



**REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**



**DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
HIDRAULICOS MULTISECTORIALES**

ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL

**PROYECTO DE REHABILITACION Y
MEJORAMIENTO CANAL PRINCIPAL CUMBAZA**



**VOLUMEN II
ESTUDIO BÁSICOS**

**ANEXO 1: CARTOGRAFIA
ANEXO 2: HIDROLOGÍA
ANEXO 3: GEOLOGÍA
ANEXO 4: AGROLOGÍA**

Lima, Octubre del 2010

**INFORME FINAL
GEOLOGIA Y GEOTECNIA
PERFIL PROYECTO DE REHABILITACIÓN – MEJORAMIENTO
CANAL PRINCIPAL CUMBAZA (40KM) – A NIVEL PERFIL**

- 1.0 INTRODUCCION
- 2.0 INVESTIGACIONES EJECUTADAS
 - 2.1 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE
 - 2.2 GEOLOGÍA DE SUPERFICIE
- 3.0 GEOLOGIA REGIONAL
 - 3.1 GEOMORFOLOGIA
 - 3.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA
 - 3.2.1 Formación Vivian
 - 3.2.2 Formación Yahuarango
 - 3.2.3 Formación Pozo
 - 3.2.4 Formación Chámbira
 - 3.2.5 Formación Ipururo
 - 3.2.6 Formación Ucayali
 - 3.2.7 Depósitos Aluviales
 - 3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL / PROCESOS GEODINÁMICOS
 - 3.4 SISMICIDAD
- 4.0 CONDICIONES GEOLOGICAS DEL CANAL
- 5.0 SECTORIZACION INGENIERO GEOLOGICA DEL CANAL
- 6.0 GEOTECNIA DEL CANAL
 - 6.1 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

6.2 MEDIDAS CONSTRUCTIVAS

7.0 AREAS DE PRÉSTAMO

7.1 AGREGADOS SECTOR GUILLERMO ARCE

7.1.1 Características Físico - Mecánicas

7.1.2 Interpretación Geotécnica

7.2 AGREGADOS SECTOR JUAN GUERRA

7.2.1 Características Físico-Mecánicas

7.2.2 Interpretación Geotécnica

7.3 AGREGADOS SECTOR LAS PALMERAS

7.3.1 Características Físico-Mecánicas

7.3.2 Interpretación Geotécnica

7.4 AGREGADOS CANAL CUMBAZA

7.4.1 Características Físico-Mecánicas

7.4.2 Interpretación Geotécnica

7.5 MATERIAL DE RELLENO SECTOR NUEVA FORTUNA

7.5.1 Características Físico-Mecánicas

7.5.2 Interpretación Geotécnica

8.0 PROGRAMA DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS

9.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

9.2 RECOMENDACIONES

ANEXOS

ANEXO N° I FIGURAS

- *Figura N°01:* Mapa de Unidades Geomorfológicas del Ámbito del Proyecto de Rehabilitación – Mejoramiento Canal Principal Cumbaza.
- *Figura N°02:* Columna Estratigráfica Generalizada del Ámbito del Proyecto de Rehabilitación – Mejoramiento Canal Principal Cumbaza.
- *Figura N°03:* Zonificación Sísmica del Ámbito del Proyecto de Rehabilitación – Mejoramiento Canal Principal Cumbaza.

ANEXO N° II PLANOS

- *Plano PG-01:* Ubicación Ámbito del Proyecto
- *Plano PG - 02:* Plano de Geología de Superficie del Canal Cumbaza.
- *Plano PG – 03:* Ubicación de Áreas de Préstamo.
- *Planos del GS – 01 al GS -14:* Caracterización Ingeniero Geológica del Canal Cumbaza.

ANEXO N° III FOTOS

**INFORME FINAL
GEOLOGIA Y GEOTECNIA
PROYECTO DE REHABILITACIÓN – MEJORAMIENTO CANAL PRINCIPAL CUMBAZA
(40 KM) – A NIVEL PERFIL**

1.0 INTRODUCCION

Este informe realizado para el *Proyecto de Rehabilitación – Mejoramiento Canal Principal Cumbaza (40 Km) A Nivel Perfil*, presenta la interpretación y adecuación de las investigaciones Geológicas y Geotécnicas existentes del área de estudio. Tales investigaciones forman parte del proceso que conduce a la Caracterización Ingeniero Geológica – Geotécnica, siendo una de las actividades principales los trabajos de exploración en campo y el procesamiento de la información existente.

En tal sentido, se realizaron las siguientes etapas y/o actividades:

- Revisión de la Información Técnica existente
- Descripción de la Geología Regional
- Geología y Geotecnia del Canal (Aproximadamente 40 Km)
- Determinación de Áreas de Préstamos.
- Elaboración de Programas de Investigaciones geológicas y geotécnicas para futuras etapas del proyecto.

