de Simons y Henderson, (4) Método de Blench y Altunin y (5) Método de Manning y Strickler.

Todos estos métodos son empíricos y bajo la teoría del régimen estable.

i) **Recomendación Práctica.** Este método está en función directa del caudal.

RECOMENDACIÓN PRACTICA	
Q (M ³ /S)	ANCHO ESTABLE (B2)
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

ii) **Método de Petits.** La expresión empleada es la siguiente

$$B = 4.44 * Q^{0.5}$$

iii) **Método de Simons y Henderson.** está basado en la teoría de régimen estable y está en función del caudal de diseño y de las condiciones de fondo del río.

Metodo de Simons y Henderson	
$B = K_1 Q^{1/2}$	
<input checked="" type="radio"/> Fondo y Orillas de Arena	K1 = 5.70
<input type="radio"/> Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo	K1 = 4.20
<input type="radio"/> Fondo y Orillas de Material Cohesivo	K1 = 3.60
<input type="radio"/> Fondo y Orillas del cauce de Grava	K1 = 2.90
<input type="radio"/> Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo	K1 = 2.80

Handwritten signature
TOMAS ALFARO CABANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP Nº 63646

iv) **Método de Blench y Altunin.** está basado en la teoría de régimen estable y en función del caudal de diseño, factor de fondo (Fb) y en el factor de orilla (Fs). Los factores Fb y Fs, tienen en cuenta la concentración del material transportado en suspensión, el diámetro de las partículas de fondo y la resistencia de las orillas a ser erosionada.

Un factor de orilla (Fs) puede tomar los siguientes valores:

- ✓ Orilla de barro y arena toma el valor de Fs: 0.1.
- ✓ Orilla de barro, arcilla, fangosa toma un valor de Fs: 0.2.
- ✓ Orilla de material muy cohesivo, toma un valor de fs: 0.3.

El factor de fondo F_b , puede ser valuado mediante las expresiones siguientes:

- ✓ Sí el canal arrastra poco sedimento y el fondo es arenoso, emplear la siguiente expresión: $F_b = 1.9\sqrt{D}$, donde "D" es el diámetro medio de las partículas, en mm.
- ✓ Sí existe arrastre de sedimentos y el fondo es arenoso, emplear la siguiente expresión:

$$F_b = 1.9\sqrt{D}(1 + 0.012Cs) \quad \text{o} \quad F_b = (d_{50})^{\frac{1}{3}}$$

$B = 1.81(Q F_b/F_s)^{1/2}$

Factor de Fondo (F_b)	Factor de Orilla (F_s)
<input type="radio"/> 0.80 - Mat. Finos ($D_m < 0.50$ mm)	<input checked="" type="radio"/> 0.10 - Mat. Suelos
<input checked="" type="radio"/> 1.20 - Mat. Gruesos ($D_m > 0.50$ mm)	<input type="radio"/> 0.20 - Mat. ligeramente Cohesivos
	<input type="radio"/> 0.30 - Mat. Cohesivos

- v) **Método de Manning Strickler.** Este método incluye a la rugosidad (n), tipo de material (k) y de cauce (m).

Para el caso del coeficiente de rugosidad (n) los valores recomendados varían de 0.035 a 0.05, según el tipo de material presente. La variación de los valores para K , va a depender del tipo de material, si es aluvial, erosionable o muy resistente y un valor práctico de 10.

En el caso del coeficiente "m", los valores varían de 0.5 a 1, según el tipo de cauce: aluvial, arenoso o de montaña.

TOMAS ALFARANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP N° 63046

Método de Manning y Strickler

$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$ **n** **K** **m**

Coeficiente - Tipo de Material (K)	Coeficiente Cauce (m)
<input checked="" type="radio"/> 10 - Valor Practico	<input checked="" type="radio"/> 0.50 - Rios de Cauces Aluviales
<input type="radio"/> 12 - Mat. Aluvial	<input type="radio"/> 0.70 - Rios de Cauces Arenosos
<input type="radio"/> 16 - Mat. Facilmente erosionable	<input type="radio"/> 1.00 - Rios de Cauce de Montaña
<input type="radio"/> 03 - Mat. muy resistente	

En el cuadro 7, se indican las características del cauce y los parámetros

hidráulicos del río Cumbaza.

Cuadro 7. Características hidráulicas del río Cumbaza

Progresiva	Pendiente (m/m)	Ancho natural (m)	Ancho estable (m)	Caudal de diseño (m ³ /s)	Tirante máximo (m)		Velocidad máxima (m/s)		Coeficiente de rugosidad			Referencia
									Margen derecha	Cauce	Margen izquierda	
0+000		45.00	40-65	215.4	3.60	2.64	2.04	1.80				Distrito de Juan Guerra
5+000	0.001	26.00	40-65	215.4	3.60	2.64	2.04	1.80	0.04-0.08	0.03-0.04	0.04-0.08	
10+000	0.003	26.00	40-65	215.4	2.52	1.92	3.00	2.52	0.04-0.08	0.03-0.04	0.04-0.08	Entre 3 de Octubre y Santa Luisa
15+000	0.003	33.00	40-65	193.1	2.40	1.80	2.88	2.40	0.04-0.08	0.03-0.04	0.04-0.08	Entre San Juan Y Chontamuyo
20+000	0.003	40.00	40-65	193.1	2.40	1.80	2.88	2.40	0.035-0.06	0.033-0.045	0.035-0.06	Aeropuerto de Tarapoto
25+000	0.008	45.00	40-65	221.7	1.92	1.44	4.08	3.36	0.035-0.06	0.033-0.045	0.035-0.06	Distrito de Morales
30+000	0.013	25.00	40-65	221.7	1.68	1.20	4.68	3.96	0.04-0.08	0.03-0.04	0.04-0.08	Pishco Urco
35+000	0.012	30.00	30-50	126.4	1.44	1.08	4.08	3.36	0.04-0.08	0.03-0.04	0.04-0.08	Zona Urbana de San Antonio
40+000	0.021	15.00	30-50	126.4	1.20	0.96	4.92	4.08	0.04-0.08	0.03-0.04	0.04-0.08	
45+000	0.015	18.00	30-55	145.2	1.44	1.08	4.56	3.72	0.04-0.08	0.03-0.04	0.04-0.08	Zona Urbana de San Roque de Cumbaza
50+000	0.017	15.00	20-40	79.9	1.32	0.84	4.44	3.48	0.04-0.08	0.025-0.033	0.04-0.08	Limón Punta
55+000	0.094	10.00	20-35	79.9	0.72	0.60	7.44	6.12	0.04-0.08	0.025-0.033	0.04-0.08	
60+000	0.057	8.00							0.04-0.08	0.025-0.033	0.04-0.08	
62+000	0.045	5.00							0.04-0.08	0.025-0.033	0.04-0.08	

Según el cuadro 7, se presentan 3 situaciones.

- Tramos donde el ancho natural del cauce mayor al ancho estable.
- Tramos donde el ancho natural del cauce menor al ancho estable
- Tramos del ancho natural del cauce igual al ancho estable

Las velocidades aumentan a medida que aumenta la altitud, llegando a su máximo valor en el tramo del distrito San Roque de Cumbaza.

d. Análisis de socavación

La socavación en el río, puede presentarse de diversas formas: socavación normal o general, socavación en estrechamientos, socavación en curvas, erosión en márgenes, socavación local en pilas y socavación local en estribos.

i. Socavación general, es el descenso del fondo de un río, producto de las crecientes y la capacidad de arrastre del material sólido. La posibilidad de arrastre de los materiales de fondo en cada sección, depende de la relación entre la velocidad media del agua y la velocidad media requerida para arrastrar las partículas que constituyen el fondo del cauce.

Para la determinación de la socavación general se tomará el criterio de L. L.

ANA	FOLIO N°
DEPHM	85

Lischtvan-Lebediev.

Para que exista arrastre de las partículas en una determinada sección del cauce, es necesario que la velocidad media del agua (velocidad real, V_r), sea mayor que la velocidad media erosiva (V_c) requerida para que el material existente en esa sección sea arrastrada. La erosión cesa cuando $V_c = V_r$.

Considera valores de velocidades máximas para suelos granulares en función del diámetro medio de la partícula y de la profundidad del flujo y para suelos no cohesivos en función de la profundidad del flujo y el tamaño de la partícula.

Si $V_r < V_c$, considera agua clara

Si $V_r > V_c$, considera lecho móvil

- ❖ La velocidad crítica (V_c), se calcula mediante las siguientes expresiones:

Suelos cohesivos

$$V_c = 0.60\beta\gamma_m^{1.18}H_s^x$$

Donde:

γ_m : peso volumétrico (específico) del material seco a una profundidad de H_s (ton/m³)

β : coeficiente de frecuencia, con que se repite la avenida

$\beta = 0.7929 + 0.0973\text{Log}T_r$, T_r : tiempo de retorno, también puede usarse tablas

H_s : tirante, a cuya profundidad se desea conocer el valor V_c

x : exponente en función del peso volumétrico del material seco

$$x = 0.892619 - 0.58073\gamma_m + 0.136275\gamma_m^2.$$

Suelos no cohesivos

$$V_c = 0.68\beta D_m^{0.28}H_s^z$$

Donde:

D_m : diámetro medio de las partículas del material granular

z : exponente en función del diámetro medio

- ❖ La profundidad de socavación se calcula mediante las siguientes fórmulas

ANA	FOLIO N°
DEPHM	86

Suelo no cohesivo

$$H_s = \left(\frac{\alpha h^{5/3}}{0.68\beta\mu\varphi D_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+z)}}$$

φ : factor de corrección por forma de transporte de sedimento

$\varphi = 1$, si $\gamma = 1 \text{ t/m}^3$, (agua clara)

$\varphi = -0.54 + 1.5143\gamma_m$, $\gamma_m > 1 \text{ t/m}^3$ (lecho móvil)

μ : factor de corrección por contracción del cauce

$\mu = 1$, en el tramo en estudio no hay obstáculos como puentes.

$$\alpha = \frac{Q}{B\mu h_m^{5/3}}$$

h_m : tirante hidráulico (m)

B : ancho estable del cauce (m)

Suelo cohesivo

$$H_s = \left(\frac{\alpha h^{5/3}}{0.60\beta\mu\varphi\gamma_s^{1.18}} \right)^{\frac{1}{(1+x)}}$$

x : exponente variable que depende del diámetro del material

$H_s - h_m$: profundidad de socavación (m)

ii. Socavación en estrechamientos, se produce por el aumento de la capacidad de arrastre de sólidos que adquiere una corriente cuando su velocidad aumenta por efecto de una reducción de la sección del cauce.

iii. Socavación en curvas, la capacidad de arrastre de sólidos y la profundidad de erosión es mayor en la parte más exterior de la curvatura. La velocidad disminuye en la parte interna de la curvatura y aumenta el depósito de material, disminuyendo la zona útil para el flujo del agua.

iv. Erosión en márgenes, es la erosión de un flujo de agua de los materiales térreos deleznable o solubles que formen sus orillas; en crecientes el poder erosivo es mayor debido al aumento de la velocidad.

v. Socavación local en pilas, una pila de un puente en la corriente de un río produce un cambio de las condiciones hidráulicas; así como en la capacidad de producir arrastre de sólidos. Si la capacidad de arrastre supera localmente el aporte del gasto sólido del río, ocurrirá en la pila una socavación local.

vi. Socavación local en estribos, es muy parecido a la socavación en las pilas de los puentes.

En el cuadro 8, se indica la profundidad de socavación general para los diferentes tramos del río Cumbaza.

Cuadro 8. Profundidad de socavación

Progresiva (Km)	Socavación (m)	
	0 – 10 (Juan Guerra)	0.5
10 – 25 (Morales)	0.6	0.9
25 – 62 (San Roque de Cumbaza)	0.8	1.5

Fuente. Los cálculos justificatorios se indican en anexos

5.3 Valoración económica de los elementos expuestos a inundación y erosión

En el Perú, la agricultura es una actividad que se practica bajo condiciones de alto riesgo y vulnerabilidad ante los efectos provocados por los fenómenos climáticos, algunos de los cuales pueden ser previstos y mitigados.

De esta manera, el fenómeno natural de mayor impacto social y económico sobre la agricultura son las precipitaciones estacionales y extraordinarias, las cuales dan origen a las inundaciones, por el incremento del caudal de los ríos.

Por su recurrencia y afectación, las inundaciones son el segundo gran riesgo que afecta a la población de la provincia de San Martín, principalmente en las zonas bajas aledañas a los ríos.

El río Cumbaza produce inundaciones violentas, en cursos torrentosos de mediana longitud, donde el nivel de las aguas sube y baja de acuerdo a las lluvias en la cuenca alta. La ocurrencia de lluvias intensas que caen en la zona, también producen inundaciones, debido al mal drenaje pluvial que presentan las localidades afectadas, los cuales tienen efectos muy severos sobre las viviendas e infraestructura de la ciudad.

Por este motivo, es importante cuantificar los daños que generaría un desborde del río Cumbaza, y los efectos (directos e indirectos) que este fenómeno ocasionaría a las poblaciones aledañas a su cauce y a las actividades económicas que estos realizan, de manera directa e indirecta.

a. Daños Previsibles a la producción agrícola

Dentro de los 15 (quince) puntos críticos en peligro de inundación y erosión que se han identificado en el presente estudio, se estima que alrededor de 72 hectáreas serían afectadas por desbordes o erosión del río Cumbaza. El volumen de producción total de estas hectáreas asciende a 698 700 Kg, donde se cultivan productos agrícolas como: arroz, maíz, plátano, papayo y tabaco.

De la misma manera, se estima que el valor bruto de la producción agrícola asciende a S/. 284 561 Nuevos Soles. El costo total de la producción, se estima en S/. 131 752 Nuevos Soles; y el Valor Neto de Producción se calcula en S/. 152 810 Nuevos Soles.

Cuadro 9. Estimación del volumen de producción, valor bruto de producción y valor neto de la producción

Cultivos	Volumen de Producción (Kg)	Valor Bruto de Producción (S/.)	Valor Neto de Producción (S/.)
Arroz	211 200	137 280	99 972
Frutales	300 000	89 000	51 141
Otros cultivos	187 500	58 281	1 696
TOTAL	698 700	284 561	152 810

Fuente. Elaboración propia

Producido el desastre por efecto de las crecidas estacionales anuales, el proceso de producción se interrumpe y evidentemente los beneficios netos de la producción no se logran en la magnitud esperada. Si bien, una parte de la producción se cosecha, lo perdido es pérdida irreparable, y esto se cuantifica en

ANA	FOLIO N°
DEPHM	89

las pérdidas de producción agrícola que están con riego por gravedad y que representarían una pérdida monetaria de S/. 53 483 Nuevos Soles

Cuadro 10. Pérdida de terrenos agrícolas

Cultivos	Valor de los Daños (S/.)
Arroz	34 990
Frutales	17 899
Otros cultivos	594
TOTAL	53 483

b. Pérdida de terrenos agrícolas

Se asume, que por efecto de inundación y erosión del río Cumbaza, se sufriría la pérdida irreparable de 24 ha de superficie de cultivo, lo que supone una reducción de la capacidad productiva y de las actividades económicas vinculadas a la agricultura. Como efecto directo, ocasionará perjuicios económicos a los agricultores, debido a que no recuperarán sus costos de producción y dejarán de percibir los ingresos netos de la comercialización de sus productos. Esta pérdida a consecuencia de la inundación por crecidas estacionales, es aproximadamente de S/. 749 460 Nuevos Soles

Cuadro 11. Superficie perdida, valor neto y pérdida Total S/.

Superficie Pérdida (ha)	Valor Neto de la Producción S/.	Pérdida Total S/.
24	1,171,032	749,460

c. Mano de obra afectada, salarios y puestos de trabajo perdidos

El impacto sobre la ocupación de la Población Económicamente Activa, es directo, debido a la interrupción del proceso de producción, se suspende la demanda de mano de obra en 4 375 jornales valorizados en S/. 74 375 Nuevos Soles. Debido a la pérdida definitiva de superficie agrícola, se perderán 1 464 jornales de puestos de trabajo permanente, valorizados en S/. 24 888 Nuevos Soles. El valor total de daños a puestos de trabajo se valoriza en S/. 350 988 Nuevos Soles.


 TOMAS ALFARO ABANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP N° 133646



ANA	FOLIO N°
DEPHM	90

Cuadro 12. Resumen de mano de obra afectada y puestos de trabajo perdidos

Cultivos	Superficie Afectada (ha)	Total Mano de Obra Afectada S/.	Superficie Pérdida (ha)	Puestos de trabajo perdidos S/.	Valor Total de los Salarios Afectados (S/.)
Arroz	32	38 080	11	142 800	180 880
Frutales	25	27 625	8	103 133	130 758
Otros cultivos	15	16 575	5	58 933	75 508
TOTAL	72	82 280	24	304 867	387 147

d. Daños previsibles a la infraestructura vial

En la visita de campo, se observó que un evento extremo ocasionaría daños en infraestructura vial como puentes viales, parte de la Carretera Vía Evitamiento y caminos de acceso. Se estima que estos daños en infraestructura vial ascenderían a S/. 3 419 550 Nuevos Soles.

Cuadro 13. Daños previsibles a la infraestructura vial

Tipo de Infraestructura Dañada	Costo de reconstrucción S/.
Trocha Carrozable	287 550
Carretera asfaltada	432 000
Puente Santa Rosa	1'350 000
Puente Peatonal	1,350,000
Total	3'419 550

Handwritten signature
TOMAS ALFONSO SUAREZ
 INGENIERO ASISTENTE
 CIP N° 03846

e. Daños a la infraestructura hidráulica

En el sector Las Palmas, se ubica el Canal San José, de aproximadamente 21 km, que se encuentra en peligro de colmatación frente a un desborde del río Cumbaza, estos daños ascenderían a S/. 73 500.00 Nuevos Soles.



Cuadro 14. Daños previsible a la infraestructura hidráulica

Sector	Tipos de Infraestructura Hidráulica	Tipo de Daño	Unidad	Cantidad	Costo de Reconstrucción	
					(S/. x Km)	Total (S/.)
Las Palmas	Canal San José	destrucción	Km.	0.21	350,000	73 500.00
TOTAL						73 500.00

f. Daños Previsibles a las edificaciones

A lo largo del recorrido del río Cumbaza se encuentran asentados los distritos de Tarapoto, La Banda de Shilcayo, Morales y San Antonio. Ante un desborde del río Cumbaza ocasionaría daños en 300 viviendas, aproximadamente, en área urbana y 180 viviendas en área rural. Estos daños a las viviendas ascenderían a un total de S/. 35 775 000 Nuevos Soles.

Cuadro 15. Daños previsible a las edificaciones

Sector	Tipo de Edificación	Cantidad	Valor Total de los daños
Zona Urbana	Vivienda de material noble	250	30'000 000
	Vivienda con otro tipo de material	50	1'800 000
Zona Rural	Vivienda de material noble	150	3'750 000
	Vivienda con otro tipo de material	30	225 000
TOTAL		480	35'775 000

Resumen general de daños previsible

Las consecuencias de los desastres por desborde y erosión de los ríos, que afectan el medio físico, biológico y socioeconómico, principalmente, conforme han sido valorizadas; representan un daño que se estima en S/. 43'028 083 Nuevos Soles, en caso de producirse los daños.

Como efectos indirectos se han cuantificado el valor de los salarios y puestos de trabajo perdidos, la disminución previsible en la recaudación del I.G.V y el Impuesto a la Renta, como consecuencia de la paralización de las actividades económicas y de servicios. Otros posibles efectos, no cuantificados, se han

estimado en 10% de los efectos indirectos anteriores. El resumen se muestra en el cuadro 16, Resumen General de los Daños Probables.

Cuadro 16. Resumen general de los daños probables

Descripción	Valor de los Daños (S/.)
A. Efectos Directos	
Daños a Producción Agrícola	53,483
Valor de Reposición de los cultivos permanentes	839,240
Pérdida de Terrenos Agrícolas	749,460
Daños a la Infraestructura Vial	3,419,550.00
Daños a la Infraestructura Hidráulica	73,500
Daños a las Edificaciones	35,775,000
Otros (5%)	2,045,512
Sub Total	42,955,745
B. Efectos Indirectos	
Salarios y Puestos de Trabajo Perdidos	387,147
Disminución en la recaudación de I.G.V (18%)	2,040
Disminución en la recaudación del Impuesto a la Renta	307,629
Otros (10%)	69,682
Sub Total	766,497
TOTAL	43,722,242

Handwritten signature

TOMAS...
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 106646

5.4 Propuestas de medidas estratégicas

5.4.1 Medidas estructurales en el cauce principal

Teniendo en cuenta el nivel de riesgo y los elementos expuestos del sector se han identificado los siguientes tipos de medidas estructurales.

1. Roca acomodada. Consiste en colocar y acomodar la roca con la ayuda de un cargador frontal, excavadora o pala mecánica. El volumen de roca es menor que en el caso de al volteo, el talud es estable.

Se recomienda este tipo de obra cuando se quiere evitar o minimizar la erosión de las laderas. El diámetro de la roca puede variar entre 50 a 80 cm, colocado en la base del talud, hacia la ladera susceptible a erosión.

ANA	FOLIO N°
DEPHM	93

Estas medidas se recomiendan su implementación en 3 lugares o sectores:

- Sector Pucayacu, debe implementarse una longitud de 580 m, ubicada entre las coordenadas UTM 352180, 9274482 y 352063, 9274822, margen derecha (parte baja de la cuenca).
- Sector Barrio Bajada, debe implementarse una longitud de 230 m, permitirá proteger viviendas del distrito San Antonio y se ubica entre las coordenadas UTM 343958, 9291375 y 343872, 9291607, margen izquierda (parte alta de la cuenca).
- Sector La Banda, debe implementarse una longitud de 335 m. Esta medida permitirá proteger viviendas y el puente peatonal del distrito de San Antonio, ubicada entre las coordenadas UTM 343960, 9291760 y 344275, 9291724 margen derecha (parte alta de la cuenca).



Figura 23. Roca acomodada

- 2. Espigones.** Son estructuras y trabajan en conjunto, son empleados, cuando se desee orientar en forma convergente los cursos de agua o existan cauces demasiado amplios y de fácil erosión. Son ubicados en forma transversal al flujo del agua y pueden ser con roca o malla de gaviones.

Recomendaciones para el diseño de espigones

- El material debe estar de acuerdo a las condiciones geomorfológicas del cauce y no deben generar impactos negativos al ambiente. Deben ser resistentes a las fuerzas erosivas de la corriente del río.
- La ubicación de la estructura debe guardar relación con los parámetros de forma del río; la punta del espigón no debe sobrepasar el borde del ancho estable del río, incluso pudiendo ser menor.
- El número de espigones deben ser como mínimo 3 ó 4 para obtener resultados efectivos.
- El espaciamiento entre espigones de tramos rectos puede variar entre 4.5

- a 6 veces la longitud del espigón. Si el tramo es curvo puede variar entre 2.5 a 4 veces la longitud del espigón.
- o La longitud de los radios de curvatura (R) medidos hasta el eje del río debe estar entre los límites $2.5B < R < 8B$.
- o La longitud de los espigones (Lt) debe estar entre los siguientes límites: $h \leq Lt \leq B/4$, donde h, es el tirante medio y B, es ancho estable del río.

En la figura 24, se muestra una estructura típica de espigones con gaviones, conformados con cajas de malas galvanizadas y colchones tipo Reno.

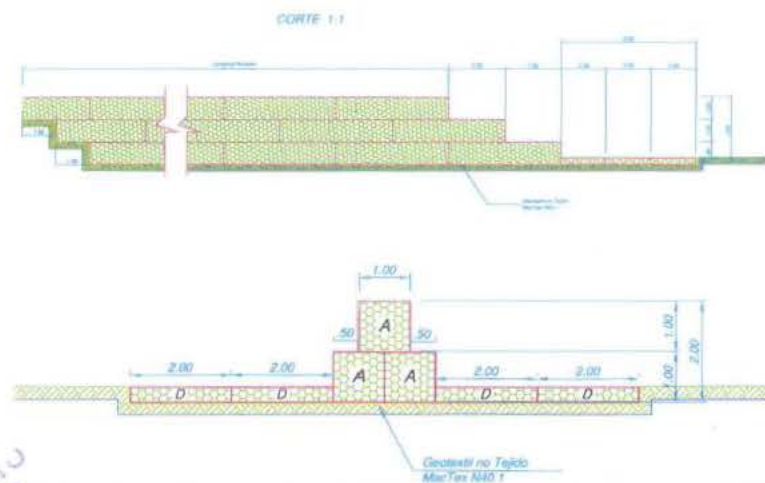


Figura 24. Modelo de espigones de gaviones

Este tipo de defensa ribereña se recomienda en 3 lugares:

- o Sector Pucayacu, la batería de espigones abarca una longitud de 260 m, que lo conforman entre 4 a 6 unidades, ubicada en las coordenadas UTM 351430, 9275047 y 351218, 9275104, margen derecha y progresiva 10+00-15+00 (parte baja de la cuenca).
- o Ushpayacu-Yesoico, la batería de espigones abarca una longitud de 220 m, que lo conforman entre 4 a 6 unidades, ubicada en las coordenadas UTM 350318, 9276169 y 350117, 9276141 margen derecha (parte baja de la cuenca).
- o San Martín-Melchor, la batería de espigones abarca una longitud de 450 m, que lo conforman entre 7 a 12 unidades, ubicada en las coordenadas UTM 349688, 9276873 y 349288, 9277108 margen derecha (parte baja de la cuenca).

En el cuadro 17, se muestra las características de los espigones para los 3 tramos.

Cuadro 17. Dimensiones de los espigones

Tramo	Tipo	Separación entre espigones (m)	Longitud de trabajo (m)	Longitud total (m)	Ancho de coronado (m)	Altura de espigón (m)	Profundidad de uña (m)
1-2-3	No sumergido	60	15	18	2	2.2-2.9	2.0

3. Conformación de dique y protección. Consiste en la conformación de un dique de material propio o de préstamo y revestido ya sea con roca, gaviones, tapetes de concreto, geobolsas u otro material adecuado.

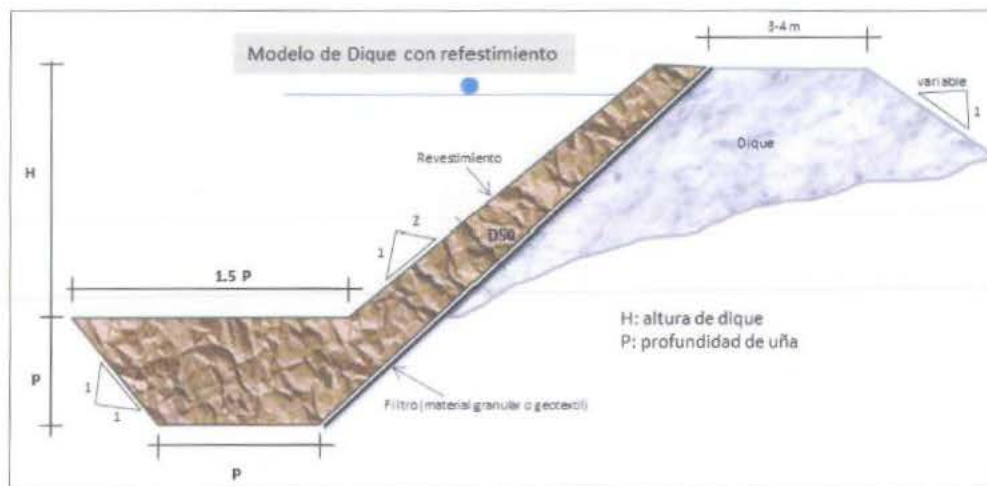


Figura 25. Construcción de dique y protección con revestimiento de roca, gavión u otro material

Esta medida se recomienda en los siguientes tramos o sectores.

- Chontamuyo-San Juan, ubicado aguas arriba del puente Santa Rosa sobre la vía de Evitamiento, su función es delimitar un nuevo trazo del cauce de 515 m, realizado mediante un corte hidráulico. Este corte hidráulico tiene como objetivo, garantizar el curso principal del cauce y la funcionalidad del citado puente. Abarca una longitud de 515 metros en ambos márgenes (parte media de la cuenca).
- Sector Santa Rosa, margen derecha. Tiene como finalidad proteger las viviendas de este poblado, tiene una longitud de 540 m (parte media de la cuenca). Se ubica entre las coordenadas 348054, 9278271 y 347799,

9278710.

- o Sector La Banda, margen izquierda. Tiene como finalidad proteger las viviendas del distrito San Antonio- La Banda y el puente peatonal, tiene una longitud de 285 m (parte alta de la cuenca). Se ubica entre las coordenadas 343997, 9291738 y 344262, 9291680.

Cuadro 18. Recomendaciones de las dimensiones de los diques

Sector	Punto crítico	Modelo de dique con recubrimiento					Referencia
		H: Altura de dique (m)	Ancho de dique (m)	P: profundidad de uña (m)	1.5P: ancho de uña (m)	Z	
Chontamuyo-San Juan	08	3.0	3-4	1.10	1.7	0.75-1.0	Puente sobre Vía de Evitamiento
Santa Rosa	10	3.0	3-4	1.10	1.7	0.75-1.0	Poblado de Santa Rosa
La Banda	13	2.2	3-4	1.80	2.7	0.75-1.0	Puente peatonal La Banda

4. Conformación de talud y protección. Se recomienda en aquellos tramos del cauce donde la presencia de erosión y desbordes pueden darse a la vez. En ese caso es necesario conformar el talud con material propio y recubrir con colchón Reno, roca u otro material adecuado que sirva como protección.

Se recomienda esta medida en los siguientes tramos o sectores:

- o Sector Ushpayacu-Yesoico. Se propone una longitud de 1095 m en la margen izquierda y 500 m en la margen derecha, permitirá proteger áreas agrícolas.
- o Sector San Martín-Melchor. Se propone una longitud de 815 m en la margen derecha, aguas abajo del puente Santa Rosa sobre la Vía de Evitamiento, permitirá proteger áreas agrícolas e infraestructura de riego.
- o Sector Chontamuya-San Juan. Se propone una longitud de 480 m en la margen derecha y permite proteger áreas agrícolas.

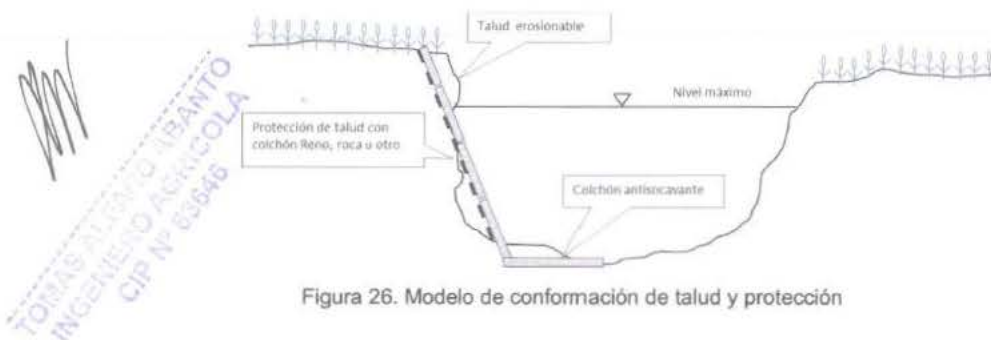


Figura 26. Modelo de conformación de talud y protección

ANA	FOLIO N°
DEPHM	97

5. Dique con gaviones o muro de gaviones. Esta estructura se recomienda su implementación en la quebrada Ahuashiyacu, ubicada en el sector Las Palmas; en tres tramos: uno en la margen derecha con una longitud de 140 m y dos en la margen izquierda que suman 365 m.

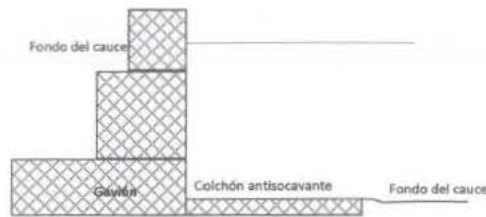


Figura 27. Dique o muro de gaviones

6. Reforestación de faja marginal. Como parte de la delimitación de la faja marginal, las áreas aledañas deben ser reforestadas como una medida de protección del recurso hídrico y de la población.

En el cuadro 19, se indica la propuesta de las medidas estructurales para cada sector. Cada sector coincide con los límites distritales.

Las medidas estructurales propuestas se muestran en mapas en la parte de anexos.

[Firma manuscrita]
TOMAS ALFONSO BLANCO
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 CIP N° 633946

Cuadro 19. Propuesta de medidas estructurales

Nº de Mapa	Sector	Propuesta	Longitud (m)		Nº de espigones	Ubicación UTM				Protección
			Margen derecha	Margen izquierda		X _{inicio}	Y _{inicio}	X _{fin}	Y _{fin}	
10	Pucayacu	Roca acomodada	580			352180	9274482	352063	9274822	Áreas de cultivo
		Espigones	260		4 a 6	351430	9275047	351218	9275104	Áreas de cultivo
11	Ushpayacu-Yesoiso	Conformación de talud y protección	500	1095						Áreas de cultivo, vías de acceso
		Espigones	220		4 a 6	350318	9276169	350117	9276141	Áreas de cultivo
12	San Martín-Melchor	Conformación de talud y protección	815							Áreas de cultivo, vías de acceso
		Espigones		450	7 a 12	349688	9276873	349288	9277108	Áreas de cultivo
13	Chontamuyo-San Juan	Conformación de dique y protección	515	515		348054	9278271	347799	9278710	Puente, áreas de cultivos y vías
		Conformación de talud y protección	480							Áreas de cultivo
14	Santa Rosa	Conformación de dique y protección		540						Viviendas
15	Metobado	Conformación de dique y protección		1500						Viviendas
16	Barrio Bajada-La Banda	Roca acomodada	335			343960	9291760	344275	9291724	Vivienda, puente peatonal
		Roca acomodada		230		343958	9291375	343872	9291607	
		Conformación de dique y protección		285		343997	9291738	344262	9291680	Vivienda, puente peatonal
17	Las Palmas	Dique de gaviones	140	365						Vivienda, áreas de cultivos, infraestructura de riego

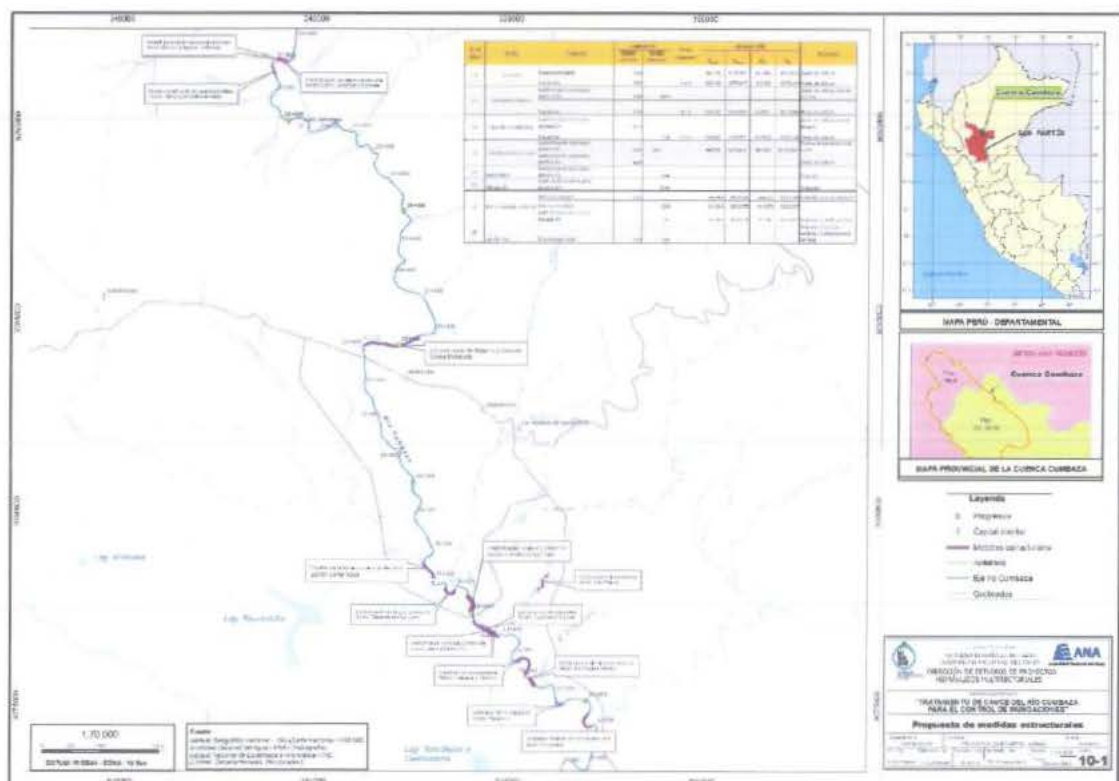


Figura 28. Medidas estructurales


 TONAS ALVARO ABANTO
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 63646

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
 Director General

5.4.2 Medidas estructurales en quebradas tributarias

La propuesta está orientada a mitigar la energía del flujo de agua con arrastre de materiales. Así como mejorar la cobertura vegetal de la cuenca para reducir la velocidad de agua, disminuir el material de arrastre y aumentar el tiempo de transporte (tiempo de concentración). A continuación se recomienda las siguientes medidas:

1. Construcción de quebradas. Esta medida deberá implementada con diques transversales al flujo de agua y pueden ser de roca, gavión, mampostería, concreto u otro material adecuado a la zona. La función de estas estructuras es retener la mayor cantidad el material de arrastre y disipar la energía del flujo. Están ubicados transversalmente a lo largo del perfil de la quebrada unos a continuación de otros, espaciados según la pendiente dominante.