La base ingeniero geológica desarrollada en el presente informe, es consecuencia del proceso de revisión, interpretación y adecuación de la información técnica existente (Geología regional y/o local, Geotecnia de las zonas de cruces de quebradas y evaluación de áreas de préstamos) orientada a caracterizar desde el punto de vista de la geología y geotecnia los 40 Km del canal Cumbaza.

Con la evaluación geológica ejecutada y correlación de la información geotécnica, se elaboró la Caracterización Ingeniero Geológica de la Conducción, delimitando los tramos del canal que presentan similares características geológicas y geotécnicas.

Así mismo se están considerando las propiedades físicas mecánicas de las áreas de préstamo más cercanas a la zona del canal.

Se acompaña al presente informe con planos geológicos, secciones geológicas y ubicación de canteras.

2.0 INVESTIGACIONES EJECUTADAS

Como parte de las investigaciones básicas y al presente nivel de estudios se realizó el levantamiento de la Geología de superficie y la evaluación y selección de las áreas de préstamos y canteras.

Previamente a la etapa de campo se procedió a una revisión y evaluación de la información geológica y geotécnica existente; con el objetivo de contar con mayores elementos de juicio para la programación de las investigaciones geotécnicas.

2.1 REVISION DE LA INFORMACION EXISTENTE

La zona ha sido objeto de estudios geológicos y geotécnicos anteriores en tal sentido previamente a la etapa de reconocimiento de campo se procedió a la revisión y evaluación de la siguiente información técnica:

- Geología de los Cuadrángulos de Tarapoto, Papa Playa, Utcucarca y Yanayacu - Año de 1997. Comisión de Carta Geológica Nacional. Estudio a nivel regional con planos a escala 1:100000; desarrolla los aspectos de fisiografía, geomorfología, litología, estratigrafía, geología estructural, geología histórica y geología económica. La zona de estudio, se encuentra en el Cuadrángulo de Utcucarca, datos que han servido con fines de correlación geológica.
- Evaluación y Caracterización de Geología y Geomorfología – Programa de Zonificación Ecológica Económica - Sub Programa de Meso Zonificación Ecológica y Económica de la Sub Cuenca del Cumbaza - Año de 1997. Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo. Dirección de Manejo Ambiental.
- Mapa de Peligros de las Ciudades de Tarapoto, Morales y La Banda de Shilcayo. Proyecto de INDECI – PNUD/PER/02/051 Ciudades Sostenibles.
- Estudio Preliminar Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Irrigación Cumbaza – Provincia San Martín – Región San Martín.

2.2 GEOLOGIA DE SUPERFICIE

Se realizó el reconocimiento geológico de superficie, a lo largo del Canal; datos de campo que han servido para inferir la sectorización ingeniero geológica de todo el recorrido

del canal.

Esta fase de campo, permitió localizar las zonas más críticas a lo largo del canal para la cimentación de caja.

3.0 GEOLOGIA REGIONAL

Las condiciones geológicas y geomorfológicas observadas a lo largo del Canal Cumbaza, se evaluaron tomando como referencia los levantamientos geológicos de campo a Escala 1:100,000 realizados por el INGEMMET.

El área de estudio se localiza en el Cuadrángulo de Tarapoto, Papa Playa, Utcucarca y Yanayacu, en donde se han delimitado las diferentes unidades de roca y suelos, grado de meteorización de las rocas, evolución del relieve, procesos físico geológicos y estructuras geológicas, localizadas en el área de influencia del Proyecto.

A continuación, se procederá a describir las principales características geológicas del área del Proyecto, incidiendo en aquellas que tendrán mayor influencia en las obras; para lo cual se ha complementado la información geológica regional existente, con las verificaciones de campo (Observar Plano N° PG – 02 Geología de Superficie de Canal).

3.1 GEOMORFOLOGIA

La zona investigada se encuentra formando parte de la Faja Subandina y la Llanura Amazónica, siendo ambas el resultado de los procesos de deformación 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.

El relieve en el área del estudio presenta morfologías diferenciadas, influenciadas por la evolución del Valle Cumbaza, en el cual se puede observar dos grupos de unidades morfológicas que corresponden a la Faja Subandina y son geoformas mayormente resultantes de los procesos de levantamiento y erosión (Ver *Figura N° 01* – Mapa de Unidades Geomorfológicas del Ámbito del Proyecto de Rehabilitación – Mejoramiento Canal Principal Cumbaza), las mismas que a continuación se detallan:

1. CADENA LONGITUDINAL SUBANDINA

Es una geoforma constituida por cadenas de cerros alargados y con cumbres continuas entre 600 y 1400 msnm, las rocas que conforman a estas cadenas son rocas sedimentarias mayormente silicoclásticas correspondientes al Jurásico – Cretácico que se encuentran plegadas y falladas en estructuras longitudinales.

En esta Cadena Longitudinal Subandina se distinguen:

- La cadena montañosa
- Los flancos o laderas

La *cadena montañosa* principal se encuentra al Este de Tarapoto, sus cumbres están formadas por areniscas de la Formación Sarayaquillo y el Grupo Oriente, la que al ser cortada por cursos de agua longitudinales o transversales forman paredes escarpadas.

Este contrafuerte tiene una línea de cumbres agudas y un flanco occidental más empinado que constituye una escarpa de falla que ha levantado rocas jurásicas sobre sedimentitas paleógeno – neógenas.

Los *flancos o laderas* constituyen una franja estrecha de pendientes fuertes y regulares en la parte oriental que marca la transición a la Llanura Amazónica. En cambio, las laderas occidentales son más amplias y tienen menor inclinación, siendo incluso cubiertas por material reciente o disectadas suavemente.

2. DEPRESIÓN INTRAMONTAÑOSA

Como resultado de la actividad tectónica que aconteció durante el Neógeno, se han formado depresiones estructurales dentro de la faja Subandina, generalmente limitadas por fallas y acentuadas por los procesos erosivos que actuaron en mayor medida sobre los pliegues sinclinales y sobre rocas más susceptibles a su destrucción, tanto por su naturaleza litológica como por su posición estructural.

En aquellos lugares donde las laderas o flancos de montaña tienen inclinaciones suaves a moderadas, los procesos denudacionales han formado lomadas onduladas, favorecidas con la acumulación de material de cobertura por procesos aluvio-coluviales. Las lomadas o cerros de cumbres algo redondeadas, se observan a ambos lados del tramo inferior del valle del Cumbaza y en el flanco oriental del valle del Sisa. Las lomadas marcan además la transición de las colinas alargadas a los valles con relleno aluvial.

3. VALLES

Tales geoformas corresponden a los ríos que constituyen la red de drenaje cuyo colector principal es el Río Huallaga.

En general estos ríos, al cruzar las cadenas montañosas, forman valles encañonados o valles en "V", mal pasos y pongos; cuando llegan a la Llanura Amazónica tienen cursos sinuoso, de poca pendiente.

Según la extensión del relleno aluvial, destacan los valles del Cumbaza, que tiene una dirección NO-SE, formada por un fondo plano, donde se ha asentado la ciudad de Tarapoto y otros centros urbanos que le circundan. Este valle coincide con la estructura geológica.

3.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

Los procesos de sedimentación han producido en la cuenca del Cumbaza diferentes unidades litoestratigráficas, las cuales han sido clasificados utilizando las variables cronoestratigráficas, paleontológicas, litológicas y ambiente de sedimentación, apoyados por el conocimiento de los estudios realizados sobre el área (Boletín 94 INGEMMET 1997 y Evaluación y Caracterización de Geología y Geomorfología SubPrograma de Mesozonificación Ecológica Económica de la Subcuenca Cumbaza).

Se han podido reconocer 6 unidades litoestratigráficas (Ver *Figura N° 02* Columna estratigráfica Generalizada del Ámbito del Proyecto de Rehabilitación – Mejoramiento Canal Principal Cumbaza), las mismas que se describen a continuación:

3.2.1 MESOZOICO

a. Cretáceo superior

Formación Vivian (Ks - v)

Fue identificada por Morán, M. y Fyfe, D. (1933) en el bajo Pachitea, como “areniscas pan de azúcar”, donde describe secuencias de areniscas blancas de granos homogéneos y altamente friables. Kummel, B. (1946) definió un “estrato tipo” en la quebrada Vivian, provincia de Ucayali, a un afloramiento litológico compuestos por areniscas de grano grueso a medio de tonalidad blanca a crema.

Su distribución se extiende en toda la Cordillera Subandina. En el área se encuentra distribuido en el sector oriental de la cuenca exponiéndose en forma de una franja estrecha, alargada y continua. Los muestreos pertinentes han permitido localizarlo en las proximidades del km 2 y 3 de la carretera Tarapoto Yurimaguas, en las proximidades de las localidades de Lamas, Morales y Rumizapa.. Se encuentra en contacto transicional con las secuencias cretácicas de la Formación Chonta. En las imágenes de satélite se distingue por su característico relieve de promontorios elevados en forma de “cornisa”.

Su litología está caracterizada por presentar areniscas cuarzosas de tonalidad blanquecina de grano fino a medio, friables en estratos gruesos a medianos, los cuales presentan estructuras de estratificación sesgada. Se encuentran intercalados ocasionalmente con guijas, guijarros y niveles laminares de arcillas y lutitas carbonosas de color gris oscuro.

El ambiente de sedimentación de la Formación Vivian es de tipo litoral o playero próxima a la línea costera y/o sedimentación fluviodeltaicos principalmente hacia el Este, desarrollados durante la etapa de regresión del mar somero Chonta (proceso geológico final de la sedimentación Chonta).