En la figura 29, se muestra los diques transversales tipo, que se recomienda para el control de las quebradas.

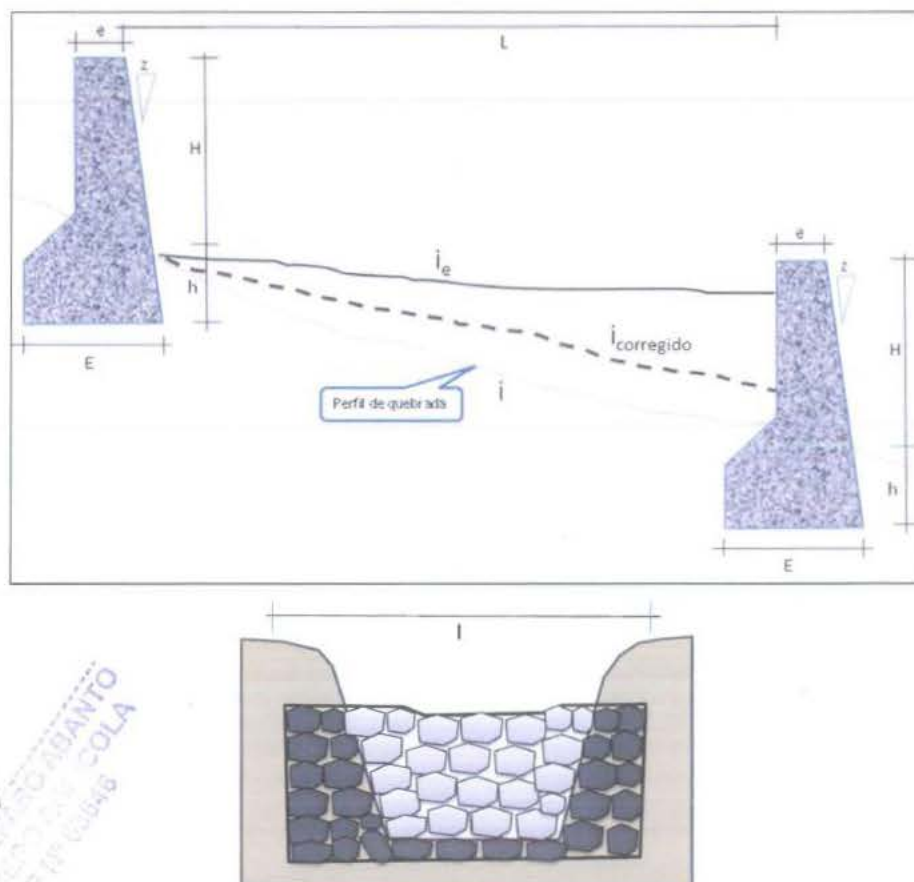


Figura 29. Modelo de dique transversal para el control de quebradas

TOMÁS ALFONSO ABANTO
INGENIERO EN GEOLÓGIA
CIP 119 661418

$$N^{\circ} \text{ diques} = \frac{D(i - i_e)}{H}$$

Donde:

L: longitud entre dique y dique

i: pendiente natural

i_e : pendiente de equilibrio

$i_{\text{corregido}}$: 20-30% de la pendiente natural

H: altura del dique

D: longitud a implementar, 30% de la longitud total

Con la implementación de los diques transversales se puede corregir la pendiente natural de la quebrada hacia la pendiente de equilibrio; en este estudio se recomienda incrementar la pendiente natural entre un 20 y 30%. Para el caso de la quebrada Pucayacu, se ha considerado corregir un 25% de la pendiente natural. Para el caso de la quebrada Shupishiña, se ha considerado corregir un 30% de la pendiente natural.

En el cuadro 20, se recomienda las dimensiones de los diques según la quebrada a intervenir.

Cuadro 20. Dimensiones de los diques por tipo de quebrada

Quebrada	L (m)		N° diques		e (m)	H (m)			i%	i% corregido	l (m)	D (m)
Cachiyacu	19	38	89	44	0.4	0.6	1.2	0.4-0.6	15.7	12.6	Variado (depende del ancho de la quebrada)	1,700
Shilcayo	57	113	97	49	0.4	0.6	1.2	0.4-0.6	5.3	4.2		5,500
Ahuashiyacu	63	125	99	50	0.4	0.6	1.2	0.4-0.6	4.8	3.8		6,200
Pucayacu	100	200	64	32	0.4	0.6	1.2	0.4-0.6	2.4	1.8		6,400
Shupishiña	143	286	62	31	0.4	0.6	1.2	0.4-0.6	1.4	1.0		8,800

3. Reforestación. Se recomienda la reforestación o forestación en zonas aptas para esta actividad y con especies nativas principalmente, no debe incluirse en zonas de cultivos. Las actividades de forestación y reforestación deben realizarse en la parte alta y media de la cuenca; así como, en las áreas de recuperación, ubicado en la faja marginal.

4. Obras mecánico estructural (conservación de suelos). Una de las actividades más efectivas para el control de la erosión hídrica son las prácticas

ANA	FOLIO N°
DEPHM	101

conservacionistas. Es un instrumento contra la degradación que forma parte de la conservación de tierras.

El objetivo, reducir la pérdida de suelo a un nivel que permita un nivel alto de productividad edáfica, económicamente y socialmente, Es aplicar técnicas o prácticas que contribuyen a conservar las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, para mantener su capacidad productiva. Se reduce o elimina el arrastre y pérdida del mismo por acción de la lluvia y el viento.

Algunas obras mecánico estructural son: terrazas de absorción, terrazas de formación lenta, reservorio de infiltración, zanjas de infiltración, rehabilitación de andenes, diques para el control de cárcavas, obras de defensas ribereñas, waru waru, represamientos, otros.

5.4.3 Medidas no estructurales

a. Delimitación y monumentación de la faja marginal.

En los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una faja marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios (Ley de Recursos Hídricos 29338). Las fajas marginales son bienes de dominio público hidráulico. Están conformadas por las áreas inmediatas superiores a las riberas de las fuentes de agua, naturales o artificiales.

La delimitación y monumentación de la faja marginal, viene a ser una de las medidas no estructurales más importantes, en la prevención de riegos contra inundaciones y erosiones de origen fluvial; va permitir a los gobiernos locales y regionales implementar programas de ordenamiento territorial y reubicación de poblaciones asentadas en zonas de alto riesgo. Asimismo, garantizará la reserva de un área ribereña para la protección del recurso hídrico y la vigilancia.

Actualmente, existe una delimitación de faja marginal aproximadamente de 18 Km, distribuidos en tres tramos, aprobadas mediante Resolución Administrativa.

Tramo 1, desde la desembocadura hasta el kilómetro 9+000, aprobados con R.A N° 307-2013-ANA/ALA-TARAPOTO, que comprende el distrito de Juan Guerra



ANA	FOLIO N°
DEPHM	102

Tramo 2, desde el kilómetro 14 al 16+000, aprobados con R.A N° 318-2013-ANA/ALA-TARAPOTO, que comprende el distrito de La Banda de Shilcayo y Tarapoto.

Tramo 3, desde el kilómetro 21.5 al 28+500, aprobados con R.A N° 190-2012-ANA/ALA-TARAPOTO, que comprende el distrito de Morales.

En los tramos faltantes se recomienda un ancho mínimo de faja marginal de 50 metros para ambas márgenes. La delimitación debe cumplir las especificaciones de acuerdo a la R.J. N° 300-2012-ANA.

b. Actividades de protección.

Esta actividad se refiere a mantener un área de protección adyacente al cauce en ambas márgenes. Esta área es consecuencia de la evolución del río en el espacio y en el tiempo, respecto a la actividad hidráulica fluvial, en todos los casos esta área es mayor a la faja marginal. En esta área de protección no se deberán aprovechar las especies forestales, por el contrario se deberán llevar a cabo reforestación con especies nativas y las actividades agrícolas que se desarrollen deberán ser controlados, por la entidad competente.


TOMÁS F. WALD ABANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 63646



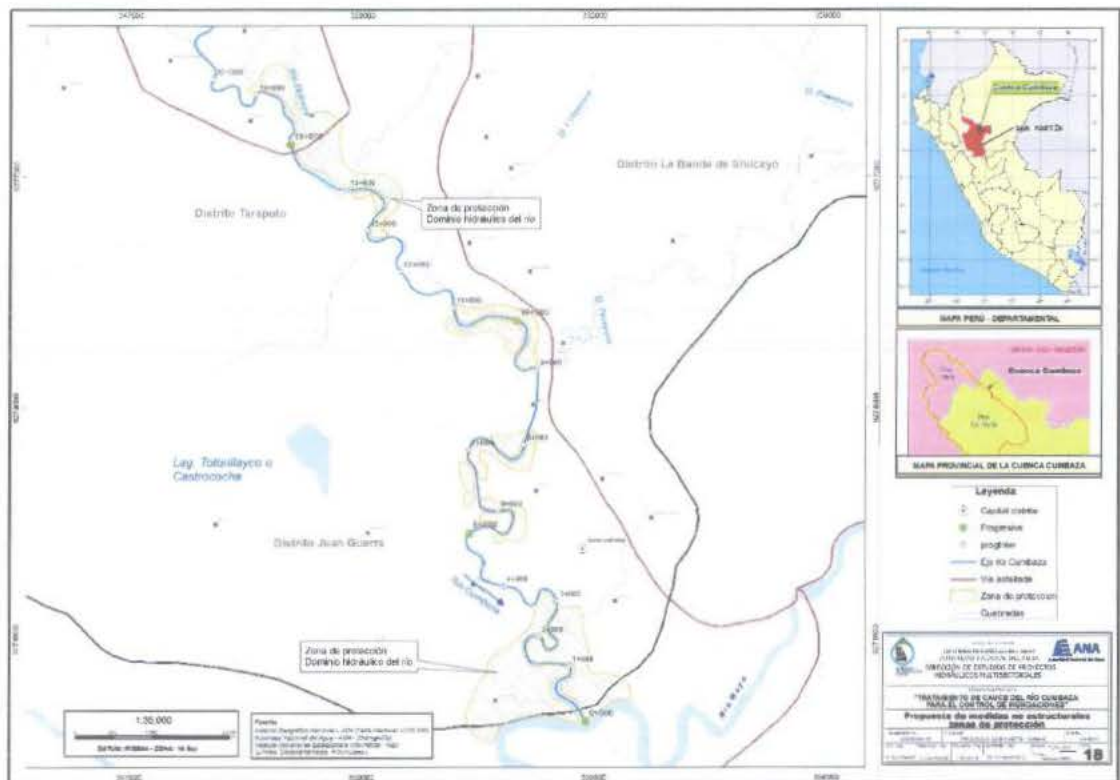


Figura 30. Zonas de protección

c. Limpieza y descolmatación.

La limpieza y descolmatación del cauce toma como referencia el ancho estable y la pendiente indicada. Para estas actividades se recomienda emplear los siguientes tipos de maquinaria pesada: Bulldozer con una potencia promedio de 250 HP, excavadora de potencia 190 HP, volquete de 12 m³ o más, cargador frontal de 170 HP.

En la figura 31, se representa un esquema indicando algunas características en las actividades de descolmatación.

[Handwritten signature]
TOMAS ALVARO DE BRANCO
 INGENIERO EN CIVIL
 CIP Nº 63646

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 Ing. Wilfredo Jazet Echevarría
 Suárez
 Director(a)
 Dirección General de
 Operación y Mantenimiento de
 Infraestructura

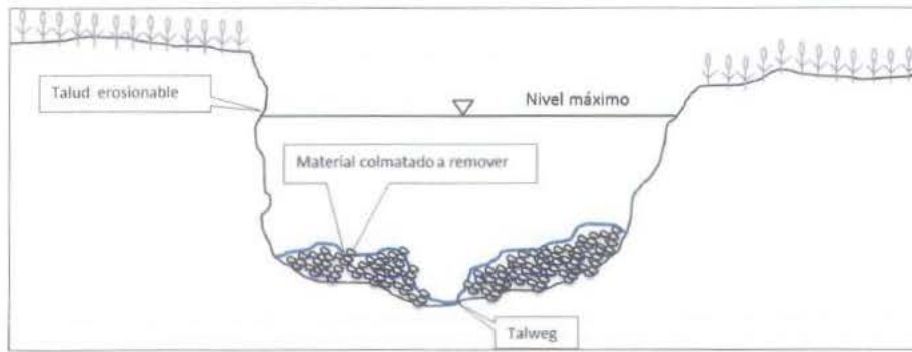


Figura 31. Esquema del material a descolmatar

d. Otros

- ✓ Resoluciones Administrativas, emitidas por la Autoridad Nacional del Agua; donde se indiquen los parámetros más importantes del río como ancho estable del río, caudales máximos de diseño y pendiente, que deben ser tomados en cuenta en los proyectos a ejecutar.
- ✓ Programa de capacitación y sensibilización, sobre Alerta Temprana, Gestión de Riesgos ante inundaciones, simulacros, etc. Este programa debe ser promovido por el Gobierno Regional, Gobierno Local, Sectores y entidades privadas.

c. Reubicación de poblaciones en riesgo

La reubicación de las poblaciones que estén asentadas en zonas de riesgo, es decir en el borde el cauce y faja marginal, deben ser reubicados a lugares más seguros; esta medida debe ser considerado de primera prioridad, incluso antes que la descolmatacion y defensas ribereñas.

La reubicación de poblaciones en riegos debe ser asumida por los gobiernos locales y regionales en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua.

TOMASO ALFARO
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 63646

ANA	FOLIO N°
DEPHM	105



Capítulo VI: Evaluación ambiental del estudio

INDICE

CAPITULO VI.....	105
EVALUACION AMBIENTAL DEL ESTUDIO	105
6.1 Determinación de las Áreas de Influencia.....	105
6.1.1 Área de Influencia Directa (AID).....	105
6.1.2 Área de Influencia Indirecta (AI).....	106
6.2 Descripción General de Actividades de Medidas Estructurales y No Estructurales	106
6.2.1 Actividades de Medidas Estructurales.....	106
6.2.2 Actividades de Medidas No Estructurales	107
6.3 Impactos ambientales del estudio	107
6.3.1 Hidrografía	107
6.3.2 Ecología.....	108
6.3.3 Flora	109
6.3.4 Fauna.....	110
6.3.5 Áreas Naturales Protegidas	112
6.3.6 Población	113
6.3.7 Comunidades Nativas	115
6.3.8 Zonas de Patrimonio Histórico - cultural.....	116
6.4 Medidas Preventivas y Manejo ambiental	119
6.5 Conclusiones y Recomendaciones	120
6.5.1 Conclusiones	120
6.5.2 Recomendaciones	121


TOMÁS ALFARO
 INGENIERO AGROPECUARIO
 CIP N° 535-16


JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 Reg. CIP N° 104925



Listado de cuadros

ANA	FOLIO N°
DEPHM	107

Cuadro 1. Comunidades Nativas 115

Cuadro 3. Sitios Arqueológicos 116

Listado de figuras

Figura 1. Mapa de Áreas de Influencia 106

Figura 2. Mapa de Zonas de Vida 108

Figura 3. *Trichilia* sp. MELIACEAE, es un árbol pequeño, se encuentra en los alrededores de los centros poblados, en el sector medio y alto de la cuenca del Cumbaza 109

Figura 4. Imagen 06/06/2013: Punto Crítico N° 09, en el sector San Juan, margen derecha del río Cumbaza, parte baja de la cuenca, actividad antrópica (cultivo de arroz). 110

Figura 5. *Ateles belzebuth*, nombre común: maquizapa, parte alta de la cuenca cumbaza. 111

Figura 6. Imagen 06/06/2013: Punto Crítico N° 09, en el sector San Juan, margen derecha del río Cumbaza, parte baja de la cuenca, se observó a garzas blancas pequeñas (*Egretta thula*). 111

Figura 7. Mapa de Áreas Naturales Protegidas 113

Figura 8. Punto Crítico N° 9, en la imagen se observa la población urbana en el distrito de Morales, zona de inundación y arrastre de materiales como rocas que inciden en la colmatación del río Cumbaza, pudiendo afectar a la población, las obras proyectadas son considerados como impactos positivos, pues beneficiaran a estas zona urbana. 114

Figura 9. Punto Crítico N° 9, en la imagen se observa la erosión fluvial que ejerce el río Cumbaza, afectando a las áreas de cultivo en el poblado de San Juan, las obras proyectadas son considerados como impactos positivos, pues beneficiaran a estas áreas de cultivo. 115

Figura 10. Mapa de Comunidades Nativas 116

Figura 11. Mapa de Sitios Arqueológicos 117

[Handwritten signature]
 TONYA ALVARADO
 INGENIERA EN AMBIENTE
 CIP N° 63646

[Handwritten signature]
 JEANNE SUSAN QUÍNONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 Reg. CIP N° 10492



ANA	FOLIO N°
DEPHM	109

CAPITULO VI

EVALUACION AMBIENTAL DEL ESTUDIO

Este capítulo, ha sido elaborado en virtud a la necesidad de identificar y describir los impactos ambientales potenciales que pueden ser generados por las *Medidas estratégicas*¹ planteadas en el presente estudio, así como establecer las medidas ambientales adecuadas que permitan mitigar o eliminar los efectos negativos y fortalecer los positivos; desarrolladas a una escala regional.

6.1 Determinación de las Áreas de Influencia


El área de influencia se define como el territorio sobre el que se prevé la ocurrencia de impactos ambientales positivos y negativos, como consecuencia de la ejecución de las medidas estratégicas propuestas.

El estudio ha identificado 15 puntos críticos de inundación y propone medidas estratégicas para prevenir y reducir el riesgo por inundación y erosión. Estas se desarrollarán a lo largo del cauce del río Cumbaza, desde la parte alta de la cuenca (distrito de San Antonio en la provincia y departamento de San Martín) hasta su desembocadura (de Juna Guerra en la provincia y departamento de San Martín). El Mapa N° 19, presenta la ubicación de los puntos críticos en la Cuenca del río Cumbaza.

6.1.1 Área de Influencia Directa (AID)

El Área de Influencia Directa (AID) tiene una superficie total de 14.67 km², el alcance del AID está determinado por:

- a) Áreas de afectación definitiva: Se propone la construcción de obras estructurales entre ellos la conformación de dique y protección, dique con gaviones, espigón y roca acomodada, que generarán movimiento de tierras y otras actividades (Zona de Protección).
- b) Áreas de afectación temporal: Canteras, zonas de material de acarreo, depósitos de desmonte, campamento de obra.


 JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 Reg. CIP N° 104925

¹ En el CAPITULO V, se detallan las Medidas Estratégicas de tipo Estructural y No Estructural.2013.



También se ha tomado en cuenta el área del cauce de río Cumbaza, su ancho natural, el ancho estable y faja marginal, así mismo abarca algunas áreas de los distritos adyacentes al cauce del río (Juan Guerra, La Banda de Shilcayo, Tarapoto, Morales y San Antonio).

6.1.2 Área de Influencia Indirecta (AII)

El Área de Influencia Indirecta (AII) corresponde a la cuenca del Río Cumbaza, tiene una superficie total de 574.52 km². Comprende los Distritos de Cacatachi, Cuñumbuqui, Juan Guerra, La Banda de Shilcayo, Lamas, Morales, Rumisapa, San Antonio, San Roque de Cumbaza, Shapaja, Tarapoto. Ver el Mapa N° 19.



Figura 1. Mapa de Áreas de Influencia

Fuente: Elaboración propia, con información del IGN, INEI y ANA.

6.2 Descripción General de Actividades de Medidas Estructurales y No Estructurales

6.2.1 Actividades de Medidas Estructurales

Las medidas de tipo estructural, generaran distintas actividades que a continuación se resumen en:

Etapas: Pre Construcción

- Instalación y funcionamiento del campamento

ANA	FOLIO N°
DEPHM	110

Etapa: Construcción

- Desbroce y limpieza
- Movimiento de tierras
- Conformación de la estructura
- Manejo de aguas superficiales durante la obra
- Manejo y disposición de escombros
- Habilitación y transporte de materiales

Etapa: Post Construcción

- Restauración de áreas intervenidas
- Obras complementarias y señalización
- Desmantelamiento de instalaciones y limpieza del área

6.2.2 Actividades de Medidas No Estructurales

Las medidas no estructurales se resumen en:

- Resoluciones administrativas, emitidas por la Autoridad Local de Agua (ALA); donde se especifiquen respetar el ancho estable del río, caudales máximos de diseño, faja marginal, entre otros parámetros hidráulicos.
- Medidas de Protección de zonas hidráulicas, en el distrito de Juan Guerra.

6.3 Impactos ambientales del estudio

Para el presente estudio, se ha optado por el análisis a escala regional, en función de la distribución espacial de los impactos que pudieran generar las medidas estratégicas planteadas en la cuenca del río Cumbaza.

Para ello, se realizó la caracterización ambiental regional complementado por un reconocimiento en campo y posteriormente el análisis en gabinete. Sobre la base del resultado anterior, se elaboró una lista de Chequeo en gabinete con el equipo de especialistas para identificar aquellas áreas más alterables en función de las medidas estratégicas planteadas.

6.3.1 Hidrografía²

Las obras proyectadas en el estudio, presentan un impacto positivo principalmente en el manejo, recuperación y ordenamiento ambiental de la cuenca del río Cumbaza.

² CAPITULO II.


JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
 INGENERA GEÓGRAFA
 Reg. CIP N° 10492



INSTITUTO TECNOLÓGICO
 CIUDAD DE GUAYMA
 635400

6.3.2 Ecología³

La zonificación de las formaciones ecológicas tiene como objeto mostrar espacios con características similares mediante parámetros de temperatura, precipitación, evapotranspiración, y la composición florística que se desarrollan en dichos espacios. Ver detalle en el Mapa N° 20:

Las medidas estructurales propuestas y las canteras que podrían ser utilizadas, se presentan principalmente en dos formaciones ecológicas:

- bosque húmedo - Premontano Tropical (*bh-PT*), ubicadas en el distrito de San Antonio.
- bosque seco – Tropical (*bs-T*), ubicadas en los distritos de Tarapoto y Morales y Juan Guerra.

El impacto negativo generado por el movimiento de tierras de las actividades de medidas estructurales, es de manera temporal no significativo.

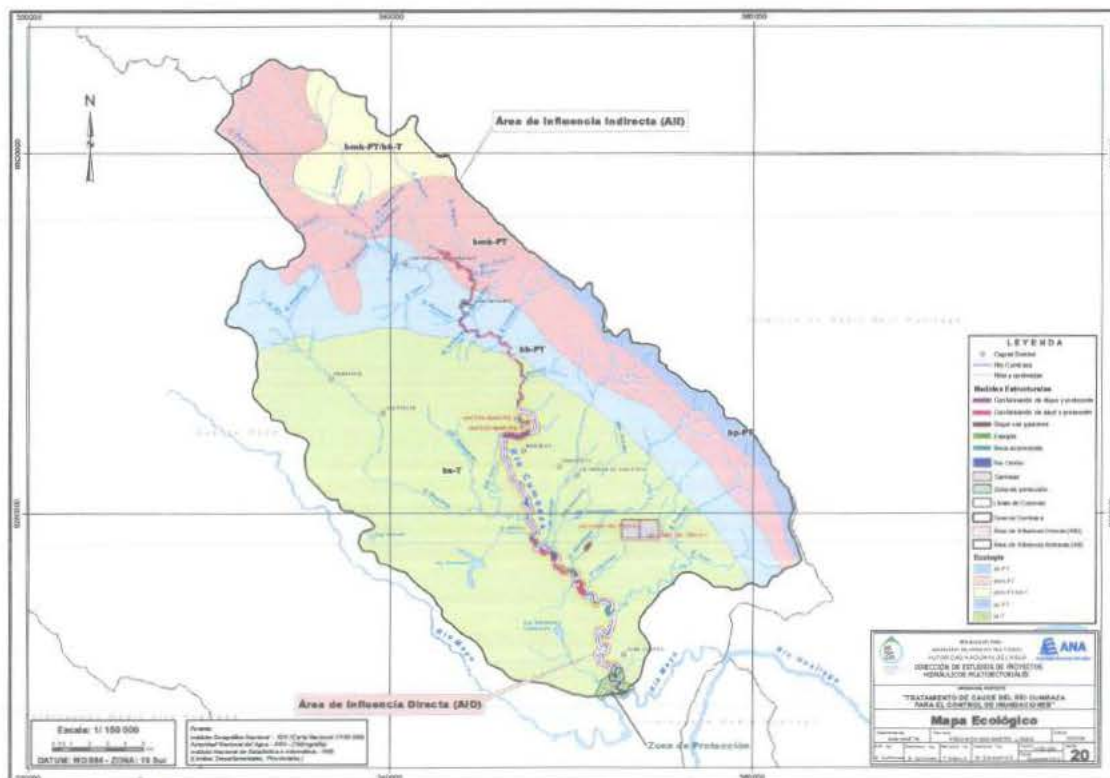


Figura 2. Mapa de Zonas de Vida

Fuente: Elaboración propia, con información del IGN, INEI, ANA y MINAG.

ANA	FOLIO N°
DEPHM	112

6.3.3 Flora

De las formaciones ecológicas principales encontradas y considerando las Áreas de Influencia Directa (AID) del proyecto se tiene el:

- o bosque húmedo - Premontano Tropical (bh-PT), ubicadas en el distrito de San Antonio. Las especies corresponden a los géneros Calycophyllum (palo blanco), Bursera, Melia, Calliandra, Tabebuia, Curatella (C. amazonica), Croton sp., y leguminosas espinosas propias de este tipo de clima, sin embargo, la mayor parte de la vegetación predominante en esta zona de vida ha desaparecido, principalmente la especie Manilkara bidentata "Quinilla".



TOURNAI, BELGIUM
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 63646

Figura 3. Trichilia sp. MELIACEAE, es un árbol pequeño, se encuentra en los alrededores de los centros poblados, en el sector medio y alto de la cuenca del Cumbaza

- o bosque seco – Tropical (bs-T), ubicadas en los distritos de Tarapoto, Morales y Juan Guerra. La mayor parte de esta Zona de Vida se encuentra intervenida por actividades antrópicas, viene siendo utilizada en actividades agrícolas para el cultivo de café y cacao (este último en las partes más bajas). Las especies encontradas pertenecen a los géneros Guarea, Pouteria, Hevea, Virola, Protium, Cordia, Croton, Ochroma, entre otros.

En la parte alta de la cuenca, las especies más importantes son: pona (Socratea sp.), shimbillo y shimbillo colorado (Inga spp.), cumala (Virola sebifera Aubi sp.), moena (Aniba y Ocotea sp.) y cumala colorada (Virola sp.).

La mayor parte de la flora y fauna de la sub cuenca se encuentra afectada por las actividades humanas, tanto por agricultura como por la expansión urbana.



Figura 4. Imagen 06/06/2013: Punto Crítico N° 09, en el sector San Juan, margen derecha del río Cumbaza, parte baja de la cuenca, actividad antrópica (cultivo de arroz).

Las especies mencionadas no se encuentran categorizadas como especies amenazadas (D. S. N° 043-2006-AG).

6.3.4 Fauna

De las formaciones ecológicas principales encontradas y considerando las Áreas de Influencia Directa (AID), la diversidad biológica se ha visto alterada, tanto en la flora como en la fauna en función a los patrones de ocupación y el uso de las tierras en la cuenca.

- o bosque húmedo - Premontano Tropical (bh-PT), ubicadas en el distrito de San Antonio. Entre las especies se registran Venado rojo (*Mazama americana*), sachacabra (*Pudu mephistophelis*), Maquizapa (*Ateles belzebuth*), Jaguar (*Pantera onca*) y otras especies.

M
 TOBY ALVARO ABANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP N° 63546

J
 JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 Reg. CIP N° 104925



ANA	FOLIO N°
DEPHM	114



Figura 5. Ateles belzebuth, nombre común: maquizapa, parte alta de la cuenca cumbaza.

- o bosque seco – Tropical (bs-T), ubicadas en los distritos de Tarapoto, Morales y Juan Guerra. La mayor parte de esta Zona de Vida se encuentra intervenida por actividades antrópicas, en las zonas donde se proyecta las medidas estructurales pueden observarse aun aves como la garza blanca pequeña (*Egretta thula*). Conforme las áreas de bosque son reemplazadas por chacras, los hábitats se fragmentan y el flujo genético de las poblaciones naturales disminuye.



Figura 6. Imagen 06/06/2013: Punto Crítico N° 09, en el sector San Juan, margen derecha del río Cumbaza, parte baja de la cuenca, se observó a garzas blancas pequeñas (*Egretta thula*).

Dentro de las Áreas de Influencia Directa (AID), no se encontró fauna que se encuentre categorizada como especie amenazada (D. S. N° 043-2006-AG).

ANA	FOLIO N°
DEPHM	115

6.3.5 Áreas Naturales Protegidas

En el Área de Influencia del Indirecta (All), se encuentra el *Área de Conservación Privada Tambo Ilusión*, y el *Área de Conservación Regional Cordillera Escalera*. No se encontraron Áreas Naturales Protegidas dentro de las Áreas de Influencia Directa (AID) del estudio. En el Mapa N° 21, se observa que las medidas estructurales propuestas por el estudio, se encuentran proyectadas principalmente en la parte media y baja de la cuenca del río Cumbaza, similar situación se observan con las canteras que podrían ser utilizadas por el estudio.

El Área de Conservación Regional Cordillera Escalera se encuentra ubicada en el departamento de San Martín, cerca del límite con el departamento de Loreto, en la selva norte del Perú. Se extiende sobre las jurisdicciones de los distritos de Pinto Recodo, San Roque de Cumbaza, Pongo del Caynarachi y Barranquita, en la provincia de Lamas; y de los distritos de San Antonio de Cumbaza, Tarapoto, La Banda de Shilcayo, Shapaja y Chazuta, en la provincia de San Martín.

Geográficamente, está ubicada en la zona 18 del sistema de proyección UTM, entre las coordenadas 302 115 E, 9 266 810 N y 400 150 E, 9 342 954 N, con Datum WGS 84. El Área de Conservación Regional Cordillera Escalera tiene una superficie de 149.870 hectáreas.

En términos de precipitación, el ACR-CE puede dividirse en dos grandes zonas: la vertiente oriental de la Cordillera Escalera que tiene un rango de precipitación de 2.500 a 3.500 mm., y la vertiente occidental con precipitaciones que van de 1.500 a 2.000 mm.

Geológicamente el ACR-CE, se encuentra sobre la faja subandina, que es resultado de procesos de formación tectónica intensificados durante el Mio-Plioceno, los que han ocasionado el plegamiento y levantamiento de bloques por la acción de fallas inversas asociadas con fallas y bloques en el basamento Pre-Mesozoico.

Las características fisiográficas, principalmente en relieve y pendientes, tienen estrecha relación con las características edáficas y tipos de vegetación.

El área contiene una muestra representativa de los bosques nubosos montanos tropicales, la comunidad vegetal más importante que existe en esta área es el

TOMÁS ALFONSO ADAMANTO
INGENIERO AGRÍCOLO
CIP N° 63364

Bosque Denso Perennifolio, constituido por un bosque mixto de especies latifoliadas siempre verdes.

Área de Conservación Regional Cordillera Escalera (ACR-CE), tiene el objetivo Conservar y proteger los recursos naturales y la diversidad biológica de los ecosistemas frágiles así como de asegurar la continuidad de sus procesos biológicos.

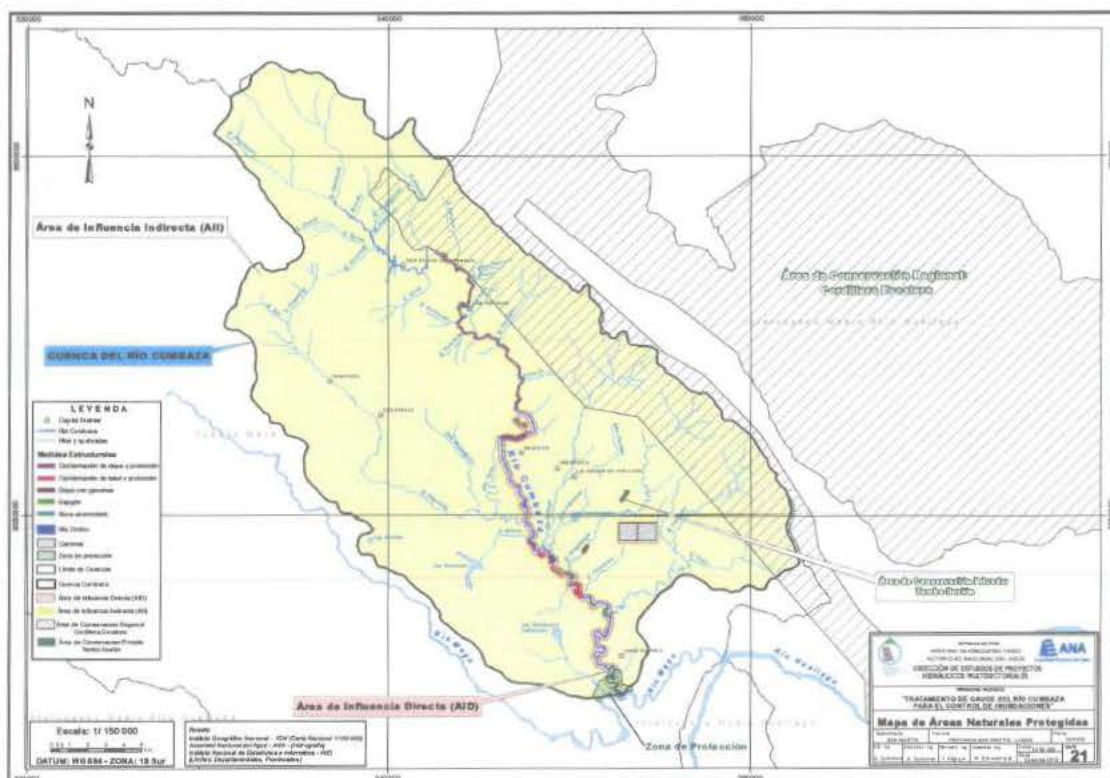


Figura 7. Mapa de Áreas Naturales Protegidas

Fuente: Elaboración propia, con información del IGN, INEI, ANA y SERNANP.

6.3.6 Población

Las medidas estructurales están proyectadas en función a los puntos críticos identificados por el estudio, teniendo en cuenta el nivel de riesgo y los elementos expuestos del sector (población asentada, la infraestructura hidráulica e infraestructura de servicios).

En la cuenca del río Cumbaza pueden distinguirse tres frentes socioeconómicos que se beneficiaran con las obras proyectadas:

ANA	FOLIO N°
DEPHM	117

El frente urbano, caracterizado por la conformación de asentamientos continuos en torno a un núcleo urbano como Juan Guerra, Lamas, La Banda de Shilcayo, Tarapoto, Morales y San Antonio, principales áreas urbanas que serán beneficiadas por las obras proyectadas.



Figura 8. Punto Crítico N° 9, en la imagen se observa la población urbana en el distrito de Morales, zona de inundación y arrastre de materiales como rocas que inciden en la colmatación del río Cumbaza, pudiendo afectar a la población, las obras proyectadas son considerados como impactos positivos, pues beneficiaran a estas zona urbana.



El frente agropecuario, que incluye a la agricultura comercial intensiva y la agricultura migratoria, localizados en torno a la carretera Fernando Belaunde Terry y a sus ejes de penetración (trochas carrozables), la población beneficiada en la protección de áreas de cultivos se ubican en los sectores Pucayacu, Ushpayacu, San Martin, Melchor, Chontamuyo, San Juan y las Palmas. Este frente está conformado básicamente por producción de Uva, Cacao, cultivos intensivos bajo riego, cultivos estacionales, cultivos intensivos, cultivos rotativos y sistemas agroforestales.