Por su posición estratigráfica, es decir por encontrarse en contacto transicional a la Formación Chonta del Cretáceo superior y en discontinuidad litológica con la Formación Yahuarango del Terciario-Paleógeno, Chalco, A. y Rodríguez, A. (1975) le asignan de edad finicretáceo (Santoniano-Mastrichtiano).

3.2.2 CENOZOICO

a. Paleoceno-Eoceno inferior

Formación Yahuarango (P - y)

Esta unidad geológica da comienzo a la depositación continental con pequeñas interrupciones de leves transgresiones marinas. Kummel, B. (1946), lo definió como miembro del Grupo Contamana, describiendo en la parte superior, limoarcillitas rojas (lodolitas rojizas), limolíticas; y en la base, conglomerados redondeados a subangulosos con estratificación sesgada.

Su distribución se manifiesta a lo largo de la Cordillera Subandina en forma de extensas franjas continuas y alargadas. En el área se distribuye en el sector oriental de la cuenca del Cumbaza, donde se encuentra configurando sistemas de montañas altas afectadas por estructuras deformacionales (anticlinal y sinclinal), con pendiente abrupta. Se localiza en las proximidades de las localidades de La Unión de Sanirarcu, Alto Polish y Shucshuyacu.

Su litología está caracterizada por la presencia de lodolitas y arcillitas compactas a friables, de tonalidad rojo a marrón rojizo, en ocasiones abigarrados. Estas se encuentran intercalados con limolita blanco-verdosa glauconítica y areniscas rojizas con estratificación sesgada. Dentro de estas secuencias se presentan capas delgadas de yeso y anhidrita.

Los muestreos correspondientes en el área nos ha permitido relacionar algunos afloramientos con esta unidad geológica, en las cercanías de la localidad de Morales (Primeros Kilómetros del canal), existe la presencia de secuencias de areniscas de grano fino a medio de tonalidad gris marrón con estratificación sesgada en estratos de 0,10 a 0,05 de espesor (Foto 7), el cual se encuentra fuertemente fracturado en la parte inferior. Presenta buzamiento 10° NS y rumbo E-W.

Las características litoestratigráficas y palinológicas de la Formación Yahuarango indican que su sedimentación se realizó en un ambiente netamente continental, vinculado a una sedimentación con flujos aluvionales y fluviales dentro de una zona depresionada. Esta característica nos permite asumir, que estuvo asociado a depósitos lagunares y palustres, originando la sedimentación de materiales finos pelíticos en un ambiente oxidante.

Según Gutierrez, M. (1982), la Formación Yahuarango se habría depositado desde inicios del Paleoceno hasta comienzos del Eoceno, este análisis fue realizado en base a su posición estratigráfica., pues sobreyace en forma transicional a la Formación Vivian e infrayace del

mismo modo a los sedimentos de la Formación Chambira y en algunos sectores se le encuentra en discordancia angular a los sedimentos del Cuaternario.

b. Eoceno - Oligoceno

Formación Pozo (P - p)

WILLIAMS M.D (1949) describe a la Formación pozo como lutitas carbonáceas, en capas delgadas, gris oscuras y algunas claras. La base está marcada generalmente por arenisca o conglomerado arenoso.

Su afloramientos pueden observarse con nitidez en los cortes de los principales ríos que cruzan a esta estructura geológica.

En la región del Huallaga Central, CALDAS y otros (op.cit) estiman un grosor de 180 metros y describen a la Formación Pozo conformada de lodolitas abigarradas, rojas a púrpuras interestratificadas con lutitas gris claras a marrones, del mismo modo indican la presencia de areniscas gris claras blancas de grano fino, friables, con algunos niveles de carbón.

La Formación Pozo suprayace a la Formación Yahuarango en relación concordante según su estructura, sin embargo el contraste en sus características sedimentológicas es claro. Relación similar se observa con la Formación Chambira la cual incluso contiene niveles grises a cremas más delgadas, similares a aquellos de la Formación Pozo.

Las características litológicas así como el contenido de fauna marina indica que esta unidad resultó de una transgresión marina que interrumpe la acumulación de capas rojas, actuando como una fluctuación marina de poca profundidad que otorgaron en algunos casos el carácter salobre a las sedimentitas acumuladas.

Según CALDAS J. y otros (op. Cit), la Formación Pozo se acumuló entre el Eoceno y el Oligoceno de acuerdo a estudios de Robertson Research (1981) en el Pongo de Manseriche y GUTIERREZ M. (1982).

c. Neógeno-Oligoceno

Formación Chambira (Pn - ch)

Definida por Kummel, B. (1948), como miembro del Grupo Contamana, en los cerros Cushabatay, provincia de Ucayali. El mismo autor eleva esta unidad a la categoría de Formación, describiéndola litológicamente como arcillitas, lutitas y limolitas rojas, los cuales se intercalan con areniscas marrones, delgadas capas de anhidrita, y horizontes tufáceos esporádicos.