[Handwritten signature]
 TOMAS ALFARO
 INGENIERO EN AGROPECUARIO
 CIP N° 104925

[Handwritten signature]
 JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 Reg. CIP N° 104925





Figura 9. Punto Crítico N° 9, en la imagen se observa la erosión fluvial que ejerce el río Cumbaza, afectando a las áreas de cultivo en el poblado de San Juan, las obras proyectadas son considerados como impactos positivos, pues beneficiaran a estas áreas de cultivo.



6.3.7 Comunidades Nativas

En la Cuenca del río Cumbaza, se encuentran 3 comunidades Nativas, ubicadas en la parte alta de la cuenca (Área de Influencia Indirecta). Las medidas estructurales y no estructurales propuestas en el presente estudio, no afectará a estas comunidades nativas. Ver Cuadro 1 y Mapa N° 22.

Cuadro 1. Comunidades Nativas

Jurisdicción	Comunidades Nativas	Altitud (msnm)
Distrito de San Roque de Cumbaza	CC.NN. Aviación	1100
	CC.NN. Chirikyacu	1050
	CC.NN. Chunchiwí	857

Fuente: Adaptada de "Zonificación Ecológica Económica", Gobierno Regional de San Martín. 2008.

TOMAS ALFARO ABANTO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 63346

JEANNE SUSAN QUINONES ROJAS
INGENIERA GEÓGRAFA
Reg. CIP N° 104925





Figura 10. Mapa de Comunidades Nativas

Fuente: Elaboración propia, con información del IGN, INEI y ANA.

6.3.8 Zonas de Patrimonio Histórico - cultural

En la cuenca Cumbaza se han identificado 02 importantes manifestaciones culturales, véase el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Sitios Arqueológicos

Sitios Arqueológicos	Subtipo	Descripción	Ubicación	Distancia	Tiempo
Petroglifos de Polish	Petroglifos	Grandes piedras con grabaciones que representan figuras de animales, algunos símbolos lingüísticos, plantas y hoyos formando cuentas en dos hileras junto a representaciones de serpientes y que aluden a la escritura mágico-religiosa de los primeros pobladores de la región. Polish, significa "llanura despejada", aludiéndose a la conformación geográfica en donde se encuentran estos petroglifos. Fueron descubiertos en 1966 por el estudioso tarapotino Wilson León Bazán. El expresa que, POLISH constituye el testimonio del ingreso al valle.	Banda de Shilcayo	9.5 km. desde la Banda de Shilcayo	25 min. en automóvil
Zona Arqueológica Urito Huasi	Edificaciones (cementeros)	En este lugar se encuentran gran cantidad de fósiles de épocas indeterminadas, tales como vértebras, moluscos y otros. Es conocido por los lugareños como "cementerio de los dinosaurios".	Juan Guerra	1 km. desde Juan Guerra	30 min. De caminata

Fuente: Adaptada de "Zonificación Ecológica Económica". Gobierno Regional de San Martín. 2007.

TOMAS ABANTE
 INGENIERO GEÓGRAFO
 CIP Nº 135748

JEANNE SUSAN QUINONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 Reg. CIP Nº 10492

Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
 Director (e)
 Dirección de Estudios y Planificación

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Los petroglifos de Polish se encuentran en el Área de Influencia Indirecta, este sitio arqueológico no será afectado.

La zona arqueológica de Urito Huasi, si bien se encuentra en el Área de Influencia Directa, margen izquierda del río Cumbaza, este sitio arqueológico no será afectado por las medidas estratégicas, se encuentra a 5 km aguas abajo de las obras proyectadas (Punto Crítico N° 01). Ver Mapa N° 23.

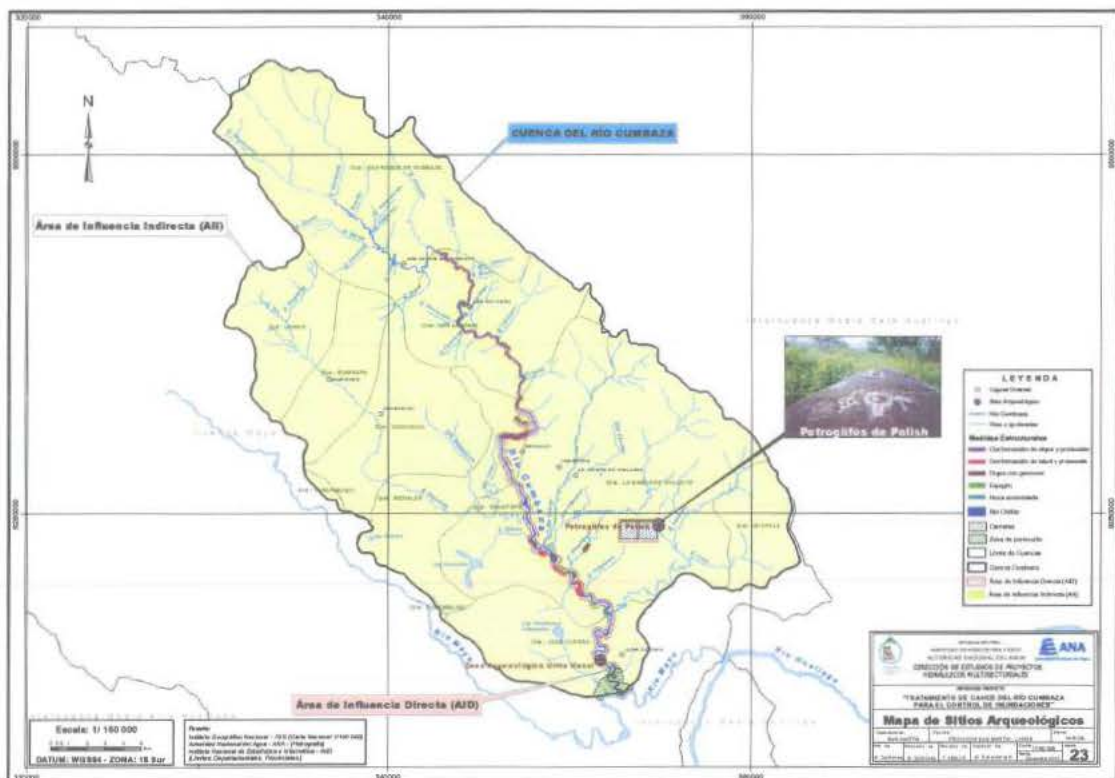


Figura 11. Mapa de Sitios Arqueológicos.

Fuente: Elaboración propia, con información del IGN, INEI, ANA y MC.

TOMAS ALFARO SANTO
 INGENIERO AGRÍCOLA
 CIP N° 10400

El análisis ambiental a nivel regional realizado, resume que el medio físico se verá afectado, principalmente en la etapa de construcción (las obras proyectadas en el cauce y el transporte de materiales de cantera a la obra implica un impacto ambiental negativo como el polvo, ruido, etc.). Estos impactos serán negativos, sin embargo se presentarán en forma temporal y de manera leve; cuyos efectos pueden ser controlables o revertidos.


 JEANNE SUSAN QUÍÑONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 CIP N° 10400


 Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
 Director

ANA	FOLIO N°
DEPHM	121

Impactos negativos. El medio biológico se verá afectado, principalmente en la etapa de pre construcción y construcción. Estos impactos serán negativos, leves y temporales; cuyos efectos pueden ser controlables con adecuadas medidas preventivas y de manejo ambiental.

Generación de empleo, en las diferentes etapas de las obras planteadas en el presente estudio, habrá una demanda de operarios de maquinaria pesada, obreros de construcción civil, así como una importante demanda de materiales de construcción cuyo efecto será la dinamización del comercio local.

Esto traerá como consecuencia la generación de puestos de trabajo directo e indirecto, especialmente mano de obra no calificada. Así mismo traerá consigo la demanda de servicios tales como alimentación (venta ambulatória), hospedaje y transporte público (al finalizar la jornada laboral diaria); se debe tener en cuenta que el empleo que se genere durante esta etapa será de carácter temporal.


El ordenamiento territorial es un medio efectivo para controlar el desarrollo del terreno aluvial. Al destinar el terreno a la agricultura, los parques y áreas de conservación, se protege la faja marginal y se proveen los usos del terreno que sean vulnerables a los daños causados por las inundaciones. Los programas de capacitación y sensibilización sobre alerta temprana; y los simulacros, promueven la interacción directa con la comunidad y generan sensibilización de la población en el cuidado de la flora y fauna existente en la zona.

Las obras proyectadas no implica la ocupación del espacio territorial de ningún sitio arqueológico o patrimonio cultural, registrados por el Ministerio de Cultura. Las medidas estratégicas presentadas en el presente estudio contempla y prioriza la conservación del patrimonio cultural histórico.

Impactos positivos, se beneficiarán los medios físico, socioeconómico y cultural, principalmente al término de la ejecución de las medidas estructurales y no estructurales.

Las principales poblaciones beneficiadas serán: Juan Guerra, Lamas, La Banda de Shilcayo, Tarapoto, Morales y San Antonio. Al implementar las medidas estratégicas, se protegerán ante las inundaciones o erosión fluvial un total de 480 casas.


 DIRECCIÓN NACIONAL DE MANEJO DEL RIESGO
 MINISTERIO DEL AGRICULTURA
 CIP N° 104925


 ANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 Reg. CIP N° 104925



ANA	FOLIO N°
DEPHM	122

Al implementar las medidas estratégicas, se protegerán los puentes y vías de acceso, principalmente la Vía de Evitamiento.

Se beneficiaran principalmente las zonas de cultivos en los sectores de Pucayacu, Ushpayacu, San Martin, Melchor, Chontamuyo, San Juan y las Palmas. Al implementar las medidas estratégicas, se protegerán ante las inundaciones o erosión fluvial, un total de 72 Ha de producción agrícola y 24 Ha de pérdida de terreno.

La infraestructura de protección permitirá la recuperación de áreas como: el ancho estable del río, la faja marginal; asimismo, se protegerá zonas urbanizadas, infraestructura civil y zonas agrícolas.

6.4 Medidas Preventivas y Manejo ambiental

El objetivo es prevenir y mitigar los impactos negativos ocasionados por el desarrollo de las actividades en el área de influencia directa.

- *Medidas preventivas y manejo ambiental sobre la contaminación, erosión y compactación del suelo por movimiento de tierras y maquinaria.*

✓ Restricciones del paso de maquinaria

Se señalizará la zona mediante jalones y cintas de forma que la maquinaria siempre se moverán por la zona permitida.

Se señalizará el parque de maquinaria y los caminos de acceso a la obra, así como las superficies destinadas a cualquier actividad que suponga una ocupación temporal del suelo. Eligiendo para la distribución de estos lugares zonas alejadas de la ribera del río Cumbaza y su perímetro de protección.

- ✓ Las actividades constructivas deben limitarse estrictamente a las áreas planificadas, no ampliando ni afectando innecesariamente zonas anexas al lugar de construcción. Todos los procesos constructivos deben seguir normas y protocolos que eviten afectaciones adicionales, evitando principalmente procesos de contaminación, desecho de residuos de construcción y vertimientos.

Handwritten signature
TOMAS ALFARO ABANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP N° 65846

Handwritten signature
JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 CIP N° 10487



ANA	FOLIO N°
DEPHM	23

- *Medidas preventivas y manejo ambiental sobre la generación de ruidos por movimiento de maquinaria.*
 - ✓ No exceder el nivel de ruido, considerar el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para ruido (D.S N° 085-2003-PCM). En el caso de maquinarias y vehículos se podría contar con silenciadores y mantenimiento periódico.
 - ✓ No se realizarán actividades en horario nocturno.
 - ✓ Considerar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para aire (D.S. N° 074-2001-PCM y N° 003-2003-MINAM). Asimismo; se deberán cubrir, con lonas o carpas las tolvas, de los camiones de transporte de materiales.

- *Medidas de preventivas y manejo ambiental en la generación de residuos no peligrosos.*
 - ✓ El manejo de los residuos sólidos se desarrollará de acuerdo al marco legal ambiental relacionado a residuos sólidos, Ley N° 27314 del 21.07.2000, D.S. N° 057-2004-PCM del 27.07.2004, y adicionalmente, con la normativa ambiental vigente de los sectores competentes.
En ese sentido se considerarán en primer lugar las características de los residuos sólidos generados tales como volumen, composición, orgánica e inorgánica, fuente de generación y peligrosidad, potencial de reciclaje, además del almacenamiento adecuado y disposición final de acuerdo a lo establecido en la legislación nacional vigente.

6.5 Conclusiones y Recomendaciones

6.5.1 Conclusiones

- ✓ Según el Mapa N° 01 Mapa de Áreas de Influencia, los distritos con mayores impactos ambientales positivos serían: Juan Guerra, Tarapoto, Morales y San Antonio.
- ✓ Los impactos negativos generadas por las medidas estructurales son temporales, de carácter mitigable y controlable.

ANA	FOLIO N°
DEPHM	124

- ✓ Los mayores impactos positivos ocurrirán en el medio socioeconómico y cultural, en la etapa de construcción correspondiente al incremento y dinamización del comercio local y en la generación del empleo temporal y al finalizar la ejecución de las obras los efectos serán favorables y en beneficio de la población aledaña al cauce del río Cumbaza.
- ✓ No se ha identificado ninguna acción que genere impactos críticos y que por lo tanto sea inadmisibles desde el punto de vista ambiental.
- ✓ La mayor parte de la flora y fauna de la cuenca se encuentra afectada por las actividades humanas, tanto por agricultura como por la expansión urbana mostrando una severa reducción en la abundancia y riqueza de especies; principalmente en el Área de Influencia Directa (AID) del presente estudio.
- ✓ Las acciones de las medidas no estructurales, van encaminadas a impedir, reducir, minimizar o incluso anular los daños generados por las inundaciones.

6.5.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda que las medidas estructurales planteadas en el presente estudio deberán de someterse, en forma individual, al procedimiento de Evaluación Ambiental Preliminar de acuerdo a Ley N° 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), modificada por Decreto Legislativo N° 1013 y su Reglamento, aprobado por DS N° 019-2009-MINAM del 24.09-09.
- ✓ Se recomienda realizar un Programa de Sensibilización, de manera participativa involucrando a los diferentes actores locales, regionales y principalmente la población involucrada en la Cuenca del río Cumbaza; planificados mediante Talleres de sensibilización a nivel de la cuenca alta, media y baja, con el propósito de que la población manifieste e internalicen los diferentes aspectos conceptuales vertidos y se involucren de una manera activa en la prevención de riesgos ante inundación y erosión.
- ✓ Se recomienda la conservación del legado territorial indígena, que alberga a gran parte de las comunidades quechuahablante lamistas: Alto Shambuyacu, Aviación, Chirikyacu, Chunchiwi; las mismas que contribuirán con la preservación y protección de los bosques que forman parte del proceso hidrológico y la disponibilidad de agua superficial en las fuentes naturales para las demandas actuales y futuras.

W
 TONY ALVARO MONTAÑA
 INGENIERO AGROPECUARIO
 CIP N° 63844

J
 JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
 INGENIERA GEÓGRAFA
 Ing. CIP N° 100



ANA	FOLIO N°
DEPHM	125

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al contar con un estudio de tratamiento integral de cauces, elaborado sobre el concepto de régimen hidráulico estable, conservación del medio ambiente y la participación de diferentes actores; traerá consigo que las autoridades, cuenten con una herramienta de gestión participativa al momento de priorizar proyectos de defensa ribereña.

Geología y geotecnia

En la cuenca del río Cumbaza se han evaluado los peligros geohidrológicos: inundaciones fluviales, erosión fluvial y erosión de laderas. En el sector han sido identificadas 15 puntos críticos por peligros geohidrológicos, la ocurrencia de inundaciones se ha presentado con mayor frecuencia, debido a las pendientes bajas que no superan los 5°, a la naturaleza del suelo incompetente, a la ocupación antrópica inadecuada y a las fuertes precipitaciones pluviales.

Las investigaciones geotécnicas se realizaron en los sectores de San Roque de Cumbaza, El Bado Morales y Juan Guerra. Los resultados de laboratorio de mecánica de suelos determinaron que los materiales predominantes, corresponden a Gravas mal graduadas de nula plasticidad y de capacidad portante de 0.95 a 0.98 Kg/cm². Por otro lado, el D₅₀ para las calicatas 1, 2 y 3; se encuentra en 6.350, 19.05 y 12.7 mm respectivamente.

Se identificaron y evaluaron 4 canteras de enrocado denominadas como: Cantera Municipal I y II; y Canteras Las Lomas del Frayle, constituidas principalmente por bolonerías con diámetros superiores a 1.50 m., localizadas en la margen derecha del río Cumbaza y margen izquierda de la quebrada Ahuashiyacu.

Caudales máximos y parámetros hidráulicos

De acuerdo a los métodos gráfico y mínimo error, los caudales máximos de diseño, se considerará los resultados de la función LogNormal 3 parámetros.


 TOMÁS ALBERTO ABANTO
 INGENIERO AGRI-COLA
 CIP N° 63646



ANA	FOLIO N°
DEPHM	126

Con fines de diseño de defensas ribereñas, para el dimensionamiento de las estructuras, se recomienda los caudales máximos diarios y para el borde libre los caudales instantáneos. El periodo de retorno empleado será de 50 años para zonas agrícolas y 100 años para zonas urbanas.

Vulnerabilidad

Se han identificado 15 puntos críticos, desde el distrito de San Antonio hasta la desembocadura en el río Mayo, ubicado a la altura del distrito de Juan Guerra. Estos puntos críticos ponen en riesgo viviendas, áreas de cultivos terrenos agrícolas e infraestructura vial.

Son 5 quebradas los principales afluentes que fluyen sus aguas al río Cumbzaa; que en épocas de fuertes precipitaciones, arrastran caudales con grandes cantidades de sólidos, que en su recorrido pueden ocasionar a nivel de infraestructura de servicios, viviendas y vidas humanas; por lo tanto, también requiere de medidas estratégicas para mitigar o controlar las erosiones o inundaciones.

Socavación

La socavación se presenta principalmente en las laderas o márgenes y varía en los 10 primeros kilómetros entre 0.5 a 0.7 metros. En la progresiva de 10 a 25 kilómetros varía entre 0.6 a 0.9 metros y en la parte más alta varía entre 0.8 a 1.5 metros de profundidad.

Valoración económica

De producirse caudales extremos, en la situación actual se podría tener daños que bordean los 43 millones de soles, cuyos mayores montos serían en edificaciones e infraestructura vial.

Propuesta de medidas estratégicas

La propuesta estratégica contempla medidas estructurales y no estructurales, y se han planteado bajo el concepto del régimen estable, lo que significa que las zonas vulnerables o puntos críticos no representen riesgos de desbordes y erosión de riberas.


 INGENIERO EN SANEAMIENTO
 CIP N° 61664B



ANA	FOLIO N°
DEPHM	129

Se recomienda que los gobiernos locales y regionales prioricen las actividades planteadas en el estudio para garantizar principalmente la seguridad de la población asentada en las riberas del río Cumbaza y tributarios.

Las acciones o medidas estratégicas deben priorizarse de la siguiente manera.

a. Medidas Estratégicas no estructurales

1. Reubicación de las viviendas que se encuentran ubicados en el borde del cauce o zonas de alto riesgo. El área necesaria a desocupar debe considerar la faja marginal y obras anexas. Esta acción debe ser asumido por los gobiernos locales (Municipalidad Metropolitana de Lima y distritales), gobierno regional en coordinación con Defensa Civil y otras instituciones de interés.
2. Programas de sensibilización, capacitaciones y alerta temprana.
3. Delimitación y monumentación de la faja marginal y reforestación. Esta acción debe ser coordinado con la Autoridad Nacional del Agua.
4. Limpieza, descolmatación y encauzamiento, en función al ancho estable propuesto.
5. Protección en zonas hidráulicas

b. Medidas Estratégicas estructurales

1. Conformación de dique y protección: sector Santa Rosa, Metobado, Barrio Bajada-La Banda y Chontamuyo-San Juan.
2. Conformación de talud y protección: sector Ushpayacu-Yesoico Juan, San Martín Melchor y Chontamuyo San Juan
3. Roca acomodada: sector Barrio La Bajada- La Banda y Pucayacu
4. Dique o muro de gaviones: sector Las Palmas
5. Espigones: sector San Martín-Melchor, Ushpayacu-Yesoico y Pucayacu.

[Firma]
 ING. WILFREDO JAZER ECHAVARRIA SUÁREZ
 INGENIERO AGRÍCOLA
 CIP N° 63846



ANA	FOLIO N°
DEPHM	128

c. Medidas estructurales en quebradas

1. Construcción de diques en quebradas.
2. Obras mecánico estructurales y reforestación

Impactos ambientales

Los impactos negativos se presentarán en el movimiento de tierras en la etapa de construcción y son temporales, de carácter mitigable y controlable.

Los mayores impactos positivos ocurrirán en el medio socioeconómico, en la etapa de construcción correspondiente la generación de empleo y dinamización del comercio local ambas temporalmente y al finalizar la ejecución de las obras los efectos serán favorables y en beneficio de la población aledaña al cauce del río Lurín.

Las obras proyectadas no implicaran la ocupación del espacio territorial de ningún sitio arqueológico o patrimonio cultural, registrados por el Ministerio de Cultura.

No se ha identificado ninguna acción que genere impactos críticos y que por lo tanto sea inadmisibles desde el punto de vista ambiental.

Se recomienda que las medidas estructurales planteadas en el presente estudio deberán de someterse, en forma individual, al procedimiento de Evaluación Ambiental Preliminar de acuerdo a Ley N° 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), modificada por Decreto Legislativo N° 1013 y su Reglamento, aprobado por DS N° 019-2009-MINAM del 24.09.09.

TOMAS ALFARO
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 63646



ANA	FOLIO N°
DEPHM	129

ANEXOS



ANA	FOLIO N°
DEPHM	130

Relación de mapas

1. Ubicación
2. Hidrográfico
3. Unidades geomorfológicas
4. Geología regional
5. Peligros de inundación y erosión fluvial
6. Excavaciones exploratorias
7. Ubicación de canteras
8. Puntos críticos
9. Eje del cauce
10. Medidas estructurales
- 10.1 Medidas estructurales sector Pucayacu
11. Medidas estructurales sector Ushpayacu-Yesoico
12. Medidas estructurales sector San Martín-Melchor
13. Medidas estructurales sector Chontamuyo-San Juan
14. Medidas estructurales sector Santa Rosa
15. Medidas estructurales sector Metobado
16. Medidas estructurales sector Barrio Bajada La Banda
17. Medidas estructurales sector Las Palmas
18. Medidas no estructurales, zonas de protección
- 18.1 Medidas no estructurales, zonas de protección, sector desembocadura
19. Áreas de influencia
20. Mapa ecológico
21. Área natural protegida
22. Comunidades nativas
23. Sitios arqueológicos

[Firma]
TOMÁS ALFONSO BARRANTO
INGENIERO AGROPECUARIO
C.I.F. N° 63846



ANA	FOLIO Nº
DEPHM	131

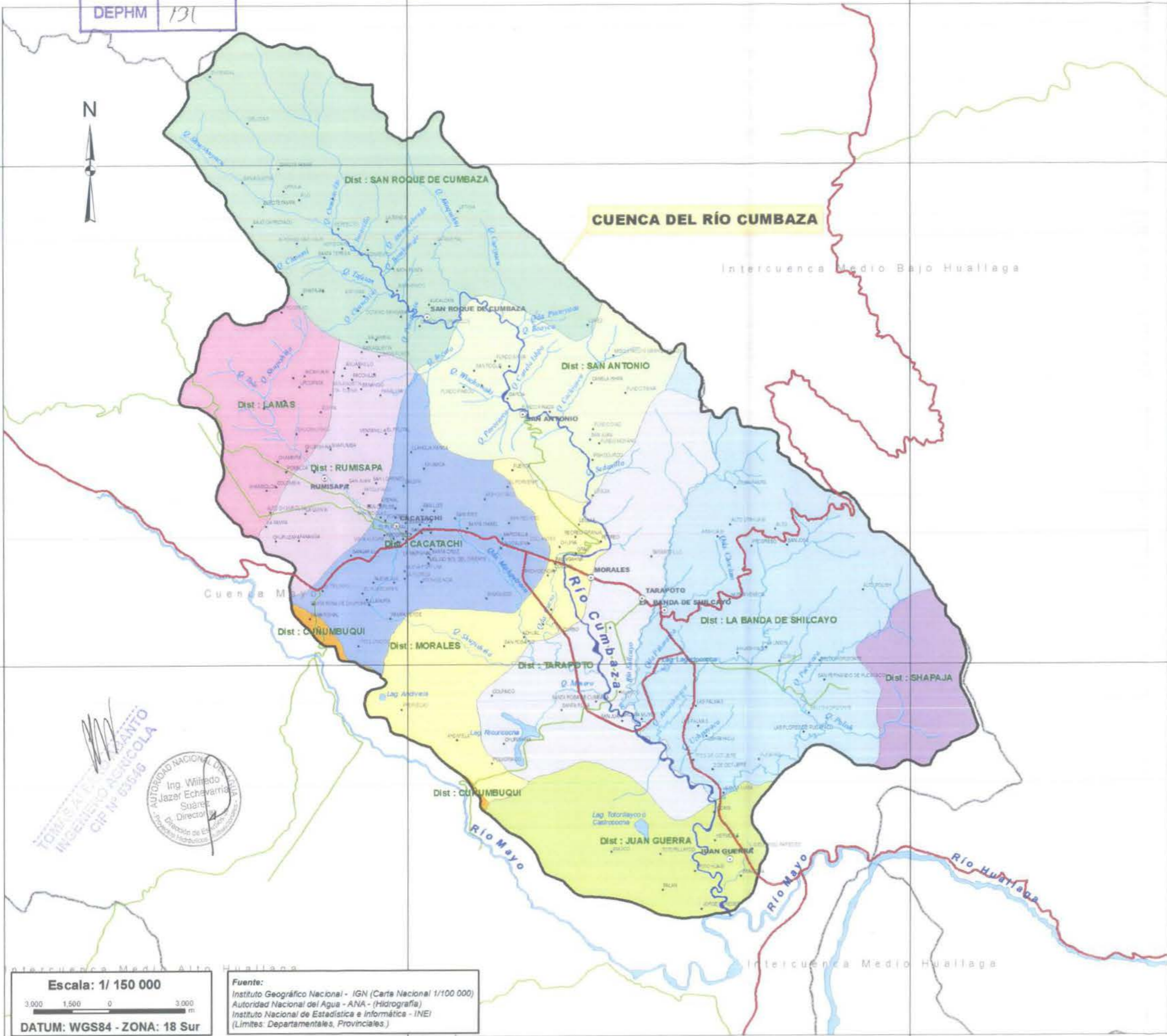
340000

360000



9300000

9280000



9300000

9280000

MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

LEYENDA

- Capital Distrital
- Río Cumbaza
- Ríos y quebradas
- Via asfaltada
- Via afirmada
- Lagos y lagunas
- Cuenca Chilón
- Limite de Cuenas
- Limite distrital

REPUBLICA DEL PERU MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES		
ESTUDIO DEL PROYECTO "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"		
Mapa de Ubicación		
Departamento	Provincia	Distrito
SAN MARTÍN	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	VARIOS
SG Ing	Elaborado Ing	Revisado Ing
S. Quiñones	S. Quiñones	T. Alfaro A
		W. Echevarría S
Escala 1/150 000		MAPA
Fecha Octubre 2013		01

TORME AL FIANCANTO
 INGENIERO AGROCOLA
 CIP Nº 63648

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
 Director General

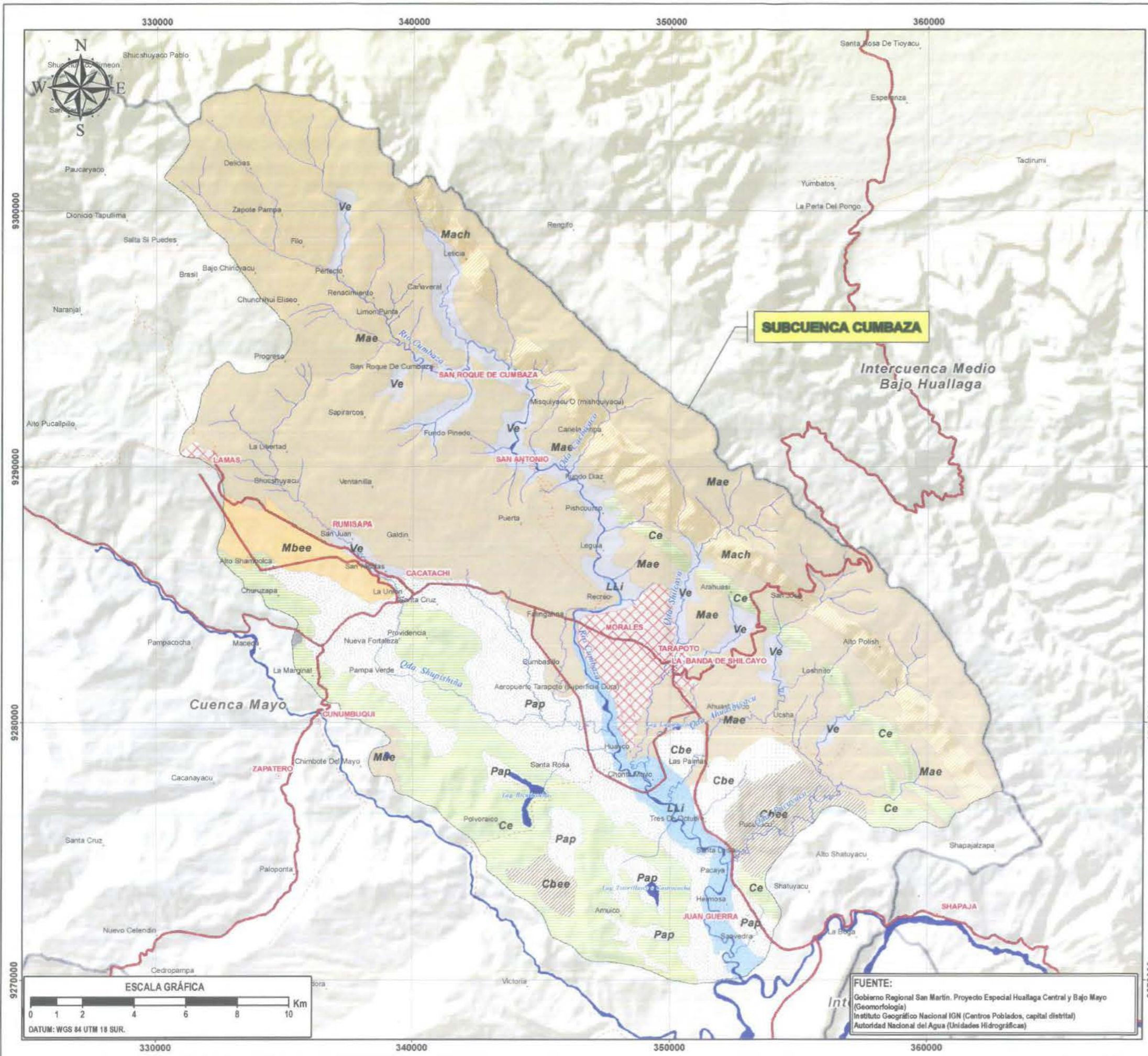
Escala: 1/ 150 000

DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
 Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
 (Límites Departamentales, Provinciales.)

340000

360000



ANA	FOLIO N°
DEPHM	133

SIMBOLOS

	Cbe : Colinas bajas erosionales
	Cbee : Colinas bajas estructurales erosionales
	Ce : Colinas estructurales
	Lli : Llanura de inundación
	Mach : Montañas altas en Chevron
	Mae : Montañas altas estructurales
	Mbee : Montañas bajas estructurales erosionales
	Pap : Planicie aluvial Pleistocénica
	Ve : Valles ecajonados

SIMBOLOS

	Capital distrital
	Centro poblado
	Qdes / rios
	Carretera asfaltada
	Carretera afirmada
	Trocha carrozable
	Centro urbano
	Cuenca Cumbaza
	Limite de Cuencas

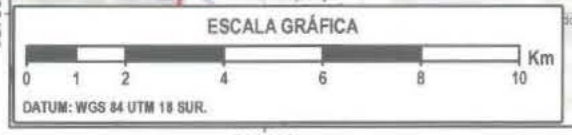
TOMÁS A. CABALLERO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 116846

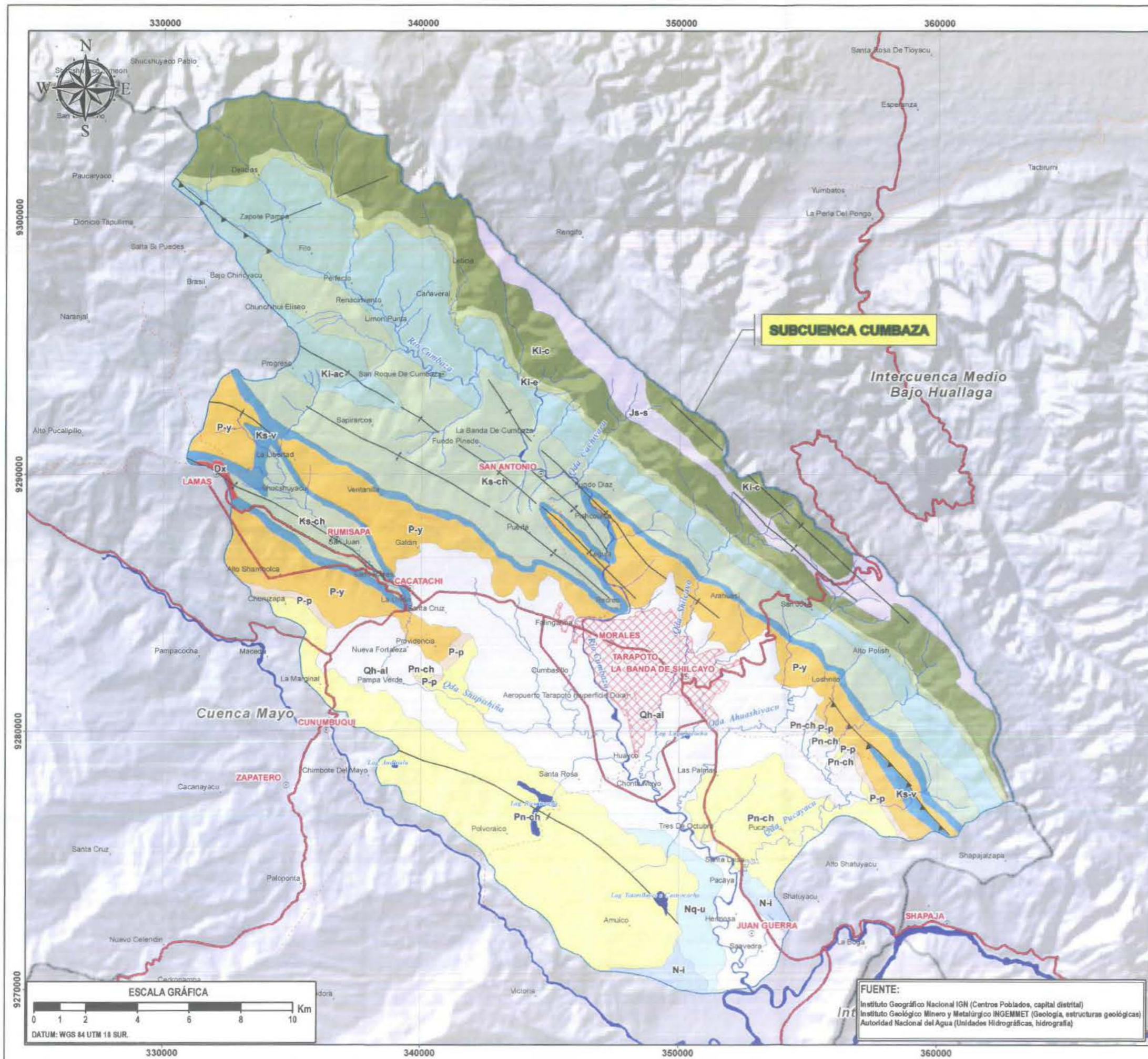
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
 Director General

FUENTE:
 Gobierno Regional San Martín. Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo (Geomorfología)
 Instituto Geográfico Nacional IGN (Centros Poblados, capital distrital)
 Autoridad Nacional del Agua (Unidades Hidrográficas)

REPUBLICA DEL PERU
 MINISTERIO DE AGRICULTURA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES
 ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Departamento: SAN MARTÍN	Provincia: TARAPOTO	Distrito: CACATACHI, JUAN GUERRA, LAMAS, LA BANDA DE SHILCAYO, SAN ANTONIO Y OTROS.
Elaborado: Ing. I. Martínez	Revisado: Ing. T. Alfaro A.	Aprobado: Ing. W. Echevarría S.
Escala: 1/150 000	Fecha: Noviembre 2013	MAPA: 03





ANA	FOLIO Nº
DEPHM	136

LEYENDA LITOESTRATIGRÁFICA - CUENCA CUMBAZA

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
Cenozoico	Cuaternario	Holocena	Depósito Aluvial reciente Qh-al	
		Neógeno	Pliocena	Fm. Ucayali Nq-u
	Miocena		Fm. Ipururo N-i	
	Paleógeno	Oligocena		Fm. Chambira Pn-ch
			Eocena	Fm. Pozo P-p
		Paleocena		Fm. Yahuarango P-y
Mesozoico	Cretáceo	Superior	Fm. Vivian Ks-v	
			Fm. Chonta Ks-ch	
	Inferior	Grupo Oriente	Fm. Agua Caliente Ki-ac	
			Fm. Esperanza Ki-e	
			Fm. Cushabatay Ki-c	
	Jurásico	Superior	Fm. Sarayaquillo Js-s	

Fuente: INGEMMET

SÍMBOLOS

○ Capital distrital	— Eje de Anticlinal
● Centro poblado	— Eje de Sinclinal
— Ocas / ríos	— Faja Aguano (sobresc)
— Carretera asfaltada	— Faja Normal
— Carretera afirmada	— Faja Probable
— Trocha carrozable	— Sobrescumbiento i
⊠ Centro urbano	
□ Cuenca Cumbaza	
□ Limite de Cuencas	

REPUBLICA DEL PERU
 MINISTERIO DE AGRICULTURA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
 HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
**"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA
 PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**

GEOLOGIA REGIONAL AMBITO DE ESTUDIO

Departamento: SAN MARTÍN	Provincia: TARAPOTO	Distrito: CACATACHI, JUAN GUERRA, LAMAS, LA BANDA DE SHILCAYO, SAN ANTONIO Y OTROS.
SIG: Ing	Elaborado: Ing	Revisado: Ing
I. Martínez	I. Martínez	T. Alfaro A.
		W. Echevarría S.

Fecha: Noviembre 2013

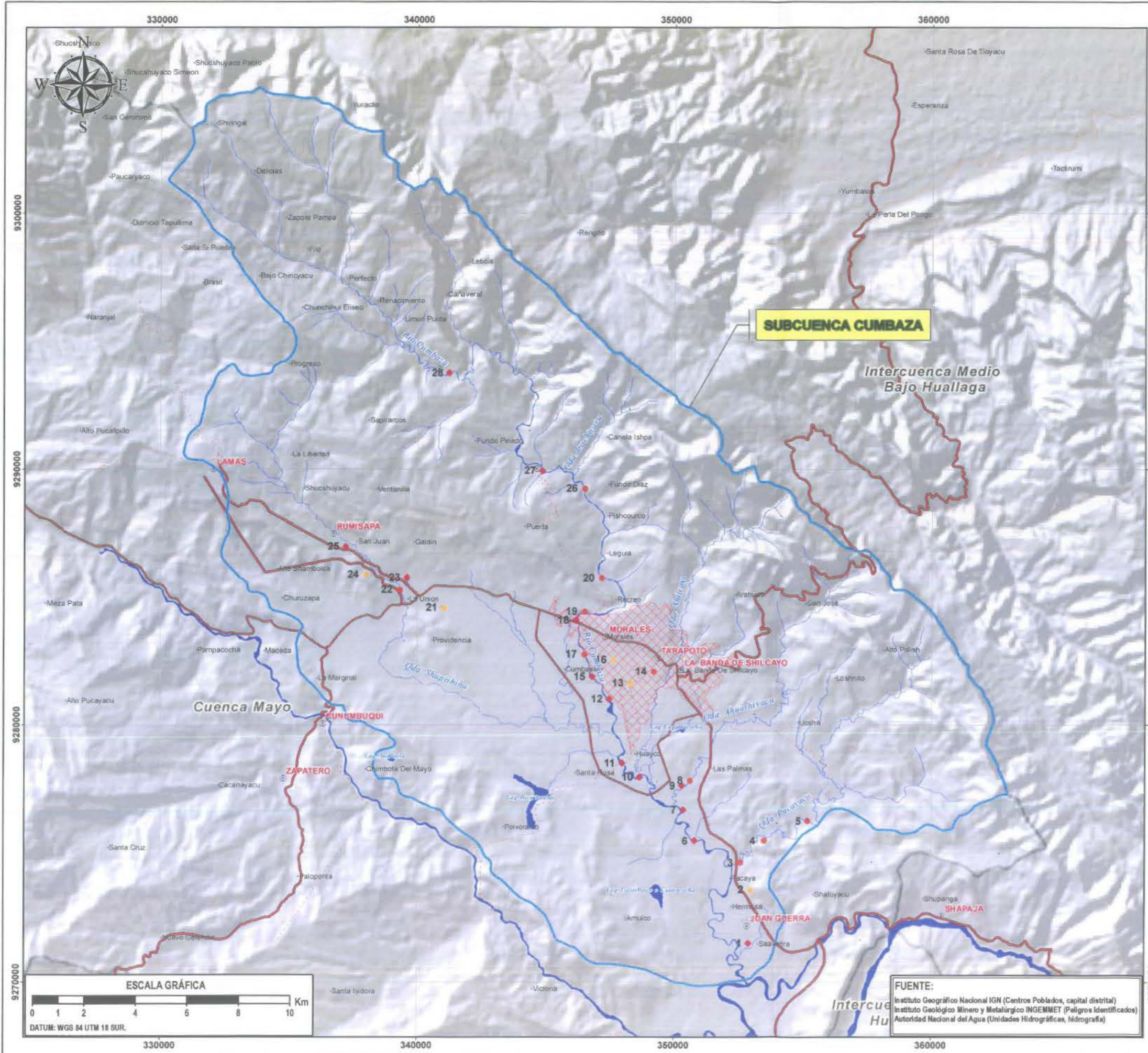
ESCALA: 1/150 000

MAPA: **04**

FUENTE:
 Instituto Geográfico Nacional IGN (Centros Poblados, capital distrital)
 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET (Geología, estructuras geológicas)
 Autoridad Nacional del Agua (Unidades Hidrográficas, hidrografía)

PELIGROS DE INUNDACIÓN Y EROSIÓN FLUVIAL IDENTIFICADOS EN LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

ORDEN	NORTE	ESTE	PARAJE	PELIGRO	PENDIENTE
1	9271518	352925	Antiguo Juan Guerra	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
2	9273600	353000	Juan Guerra	Erosión de Ladera	Fuerte (35 - 50°)
3	9274650	352600	Santa Luisa Km 631+00	Erosión Fluvial	Muy Baja (< 5°)
4	9275600	353500	Rucayacu	Erosión Fluvial - Inundación	Muy Baja (< 5°)
5	9276278	355225	San Fernando	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
6	9275603	350793	Tres de Octubre	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
7	9276700	350350	San Martín de Cumbaza	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
8	9277844	350619	Las Palmas	Erosión Fluvial - Inundación	Muy Baja (< 5°)
9	9277650	350300	Las Palmas	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
10	9277982	348558	San Juan de Cumbaza	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
11	9278527	347963	Santa Rosa de Cumbaza	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
12	9281021	347464	M. derecha río Cumbaza	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
13	9281650	348300	Martínez de Corpaña	Erosión de Ladera	Muy Baja (< 5°)
14	9282100	349200	Río Shilcayo	Erosión Fluvial	Baja (5 - 20°)
15	9281900	346800	Cantera (río Cumbaza)	Inundación Fluvial	Media (20 - 35°)
16	9282582	347641	Evitamiento/ B Amorarca	Erosión de Ladera	Muy Baja (< 5°)
17	9282770	346490	Achual	Erosión Fluvial	Muy Baja (< 5°)
18	9284112	346180	M. der. Río Cumbaza	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
19	9284450	346500	Morales	Erosión Fluvial	Muy Baja (< 5°)
20	9285764	347162	Río Cumbaza	Erosión Fluvial	Muy Baja (< 5°)
21	9284600	341050	Cacatachi	Erosión de Ladera	Media (20 - 35°)
22	9285300	339300	M. izq. Oda Chupishña	Erosión Fluvial	Muy Baja (< 5°)
23	9285774	339585	Cacatachi	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
24	9285900	338000	Carretera Rumisapa-Cacatachi	Erosión de Ladera	Baja (5 - 20°)
25	9287000	337206	Rumisapa	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
26	9289250	346500	M. izquierda del río Cumbaza	Erosión Fluvial	Muy Baja (< 5°)
27	9289950	344850	San Pedro	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)
28	9293778	341228	Río Cumbaza	Inundación Fluvial	Muy Baja (< 5°)



LEYENDA PELIGROS

- Erosión Fluvial
- Erosión de Ladera
- Inundación Fluvial

TOMÁS ALFARO SANTO
INGENIERO AGRÍCOLA
CIF Nº 63646

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Ing. Milfredo Jazer Echevarría Suárez
Director(e) de la Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"

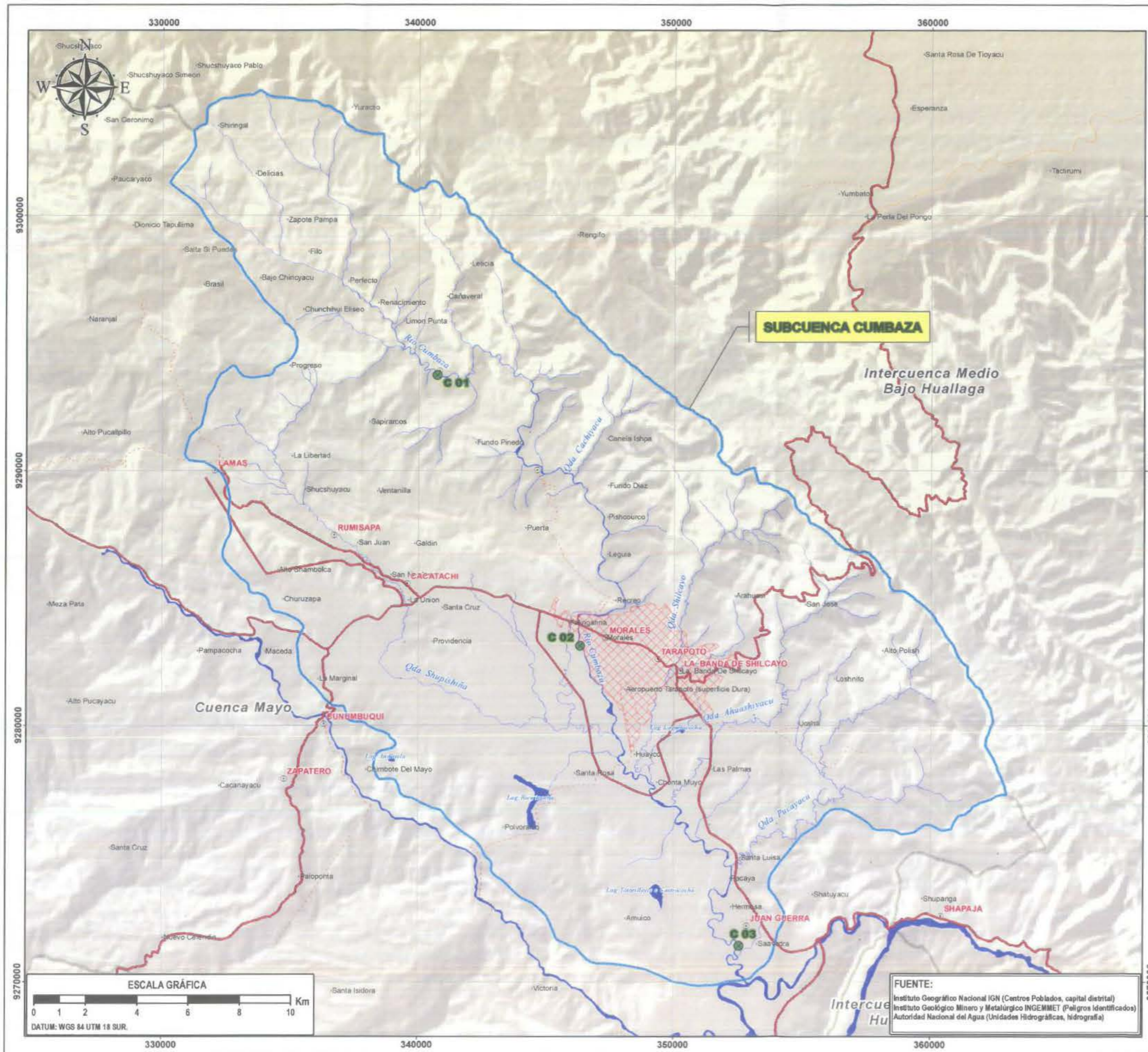
PELIGROS DE INUNDACIÓN Y EROSIÓN FLUVIAL - CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

Departamento: SAN MARTÍN | Provincia: TARAPOTO | Distrito: CACATACHI, JUAN GUERRA, LAMAS, LA BANDA DE SHILCAYO, SAN ANTONIO Y OTROS.

Elaborado: Ing. I. Martínez | Revisado: Ing. T. Alfaro A. | Aprobado: Ing. W. Echevarría S. | Escala: 1/150 000 | MAPA: 05

Fecha: Noviembre 2013

FUENTE:
Instituto Geográfico Nacional IGN (Centros Poblados, capital distrital)
Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGENMET (Peligros Identificados)
Autoridad Nacional del Agua (Unidades Hidrográficas, hidrografía)



ANA	FOLIO Nº
DEPHM	136

Investigaciones Geotécnicas Cuenca del río Cumbaza

Calicata	Sector	X (Este)	Y (Norte)	SUCS
C 01	San Roque de Cumbaza	340709	9293760	GP
C 02	El Vado Morales	346320	9283127	GP
C 03	Juan Guerra	352549	9271411	GP

SIMBOLOS

- Capital distrital
- Centro poblado
- Calicatas
- Qdas / rios
- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Trocha carrozable
- ▨ Centro urbano
- Cuenca Cumbaza
- Límite de Cuencas

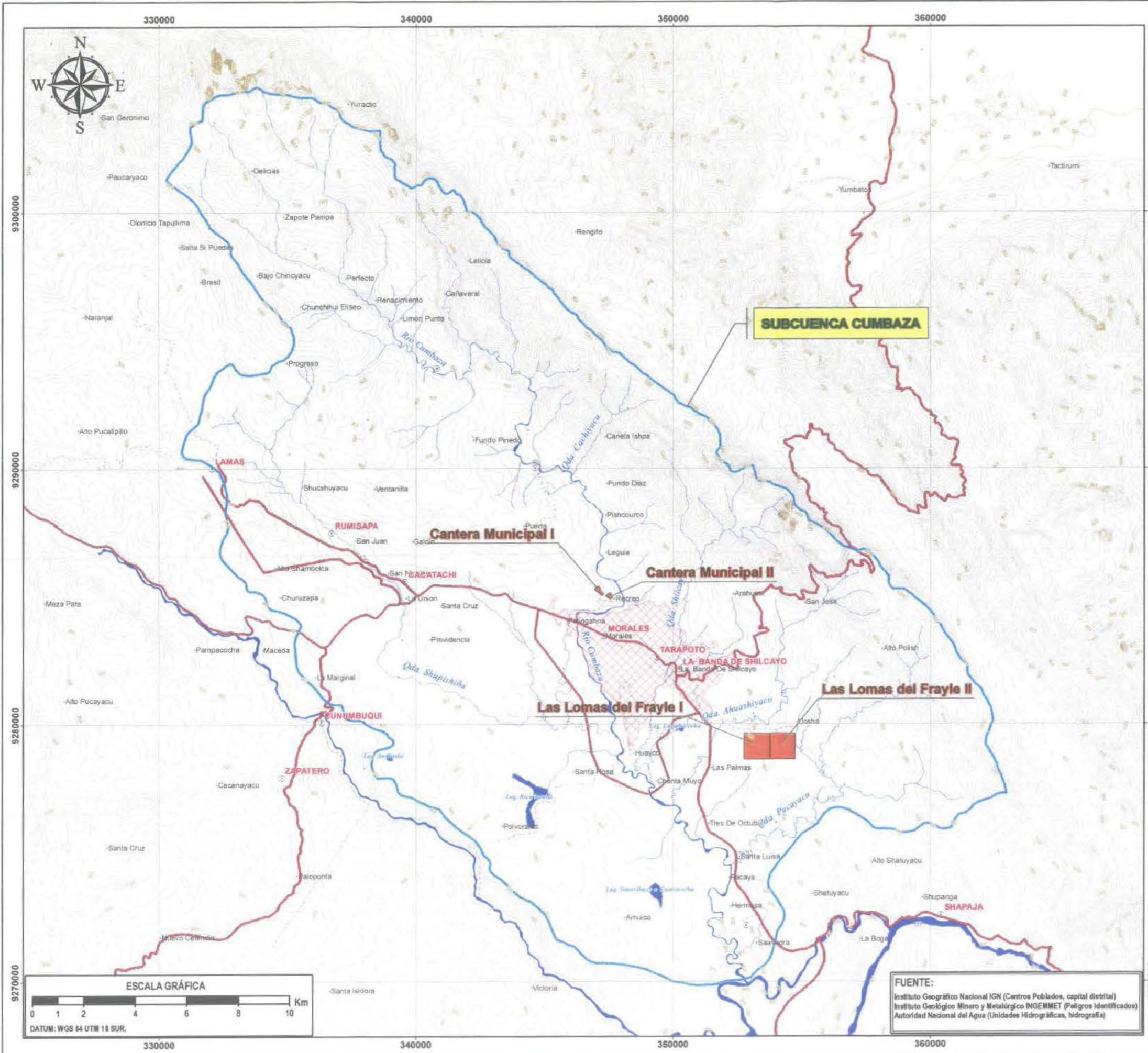

 Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
 Director
 Oficina de Estudios y
 Asesoría Técnica

REPUBLICA DEL PERU
 MINISTERIO DE AGRICULTURA
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES
 ESTUDIO DEL PROYECTO
 "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
EXCAVACIONES EXPLORATORIAS (CALICATAS) CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

Departamento: SAN MARTÍN	Provincia: TARAPOTO	Distrito: CACATACHI, JUAN GUERRA, LAMAS, LA BANDA DE SHILCAYO, SAN ANTONIO Y OTROS.
SIG: Ing	Elaborado: Ing. I. Martínez	Revisado: Ing. T. Alfaro A.
Aprobado: Ing. W. Echevarría S.	Fecha: Noviembre 2013	Escala: 1/150 000


06

FUENTE:
 Instituto Geográfico Nacional IGN (Centros Poblados, capital distrital)
 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET (Peligros Identificados)
 Autoridad Nacional del Agua (Unidades Hidrográficas, hidrografía)



UBICACIÓN DE CANTERAS PARA ENROCADO - CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

Nombre	Área (has)	Distrito	Litología	Acceso
Cantera Municipal 1	4.95	Morales	Bolonería > a 1.20 m. de diámetro.	Carretera afirmada
Las Lomas Del Frayle	100.00	La Banda De Shilcayo	Bolonería > a 1.00 m. de diámetro.	Trocha carrozable
Cantera Municipal 2	3.46	Morales	Bolonería > a 1.25 m. de diámetro.	Carretera afirmada
Las Lomas Del Frayle 2	100.00	La Banda De Shilcayo	Bolonería > a 1.00 m. de diámetro.	Trocha carrozable

Fuente: Elaboración Propia.

SIMBOLOS

- Capital distrital
- Centro poblado
- Canteras (Bolonería)
- Odas / ríos
- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Trocha carrozable
- Centro urbano
- Cuenca Cumbaza
- Limite de Cuencas

TOMAS ALFARO BARRANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 65846

Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
Director(e)

REPÚBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"

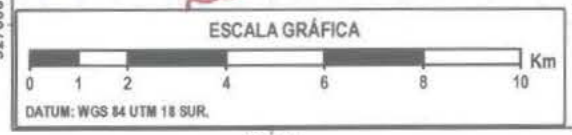
UBICACIÓN DE CANTERAS DE ENROCADOS EN LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

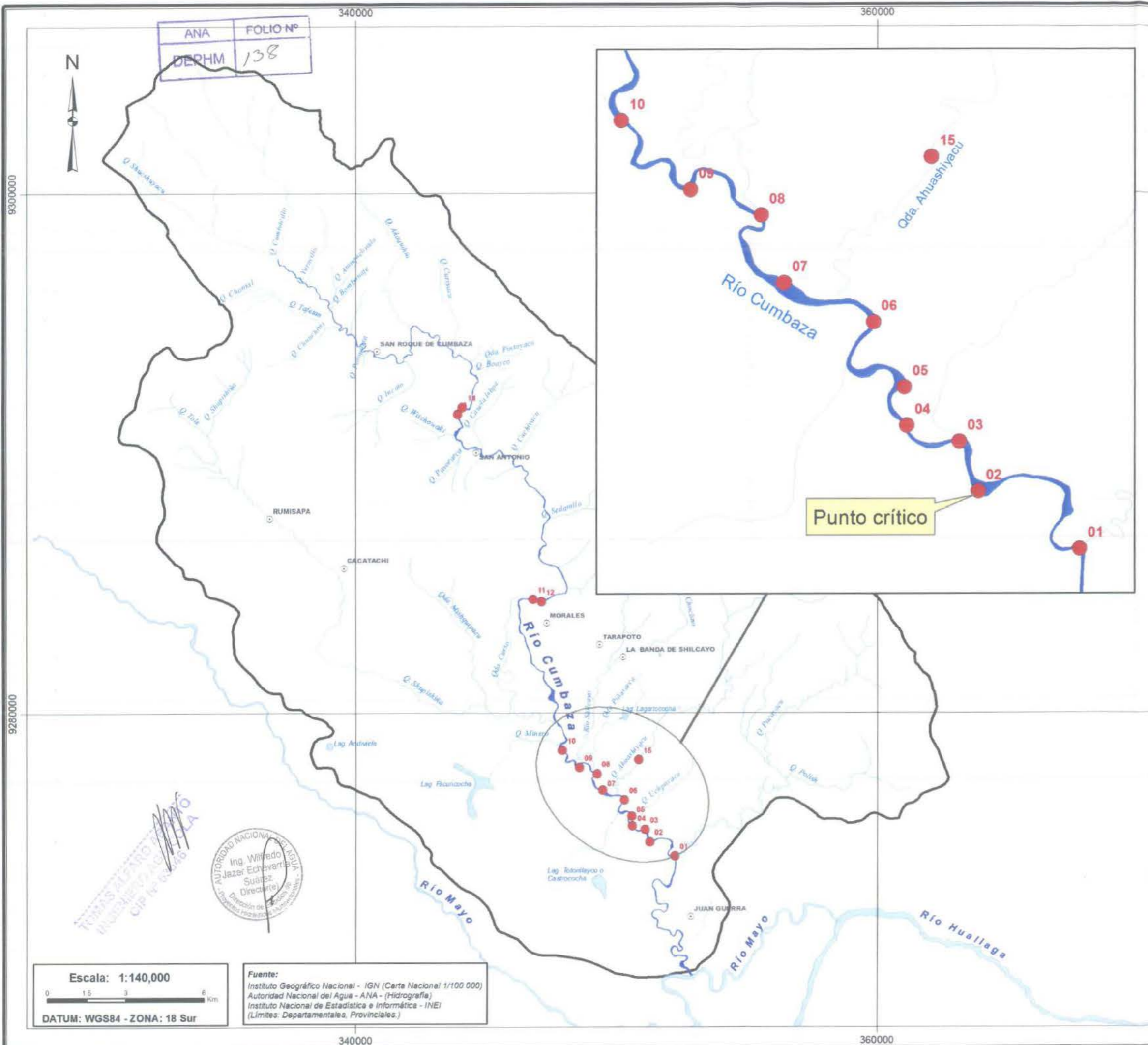
Departamento	Provincia	Distrito
SAN MARTÍN	TARAPOTO	CACATACHI, JUAN GUERRA, LAMAS, LA BANDA DE SHILCAYO, SAN ANTONIO Y OTROS.

SIG	Elaborado	Revisado	Aprobado	Escala	MAPA
I. Martínez	I. Martínez	T. Alfaro A.	W. Echevarría S.	1/150.000	07

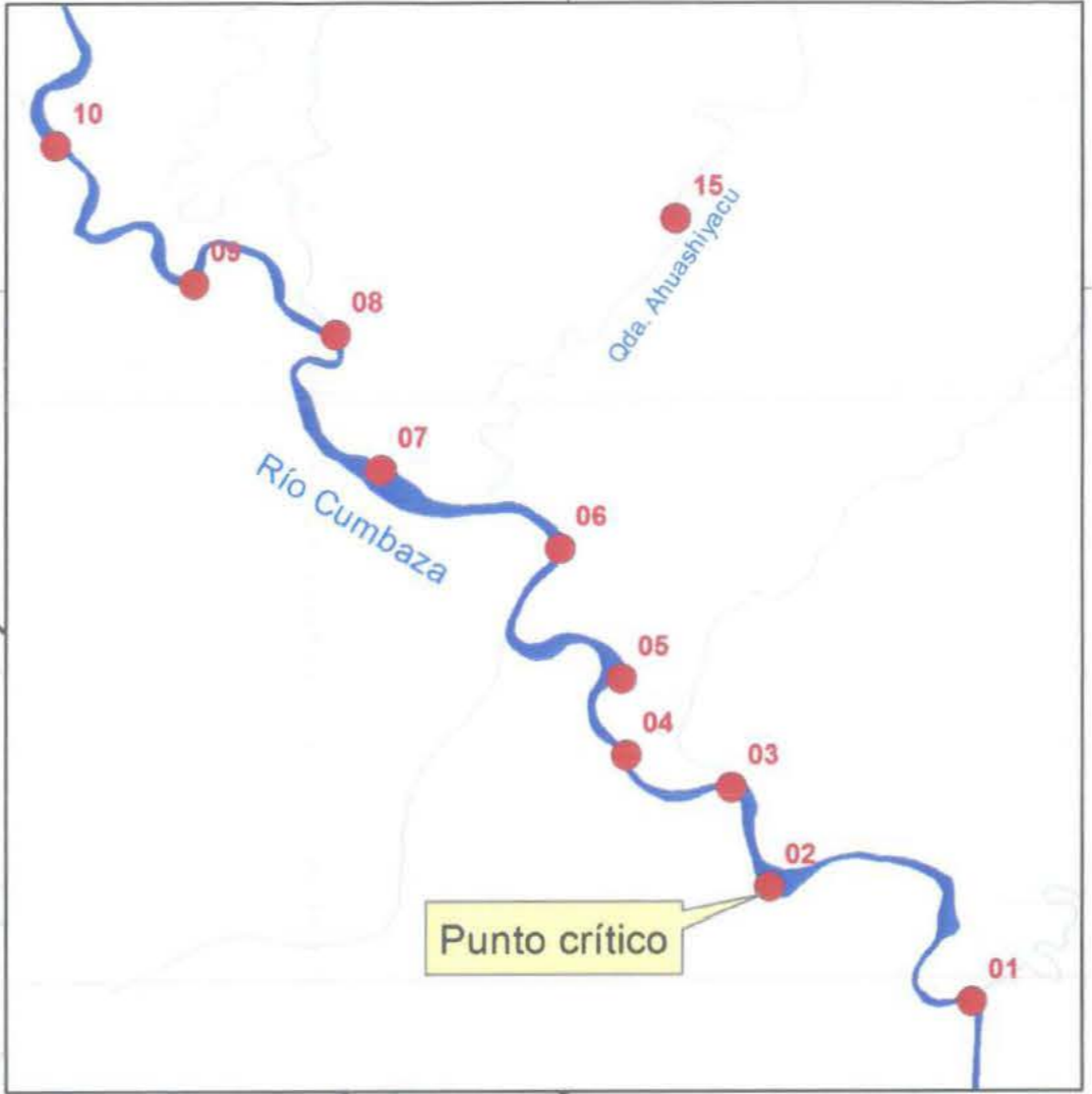
Fecha: Noviembre 2013

FUENTE:
Instituto Geográfico Nacional IGN (Centros Poblados, capital distrital)
Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET (Peligros Identificados)
Autoridad Nacional del Agua (Unidades Hidrográficas, hidrografía)





ANA	FOLIO N°
DERHM	138



LEYENDA

○ Capital Distrital	■ Lagos y lagunas
— Río Cumbaza	■ Cuenca Chilón
— Ríos y quebradas	□ Limite de Cuencas
— Vía asfaltada	□ Limite distrital
— Vía afirmada	

REPUBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DE PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"

Puntos críticos

Departamento: SAN MARTÍN	Provincia: PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	Distrito: VARIOS
Elaborado Ing. S. Quiñones	Revisado Ing. T. Alfaro A.	Aprobado Ing. W. Echevarría S.
Escala: 1:140,000		MAPA
Fecha: Octubre 2013		08

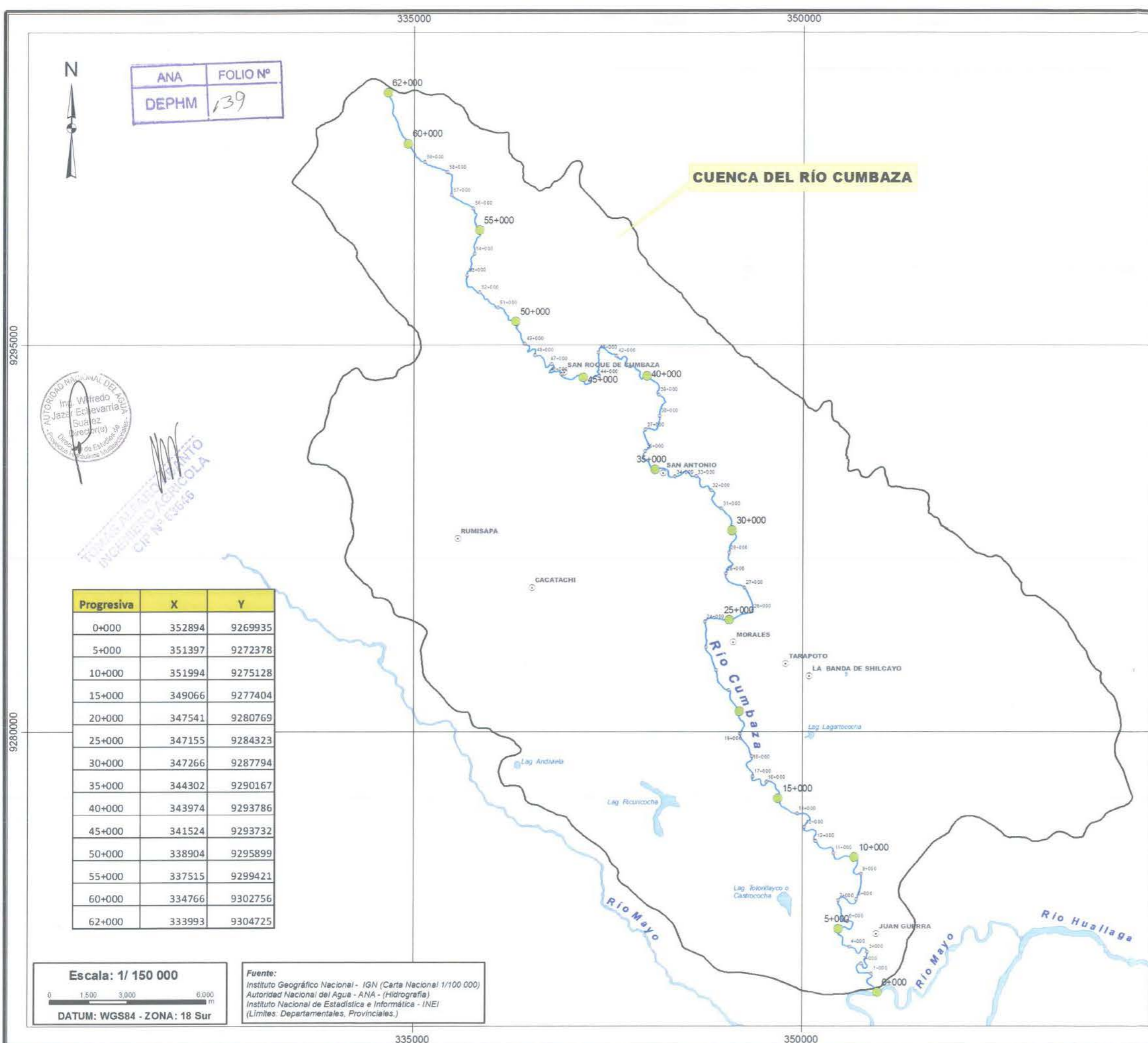
Escala: 1:140,000

DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)



THOMAS ALFARO T. ALFARO
INGENIERO EN AGUAS
CIP Nº 10018



ANA	FOLIO Nº
DEPHM	139

CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

Progresiva	X	Y
0+000	352894	9269935
5+000	351397	9272378
10+000	351994	9275128
15+000	349066	9277404
20+000	347541	9280769
25+000	347155	9284323
30+000	347266	9287794
35+000	344302	9290167
40+000	343974	9293786
45+000	341524	9293732
50+000	338904	9295899
55+000	337515	9299421
60+000	334766	9302756
62+000	333993	9304725

Escala: 1/ 150 000
 DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
 Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
 (Límites Departamentales, Provinciales.)



MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

LEYENDA

○ Capital Distrital	■ Lagos y lagunas
— Río Cumbaza	□ Cuenca Chillón
— Ríos y quebradas	□ Limite de Cuencas
— Via asfaltada	□ Limite distrital
— Via afirmada	

REPUBLICA DEL PERU
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ANA
 Autoridad Nacional del Agua

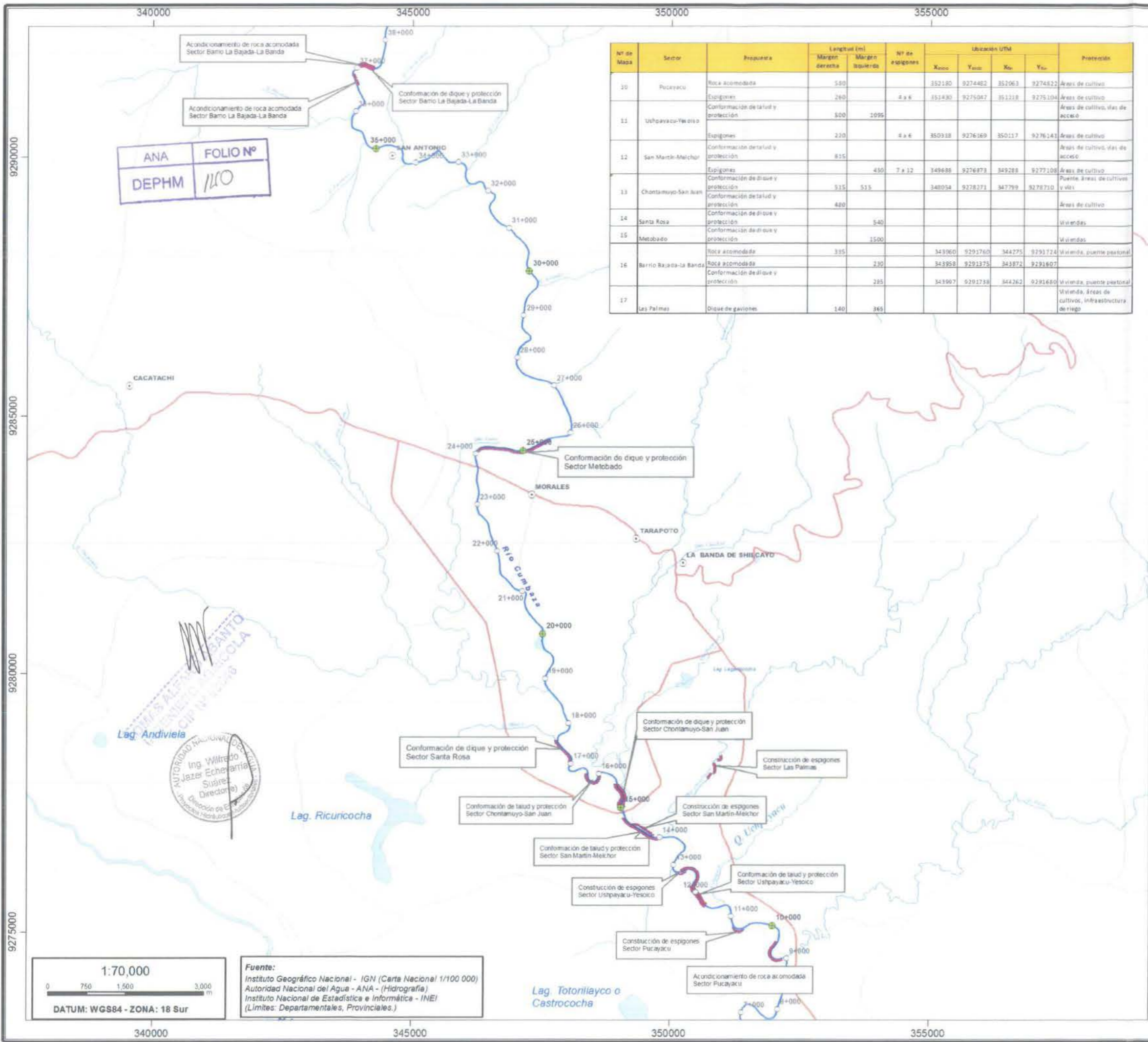
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
 HIDRAULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DE PROYECTO
**"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA
 PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**

Progresiva del eje del río Cumbaza

Departamento	Provincia	Distrito
SAN MARTÍN	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	VARIOS

S/G Ing Elaborado Ing Revisado Ing Aprobado Ing Escala 1:140,000 IMPA
 S. Quilones S. Quilones T Alfaro A W Echevarria S Fecha Octubre 2013 **09**

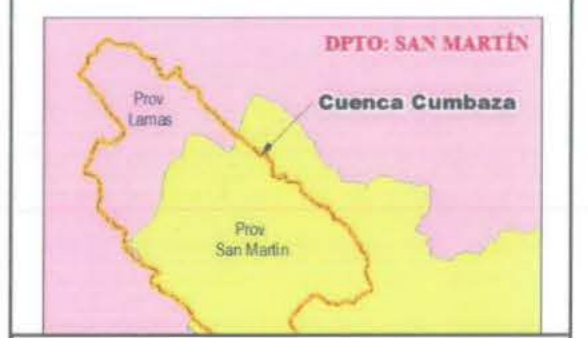


ANA FOLIO Nº
DEPHM 1100

Nº de Mapa	Sector	Propuesta	Longitud (m)		Nº de espigones	Ubicación UTM				Protección
			Margen derecha	Margen izquierda		X _{Inicio}	Y _{Inicio}	X _{Fin}	Y _{Fin}	
10	Pucayacu	Roca acomodada	580			352180	9274482	352063	9274822	Áreas de cultivo
		Espigones	260		4 x 6	351430	9275047	351218	9275104	Áreas de cultivo
11	Ushpavacu-Yesico	Conformación de talud y protección	500	1095						Áreas de cultivo, vías de acceso
		Espigones	220		4 x 6	350318	9276169	350117	9276243	Áreas de cultivo
12	San Martín-Melchor	Conformación de talud y protección	815							Áreas de cultivo, vías de acceso
		Espigones		430	7 x 12	349688	9276873	349288	9277108	Áreas de cultivo
13	Chontamuyo-San Juan	Conformación de dique y protección	515	515						Puentes, áreas de cultivos y vías
		Conformación de talud y protección	480			348094	9278271	347799	9278710	Áreas de cultivo
14	Santa Rosa	Conformación de dique y protección		540						Viviendas
15	Metobado	Conformación de dique y protección		1500						Viviendas
16	Barrio Bajada-La Banda	Roca acomodada	335			343960	9291760	344275	9291724	Vivienda, puente peatonal
		Roca acomodada		230		343958	9291375	343872	9291807	Vivienda, puente peatonal
17	Las Palmas	Conformación de dique y protección		285		343967	9291738	344262	9291680	Vivienda, áreas de cultivos, infraestructura de riego
		Dique de gaviones	140	365						

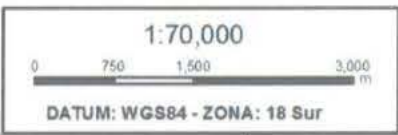


MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

- Leyenda**
- ⊕ Progresiva
 - ⊙ Capital distrital
 - Medidas estructurales
 - Asfaltada
 - Eje río Cumbaza
 - Quebradas



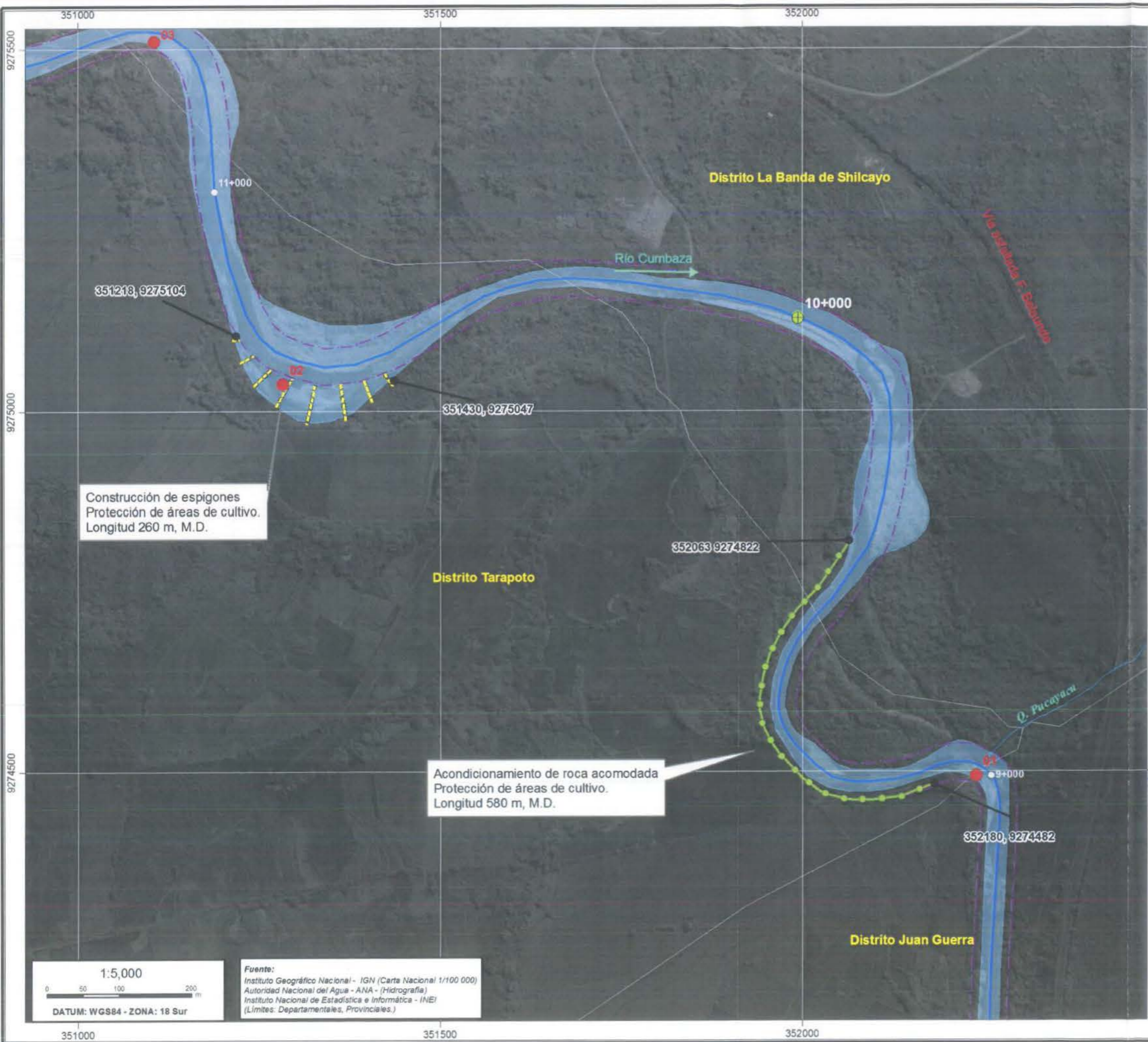
Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"

Propuesta de medidas estructurales

Departamento: SAN MARTÍN	Provincia: PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	Distrito: VARIOS
SIG Ing	Elaborado Ing	Revisado Ing
S. Quiñones	S. Quiñones	T. Alfaro A.
		W. Echevarría S.
Escala: 1:70,000		MAPA
Fecha: Octubre 2013		10

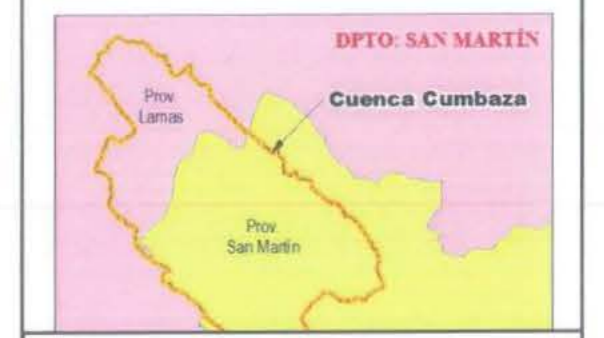


Construcción de espigones
Protección de áreas de cultivo.
Longitud 260 m, M.D.

Acondicionamiento de roca acomodada
Protección de áreas de cultivo.
Longitud 580 m, M.D.



MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

Leyenda

- Progresiva
- Capital distrital
- Punto crítico
- Eje río Cumbaza
- Quebradas
- Ancho estable
- ▬▬▬▬ Espigón
- Roca acomodada

Medidas estructurales

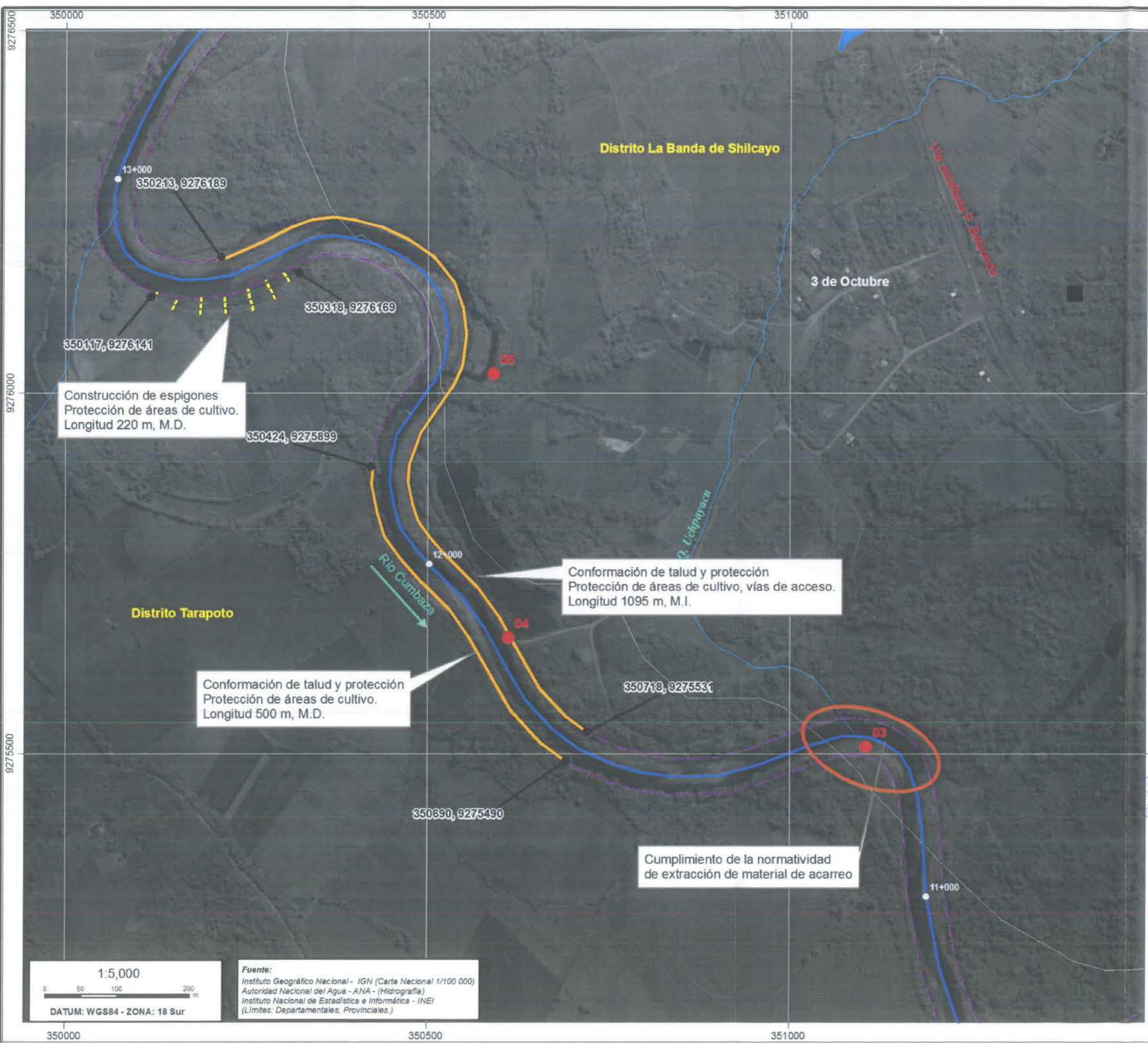
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
HIDRAULICOS MULTISECTORIALES
CIP Nº 10948

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Ing. Wilfredo
Jazzer Echevarría
Suárez
Director

REPUBLICA DEL PERU MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES	
ESTUDIO DEL PROYECTO "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES" Propuesta de medidas estructurales sector Pucayacu	
Departamento:	Distrito:
SAN MARTÍN	VARIOS
Provincia: PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	
SIG Ing:	Elaborado Ing:
S. Quiñones	S. Quiñones
Revisado Ing:	Aprobado Ing:
T. Alfaro A.	W. Echevarría S.
Escala: 1:5,000 Fecha: Octubre 2013	
10.1	

1:5,000
0 50 100 200 m
DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)



Leyenda

- Capital distrital
- ⊕ Progresiva
- Punto crítico
- Eje río Cumbaza
- Quebradas
- - - Ancho estable
- Medidas estructurales
 - Conformación de talud y protección
 - Espigón
 - Roca acomodada



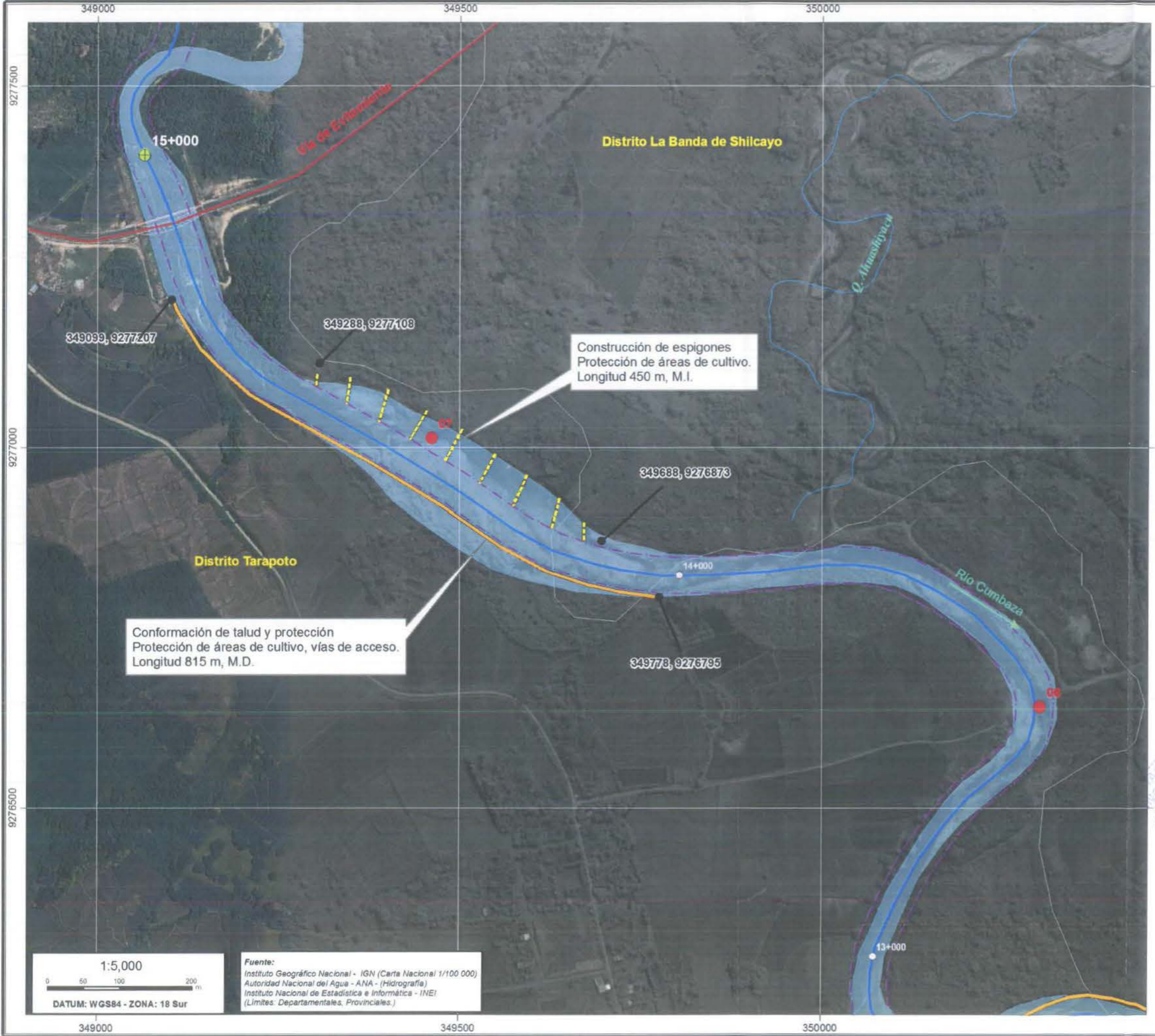

REPUBLICA DEL PERU
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 Autoridad Nacional del Agua
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
Propuesta de medidas estructurales sector Ushpayacu-Yesoico

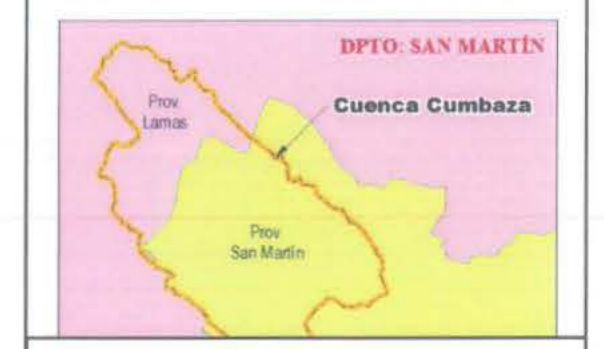
Departamento	Provincia	Distrito
SAN MARTÍN	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	VARIOS

SIG Ing	Elaborado Ing	Revisado Ing	Aprobado Ing	Escala	MAPA
S. Quiñones	S. Quiñones	T. Alfaro A.	W. Echevarría S.	1:5,000	11

Fecha: Octubre 2013



MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



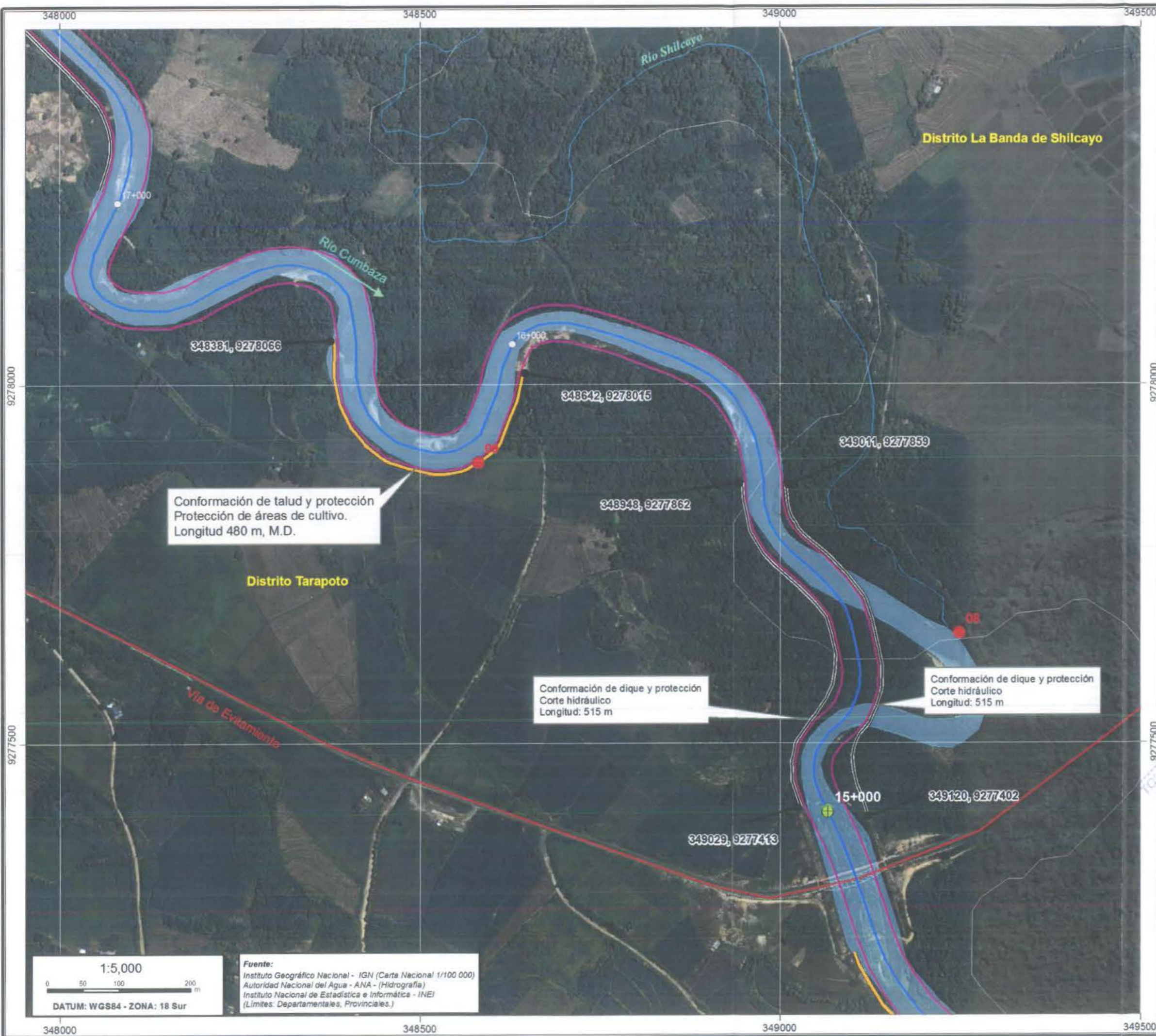
MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

- Leyenda**
- Capital distrital
 - ⊕ Progresiva
 - Punto crítico
 - Eje río Cumbaza
 - Quebradas
 - Ancho estable
 - Medidas estructurales**
 - Conformación de talud y protección
 - Espigón
 - Roca acomodada



Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
 Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
 (Límites Departamentales, Provinciales.)

		REPUBLICA DEL PERU MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES	
ESTUDIO DEL PROYECTO "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"			
Propuesta de medidas estructurales sector San Martín-Melchor			
Departamento	Provincia	Distrito	
SAN MARTÍN	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	VARIOS	
SIG Ing	Elaborado Ing	Revisado Ing	Aprobado Ing
S. Quiñones	S. Quiñones	T. Allaró A.	W. Echevarría S.
Escala 1:5,000			MAPA
Fecha Octubre 2013			12



MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

- Leyenda**
- Capital distrital
 - ⊕ Progresiva
 - Punto crítico
 - Eje río Cumbaza
 - Quebradas
 - Ancho estable
 - Medidas estructurales**
 - Conformación de dique y protección
 - Conformación de talud y protección
 - Espigón
 - Roca acomodada



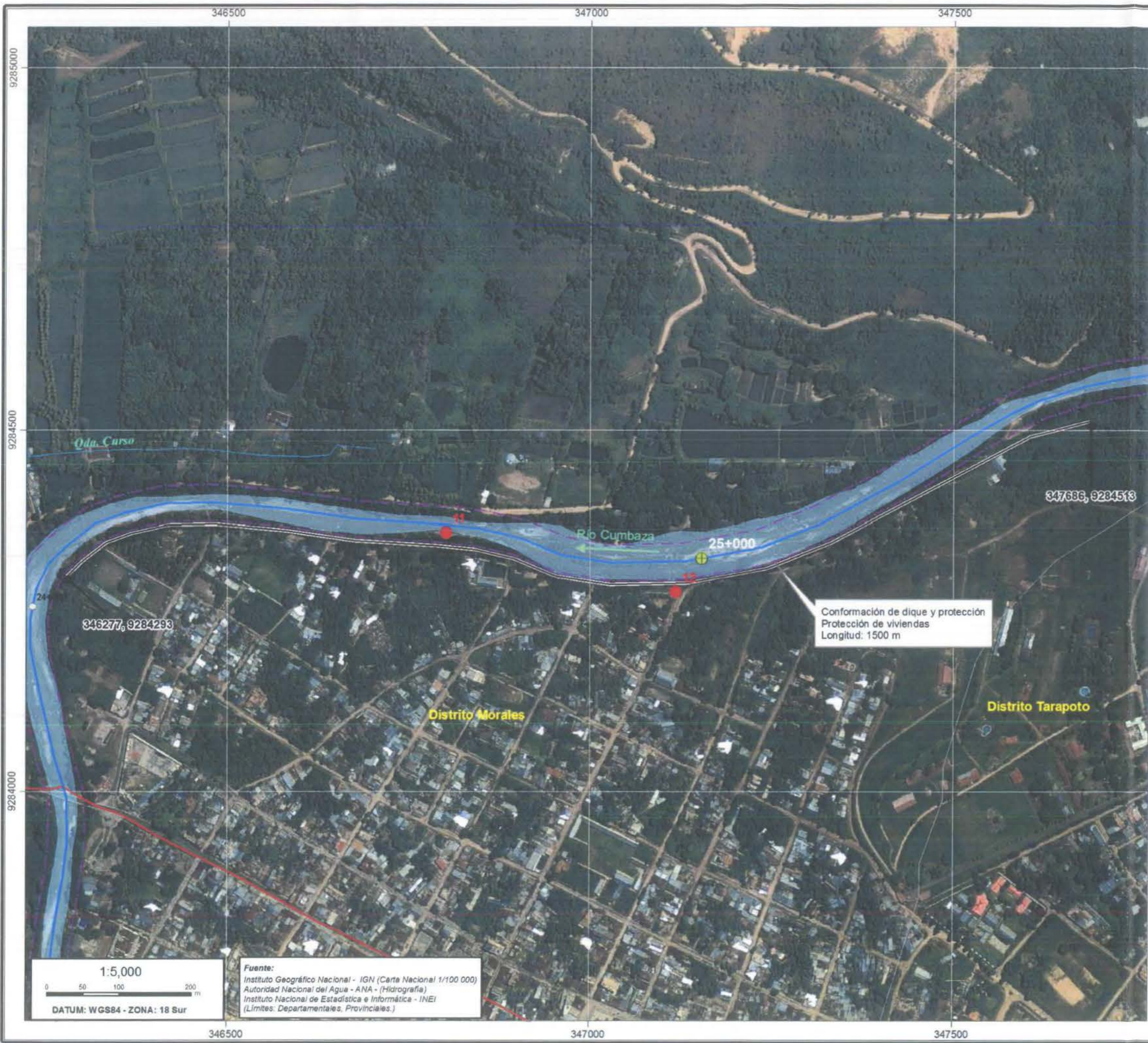
REPUBLICA DEL PERÚ
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
Propuesta de medidas estructurales sector Chontamuyo-SanJuan

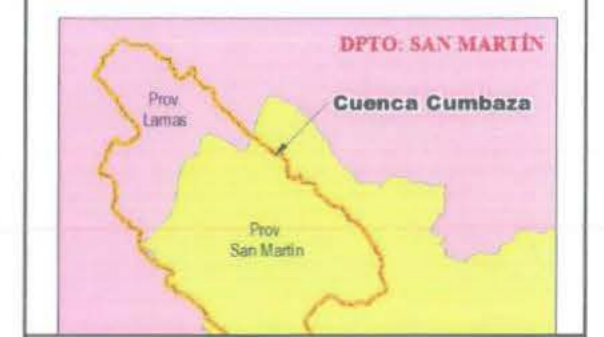
Departamento:	Provincia:	Distrito:
SAN MARTÍN	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	VARIOS
SIG: Ing.	Elaborado Ing.	Revisado Ing.
S. Quilones	S. Quilones	T. Alfaro A.
		W. Echevarría S.
Escala: 1:5,000		MAPA
Fecha: Octubre 2013		13



Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
 Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
 (Límites Departamentales, Provinciales.)



MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

Leyenda

- Capital distrital
- ⊕ Progresiva
- Punto crítico
- Eje río Cumbaza
- Quebradas
- Ancho estable
- Medidas estructurales**
- Conformación de dique y protección
- Conformación de talud y protección
- Espigón
- Roca acomodada



REPUBLICA DEL PERÚ
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

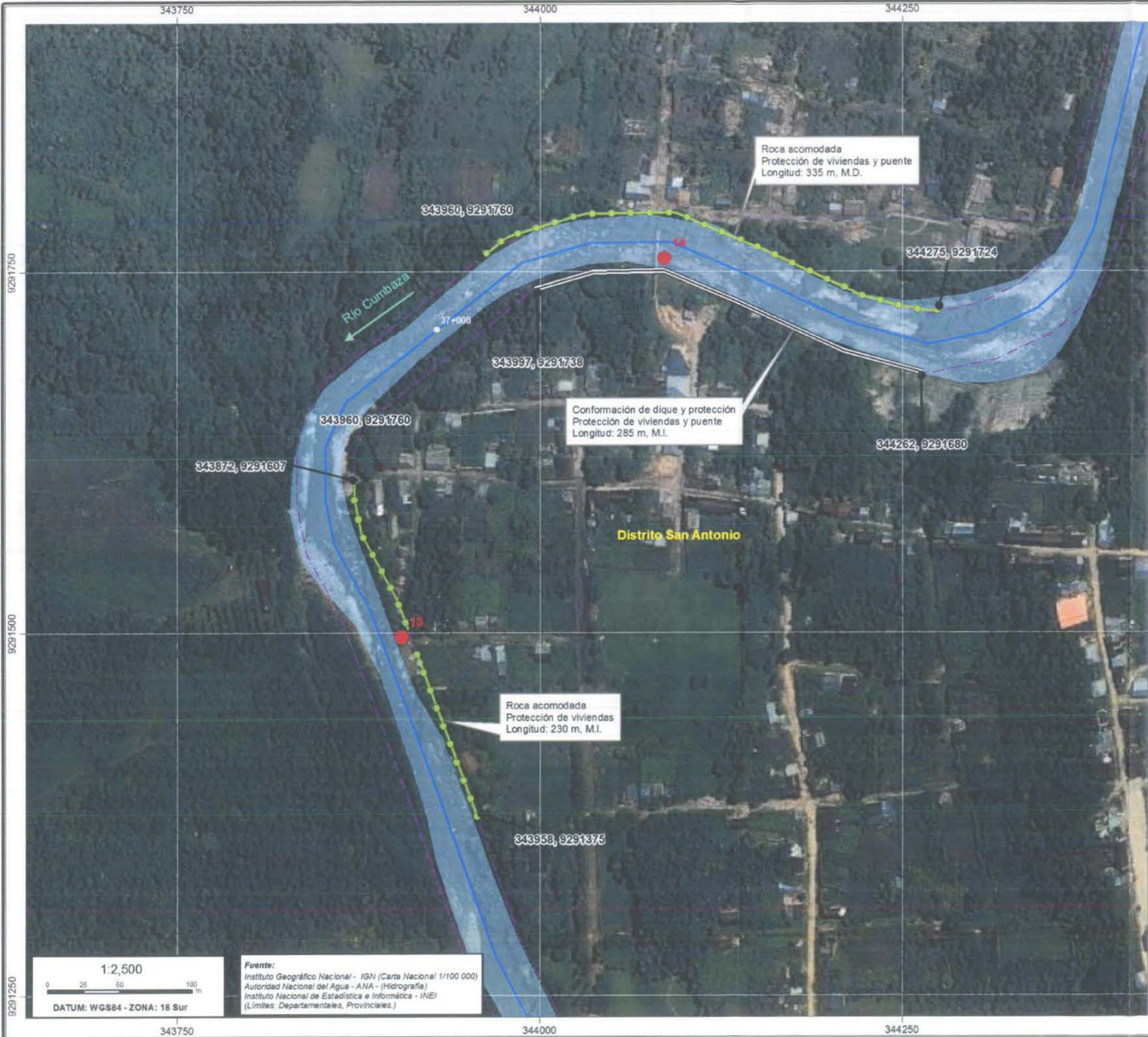
ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
Propuesta de medidas estructurales sector Metobado

Departamento:	SAN MARTÍN	Provincia:	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	Distrito:	VARIOS
SG Ing:	Elaborado Ing:	Revisado Ing:	Aprobado Ing:	Escala:	1:5,000
S. Quiñones	S. Quiñones	T. Alfaro A.	W. Echevarría S.	Fecha:	Octubre 2013
					MAPA 15

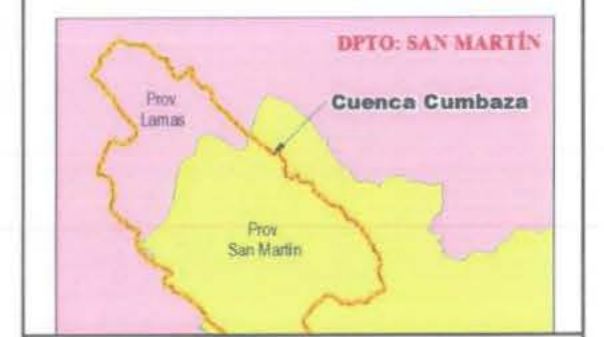
1:5,000

DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
 Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
 (Límites: Departamentales, Provinciales.)



MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

- Capital distrital
- ⊕ Progresiva
- Punto crítico
- Eje río Cumbaza
- Quebradas
- Ancho estable
- Medidas estructurales**
- ▬ Conformación de dique y protección
- ▬ Conformación de talud y protección
- ▬ Espigón
- Roca acomodada



Mirrado Jazzer Echevarría Suárez

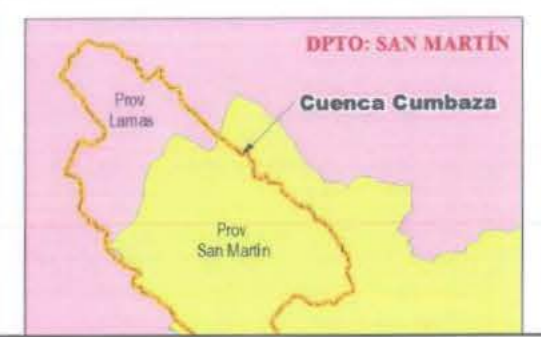
REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
Propuesta de medidas estructurales sector Barrio Bajada-La Banda

Departamento: SAN MARTÍN	Provincia: PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	Distrito: VARIOS
SIG: Ing	Elaborado: Ing	Revisado: Ing
S: Quiñones	S: Quiñones	T: Alfaro A.
W: Echevarría S.	Fecha: Octubre 2013	Escala: 1:2,500
		MAPA: 16



MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUZCO

- Leyenda**
- Capital distrital
 - Progresiva
 - Punto crítico
 - Eje río Cuzco
 - Quebradas
 - Medidas estructurales**
 - Conformación de dique y protección
 - Conformación de talud y protección
 - Dique con gaviones
 - Espigon
 - Roca acomodada

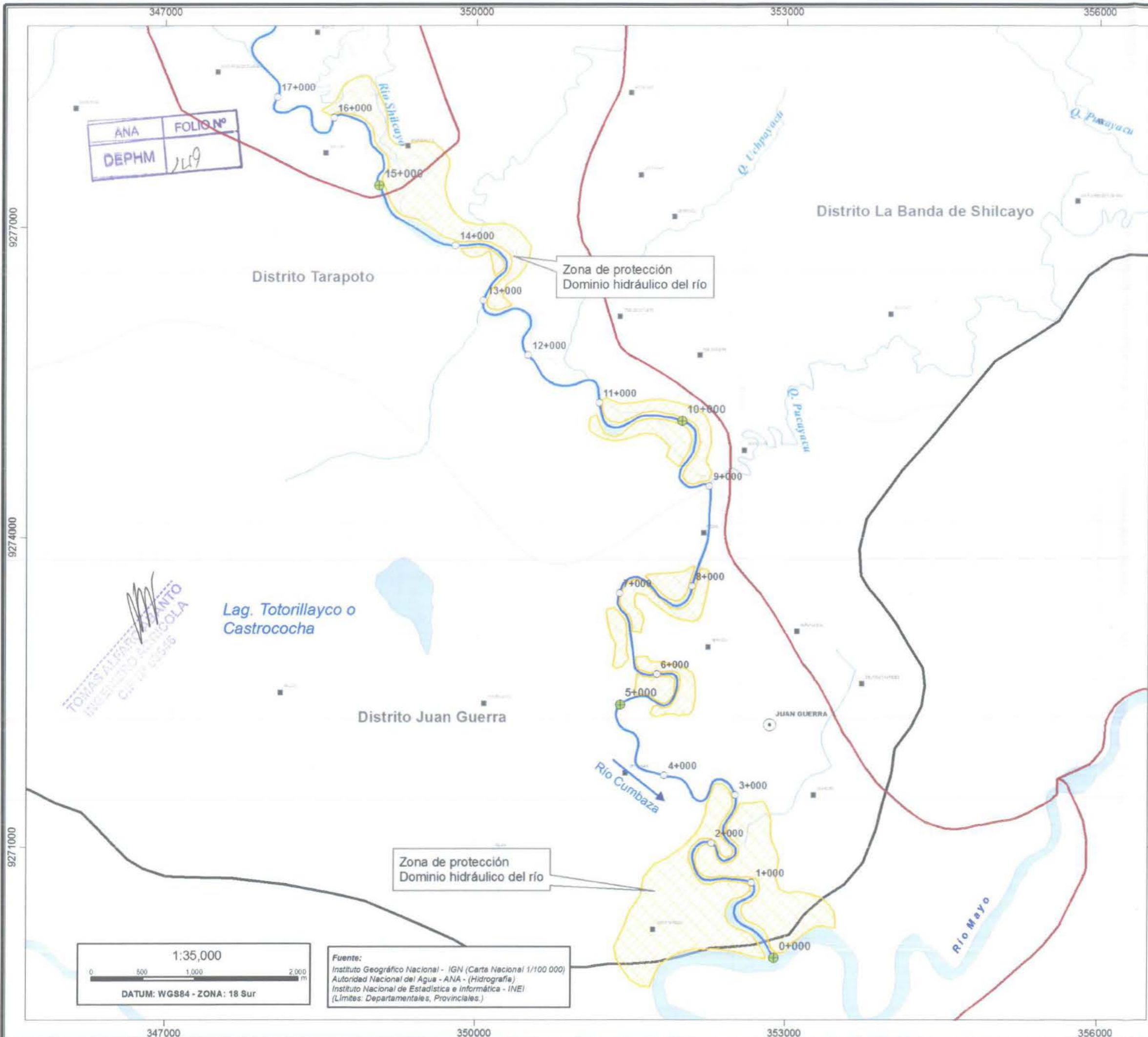
[Handwritten signature]



REPUBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUZCO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
Propuesta de medidas estructurales sector Las Palmas

Departamento:	SAN MARTÍN	Provincia:	PROVINCIA SAN MARTIN - LAMAS	Districto:	VARIOS
SIG:	Ing	Elaborado:	Ing	Revisado:	Ing
S: Quijones			T: Alfaro A.		W: Echevarría S.
Escala: 1:2,500				MAPA:	17
Fecha:				Octubre 2013	



MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

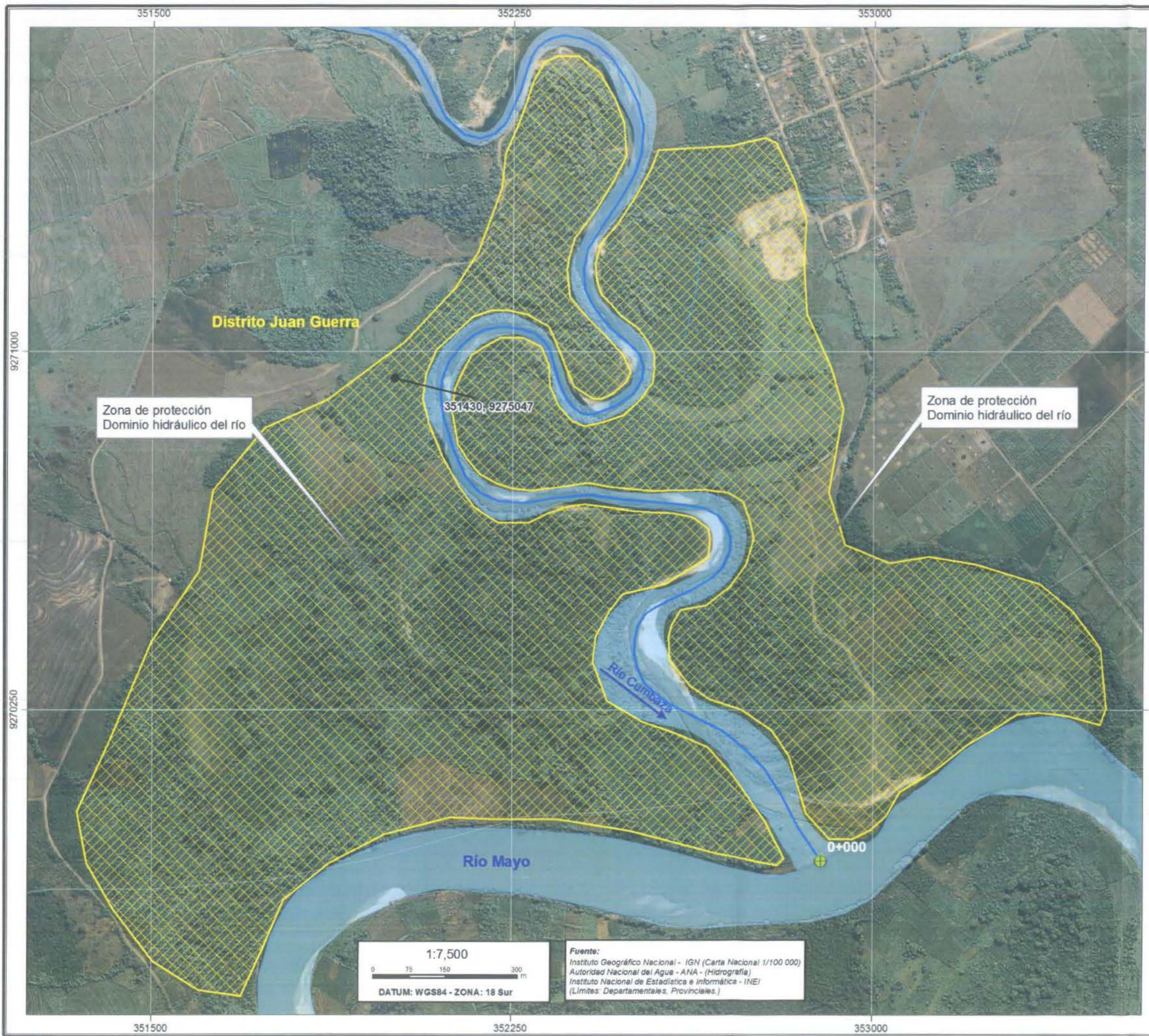
- Leyenda**
- Capital distrital
 - ⊕ Progresiva
 - progInter
 - Eje río Cumbaza
 - Vía asfaltada
 - Zona de protección
 - Quebradas

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 Ing. Wilfredo Jazay Echevarría Suárez
 Director(a)

REPUBLICA DEL PERÚ
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
 AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
Propuesta de medidas no estructurales zonas de protección

Departamento: SAN MARTÍN	Provincia: PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	Distrito: VARIOS
SG Ing.	Elaborado Ing.	Revisado Ing.
S. Quifones	S. Quifones	T. Alfaro A.
Escala: 1:35,000		Fecha: Octubre 2013
MAPA		18



MAPA PERÚ - DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL DE LA CUENCA CUMBAZA

- Leyenda**
- Capital distrital
 - ⊕ Progresiva
 - Punto crítico
 - Eje río Cumbaza
 - Quebradas
 - Zona de protección



FORNIA CONSULTING S.A.
Ingeniería y Arquitectura

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DE PROYECTO
**"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA
PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**
**Propuesta de medidas estructurales
sector Desembocadura**

Departamento: SAN MARTÍN	Provincia: PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	Diente: VARIOS
Elaborado Ing. S. Quiñones	Revisado Ing. T. Alfaro A.	Aprobado Ing. W. Echevarría S.
Escala: 1:7,500		Fecha: Octubre 2013

18-1

320000 340000 360000

ANA	FOLIO N°
DEPHM	151



CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

Área de Influencia Indirecta (AII)

Prov: LAMAS

Prov: SAN MARTÍN

Intercuenca Medio Bajo Huallaga

Cuenca Mayo

LEYENDA

- Capital Distrital
- Puntos Críticos
- Río Cumbaza
- Ríos y quebradas
- Río Chillón
- Límite Distrital
- Límite de Cuencas
- Cuenca Cumbaza
- ▨ Canteras
- Área de Influencia Directa (AID)
- Área de Influencia Indirecta (AII)

Área de Influencia Directa (AID)

TOMÁS ALBERTO SANTI
INGENIERO EN GEOMÁTICA
CIP 117448

JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
INGENIERA GEÓGRAFA
Red. CIP N° 10497



REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
**"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA
PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**

Mapa de Áreas de Influencia

Departamento:	Provincia:	Distrito:
SAN MARTÍN	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	VARIOS
SIG: Ing.	Elaborado: Ing.	Revisado: Ing.
S. Quiñones	S. Quiñones	T. Alfaro A.
Aprobado: Ing.	Fecha:	Escala:
W. Echevarría S.	Diciembre 2013	1/150.000

MAPA **19**

Escala: 1/ 150 000

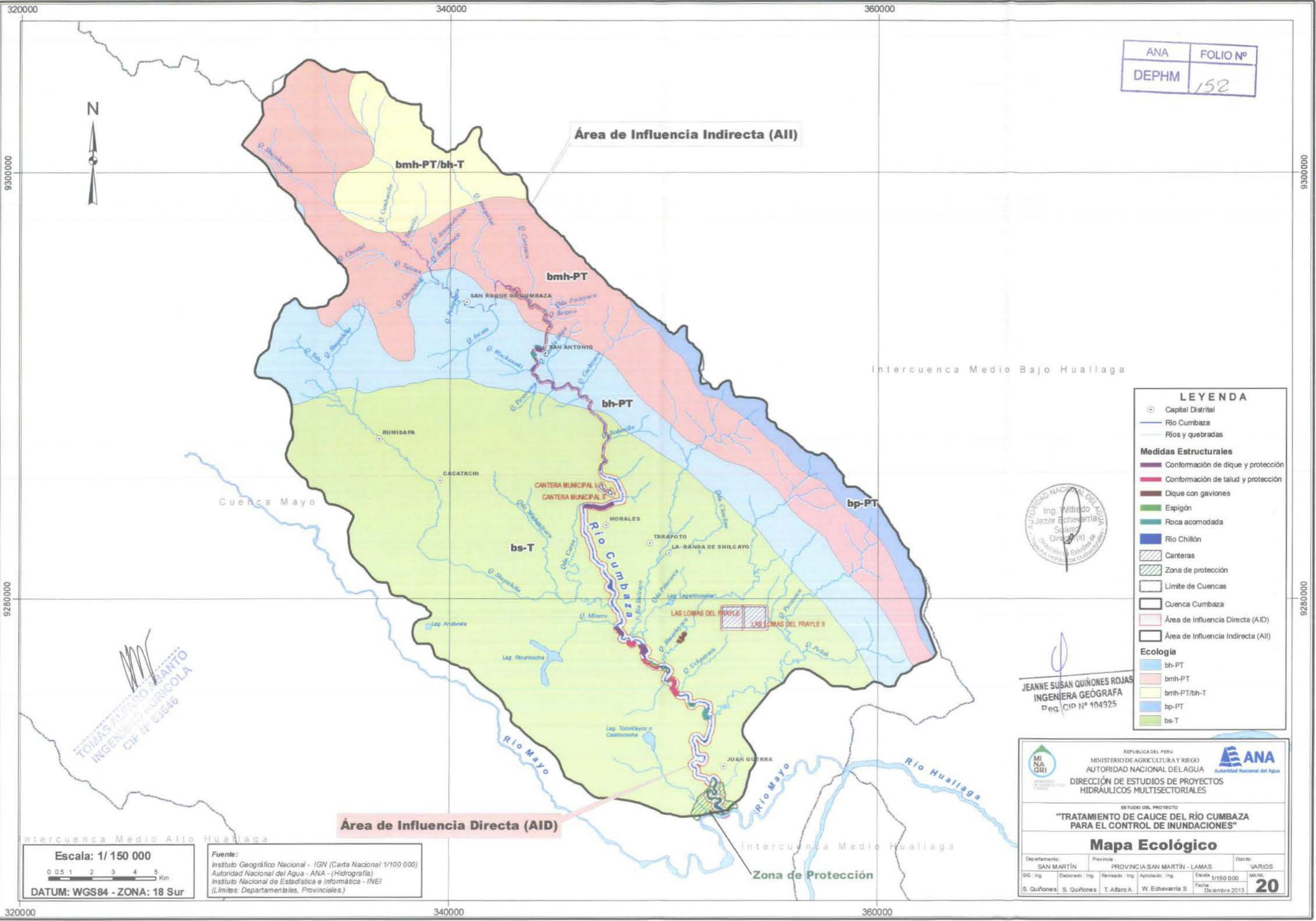
DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)

320000 340000 360000

9300000

9280000



ANA	FOLIO Nº
DEPHM	152



Área de Influencia Indirecta (AII)

Intercuenca Medio Bajo Huallaga

Cuenca Mayo

LEYENDA

- Capital Distrital
- Río Cuzabamba
- Ríos y quebradas

Medidas Estructurales

- Conformación de dique y protección
- Conformación de talud y protección
- Dique con gaviones
- Espigón
- Roca acomodada
- Río Chillón
- Canteras
- Zona de protección
- Límite de Cuenca
- Cuenca Cuzabamba
- Área de Influencia Directa (AID)
- Área de Influencia Indirecta (AII)

Ecología

- bh-PT
- bmh-PT
- bmh-PT/bh-T
- bp-PT
- bs-T



JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
INGENIERA GEÓGRAFA
Peg. CIP Nº 104925

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y REGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"

Mapa Ecológico

Departamento:	Provincia:	Distrito:
SAN MARTÍN	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	VARIOS
Elaborado: Ing.	Revisado: Ing.	Aprobado: Ing.
S. Quiñones	S. Quiñones	T. Alfaro A. W. Echevarría S.
Escala: 1/150 000		MAPA: 20
Fecha: Diciembre 2013		

Área de Influencia Directa (AID)

Zona de Protección

Intercuenca Medio Huallaga

Escala: 1/ 150 000

DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)

TOIMAS ALFARO ALVAREZ
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP Nº 63646



Área de Influencia Indirecta (AII)

CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

Área de Conservación Regional:
Cordillera Escalera

Intercuenca Medio Bajo Huallaga

LEYENDA

- Capital Distrital
- Río Cumbaza
- Ríos y quebradas

Medidas Estructurales

- Conformación de dique y protección
- Conformación de talud y protección
- Dique con gaviones
- Espigón
- Roca acomodada
- Río Chillón
- Canteras
- Zona de protección
- Límite de Cuencas
- Cuenca Cumbaza
- Área de Influencia Directa (AID)
- Área de Influencia Indirecta (AII)
- Área de Conservación Regional Cordillera Escalera
- Área de Conservación Privada Tambo Ilusión

TOMAS ALFARO ALBANO
INGENIERO GEÓGRAFO
CIP Nº 101077

Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
Director (e)
Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

Área de Conservación Privada:
Tambo Ilusión

JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
INGENIERA GEÓGRAFA
Perú CIP Nº 101077

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"

Mapa de Áreas Naturales Protegidas

Departamento:	Provincia:	Distrib:
SAN MARTÍN	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	VARIOS
Elaborado Ing. S. Quiñones	Revisado Ing. T. Alfaro A.	Aprobado Ing. W. Echevarría S.
Fecha:	Escala:	MAPA:
Diciembre 2013	1/150 000	21

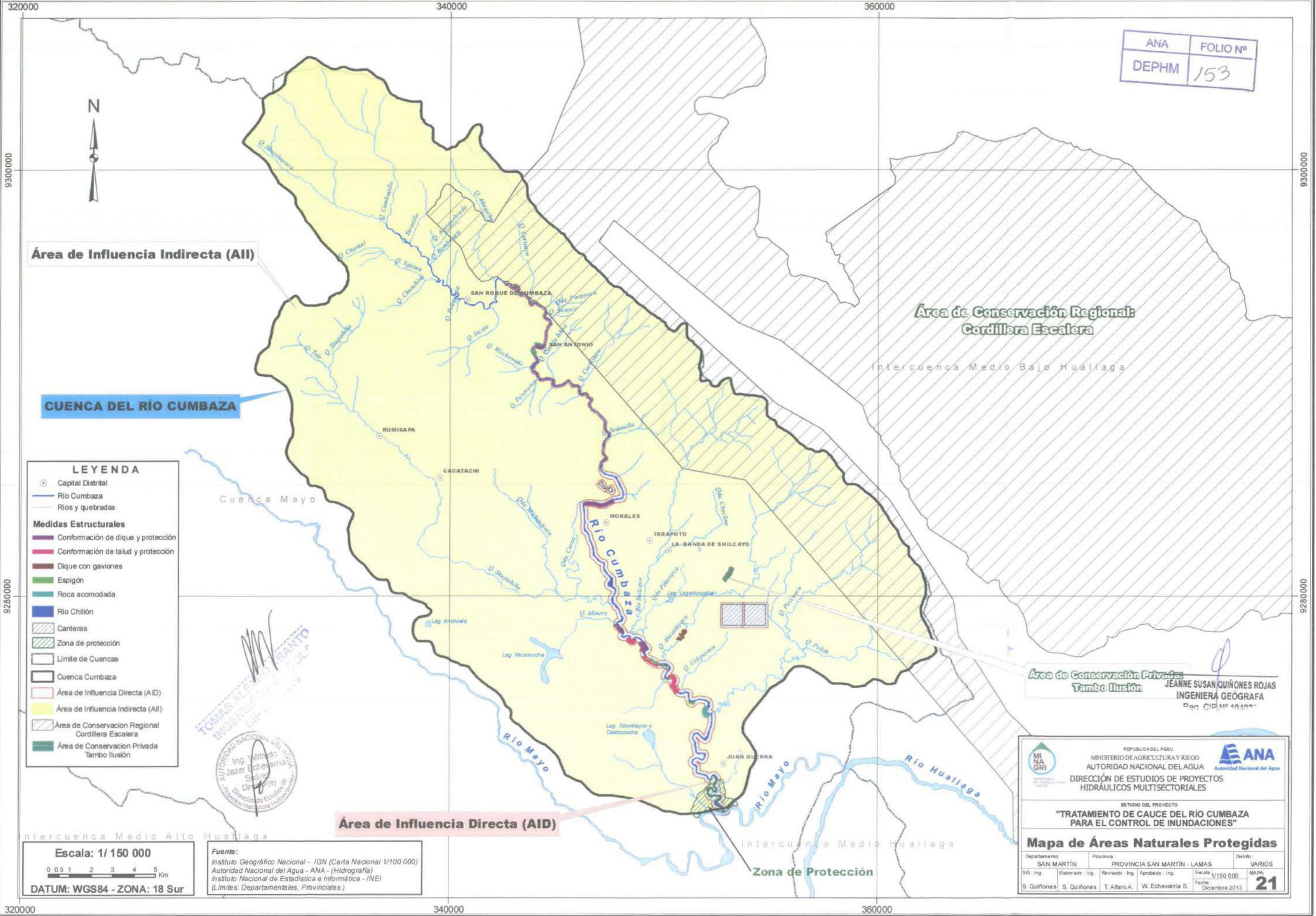
Escala: 1/ 150 000

DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)

Área de Influencia Directa (AID)

Zona de Protección



320000

340000

360000

ANA	FOLIO Nº
DEPHM	154



Área de Influencia Indirecta (AII)

CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

LEYENDA

- Capital Distrital
- Río Cumbaza
- Ríos y quebradas
- Medidas Estructurales**
- Conformación de dique y protección
- Conformación de talud y protección
- Dique con gaviones
- Espigón
- Roca acomodada
- Río Chillón
- ▨ Canteras
- ▨ Zona de protección
- Límite de Cuencas
- Cuenca Cumbaza
- ▨ Área de influencia Directa (AID)
- ▨ Área de influencia Indirecta (AII)
- ▨ Comunidades Nativas

Intercuenca Medio Bajo Huallaga

Cuenca Mayo

Área de Influencia Directa (AID)

Intercuenca Medio Huallaga

TOMAS/TEFI
LIBERTAD Y JUSTICIA
CIP 111111111



JEANNE SUSAN QUIÑONES ROJAS
INGENIERA GEÓGRAFA
Reg. CIP Nº 104095

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
**"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA
PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**

Mapa de Comunidades Nativas

Departamento:	Provincia:	Distrito:
SAN MARTÍN	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	VARIOS
Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
S. Quiñones	T. Alfaro A.	W. Echevarría S.
Fecha:	Escala:	MAPA:
Diciembre 2013	1/150 000	22

Escala: 1/ 150 000
0 0.5 1 2 3 4 5 Km
DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)

320000

340000

360000

9300000

9300000

9280000

9280000



CUENCA DEL RÍO CUMBAZA

Área de Influencia Indirecta (AII)

Intercuenca Medio Bajo Huallaga



Petroglifos de Polish

LEYENDA

- Capital Distrital
- Sitio Arqueológico
- Río Cumbaza
- Ríos y quebradas

Medidas Estructurales

- Conformación de dique y protección
- Conformación de talud y protección
- Dique con gaviones
- Espigón
- Roca acomodada
- Río Chillón
- Canteras
- Zona de protección
- Limite de Cuencas
- Cuenca Cumbaza
- Área de Influencia Directa (AID)
- Área de Influencia Indirecta (AII)



JE SUSAN QUINONES ROJAS
INGENIERA GEÓGRAFA
Reg. CIP N° 104075

JEAN
TOMÁS ALBERTO
INGENIERO EN AGRICULTURA
CIP N° 103310

Área de Influencia Directa (AID)

Intercuenca Medio Huallaga

Escala: 1/ 150 000

DATUM: WGS84 - ZONA: 18 Sur

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)

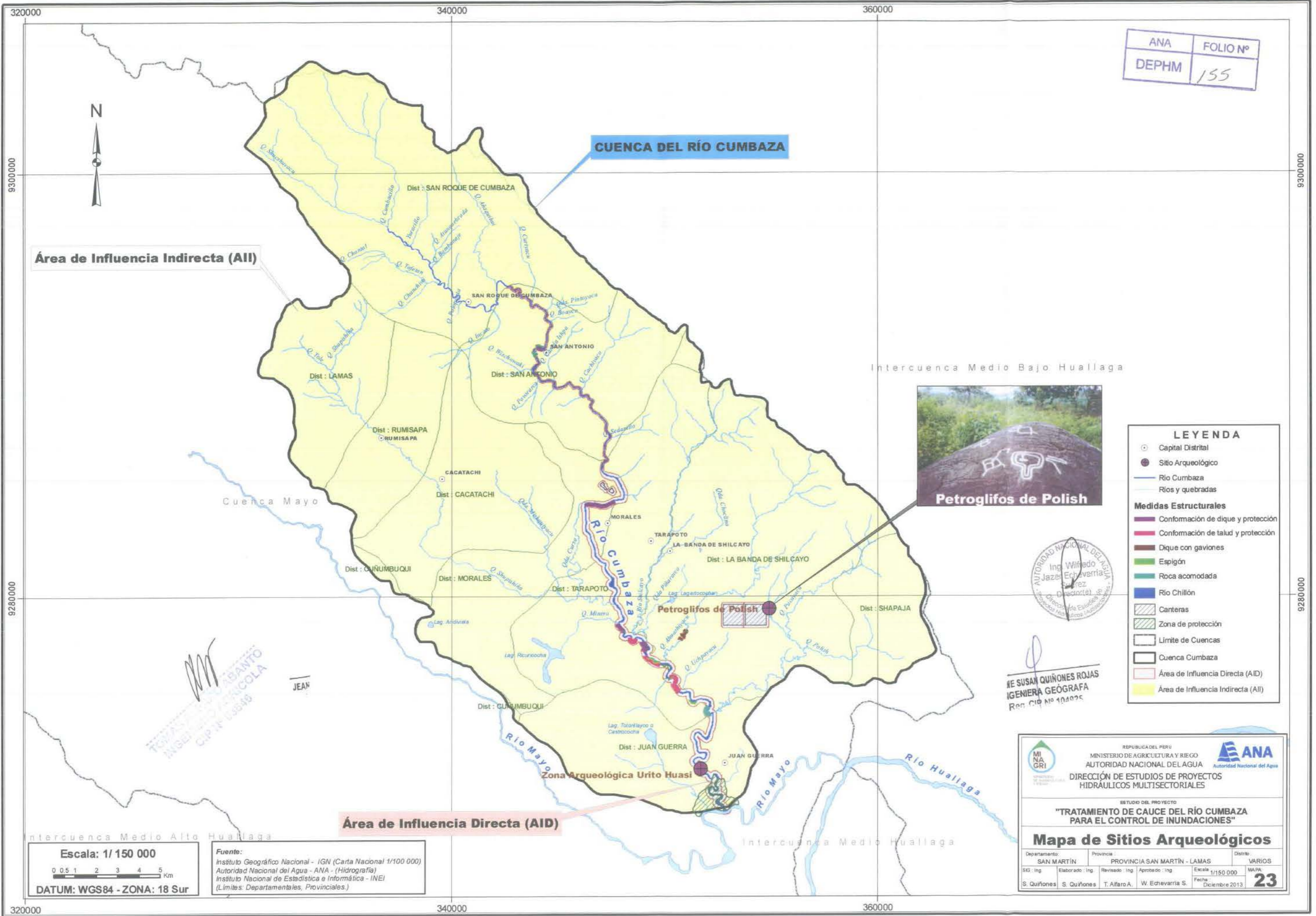
REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

ESTUDIO DEL PROYECTO
**"TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA
PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"**

Mapa de Sitios Arqueológicos

Departamento:	SAN MARTÍN	Provincia:	PROVINCIA SAN MARTÍN - LAMAS	Distrito:	VARIOS
SIS: Ing.	Elaborado: Ing.	Revisado: Ing.	Aprobado: Ing.	Escala:	1/150 000
S. Quinones	S. Quinones	T. Alfaro A.	W. Echevarría S.	Fecha:	Diciembre 2013

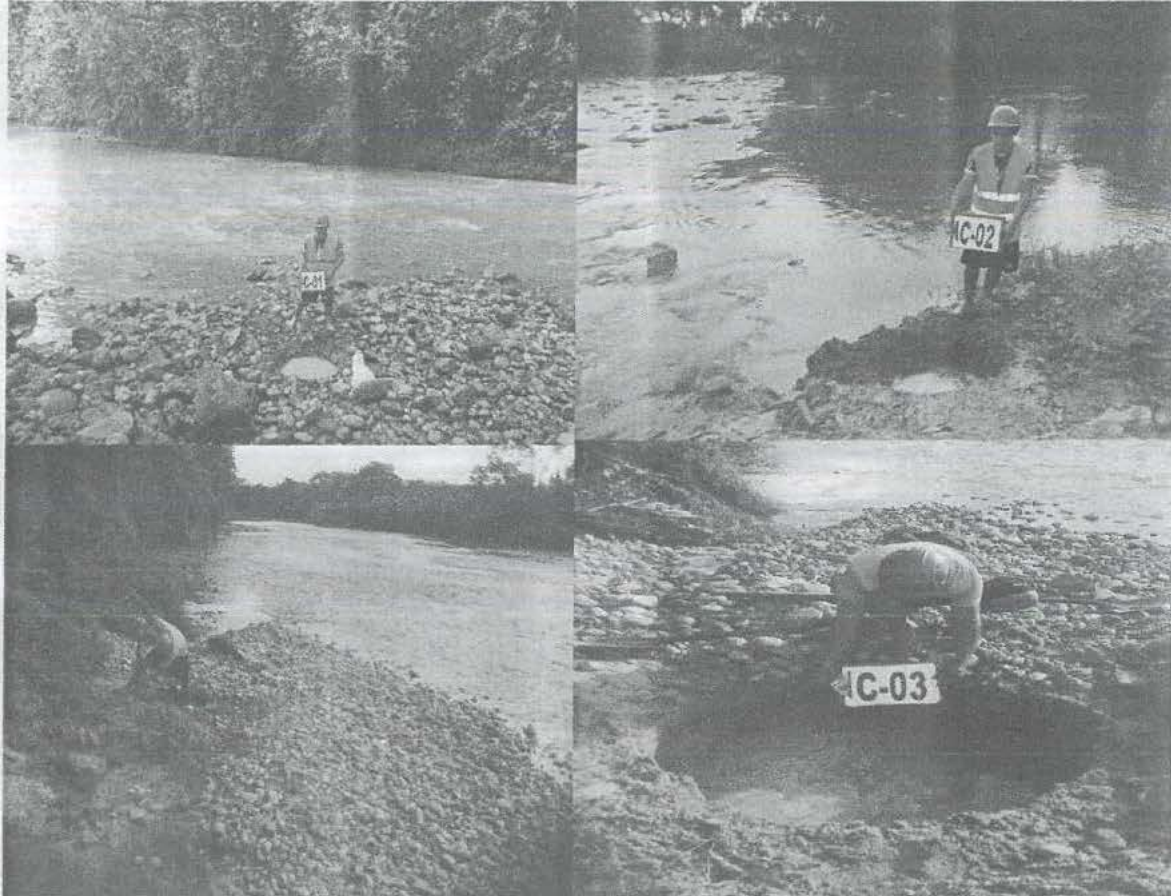
23



ANA	FOLIO N°
DEPHM	156

Cálculos de Socavación

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
PROYECTO:



**“TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO
CUMBAZA PARA EL CONTROL DE
INUNDACIONES”**

DISTRITO COMPRENDIDOS

SAN ROQUE DE CUMBAZA, MORALES Y JUAN GUERRA

TARAPOTO, 01 DE OCTUBRE DEL 2013





CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

ANA	FOLIO N°
DEPHM	158

"AÑO DE LA INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA"

Tarapoto, 01 de Octubre del 2,013

CARTA N° 744-13/C.S.M.E.I.R.LTDA.

SEÑORES:

JUNTA DE USUARIOS TARAPOTO

ATT. ING° LUIS ALBERTO LIMO SECLÉN

PRESENTE.-

ASUNTO: ENTREGA DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION.

Tengo el agrado de dirigirme a su despacho con la finalidad de hacerle llegar el Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación **Proyecto: "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"**

Le informo que los Estudios se efectuaron con perforaciones tipo calicata, la toma de muestras y ensayos de campo, los análisis y pruebas de los materiales en el Laboratorio; fueron ejecutados en coordinación con su Despacho.

Sin otro particular me suscribo de Usted.

Atentamente.

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L


JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

C.c.:
 Archivo,
JAR/cgp.


MUNICIPALIDAD DE TARAPOTO
INGENIERIA CIVIL
C.I. 03645





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

ANA	FOLIO N°
DEPHM	159

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

PROYECTO: "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"

1.0.- CONSIDERACIONES GENERALES

- 1.1 ANTECEDENTES
- 1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO
- 1.3.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO
- 1.4.- CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA
- 1.5.- NORMATIVIDAD E-050 - SUELOS Y CIMENTACIONES

2.0.- INVESTIGACION DE CAMPO

- 2.1.- TRABAJOS DE CAMPO
- 2.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO
- 2.3.- LABORES DE GABINETE

3.0.- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICAS

- 3.1.- DESCRIPCION DE LOS SUELOS

4.0.- SISMICIDAD

5.0.- ANALISIS DE CIMENTACIÓN

- 5.1.- Memoria de Cálculo
- 5.2.- Profundidad de Cimentación (Df)
- 5.3.- Determinación de la carga al Corte y Factor de Seguridad (FS = 3)
- 5.4.- Calculo de Asentamientos
- 5.5.- Presión Admisible del Terreno

6.0.- CONCLUSIONES

7.0.- RECOMENDACIONES

ANEXOS

FECHA: 01 DE OCTUBRE DEL 2,013

RESPONSABLES DEL PROYECTO

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JAR
JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

JFR
Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° Reg. CIP. 74872





ANA	FOLIO Nº
DEPHM	160

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

PROYECTO: "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"

1.0.- CONSIDERACIONES GENERALES

Los estudios efectuados para el presente Proyecto, tiene como finalidad obtener la información necesaria de los suelos subyacentes en sus condiciones naturales, para lo cual es necesario su evaluación IN SITU mediante ensayos apropiados.

Conociéndose además que esta etapa es una transición o conexión estructural cuyo proyecto depende de las características de ambos; la estructura y el suelo.

1.1 ANTECEDENTES

El Proyecto en mención se orienta a solucionar la problemática identificada en el río Cumbaza en las márgenes de la faja marginal donde se sitúan, donde existen **zonas vulnerables sin protección de defensa ribereña que pueden ser afectados por las aguas pluviales** ante el riesgo del incremento del volumen de las aguas del río por la temporada de lluvias intensas, que afectarían a las viviendas, infraestructura vial, puente, deslizamiento de suelos etc., Por lo que se requieren atención inmediata ante la temporada de lluvias para realizar la defensa ribereña como previsión y mitigar los desastres naturales.


1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Minimizar el riesgo de originarse un desastre por desborde del río Cumbaza en la parte alta, parte media y parte baja, del trayecto del río en la Provincia de San Martín – Región San Martín

El objetivo es investigar los suelos donde se pretende cimentar la obra, para lo cual se realizan trabajos de exploración IN SITU, analizando las muestras de suelo, obteniendo resultados y conclusiones de los ensayos de campo y laboratorio con el fin de establecer con mejor criterio el comportamiento mecánico del suelo de fundación.

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L


JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL


Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° ReG. CIP. 74872





CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

Por otro lado después de realizar las evaluaciones en campo y obtener los resultados de laboratorio, así como la aplicación de teorías y experiencias de la mecánica de suelo que se ha desarrollado con la finalidad de establecer las condiciones actuales de estratigrafía del suelo y adecuados criterios de diseño para la cimentación de la obra proyectada, aunado al conocimiento de la zona de selva, nos permitirá determinar la capacidad portante admisible del suelo.

1.3.- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El área correspondiente al presente estudio está ubicado en tres sectores, parte alta (San Roque de Cumbaza), Parte media (El Vado Morales) y parte baja (Juan Guerra), Provincia de San Martin y Región San Martin.

1.4.- CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA

La ciudad de Tarapoto, tiene un clima semi seco cálido, con una temperatura promedio anual de 26° C, siendo la temperatura máxima 38.6° C y la mínima 13.5° C; tiene una humedad relativa de 78.5%, siendo la máxima 80% y la mínima 77%.

La precipitación promedio anual es de 1157 mm, siendo los meses de mayores lluvias en febrero, marzo y abril. La dirección predominante de los vientos es norte, con una velocidad promedio anual de 4.9 Km/h.

1.5.- NORMATIVIDAD

Para la evaluación del suelo se tuvieron en cuenta el perfil del cauce del río, según el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA TECNICA E. 050 - SUELOS Y CIMENTACIONES.

- Según NTP 339.162 (ASTM D 420)
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA TECNICA E. 050 - SUELOS Y CIMENTACIONES.

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° ReG. CIP. 74872

AM
 TALLERES Y SERVICIOS DE INGENIERIA CIVIL
 Ing. Wilfredo Jazer Echevarría Suárez
 Director de Estudios de Ingeniería Civil



Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

2.0.- INVESTIGACION DE CAMPO

2.1.- TRABAJOS DE CAMPO

Se Hizó según la Norma Técnica ASTM D 420

→ Pozo o Calicata

Las Calicatas realizadas según Norma Técnica ASTM D 420 son Aplicables a Todas los EMS en los cuales sea Posible su Ejecución.

El objeto que conlleva a la realización de éste trabajo es la determinación de las características geotécnicas (físico – mecánicas) de los materiales del suelo de fundación, por lo que para ello se llevó a cabo Tres (03), pozo exploratorio ó calicata en la parte alta, parte media y parte alta del cauce del río cumbaza, que alcanzó una profundidad no menor de 1.00 m.

Del los pozos explorados se determinaron en forma visual los diferentes materiales que conforma su horizonte obteniéndose muestras selectivas de cada horizonte las que son descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación, número de muestra y profundidad para luego ser colocadas en una bolsa de polipropileno para su traslado al laboratorio.

2.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras de suelos del proyecto fueron clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento del A.S.T.M. D-2448 "Práctica Recomendada para la Descripción de Suelos".