Su litología está compuesta por arcillitas abigarradas, de tonalidades que varían de rojiza a marrón y moteadas de color gris verdoso. En ocasiones están intercaladas con niveles de anhidrita. También presenta niveles de areniscas arcillosas de grano medio, algo calcáreas con estratificación sesgada, que se intercala con niveles carbonosos.

Se distribuye en el sector occidental y sur de la cuenca del Cumbaza y se localiza en las localidades de San Fernando de Pucayacu, Las Palmas, Las Flores, Uchpayacu, Totorillayco, Shamboloa. Se encuentran conformando los sistemas de colinas altas estructurales.

En las proximidades de Juan Guerra (Cerca al Km 30+000), se ha identificado esta unidad suprayaciendo en discordancia angular a la secuencia Pleistocénica (Formación Ahuashiyacu), cuya litología se compone de arenisca gris verdosa intercaladas con lodolitas gris marrón en estratos delgados (Foto 8). La secuencia de arenisca presenta niveles de limoarcillitas laminares. Todo este sector se encuentra altamente fracturado. Presenta buzamiento 22° NE y rumbo S 38° E.

El ambiente de sedimentación estuvo vinculado a las etapas de inundación de los principales ríos que drenaban hacia las zonas depresionadas. Las diversas características litológicas (granulometría, redondez, naturaleza) estuvieron relacionadas a la fuerte y débil dinámica fluvial. Seminario, F. y Guizado, J. 1976 y Gutierrez, M. 1982., han reportado fósiles que han permitido correlacionar y diagnosticar su edad, datándoles entre el Oligoceno y Mioceno.

d. Mioceno Plioceno

Formación Ipururo (N - i)

Esta unidad geológica fue identificada por primera vez por Kummel, B. (1946) como miembro de la Formación Contamana, en el centro poblado Santa Clara, donde reportó una secuencia de areniscas de tonalidad gris brunáceo con intercalaciones de pizarras arcillosas rojizas.⁰⁰

Durante muchos años la Formación Ipururo fue estudiado y analizado, y en base a ello se logró tener una identificación litológica, el cual ha sido dividido en tres secciones representativas: La sección inferior, está caracterizada por presentar arcillitas rojizas calcáreas graduando a limolitas, que se intercalan con areniscas finas gris claras a verdosas y lechos calcáreos. En la sección media incluye margas grises, areniscas rojizas de grano fino a medio, arcillitas rojas calcáreas y sedimentos volcánicos. La sección superior, comprende areniscas claras de color pardo, marrón, rojo y grisáceo con estratificación cruzada y granos poco coherentes, las cuales se intercalan con arcillitas rojizas.

En muchos sectores los estratos han sido plegados con inclinaciones muy fuertes, producto de la dinámica siempre frecuente de la tectónica Quechua que actuó durante el Pleistoceno.

Aunque en el área no se ha logrado reportar, se estima según datos proporcionados por INGEMMET, (1998), estas se encuentran distribuidas en el sector sur de la cuenca, en la desembocadura del río Cumbaza al río Mayo. Se localiza en las proximidades de las localidades de Juan Guerra y San Juan. Se encuentran conformando los sistemas de colinas altas estructurales.

Su depositación ha sido originado en un ambiente netamente continental, con ciertos sectores palustres y lacustres, basado en una dinámica fluvial ligeramente intensa.

Debido a su pobre información paleontológica su edad de formación ha sido datada por su posición estratigráfica y su relación crono estratigráfica con la Formación Chambira, por lo que se le ha conferido una edad Plioceno inferior.

e. Cuaternario-Pleistoceno superior

Formación Ucayali (Nq - u)

Fue definida por KUMMEL B. (1948) como depósitos aluviales horizontales, compuestos por numerosos fragmentos de plantas, maderas, gasterópodos, agua fresca y pelecípodos. La secuencia es blanda, inconsolidada y horizontal, secuencias de esta unidad se observan al Oeste del distrito de Juan Guerra, donde existe una escarpa de aproximadamente 20 a 30 metros en la margen derecha del río Cumbaza.

En el tramo inferior del valle del Cumbaza se observan arenas limosas algo consolidadas con niveles de conglomerados polimícticos semiconsolidados. La forma de los estratos son lenticulares y frecuentemente presentan inclinaciones resultantes de los paleorelieves sobre los que se acumularon.

Esta unidad en el sector de la Llanura Amazónica yace discordantemente sobre las rocas más antiguas que tienen cierta inclinación estructural. Aparentemente el miembro superior, constituido mayormente de arenas y limoarcillas, se ha acumulado sobre los conglomerados de la unidad inferior que son predominantes en el sector occidental de la cuenca; sin embargo, entre el río Mayo y el piedemonte subandino hasta la altura de Huimbayoc se nota cierta interdigitación de conglomerados con arenas en la parte inferior. De acuerdo a ello se deduce que los depósitos orientales más finos son de la Formación Ucayali.

La parte inferior de la Formación Ucayali, que consiste de conglomerados polimícticos, constituye las litofacies proximales, mientras que las arenas y limos semiconsolidados

representan las litofacies distales de la sedimentación acaecida durante el Pleistoceno terminal al Holoceno.

Se considera que se ha acumulado desde el Holoceno al Reciente ya que presenta abundantes restos de plantas con escasa diagénesis además de no mostrar evidencias de deformación. KUMMEL B. considera que la Formación Ucayali se acumuló durante el Terciario superior al Cuaternario.

f. Cuaternario-Pleistoceno superior

Depósitos Aluviales (Qh – al)

Se han cartografiado como depósitos aluviales en la zona subandina a gravas, arenas y limos que se encuentran rellenando las quebradas y depresiones morfológicas, la mayor parte de ellos se encuentran adyacentes al río Huallaga y son especialmente abundantes donde ocurren las formaciones cenozoicas (Yahuarango, Pozo, Chambira, ipururo y Ucayali).

Su fragmentometría es variable de gruesa a fina, no obstante se nota un predominio de gravas, arenas y en menor proporción limos.

En la Llanura Amazónica se han delineado como aluviales los depósitos de inundación actuales que consisten mayormente de arenas y limos grises, gris marrones, que yacen en posición horizontal mostrando un notable contenido de restos de plantas. En el caso de los ríos menores, se ha considerado como aluviales en los mapas, tanto los depósitos de inundación como aquellos que se encuentran en el lecho del río actual, debido a la escala y a la extensión de los mismos.

3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL / PROCESOS GEODINAMICOS

La cuenca del río Cumbaza se encuentra dentro del sector morfoestructural de la Cordillera Subandina, donde conforma una cuenca sinclinal de tipo asimétrica y que ha sido cortada en varios periodos por la migración del río Mayo, según evidencias que se han encontrado en los sedimentos antiguos pleistocénicos.

Tectónicamente, el bloque de la Cordillera Subandina, representa la geoestructura más afectada por la tectónica Andina y esta caracterizada por presentar una serie de fases de compresión. Se estima que la fase de plegamiento ha sido efectuada durante el Neógeno-Mioceno, las cuales se encuentran alineadas con rumbo NO-SE. Esta direccionalidad continua se ve afectada a la altura de los 5º latitud sur donde las secuencias que corresponden a la Faja subandina se inflexionan hacia el ONO (inflexión de Huancabamba), para luego seguir una

dirección NNE (INGEMMET, Boletín N° 122, 1998). Las estructuras que forman parte de este bloque son bastante complejas, porque se encuentran desde plegamientos de gran extensión como los sinclinales y anticlinales bastante desarrollados, asociados generalmente a las fallas inversas y normales de alcance regional. Toda esta configuración estructural se puede observar en las imágenes de satélite.

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, 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 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 Intramontañosa

Esta geoestructura fue desarrollada a consecuencia del ciclo orogénico (Fase Inca), que se suscitaron durante el levantamiento de la Cordillera de los Andes en 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).

Estos procesos están relacionados a los principales agentes modeladores, como son: el agua que proviene principalmente de los sistemas fluviales, así como de las precipitaciones pluviales; el intemperismo, tanto físico como químico, que actúa en el desgaste del relieve y

que consecuentemente han producido la configuración del relieve actual, lo que ha dado lugar a variadas formas de relieves que se han podido identificar.

Los relieves comprenden desde relieves suaves de época reciente (Terrazas bajas) hasta zonas onduladas de pendiente suave a moderada (colinas bajas), las cuales están sujetas a las condiciones físico - químicas de los materiales, que los conforman; a esto se añade como característica importante, la intensidad a la que ha sido sometida esta zona por los agentes modeladores.

Los terrenos conformados por terrazas aluviales y colinas, presentan comportamientos morfodinámicos de relativa intensidad; sin embargo, podrían desencadenar acciones morfodinámicas importantes, de ocurrir una masiva deforestación como consecuencia de la acción antrópica, cada día más extendida y que deja sentir sus efectos negativos en el ambiente, por la activación de los procesos geodinámicos. Un proceso de este tipo se observa aguas arriba de la zona de presa con pequeñas escarpas de erosión localizadas a lo largo de una quebrada afluyente (Margen derecha).

3.4 SISMICIDAD

El Perú se encuentra en el borde occidental de la placa continental Sudamericana, debajo de la cual se sumerge la Placa oceánica de Nazca, constituida por una corteza más densa que la anterior, casi frontalmente, con un buzamiento entre 20° y 30° y con una velocidad relativa de unos 10 cm. por año. Las manifestaciones externas de este proceso son la fosa marina del Pacífico, la cordillera de los Andes y la presencia de algunos volcanes en el sur del Perú y el norte de Chile.

La distribución espacio-tiempo de los epicentros de los sismos ocurridos en este territorio nos muestra que los mismos pueden estar asociados a:

- Interacción de placas
- Procesos eruptivos de volcanes
- Fallas geológicas

La mayoría de fallas geológicas son consecuencia del movimiento orogénico superficial, producto a su vez del proceso de levantamiento y formación de la Cordillera de los Andes, a través del tiempo geológico.