Los certificados del análisis de los suelos son adjuntados al presente en el ítem correspondiente; y son los siguientes:

ENSAYOS STANDARD

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422)
- Constantes Físicas
Límite Líquido (ASTM D - 4318)
Límite Plástico (ASTM D - 4318)
- Humedad Natural (ASTM D-2216)

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L


JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL


Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° ReG. CIP. 74672





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

ENSAYOS ESPECIALES

- Corte Directo (ASTM D-3080)
- Analisis Quimicos del Suelo
- Peso Especifico (ASTM D-854)

2.3 LABORES DE GABINETE

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de suelos de acuerdo a los sistemas de SUCS y AASHTO para luego correlacionarlos de acuerdo a las características litológicas similares y consignarlos en el perfil estratigráfico que se adjunta.

3.0.- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICAS

MUESTRA PARTE ALTA - SAN ROQUE DE CUMBAZA	
CARACTERISTICAS	CALICATA N° 01
FÍSICO - MECÁNICAS	M - 1
Limite Líquido (%) ASTM - D - 4318	14.2
Limite Plástico (%) ASTM - D - 4318	N.T
Indice Plástico	N.P
% Pasa Tamiz N° 4	45.0
% Pasa Tamiz N° 200 ASTM - D - 422	3.8
Clasificación SUCS ASTM - D - 2487	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(0)
Humedad Natural (%) ASTM - D-2216	7.2
Capacidad Portante (Kg/cm ²)	0.98
Angulo de Fricción	30°
Peso Especifico del Gueso (Gr/cc.)	2.58
Profundidad de Perforación (m.)	0.00 - 1.00

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L


JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INVESTIGACIÓN EN SUELOS
C.I. 130016




Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° ReG. CIP. 74972



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

MUESTRA PARTE MEDIA - EL VADO MORALES	
CARACTERISTICAS	CALICATA N° 02
FÍSICO - MECÁNICAS	M - 1
Limite Líquido (%) ASTM - D - 4318	14.0
Limite Plástico (%) ASTM - D - 4318	N.T
Indice Plástico	N.P
% Pasa Tamiz N° 4	37.7
% Pasa Tamiz N° 200 ASTM - D - 422	2.1
Clasificación SUCS ASTM - D - 2487	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(0)
Humedad Natural (%) ASTM - D-2216	7.0
Capacidad Portante (Kg/cm2)	0.96
Angulo de Fricción	29.5°
Peso Específico del Gueso (Gr/cc.)	2.56
Profundidad de Perforación (m.)	0.00 - 1.00

MUESTRA PARTE BAJA - JUAN GUERRA	
CARACTERISTICAS	CALICATA N° 03
FÍSICO - MECÁNICAS	M - 1
Limite Líquido (%) ASTM - D - 4318	13.8
Limite Plástico (%) ASTM - D - 4318	N.T
Indice Plástico	N.P
% Pasa Tamiz N° 4	44.9
% Pasa Tamiz N° 200 ASTM - D - 422	3.4
Clasificación SUCS ASTM - D - 2487	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(0)
Humedad Natural (%) ASTM - D-2216	7.5
Capacidad Portante (Kg/cm2)	0.95
Angulo de Fricción	29°
Peso Específico del Gueso (Gr/cc.)	2.55
Profundidad de Perforación (m.)	0.00 - 1.00

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.Ltda.

J.R.R.
JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

J.F.R.
Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° Reg. CIP. 74872





CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

3.1.- DESCRIPCION DE LOS SUELOS

CALICATA N° 01 - MUESTRA PARTE ALTA - SAN ROQUE DE CUMBAZA

El Estrato Superior é Inferior.- Está conformado por Suelo Tipo (GP) ó Grava mal graduada no plástico, según la Clasificación SUCS, y según la Clasificación AASHTO corresponde a los grupos y sub - grupos A-1-a(0) a una profundidad de 0.00 - 1.00 m.

CALICATA N° 02 - MUESTRA PARTE MEDIA - EL VADO MORALES

El Estrato Superior é Inferior.- Está conformado también por Suelo Tipo (GP) ó Grava mal graduada no plástico, según la Clasificación SUCS, y según la Clasificación AASHTO corresponde a los grupos y sub - grupos A-1-a(0) a una profundidad de 0.00 - 1.00 m.

CALICATA N° 03 - MUESTRA PARTE BAJA - JUAN GUERRA

El Estrato Superior é Inferior.- Está conformado también por Suelo Tipo (GP) ó Grava mal graduada no plástico, según la Clasificación SUCS, y según la Clasificación AASHTO corresponde a los grupos y sub - grupos A-1-a(0) a una profundidad de 0.20 - 1.00 m.

4.0.- SISMICIDAD

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos. Según el mapa de zonificación sísmica, y de acuerdo a las Normas Sismo - Resistente E-030-97 del Reglamento Nacional de Construcciones. La Provincia de San Martín, Región San Martín, se encuentra en la zona II, correspondiéndole una sismicidad alta de intensidad media mayor de VI en la Escala de Mercalli Modificado.

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

J.P.P.
JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

M.A.
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
INGENIERO EN GEOTECNIA
C.I.P. 145386



J.F.D.R.
Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° REG. CIP. 74872



Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

5.0.- ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Profundidad de cimentación

Según la Norma E.50 suelos y Cimentación – Cap. IV Cimentaciones Superficiales, la profundidad de cimentación mínima para el caso de construcción, será de 1.00 m. de profundidad.

Asimismo, la presión admisible del terreno aumentar a mayor profundidad de desplante, también, costos de construcción, por lo tanto es necesario adoptar una profundidad de desplante que satisfaga los requerimientos de economía y resistencia aceptables. En este caso además del factor resistencia se requiere una profundidad de desplante que garantice seguridad contra los cambios de humedad del terreno.

5.1.- Memoria de Cálculo

Verificado y realizada la exploración y la consistencia del suelo de compresibilidad media, se adopto calcular la capacidad admisible por corte local aplicando la teoría KARL TERZAGHI, fórmula modificada desde el punto de vista de la exploración superficial.

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR FALLA DE CORTE.-

La capacidad última y capacidad admisible de carga serán determinadas aplicando la teoría de Karl Terzaghi, utilizando las siguientes expresiones:

$$q_u = 2/3 C N_c + \rightarrow D_r N_q + 1/2 \rightarrow B N_{\rightarrow}$$

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

DONDE:

- q_u : Capacidad Ultima de Carga
- q_{adm} : Capacidad Admisible de Carga
- F_s : Factor de Seguridad
- \rightarrow : Densidad Natural
- B : Ancho de la Zapata
- D_r : Profundidad de la Cimentación de Zapatas
- C : Cohesión
- $N_c, N_q, N_{\rightarrow}$: Factores de Carga en Función del Angulo de Fricción " \rightarrow "

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° Reg. CIP. 74872





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

CALICATA N° 01 - MUESTRA PARTE ALTA - SAN ROQUE DE CUMBAZA

➤ Angulo de fricción interna	:	→	= 30°
➤ Cohesión	:	C	= 0.045 kg/cm ²
➤ Densidad Natural	:	→n	= 2.00x10 ⁻³ kg/cm ³
➤ Nivel Freático	:	Dw	= 0.10 m.
➤ Profund. Cimentación Zapatas	:	Df	= 1.00 m.
➤ Factor de Carga	:	N'c	= 19.00
		N'q	= 8.80
		N→	= 6.00
➤ Ancho de la cimentación de Zapatas	:	B	= 1.00 m.
➤ Factor de seguridad	:	Fs	= 3.00

CALICATA N° 02 - MUESTRA PARTE MEDIA - EL VADO MORALES

➤ Angulo de fricción interna	:	→	= 29.5°
➤ Cohesión	:	C	= 0.042 kg/cm ²
➤ Densidad Natural	:	→n	= 2.00x10 ⁻³ kg/cm ³
➤ Nivel Freático	:	Dw	= 0.12 m.
➤ Profund. Cimentación Zapatas	:	Df	= 1.00 m.
➤ Factor de Carga	:	N'c	= 19.00
		N'q	= 8.80
		N→	= 6.00
➤ Ancho de la cimentación de Zapatas	:	B	= 1.00 m.
➤ Factor de seguridad	:	Fs	= 3.00

CALICATA N° 03 - MUESTRA PARTE BAJA - JUAN GUERRA

➤ Angulo de fricción interna	:	→	= 29°
➤ Cohesión	:	C	= 0.057 kg/cm ²
➤ Densidad Natural	:	→n	= 2.01x10 ⁻³ kg/cm ³
➤ Nivel Freático	:	Dw	= 0.10 m.
➤ Profund. Cimentación Zapatas	:	Df	= 1.00 m.
➤ Factor de Carga	:	N'c	= 18.00
		N'q	= 8.00
		N→	= 5.50
➤ Ancho de la cimentación de Zapatas	:	B	= 1.00 m.
➤ Factor de seguridad	:	Fs	= 3.00

TOMADO ALTERNATIVO
INGENIERO CIVIL
CIP 14 03566



Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° ReG. CIP. 74872



Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

5.2.- Profundidad de Cimentación (Df)

Para los cálculos se está considerando una profundidad de cimentación de 1.00 m. contados a partir del nivel del terreno natural.

5.3.- Determinación de la carga al Corte y Factor de Seguridad (FS = 3)

Reemplazando valores se obtiene:

Calicata 01:

Qad = 0.98 Kg/cm²

Calicata 02:

Qad = 0.96 Kg/cm²

Calicata 03:

Qad = 0.95 Kg/cm²

5.4.- Calculo de Asentamientos

Aplicando el método elástico:

Se calculará en Base a la teoría de la elasticidad conociendo el tipo de cimentación superficial recomendado, el asentamiento inicial elástico para:

$$s = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} \times I \rightarrow$$

- s = Asentamiento probable en (cm)
- q = Esfuerzo neto transmitido (Tn / m²)
- B = Ancho de la cimentación zapata (m)
- E_s = Modulo de elasticidad (Tn / m²)
- μ = Relación de Poisson
- $I \rightarrow$ = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación (cm/m).

M



J. P.
Ing. JOSE FERNANDO BELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° REG. CIP. 74872

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

J. P.
JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL



Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

• **Existe Napa Freática en las siguientes calicatas:**

→ Calicata N° 01	0.10 m.
→ Calicata N° 02	0.12 m.
→ Calicata N° 03	0.10 m.

7.0.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda construir defensas de carácter rígido que requiere cimentación.
- Colocar Gabiones en mallados sobre la ribera afectado y calificado como zonas críticas.
- Según el Perfil Estratigráfico, ensayos Físico – Mecánicos de Laboratorio el área perimétrica para la construcción **Calicata N° 01 - MUESTRA PARTE ALTA – SAN ROQUE DE CUMBAZA**, corresponde al Suelo Tipo (GP) ó Grava mal graduada no plástico, cuya Capacidad Portante es de 0.98 Kg/cm² y su Angulo de Fricción de 30°, la Cohesión igual a 0.045 y la Humedad Natural es de 7.2 %. y a las características del proyecto.
- Según el Perfil Estratigráfico, ensayos Físico – Mecánicos de Laboratorio el área perimétrica para la construcción El suelo predominante en el área de la **Calicata N° 02 - MUESTRA PARTE MEDIA – EL VADO MORALES**, corresponde al Suelo Tipo (GP) ó Grava mal graduada no plástico, cuya Capacidad Portante es de 0.96 Kg/cm² y su Angulo de Fricción de 29.5°, la Cohesión igual a 0.042 y la Humedad Natural es de 7.0 %. y a las características del proyecto.
- Según el Perfil Estratigráfico, ensayos Físico – Mecánicos de Laboratorio el área perimétrica para la construcción El suelo predominante en el área de la **Calicata N° 03 - MUESTRA PARTE BAJA – JUAN GUERRA**, corresponde al Suelo Tipo (GP) ó Grava mal graduada no plástico, cuya Capacidad Portante es de 0.95 Kg/cm² y su Angulo de Fricción de 29°, la Cohesión igual a 0.057 y la Humedad Natural es de 7.5 %. y a las características del proyecto.
- En el diseño de los Gabiones se debe tomar en cuenta los taludes, un talud de 1/1.5 si se emplea material de Relleno, esta debe ser del mismo lugar o Cantera de cerro que reúna con las condiciones necesarias.
- El Ingeniero diseñador deberá determinar la climatología y estudio de hidrología con fines de diseño de estructuras.

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° REG. CIR. 74872





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

- Realizar un control de forestación en la margen izquierdo de la defensa ribereña con el sembrío sistemático de plantas de la zona, cuyas raíces sean fibrosas, que sean buenos receptores de agua, tal es así que condicionan, ó equilibran la fuerza de fricción en los taludes o laderas el entramado la erosión fluvial. Las plantas que reúnen las especificaciones son: el pan de árbol, cético, madera balsa (topa), caña brava, etc.
- Todo los Rellenos a efectuarse deberá controlarse minuciosamente la compactación, tanto en densidad como humedad para lograr un mínimo del 95% de la Densidad Proctor Modificado (ASTM D - 1557).
- Para el enrocado la cantera debe tener una Abrasión menor al 50% en la Máquina de los Ángeles y 20% máximo de desgaste mediante el Sulfato de Sodio (SO_4Na_2), con diámetro de 1.00 m. para el Talud y 1.50 m. para la Base; los espacios vacíos deben estar en el orden del 5%, lográndose minimizar con un adecuado, proceso de colocación, uniendo rocas angulares y rellenando estos espacios con material extraído de la cantera.
- El agua será libre de Sulfatos o Cloruros que cumpla con las Especificaciones Técnicas.
- Otra alternativa es la instalación de geotextil de 300 gr/cm² de densidad, para evitar las velocidades erosivas entre la línea de frontera de los enrocados y el material del terraplén, logrando así introducir mayor seguridad frente a la erosión de las superficies naturales protegidos.
- Para la capa de filtro se recomienda utilizar la grava menor de 3/4" Ø de acuerdo a las Especificaciones Técnicas.
- Los análisis químico de los suelos de cimentación cumplen con las Especificaciones Técnicas; es decir carecen de Sales Agresivas al Concreto y al Hierro, por lo tanto, se recomienda usar Cemento Portland Tipo ICO.
- Se recomienda que las canteras, Diseños de Mezclas y Pruebas de Mecánica de Suelos en general, deben ser analizadas por un Laboratorio competente, antes de ser utilizado en obra; esto demanda seguridad, economía, prontitud y durabilidad.
- Las Conclusiones y Recomendaciones son válidos sólo para la zona investigada, y no se puede garantizar que sean tomados como referencia para otros proyectos.

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.Ltda.

JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

Ing. JOSÉ FERNANDO BELGARDI RAMÍREZ
INGENIERO CIVIL
Nº REG. CIP. 74672





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS (CALICATAS)

N° CALICATA	PH	C.E	SALES SOLUBLES (PPM)	CLORUROS (PPM)	SULFATOS (PPM)
01	4.45	0.330	0.023	0.00111	0.00045
02	4.52	0.346	0.030	0.00130	0.00065
03	4.68	0.354	0.050	0.00134	0.00076

LOS VALORES SE ENCUNETRAN DENTRO DE LOS LÍMITES DE PERMISIBILIDAD DE AGRESIVIDAD DEL CONCRETO, SE RECOMIENDA UTILIZAR CEMENTO PORTLAND TIPO

I.

ELEMENTOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION					
Elemento Nocivo	Límites Permisibles		Tipo de Cemento Recomendado	Grado de alteración	Observaciones
	ppm	%			
SULFATOS	0 - 100	0.00 - 0.10	-----	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1,000 - 2,000	0.10 - 0.20	II (IP)	Moderado	
	20,000 - 20,000	0.20 - 2.00	V	Severo	
	>20,000	> 2.00	V más puzolana	Muy Severo	
CLORUROS	1.000 - 2.000	0.10 - 0.20	-----	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión armaduras o elementos metálicos
SALES SOLUBLES TOTALES	> 15,000	> 1.50	-----	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánicas por problemas de lixiviación

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

[Signature]
JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

[Signature]
Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° REG. CIP. 74872



ANA	FOLIO N°
DEPHM	173



ANEXOS

[Handwritten signature]
TARAPOTO, 15 DE ABRIL DE 2010
INSTRUMENTO MULTICOLA
SAN MARTIN



ANA	FOLIO Nº
DEPHM	174

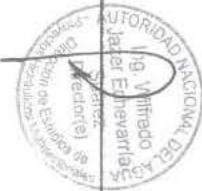
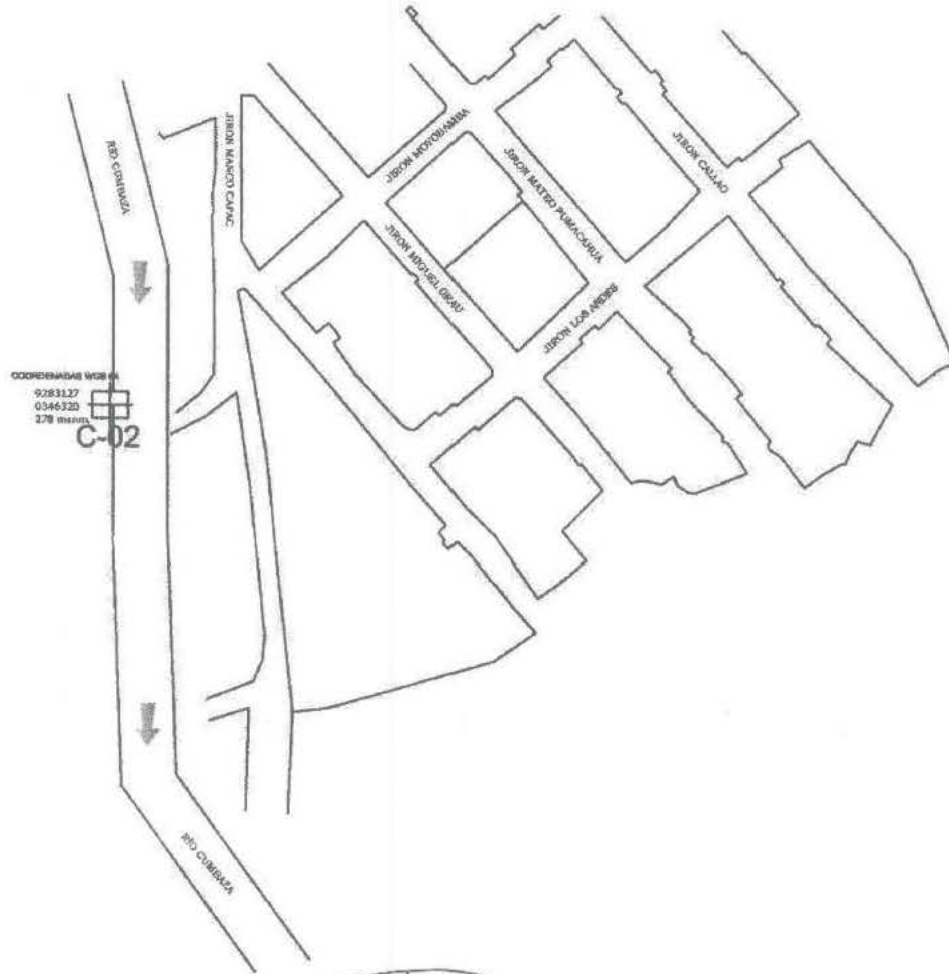


CROQUIS UBICACIÓN DE CALICATAS

W. J. E.
WILFREDO ECHEVARRÍA
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP N° 83846



PROYECTO: "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUDACIONES"



Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L.
[Signature]
JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

[Signature]
Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 Nº REG. C.O. 74872

CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R. Ltda.
 Estudio de Estudios, Coseceto y Asesoría Alquilada de Equipos y Topografía

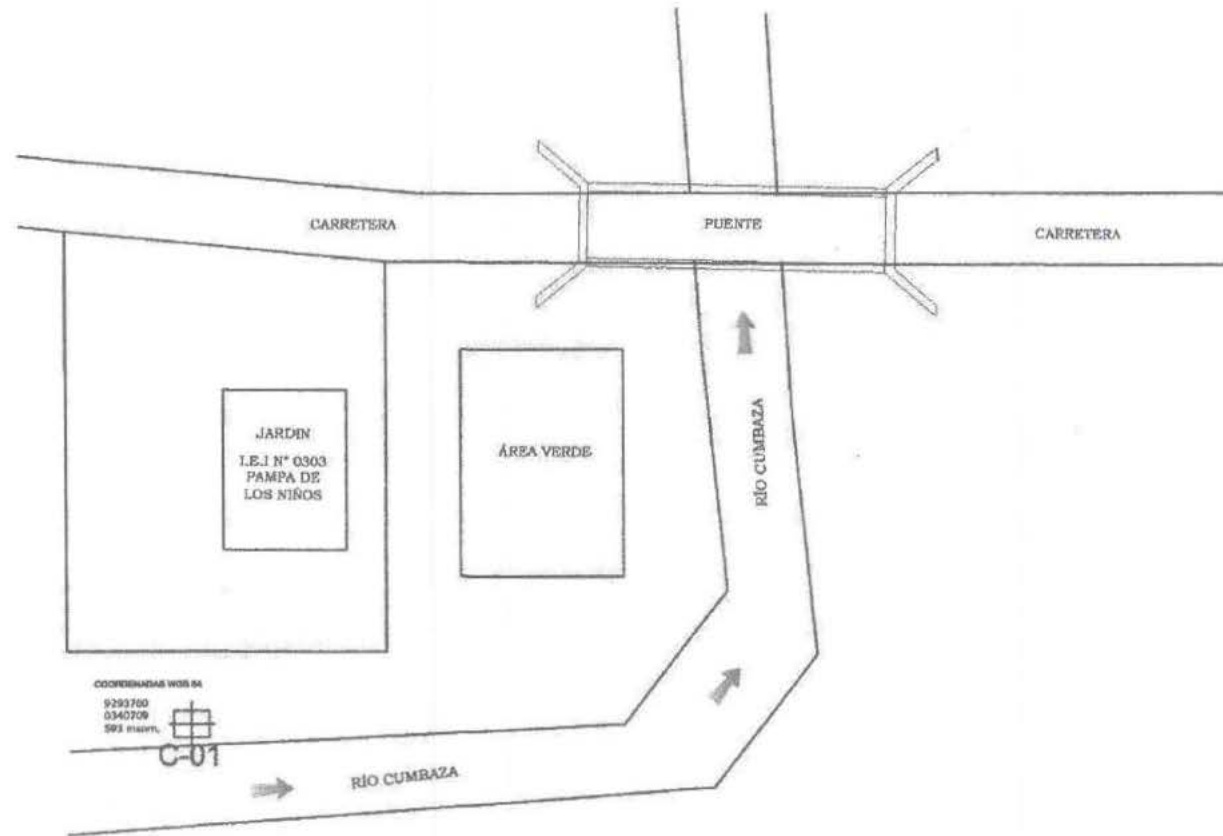
NOMBRE DEL PLANO:
UBICACION DE CALICATA

UBICACIÓN: PARTE MEDIA (EL VADO - HORALES)	PLANO UC 02	ESCALA: SIN ESCALA
---	-------------	-----------------------

ANA	FOLIO Nº
DEPHIM	175

INGENIERO CIVIL
 JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 N.º 74872

PROYECTO: "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUDACIONES"




COORDENADAS WGS 84
 9293760
 0340709
 593 msnm.
 C-01



Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

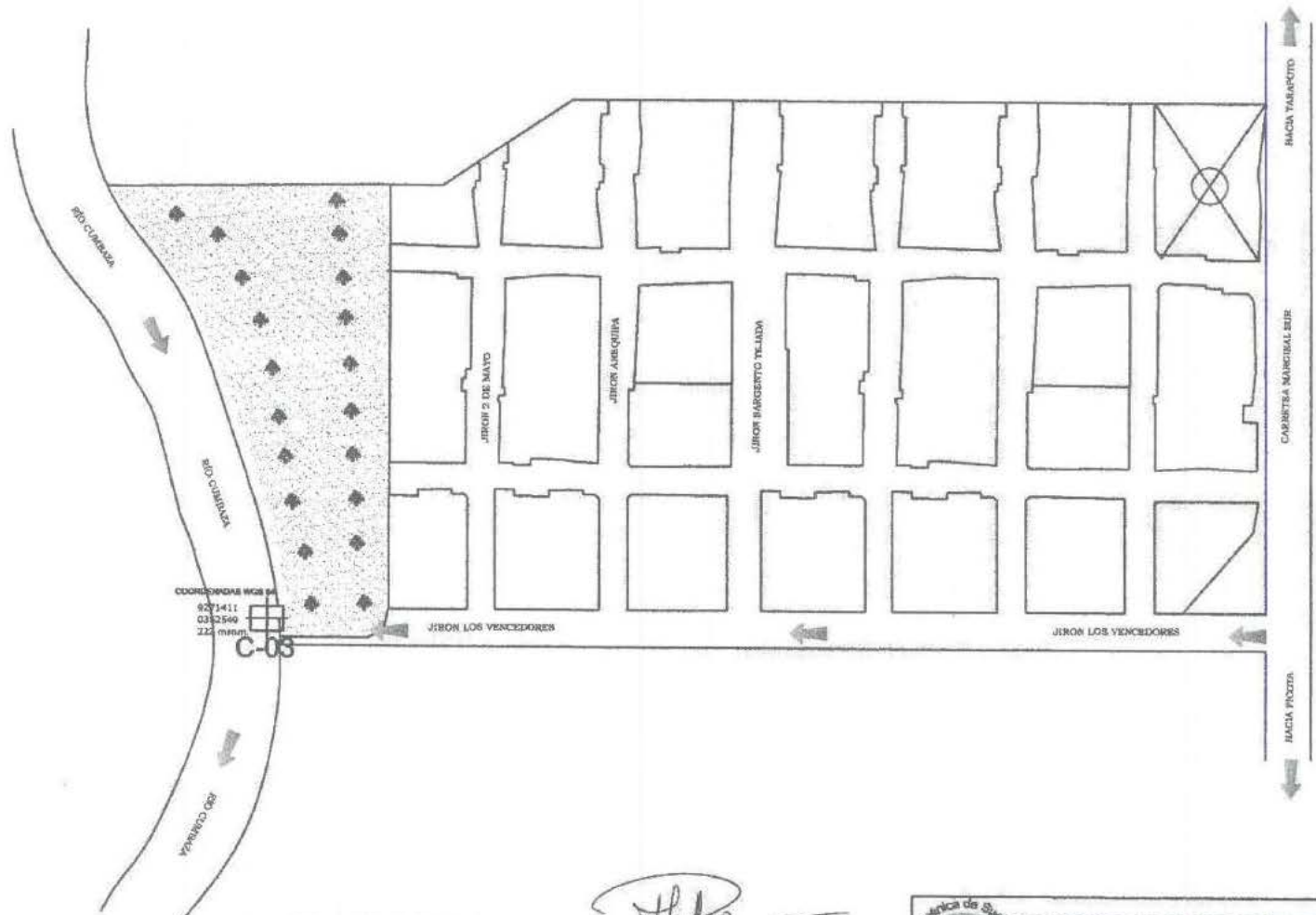
[Signature]
 JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

[Signature]
 Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° ReG. CIP. 74872

 CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R. Ltda. <small>Este tipo de Suelos, Concrete y A Alto Alquiler de Equipos y Topografía</small>		
NOMBRE DEL PLANO: UBICACION DE CALICATA		
UBICACIÓN: PARTE ALTA (SAN ROQUE DE CUMBAZA)	PLANO UC 01	ESCALA: SIN ESCALA

ANA	FOLIO N°
DEPHM	176

PROYECTO: "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUDACIONES"



COORDENADAS UTM EN
 9271411
 032540
 222 metros
C-05

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L.

JRP
JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

[Signature]
Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° ReG. CIP. 74872

CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Udo.
 Estudio de Soños, Concrete y Adido Alquiler de Equipos y Topografía

NOMBRE DEL PLANO:
UBICACION DE CALICATA

UBICACION: PARTE BAJA (UAN GUERRA) PLANO UC 03 ESCALA: SIN ESCALA

ANA	FOLIO N°
DEPHM	177



[Handwritten notes and signatures]

ANA	FOLIO Nº
DEPHM	178



REGISTRO DE EXCAVACIÓN



TRONCAL DE AGUA
MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO
CALLE N° 12345



Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
 DISTRITO SAN ROQUE DE CUMBAZA, PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN
 MATERIAL : TERRENO DE FUNDACIÓN
 EXCAVACIÓN: C-01 MUESTRA PARTE ALTA
 FECHA : OCTUBRE - 2013
 METODO DE EXCAV. : A CIELO ABIERTO

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO
	SUCS	GRAFICO		
0.00				
0.10	N.F			EXISTE NAPA FREÁTICA
1.00	GP	A - 1 - a(0) 	1	GRAVA MAL GRADUADA NO PLASTICO, COLOR GRIS OSCURO LA GRAVA ES DE FORMA ANGULAR Y SUB ANGULAR DE CONSISTENCIA SEMIDURA. HUMEDAD NATURAL: 7.2%

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

John Arevalo Ramirez
 JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

Jose Fernando Delgado Ramirez
 Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° ReG. CIP. 74872





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
 DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN
 MATERIAL : TERRENO DE FUNDACIÓN
 EXCAVACIÓN: C-02 MUESTRA PARTE MEDIA - EL VADO - MORALES
 FECHA : OCTUBRE, 2013
 METODO DE EXCAV. : A CIELO ABIERTO

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO
	SUCS	GRAFICO		
0.00				
0.12	N.F			EXISTE NAPA FREÁTICA
1.00	GP	A-1-a(0) 	1	GRAVA MAL GRADUADA NO PLASTICO, COLOR BEIGE CLARO LA GRAVA ES ARENISCA DE FORMA ANGULAR Y SUB ANGULAR DE CONSISTENCIA SEMIDURA. HUMEDAD NATURAL: 7.0%

Handwritten signature
 TOMAS ALFARO ABAYO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP N° 11445

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

Handwritten signature
 JOHN ARVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

Handwritten signature
 Ing. JOSÉ FERNANDO DELGADO RAMÍREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° REG. CIP. 74872





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "TRATAMIENTO DE CAUCE DEL RÍO CUMBAZA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES"
 DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA DE SAN MARTIN - SAN MARTIN
 MATERIAL : TERRENO DE FUNDACIÓN
 EXCAVACIÓN: C-03 MUESTRA PARTE BAJA
 FECHA : OCTUBRE, 2013
 METODO DE EXCAV. : A CIELO ABIERTO

PROF. (m)	SIMBOLO		MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO
	SUCS	GRAFICO		
0.00				
0.10	N.F			EXISTE NAPA FREÁTICA
1.00	GP	A-1-a(0) 	1	GRAVA MAL GRADUADA NO PLASTICO, COLOR BEIGE CLARO LA GRAVA ES ARENISCA DE FORMA ANGULAR Y SUB ANGULAR DE CONSISTENCIA SEMIDURA. HUMEDAD NATURAL: 7.5%

M
 TOMAS ALFARO ABANTO
 INGENIERO CIVIL

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

 JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° REG. CIP. 74872



ANA	FOLIO N°
DEPHM	182



CALICATA

N° 01

[Handwritten signature]
TOMAS ALFARO ALANTO
INGENIERO CIVIL





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

PROYECTO : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
UBICACIÓN : Distrito San Roque de Cumbaza, Provincia de San Martín - San Martín"
MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION
CALICATA Nº : 01 - M1 **MUESTRA PARTE ALTA**
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 m.
FECHA : Octubre, 2013

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

- q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m^2
- C = Cohesión del suelo en Tm/m^2
- Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3
- D_f = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
- B = Ancho de la zapata, en metros
- N'_c, N'_q, N'_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

ϕ =	30°
C =	0.045
Y =	2.00
D_f =	1.00
B =	1.00
N_c =	19.00
N_q =	8.80
N_y =	6.00

$$q_d = 29.3 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.93 \text{ Kg/cm}^2$$

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

$$q_a = 0.98 \text{ Kg/cm}^2$$


TOMÁS ALFARO ABANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP Nº 53646

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L


JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL


ING. JOSÉ FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 Nº REG. CIP: 74672





CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

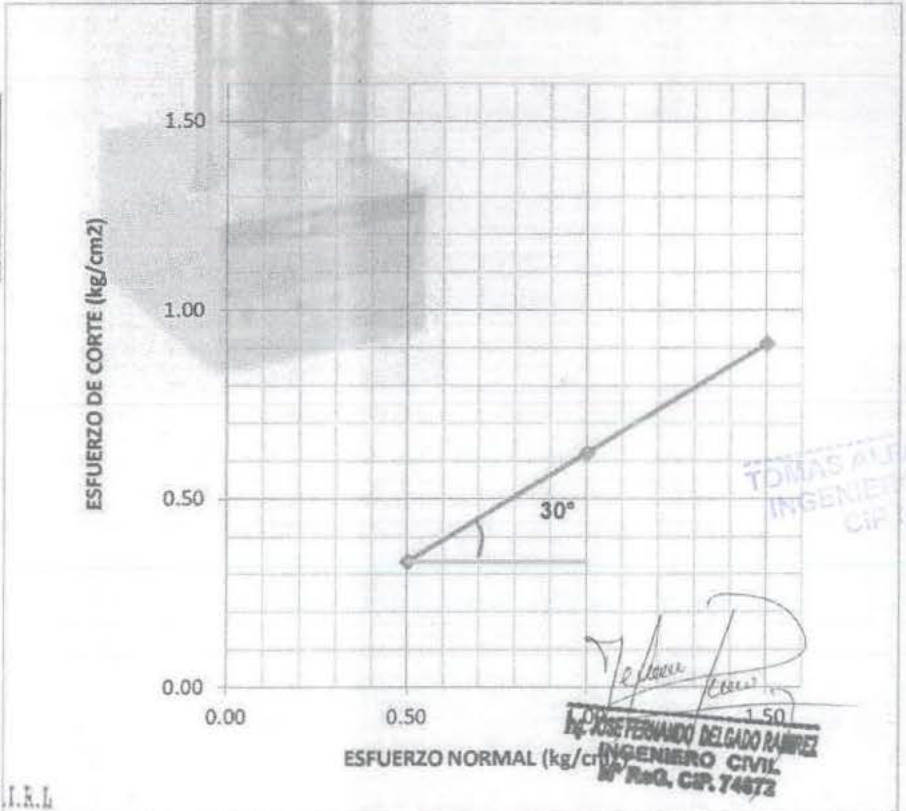
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
Ubicación : Distrito San Roque de Cumbaza, Provincia de San Martín - San Martín"
Calicata : 01 - M1
Profund. : 0.00 - 1.00 m.
Fecha: Octubre, 2013

N° DE ESPECIMEN	PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm ³)	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	PROPORCION DE ESFUERZOS (t/s)	HUMEDAD NATURAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	HUMEDAD SATURADA (%)
1	1.760	0.50	0.667	7.20	0.334	12.21
2	1.763	1.00	0.622	7.23	0.622	12.24
3	1.769	1.50	0.607	7.29	0.911	12.30

RESULTADO :
 COHESION (kg/cm²) : 0.045
 ANGULO DE FRICCION INTERNA (°) : 30°

PROFUNDIDAD EN METROS	CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO EN Kg/cm ²



Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 Nº R.O. CIP. 74672

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L.

JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

TDMAS ALVARO SANTANA
 INGENIERO AGRICOL
 CIP. 1053846





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
 Ubicación : Distrito San Roque de Cumbaza, Provincia de San Martín - San Martín"
 Calicata : 01 - M1
 Profund. : 0.00 - 1.00 m.

Fecha: Octubre, 2013

LIMITE LIQUIDO

Ensayo N°	1	2	3
N° de golpes	30	20	15
N° de recipiente	34	39	46
Peso recip. + suelo húmedo	22.68	23.00	23.23
Peso recip. + suelo seco	21.28	21.53	21.69
Tara	11.19	11.48	11.57
Peso del Agua	1.40	1.47	1.54
Peso del suelo seco	10.09	10.05	10.12
Contenido de humedad (%)	13.9	14.6	15.2

LIMITE PLASTICO

N° del recipiente			
Peso de recip. + suelo húmedo			
Peso del recip. + suelo seco			
Tara		NO PLASTICO	
Peso del agua			
Peso del suelo seco			
Contenido de humedad (%)			

HUMEDAD NATURAL

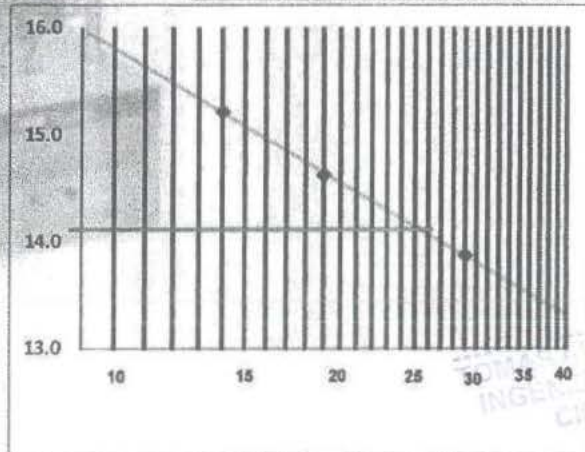
74			
187.70			
178.30			
47.80			
9.40			
130.50			
7.2			

LIMITE DE CONTRACCION

Ensayo N°		
Muestra inalterada		
Peso del suelo seco		
Peso molde + mercurio		
Peso del molde		
Peso mercurio		
Volumen de la pastilla		
Límite contracción (%)		

RESULTADOS

HUMEDAD	LIMITES			INDICE
	CONTRACC.	LIQUIDO	PLASTICO	
NATURAL		14.20	N.T	PLASTICO
7.2				N.P



OBSERVACIONES :

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L.