El territorio peruano se encuentra pues ubicado en una zona sísmica más activa del mundo, dentro del Cinturón Circum-pacífico. Desde la formación de los continentes ha estado bajo la acción y efectos de grandes terremotos, de cuyas referencias sólo se dispone a partir de la presencia española, basada en relatos y narraciones, y a partir del presente siglo, con datos instrumentales.

En base a dicha información se han elaborado diversos estudios, una de cuyas síntesis es el mapa de Zonificación Sísmica del Perú, este mapa considera al territorio peruano dividido en tres zonas, de acuerdo a la sismicidad observada y a la potencialidad sísmica de cada zona:

Zona III: Sismicidad Alta

Zona II: Sismicidad Media

Zona I: Sismicidad Baja

De acuerdo a dicha zonificación, la región San Martín se encuentra en la zona II: sismicidad media, correspondiéndole un factor g de 0.30. (Ver *Figura N°03* Zonificación Sísmica del Perú).

En la Región San Martín la actividad sísmica está vinculada a fallas geológicas superficiales y/o de reciente formación, presentándose también hipocentros a profundidades mayores a 33 Km.; son un reflejo de la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca.

El número de terremotos registrados en la zona en estudio, a una profundidad entre 0 y 33 Km. es de 1; 1 entre 33 Km. y 100 Km., y 1 entre 100 Km. y 300 Km. Si bien es cierto dichos terremotos no han afectado considerablemente a las ciudades de Tarapoto, Morales y La Banda de Shilcayo, debido a su baja vulnerabilidad, se puede apreciar viviendas con grietas importantes en sus paredes, debido a la acumulación de efectos sísmicos.

Vale mencionar también el fenómeno de licuación de suelos que se observa en el sector de Atumpampa, área que muestra una importante expansión y presencia de nuevas viviendas, no se descarta que se presente este fenómeno acompañado de un sismo de magnitud mayor a los experimentados, y/o como un efecto de amplificación de ondas por las características propias del suelo.

San Martín es una de las regiones del Perú que ha manifestado una actividad sísmica notable, evidenciada con daños en varias ciudades y centros poblados con los dos últimos terremotos ocurridos (1990 y 1991).

4.0 CONDICIONES GEOLOGICAS DEL CANAL

A lo largo del canal, el basamento rocoso, está conformado por los sedimentos de las formaciones Vivian, Yahuarango, Chambira, Ipururo y Ucayali, los cuales por lo general se encuentran constituidos de areniscas con horizontes de lutitas, limolitas y lodolitas, sobre estas formaciones geológicas se encuentran los depósitos cuaternarios que constituirán la cimentación del canal Cumbaza.

La secuencia y relaciones estratigráficas generalizadas, identificadas en la zona de estudio son las siguientes:

- | | |
|----------------------|---|
| Formación Vivian | - Secuencia de areniscas cuarzosas de tonalidad blanquecina de grano fino a medio, friables en estratos gruesos a medianos, los cuales presentan estructuras de estratificación sesgada. Se encuentran intercalados ocasionalmente con guijas, guijarros y niveles laminares de arcillas y lutitas carbonosas de color gris oscuro. |
| Formación Yahuarango | - Caracterizada por la presencia de lodolitas y arcillitas compactas a friables, de tonalidad rojo a marrón rojizo, en ocasiones abigarrados. Estas se encuentran intercalados con limolita blanco – verdosa glauconíticas y areniscas rojizas con estratificación sesgada. Dentro de estas secuencias se presentan capas delgadas de yeso y anhidrita. |
| Formación Chambira | - Intercalación por arcillitas abigarradas, de tonalidades que varían de rojiza a marrón y moteadas de color gris verdoso. En ocasiones están intercaladas con niveles de anhidrita. También presenta niveles de areniscas arcillosas de grano medio, algo calcáreas con estratificación sesgada, que se intercala con niveles carbonosos. |
| Formación Ipururo | - La sección inferior caracterizada por presentar arcillitas rojizas calcáreas graduando a limolitas intercaladas con areniscas. En la sección media incluye margas grises, areniscas rojizas de grano fino a medio, arcillitas rojas calcáreas y sedimentos volcánicos. La sección superior, comprende areniscas claras de color pardo, marrón, rojo y grisáceo con estratificación cruzada y granos poco coherentes, las cuales se intercalan con arcillitas rojizas. |
| Formación Ucayali | - La parte inferior del Valle de Cumbaza se observan arenas limosas algo consolidadas con niveles de conglomerados polimícticos, constituyete las litofacies proximales, mientras que las arenas y limos |

semiconsolidados representan las litofacies distales de la sedimentación acaecida durante el Pleistoceno.