JOHN AREVALO RAMIREZ
 JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° R.G. CIP. 74872





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

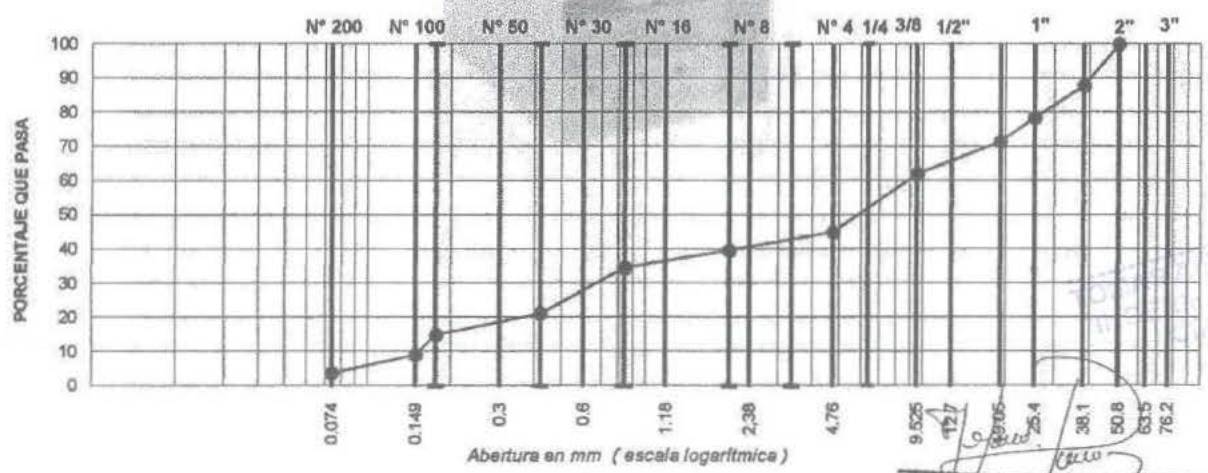
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
 Ubicación : Distrito San Roque de Cumbaza, Provincia de San Martín - San Martín"
 Calicata : 01 - M1
 Profundidad: 0.00 - 1.00 m.

Fecha : Octubre, 2013

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.00		
1 1/2"	38.100	561.0	12.10	12.10	87.90		
1"	25.400	435.8	9.40	21.50	78.50		
3/4"	19.050	324.5	7.00	28.50	71.50		*PESO INICIAL : 4636.0 grs.
1/2"	12.700	255.0	5.50	34.00	66.00		*PESO FRACCION 500.0 grs.
3/8"	9.525	185.4	4.00	38.00	62.00		
1/4"	6.350						*LIMITE LIQUIDO : 14.20 %
N°4	4.750	788.1	17.00	55.00	45.00		*LIMITE PLASTICO: N.P
N°6	3.360						*INDICE PLASTICO: N.T
N°8	2.380						*CLASIFICACION : AASHTO A-1-a(0)
N°10	2.000	58.89	5.30	60.30	39.70		SUCS GP
N°16	1.190						
N°20	0.840	56.67	5.10	65.40	34.80		*OBSERVACIONES:
N°30	0.590						Grava mal graduada No plastico, color gris oscuro
N°40	0.420	148.9	13.40	78.80	21.20		Contiene 55.0 % de Grava
N°50	0.297						arenisca de forma angular y sub angular
N°60	0.177	68.89	8.20	85.00	15.00		de consistencia semidura.
N°100	0.149	84.44	5.80	90.80	9.20		
N°200	0.074	60.00	5.40	96.20	3.80		
PAN	-	42.2	3.80	100.00	-		

REPRESENTACION GRAFICA



Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° REG. CIP. 74872

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L.

[Signature]
 JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL





ANA	FOLIO Nº
DEPHM	187

CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

PESO ESPECIFICO

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
Ubicación : Distrito San Roque de Cumbaza, Provincia de San Martín - San Martín*
Material : TERRENO DE FUNDACION **Calicata :** 01 - M1
Fecha : Octubre, 2013
Prof. : 0.00 - 1.00 m.

D A T O S			
Peso del Suelo Seco (Wo)		596.0	grs.
Peso del Frasco + Peso del Agua (Ww)		1705.0	grs.
Peso del Frasco + Peso del Agua + Peso Suelo (Ws)		2070.0	grs.
Peso Especifico del Suelo		2.58	grs./cc.
Observaciones:			


TOMAS ALFARO ABANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP 17 02646

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L


JOHN AZEVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL


Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° Reg. CIP. 74872



ANA	FOLIO N°
DEPHM	188



CALICATA

N° 02


TOMAS ALFARO ABANTO
INGENIERO AGRICOLA
C.R. 1246





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

PROYECTO : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
 UBICACIÓN : Distrito de Morales, Provincia de San Martín - San Martín"
 MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION
 CALICATA Nº : 02 - M1 MUESTRA PARTE MEDIA - EL VADO
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.00 m.
 FECHA : Octubre, 2013

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2

C = Cohesión del suelo en Tm/m^2

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3

D_f = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'_c, N'_q, N'_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

ϕ =	29.5°
C =	0.042
Y =	2.00
D_f =	1.00
B =	1.00
N_c =	19.00
N_q =	8.80
N_y =	6.00

$$q_d = 28.92 Tm/m^2$$

$$q_d = 2.89 Kg/cm^2$$

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

$$q_a = 0.96 Kg/cm^2$$

TOMAS ALFARO AYANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 C.I.P. 14570

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JOHN ARVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 Nº REG. CIP. 74972



Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

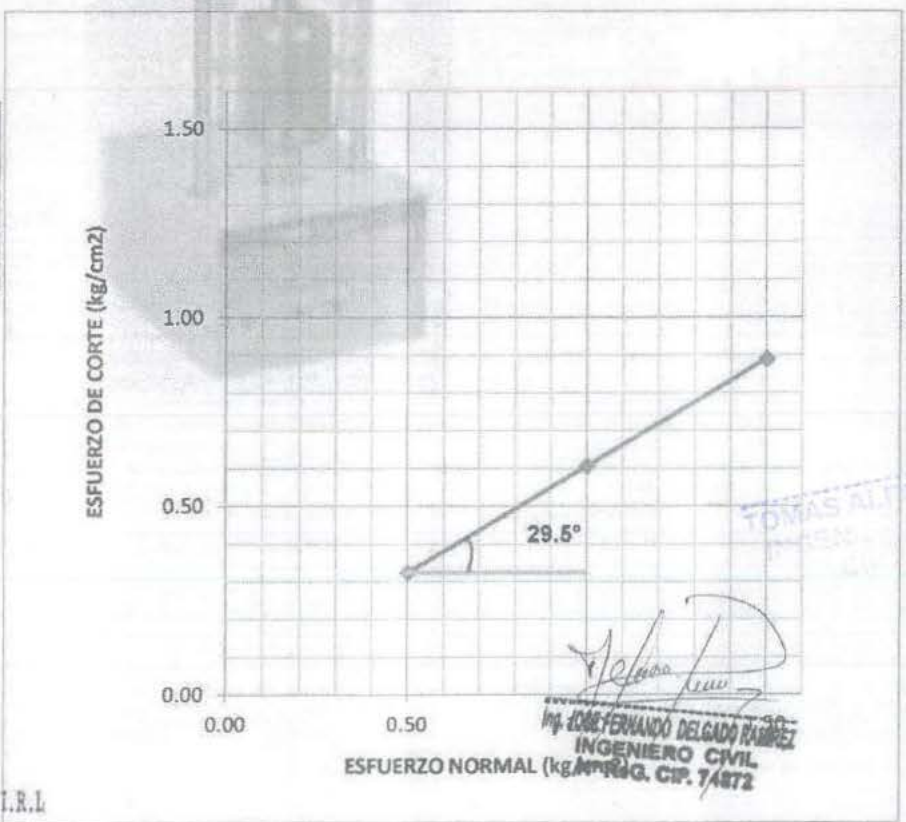
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
 Ubicación : Distrito de Morales, Provincia de San Martín - San Martín
 Calicata : 02 - M1
 Profund. : 0.00 - 1.00 m.
 Fecha: Octubre, 2013

Nº DE ESPECIMEN	PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	PROPORCIÓN DE ESFUERZOS (t/s)	HUMEDAD NATURAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)	HUMEDAD SATURADA (%)
1	1.760	0.50	0.649	7.00	0.325	12.01
2	1.763	1.00	0.607	7.03	0.607	12.04
3	1.769	1.50	0.593	7.09	0.890	12.10

RESULTADO :
 COHESION (kg/cm²) : 0.042
 ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°) : 29.5°

PROFUNDIDAD EN METROS	CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO EN Kg/cm ²



TOMAS ALBERTO ABANT
 INGENIERO CIVIL
 N.º REG. CIP. 74872

Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N.º REG. CIP. 74872

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL



Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

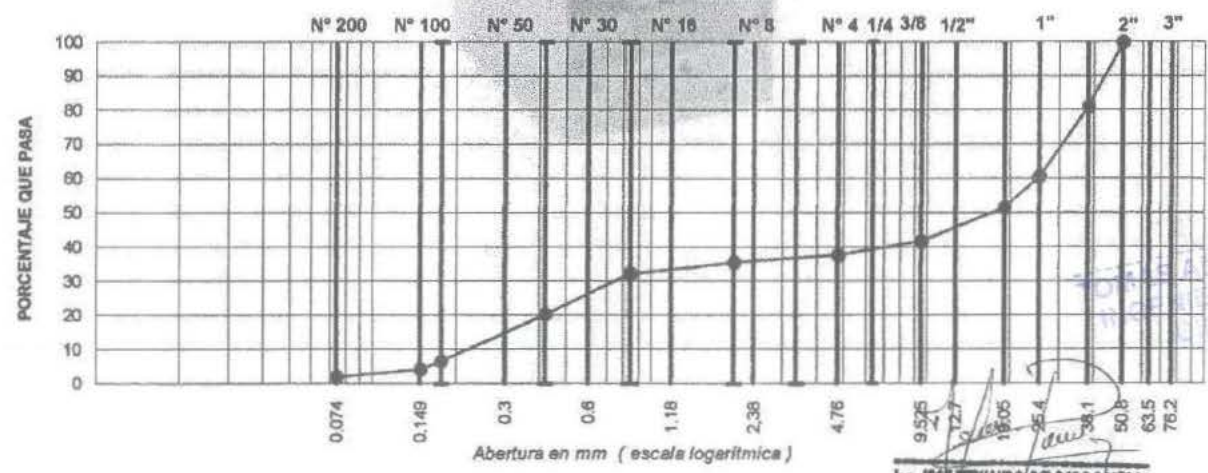
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
 Ubicación : Distrito de Morales, Provincia de San Martin - San Martin"
 Calicata : 02 - M1
 Profundidad: 0.00 - 1.00 m.

Fecha : Octubre, 2013

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	-	-	-	100.00		
1 1/2"	38.100	874.0	18.90	18.90	81.10		
1"	25.400	844.0	20.50	39.40	60.60		
3/4"	19.050	412.0	8.90	48.30	51.70		*PESO INICIAL : 4615.0 grs.
1/2"	12.700	309.0	6.70	55.00	45.00		*PESO FRACCION 500.0 grs.
3/8"	9.525	152.0	3.30	58.30	41.70		
1/4"	6.350						*LIMITE LIQUIDO : 14.00 %
N°4	4.750	184.0	4.00	62.30	37.70		*LIMITE PLASTICO: N.P
N°8	3.360						*INDICE PLASTICO: N.T
N°10	2.000	27.40	2.10	64.40	35.60		*CLASIFICACION : AASHTO A-1-a(0)
N°16	1.190						SUCS GP
N°20	0.840	44.30	3.30	67.70	32.30		*OBSERVACIONES :
N°30	0.590						Grava mal graduada No plastico, color Beige claro
N°40	0.420	157.6	11.90	79.60	20.40		Contiene 62.3 % de Grava
N°50	0.297						arenisca de forma angular y sub angular
N°80	0.177	181.80	13.70	93.30	6.70		de consistencia semidura.
N°100	0.149	32.30	2.40	95.70	4.30		
N°200	0.074	29.10	2.20	97.90	2.10		
PAN	-	27.5	2.10	100.00	-		

REPRESENTACION GRAFICA



Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° REG. CIR. 74879

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

PESO ESPECIFICO

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
Ubicación : Distrito de Morales, Provincia de San Martín - San Martín"
Material : TERRENO DE FUNDACION **Calicata :** 02 - M1
Prof. : 0.00 - 1.00 m. **Fecha :** Octubre, 2013

D A T O S					
Peso del Suelo Seco (Wo)				610.0	grs.
Peso del Frasco + Peso del Agua (Ww)				1705.0	grs.
Peso del Frasco + Peso del Agua + Peso Suelo (Ws)				2076.4	grs.
Peso Específico del Suelo				2.56	grs./cc.
Observaciones:					

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L.

JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° R.G. CIP. 74972

TOMAS ALFARO ABANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 03646



ANA	FOLIO N°
DEPHM	193



CALICATA

N° 03


TOMAS ALFARO ABANTO
INGENIERO EN GEOTECNIA





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

PROYECTO : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
UBICACIÓN : Distrito de Juan Guerra, Provincia de San Martín - San Martín
MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION
CALICATA N° : 03 - M1 **MUESTRA PARTE BAJA**
PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.00 m.
FECHA : Octubre, 2013

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m^2

C = Cohesión del suelo en Tm/m^2

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3

D_f = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'_c, N'_q, N'_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

ϕ =	29°
C =	0.057
Y =	2.01
D_f =	1.00
B =	1.00
N_c =	18.00
N_q =	8.00
N_y =	5.50

$$q_d = 28.45 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.85 \text{ Kg/cm}^2$$

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

$$q_a = 0.95 \text{ Kg/cm}^2$$

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

TOMAS ALFARO ABANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP N° 63646

Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
N° REG. CIP. 74972





Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

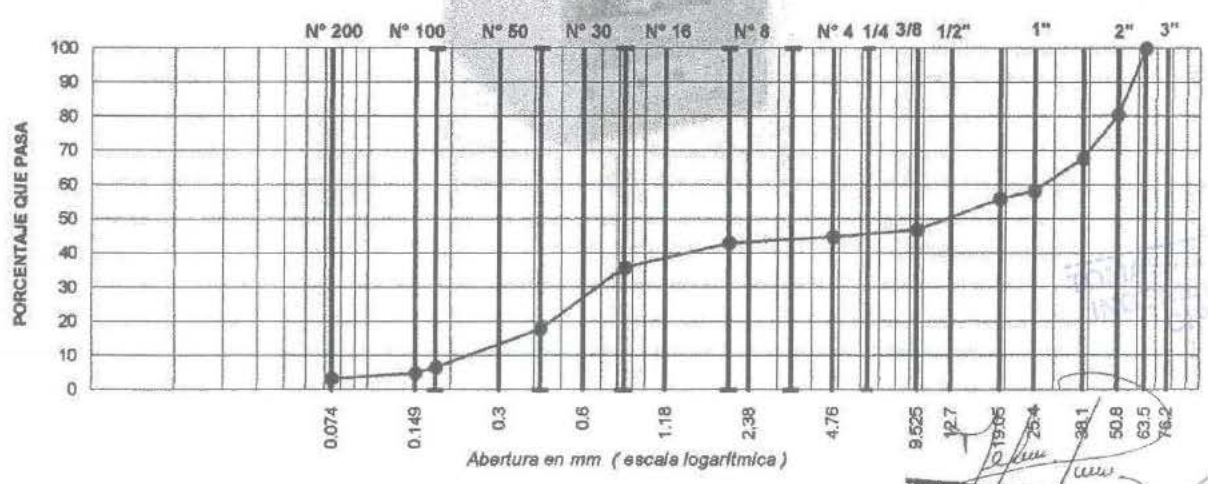
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
 Ubicación : Distrito de Juan Guerra, Provincia de San Martín - San Martín
 Calicata : 03 - M1
 Profundidad: 0.20 - 1.00 m.

Fecha : Octubre, 2013

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
3"	76.200						
2 1/2"	63.500				100.00		
2"	50.800	1,228.0	19.40	19.40	80.60		
1 1/2"	38.100	802.0	12.70	32.10	67.90		
1"	25.400	600.0	9.50	41.60	58.40		
3/4"	19.050	150.0	2.40	44.00	56.00		*PESO INICIAL : 6309.0 grs.
1/2"	12.700	211.0	3.30	47.30	52.70		*PESO FRACCION 500.0 grs.
3/8"	9.525	361.0	5.70	53.00	47.00		
1/4"	6.350						*LIMITE LIQUIDO : 13.80 %
N°4	4.760	133.0	2.10	55.10	44.90		*LIMITE PLASTICO: N.P
N°6	3.360						*INDICE PLASTICO: N.T
N°8	2.380						*CLASIFICACION : AASHTO A-1-a(0)
N°10	2.000	20.40	1.80	56.90	43.10		SUCS GP
N°16	1.190						
N°20	0.840	80.00	7.20	64.10	35.90		*OBSERVACIONES:
N°30	0.590						Grava mal graduada No plastico, color Beige claro
N°40	0.420	199.9	18.00	82.10	17.90		Contiene 55.1 % de Grava mal graduada
N°50	0.297						arenisca de forma sub angular y sub redondeada
N°80	0.177	125.27	11.20	93.30	6.70		de consistencia semidura.
N°100	0.149	19.10	1.70	95.00	5.00		
N°200	0.074	17.90	1.60	96.60	3.40		
PAN	-	37.4	3.40	100.00	-		

REPRESENTACION GRAFICA



Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

John Arevalo Ramirez
JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

Jose Fernando Delgado Ramirez
ING. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° R.G. CIP. 74872



ANA	FOLIO N°
DEPHM	197



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

PESO ESPECIFICO

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
Ubicación : Distrito de Juan Guerra, Provincia de San Martín - San Martín
Material : TERRENO DE FUNDACION **Calicata :** 03 - M1
Prof. : 0.20 - 1.00 m. **Fecha :** Octubre, 2013

D A T O S			
Peso del Suelo Seco (Wo)		610.0	grs.
Peso del Frasco + Peso del Agua (Ww)		1705.0	grs.
Peso del Frasco + Peso del Agua + Peso Suelo (Ws)		2076.0	grs.
Peso Específico del Suelo		2.55	grs./cc.
Observaciones:			

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

[Signature]
JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

[Signature]
Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° REG. CIP. 74672



[Signature]
TOMAS ALFARO SANTO
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP N° 83045

ANA	FOLIO N°
DEPHM	198



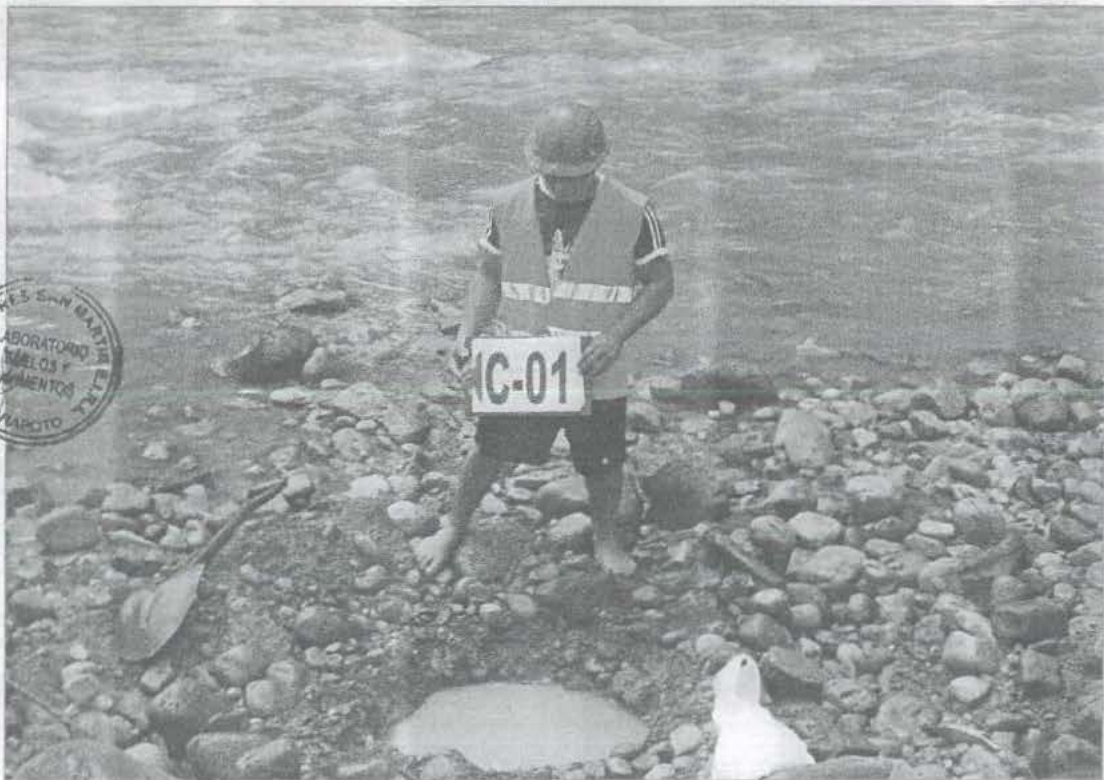
PANEL FOTOGRAFICO

TOMAS ALFARO ABANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP 11723-13





VISTA PANORÁMICA DE LA PERFORACIÓN A TAJO ABIERTO DE LA CALICATA Nº 01 - MUESTRA PARTE ALTA - SAN ROUE DE CUMBAZA, DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS PARA LOS ANÁLISIS Y PRUEBAS. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL "IN SITU"; Y LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO.



PERFORACIÓN A TAJO ABIERTO DE LA CALICATA Nº 01, DONDE SE OBSERVA AL ESTRATO SUPERIOR E INFERIOR CONFORMADO POR GRAVA MAL GRADUADA NO PLASTICO.

Handwritten signature

ALFARO ABANTO
INGENIERO AGRICOLA
CIP 11713646



ANA	FOLIO Nº
DEPHM	200



VISTA PANORÁMICA DE LA PERFORACIÓN A TAJO ABIERTO DE LA CALICATA Nº 02 - MUETRA PARTE MEDIA - EL VADO - MORALES, DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS PARA LOS ANÁLISIS Y PRUEBAS. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL "IN SITU"; Y LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO.



FEARO ABERTO
AGRICOLA
2013

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Ing. Wilfredo
Jazer Echevarría
Suárez
Director(e)
Dirección de Estudios de
Proyectos Hidráulicos y de Obras de
Infraestructura

PERFORACIÓN A TAJO ABIERTO DE LA CALICATA Nº 02, DONDE SE OBSERVA AL ESTRATO SUPERIOR E INFERIOR CONFORMADO POR GRAVA MAL GRADUADA NO PLASTICO.



Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
Ubicación : Distrito de Morales, Provincia de San Martín - San Martín"
Calicata : 02 - M1
Profund. : 0.00 - 1.00 m.

Fecha: Octubre, 2013

LIMITE LIQUIDO

Ensayo N°	1	2	3
N° de golpes	30	20	15
N° de recipiente	11	18	27
Peso recip. + suelo húmedo	23.12	23.64	23.63
Peso recip. + suelo seco	21.73	22.12	22.05
Tara	11.51	11.57	11.61
Peso del Agua	1.39	1.52	1.58
Peso del suelo seco	10.22	10.55	10.44
Contenido de humedad (%)	13.6	14.4	15.1

LIMITE PLASTICO

N° del recipiente		
Peso de recip. + suelo húmedo		
Peso del recip. + suelo seco		
Tara	NO PLASTICO	
Peso del agua		
Peso del suelo seco		
Contenido de humedad (%)		

HUMEDAD NATURAL

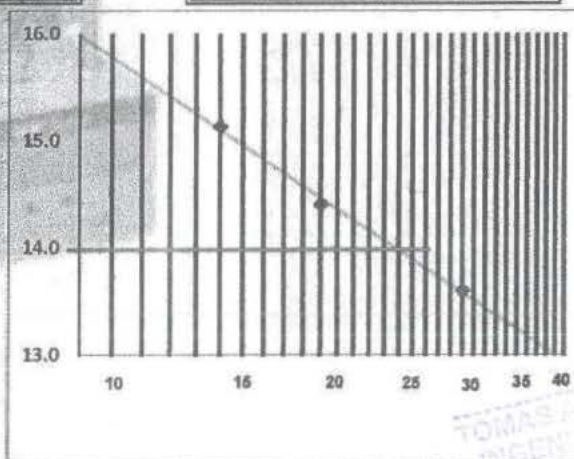
16		
190.90		
180.70		
34.90		
10.20		
145.80		
7.0		

LIMITE DE CONTRACCION

Ensayo N°		
Muestra inalterada		
Peso del suelo seco		
Peso molde + mercurio		
Peso del molde		
Peso mercurio		
Volumen de la pastilla		
Límite contracción (%)		

RESULTADOS

HUMEDAD	LIMITES			INDICE
	CONTRACC.	LIQUIDO	PLASTICO	
NATURAL		14.00	N.T	PLASTICO
7.0				N.P



OBSERVACIONES :

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

J.A.R.
JOHN AREVALO RAMIREZ
 GERENTE GENERAL

J.F.R.
Ing. JOSE FERNANDO DELGADO RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 N° Reg. CIP. 74872





ANA	FOLIO N°
DEPHM	202

CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto : "Tratamiento de cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones"
Ubicación : Distrito de Juan Guerra, Provincia de San Martín - San Martín"
Calicata : 03 - M1
Profund. : 0.20 - 1.00 m.

Fecha: Octubre, 2013

LIMITE LIQUIDO

Ensayo N°	1	2	3
N° de golpes	30	20	15
N° de recipiente	3	28	33
Peso recip. + suelo húmedo	23.09	23.26	23.89
Peso recip. + suelo seco	21.72	21.80	22.32
Tara	11.50	11.55	11.71
Peso del Agua	1.37	1.46	1.57
Peso del suelo seco	10.22	10.25	10.61
Contenido de humedad (%)	13.4	14.2	14.8

LIMITE PLASTICO

N° del recipiente			
Peso de recip. + suelo húmedo			
Peso del recip. + suelo seco			
Tara		NO PLASTICO	
Peso del agua			
Peso del suelo seco			
Contenido de humedad (%)			

HUMEDAD NATURAL

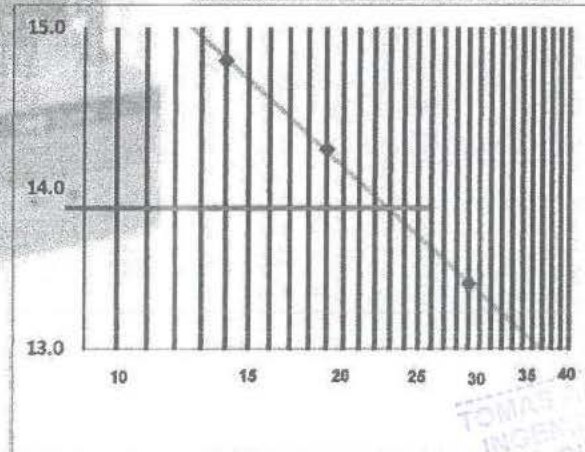
19			
195.98			
184.70			
34.30			
11.28			
150.40			
7.5			

LIMITE DE CONTRACCION

Ensayo N°		
Muestra inalterada		
Peso del suelo seco		
Peso molde + mercurio		
Peso del molde		
Peso mercurio		
Volumen de la pastilla		
Límite contracción (%)		

RESULTADOS

HUMEDAD	LIMITES			INDICE
	CONTRACC.	LIQUIDO	PLASTICO	
NATURAL				PLASTICO
7.5		13.80	N.P	N.T



OBSERVACIONES :

Consultores "SAN MARTIN" E.I.R.L

JOHN AREVALO RAMIREZ
GERENTE GENERAL

Ing. JOSÉ FERNANDO DELGADO RAMÍREZ
INGENIERO CIVIL
N° REG. CIP. 74872



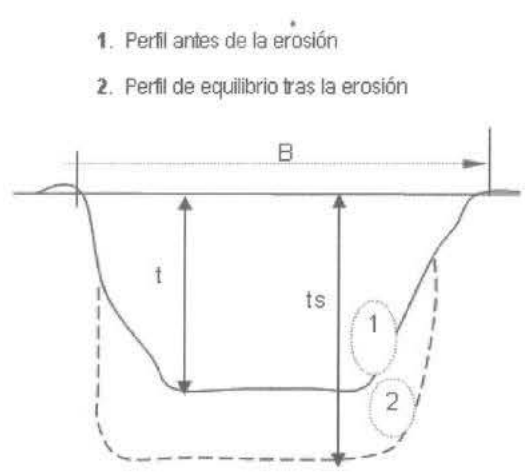
ANA	FOLIO Nº
DEPHM	203

Cálculos de Socavación


TOMAS FERRERAS
INGENIERO AGRICOLA
CIP 11-12-1984



CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H _s)				
METODO DE LL. LIST VAN LEVEDIEV				
Suelos Granulares - No Cohesivos				
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)} \dots\dots\dots(1)$				
Suelos Cohesivos				
$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.60 \gamma_s^{1.18} \beta))^{1/(x+1)} \dots\dots\dots(2)$				
Donde:				
t_s = Tirante despues de producirse la socavacion (m)				
t = Tirante sin socavacion (m)				
$t = 3.1 \text{ m}$				
D_m = Diametro Medio de las particulas (mm)				
$D_m = 6.35 \text{ mm}$				
γ_s = Peso Especifico suelo (Kg/m3)				
μ = Coeficiente de Contraccion				
α = Coeficiente >>>>>				
$\alpha = Q / (t_m^{5/3} B \mu)$				
Tirante medio (t_m) = A/B	Q (Caudal de Diseño)	Coeficiente de Contraccion (μ) Tabla N° 01	Ancho Estable	α
$t_m = 2.94$	215.40	$\mu = 0.99$	B = 60.00	0.60



PROFUNDIDAD DE SOCAVACION PARA SUELOS NO COHESIVO(1) :

X : Exponente que depende de : D _m para suelos Granulares No Cohesivos y γ_s para suelos cohesivos. >>>>> TABLA N° 03		Coeficiente por Tiempo de Retorno : β (Tabla N° 04)	TIRANTE DE SOCAVACION SUELOS GRANULARES - NO COHESIVOS	
X (Tabla N° 03)	1/x+1		$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$	$t_s =$
x = 0.36	0.74	$\beta = 0.97$		2.56 m

PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H _s)		
H _s	=	$t_s - t$
H _s	=	(0.54) m



Tabla N° 02			
CLASIFICACION SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTICULAS			
Tamaño (mm)		Tipo de material	
4000	-	2000	Canto rodado muy grande
2000	-	1000	Canto rodado grande
1000	-	500	Canto rodado medio
500	-	250	Canto rodado pequeño
250	-	130	Cascajo grande
130	-	64	Cascajo pequeño
64	-	32	Grava muy gruesa
32	-	16	Grava gruesa
16	-	8	Grava media
8	-	4	Grava fina
4	-	2	Grava muy fina
2	-	1	Arena muy gruesa
1	-	0.500	Arena gruesa
0.500	-	0.250	Arena media
0.250	-	0.125	Arena fina
0.125	-	0.062	Arena muy fina
0.062	-	0.031	Limo grueso
0.031	-	0.016	Limo medio
0.016	-	0.008	Limo fino
0.008	-	0.004	Limo muy fino
0.004	-	0.002	Arcilla gruesa
0.002	-	0.001	Arcilla media
0.001	-	0.0005	Arcilla fina
0.0005	-	0.00024	Arcilla muy fina

Fuente: UNIÓN GEOFÍSICA AMERICANA (AGU)

Diametro medio (D_{50}) = =====>

Material: =====>

Peso Especifico (Tn/m^3) =

Tabla N° 03					
SELECCIÓN DE x EN SUELOS COHESIVOS (Tn/m^3) o SUELOS NO COHESIVOS (mm)					
Peso específico Tn/m^3	X	1/(X + 1)	D (mm)	X	1/(X + 1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			
Ps (T/m^3)			D_m (mm)		
-	X	1/(X + 1) =	6.35	X	1/(X + 1) =
				0.3583	0.74

COLEGIO DE INGENIEROS DE BANTO
MIEE-INGENIEROS EN GEOTECNIA
C.R. 11-133849



Tabla N° 01							
Coeficiente de Contracción, μ							
Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos						
	10 m.	13 m.	16 m.	18 m.	21 m.	25 m.	30 m.
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99
2	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97
3	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96
>4.00	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	

Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos					
	42 m.	52 m.	63 m.	106 m.	124 m.	200 m.
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Seleccionan :	$V_m =$	1.785	Velocidad media (m/s)
	$B =$	60.000	Ancho efectivo (m)
	$\mu =$	0.990	

Tabla n° 04 : Valores del Coeficiente β		
Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retorno (%)	Coeficiente β
	0.00	0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07
Periodo de Retorno (Años) =====>		50.00
$\beta =$		0.97


 TRIBUNAL SUPLENTE ABANTO
 INTERMUNICIPAL AGRICOLA
 C/17 11013



37231



*"Decenio de las personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"*

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 003 -2014-ANA-DEPHM

Lima, 02 ABR. 2014

VISTO:

Los Informes Técnicos N° 01-2014-ANA-DEPHM/JHP y 03-2014-ANA-DEPHM/TAA; y,

CONSIDERANDO:

Que, según el artículo 96° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, el Estado a través de sus entidades públicas en los diferentes niveles de gobierno, prioriza el financiamiento o cofinanciamiento de estudios y la ejecución, rehabilitación y equipamiento de obras de infraestructura hidráulica que tengan por objeto lograr la reducción de pérdidas volumétricas de agua, el aprovechamiento eficiente y la conservación de los recursos hídricos en la infraestructura hidráulica pública;

Que, conforme establece el literal l) del artículo 6° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del agua, aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG, es función de la Autoridad Nacional del Agua, promover y apoyar la formulación de proyectos y la ejecución de actividades que promuevan el uso eficiente, el ahorro, la conservación, la protección de la calidad e incremento de la disponibilidad de los recursos hídricos;

Que, según los numerales 5.4 y 5.5 de la Directiva General N° 06-2011-ANA-J-OPP, los estudios financiados por la Autoridad Nacional del Agua, una vez concluidos, son aprobados obligatoriamente mediante Resolución Directoral del órgano encargado de la elaboración de los mismos, y su difusión es realizada por dicho órgano conjuntamente con la Oficina del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídrico, a través de la página web institucional y mediante su publicación en forma impresa o en versión digital ;

Que, en el marco del Plan Operativo Institucional 2013 esta Dirección programó el estudio "Tratamiento de Cauce del río Cumbaza para el Control de Inundaciones";

Que, obra en autos dos ejemplares del referido estudio y un disco compacto con el archivo digital, conjuntamente con los Informes Técnicos N° 01-2014-ANA-DEPHM/JHP y 03-2014-ANA-DEPHM/TAA, que expresa la conformidad del mismo; por lo que estando a lo dispuesto en la Directiva General N° 06-2011-ANA-J-OPP, corresponde aprobar el estudio "Tratamiento de Cauce del río Cumbaza para el Control de Inundaciones"; y,

Con el visto de la Oficina de Asesoría Jurídica y de conformidad con lo dispuesto por la Directiva General N° 06-2011-ANA-J-OPP, y en uso de las funciones y atribuciones establecidas en el artículo 33° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua aprobado con Decreto Supremo N° 006-2010-AG.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el estudio "Tratamiento de Cauce del río Cumbaza para el Control de Inundaciones" que en fojas 207 forma parte integrante de la presente resolución.

ARTÍCULO 2°.- Disponer la publicación del estudio aprobado en el artículo precedente en el portal web institucional: www.ana.gob.pe.



Regístrese y comuníquese,

WILFREDO ECHEVARRÍA SUAREZ
Director (e)

Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales
Autoridad Nacional del Agua