Depósitos Aluviales - Constituido por la intercalación de gravas, arenas y Pleistocénicos limos que se encuentran rellenando las quebradas y depresiones morfológicas.

La geología del área de estudio no presenta mayores cambios ya que todo el canal Cumbaza, se desarrolla sobre depósitos semiconsolidados del Cuaternario (Depósitos Aluviales, coluvioresiduales) y afloramientos de las formaciones del terciario (Fm. Ucayali, Fm. Ipururo, Fm. Chambira, Fm. Pozo, Fm. Yahuarango y Fm. Vivian).

Entre los depósitos cuaternarios se ha distinguido los depósitos aluviales (Qr - al) constituido por la mezcla de gravas, arenas y contenido de finos (limos y arcillas), de plasticidad baja a media. Próximo a las formaciones geológicas terciarias, se tienen los depósitos coluvioresiduales, que conforman suelos de mediana plasticidad.

A lo largo del Canal (Entre Leguía y Progreso), se aprecian aproximadamente 4 quebradas afluentes, que las cruzan y que están mayormente emplazadas en el Valle de Cumbaza, por ello el relieve se presenta llano con pendientes inferiores de 5% y conformación esencialmente sedimentaria con arcillas arenosas, intercalación de lodolitas y limolitas y algunos niveles conglomerádicos. El riesgo geodinámico de la zona es bajo por presentar terreno de topografía suave, siendo escasos los derrumbes y caída de rocas.

Se adjunta al Informe, el Plano **PG - 02** "Geología de Superficie del Canal" de aproximadamente 40 Km de longitud.

5.0 SECTORIZACION INGENIERO GEOLOGICA DEL CANAL

Basado en la información técnica existente, prospección en campo, se ha realizado la Sectorización Ingeniero Geológica (a Nivel Perfil) de los 40 Km del canal Cumbaza. La información técnica procesada es la del Proyecto "Mejoramiento y Rehabilitación de la Irrigación Cumbaza, Provincia de San Martín, Región San Martín" en donde se detalla, a través del cuadro *Canal Principal Cumbaza – Obras de Arte – Estado Situacional por tramos*, las condiciones de tipo de suelo y las obras de arte presentes a lo largo del canal.

Según la revisión de la información técnica, se infiere la presencia de tramos críticos relacionados a la ocurrencia de sedimentos ó suelos con contenido de finos y plasticidad media; por lo cual se recomienda realizar, en el estudio a Nivel de Factibilidad, ensayos de mecánica de suelos para obtener sus propiedades tanto físicas como mecánicas, a fin de descartar que sean materiales potencialmente expansivos, ya que en la mayoría de los casos se encuentran relacionados con varias de las formaciones observadas a lo largo del canal.

En el presente caso y para los fines de medición y estimación de los costos de obra, las excavaciones en superficie serán clasificadas según el tipo de material a excavar de acuerdo a la siguiente descripción:

Excavación en Roca Fija.- Las excavación en roca fija consiste en la remoción de todos los materiales que no pueden ser removidos por pala mecánica o por equipos de movimiento de tierra, sin continuos y sistemáticos disparos o voladuras, barrenos y acuíñamientos; la remoción de rocas individuales de más de un metro cúbico de volumen será clasificado como excavación en roca fija.

Excavación en Roca descompuesta.- Consiste en la remoción de todos los materiales que pueden ser removidos con pala mecánica o equipo pesado de movimiento de tierras, con uso ocasional de cargas explosivas; la remoción de piedras y bloques individuales de menos de 1.00 metro cúbico y mayor de 0.5 metro cúbico de volumen, será clasificada como excavación en roca descompuesta.

Excavación en Material Suelto.- La excavación consiste en el levantamiento de todos los materiales que pueden ser removidos a mano, con excavadoras con equipos de movimiento de tierras.

Esta sectorización es presentada en 14 planos en la sección Anexo Planos – Caracterización Ingeniero Geológica del GS - 01 al GS - 14.

6.0 GEOTECNIA DEL CANAL

Basado en la información técnica existente, se han inferido las características geotécnicas de los materiales de cimentación del canal de 40Km de longitud.

6.1 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

A continuación se describen las Condiciones Geotécnicas por tramos:

1) **Tramo Km 0+000 a 0+610**

Formación Geológica	:	Formación Vivian
Clasificación SUCS	:	SC a CL
Indice de Plasticidad	:	Mediana Plasticidad
% Roca Suelta	:	20%
% Suelo	:	80%

Observaciones : Predominan suelos granulares finos y gruesos, como arenas arcillosas y arcillas con contenido de gravas, de baja plasticidad. Se observa topografía de relieve suave y uniforme, no hay riesgo de caídas de rocas o derrumbes.

2) Tramo Km 0+610 a 0+880

Formación Geológica : Formación Yahuarango
Clasificación SUCS : CL a SM
Indice de Plasticidad : Mediana Plasticidad
% Roca Suelta : 15%
% Suelo : 85%
Observaciones : Se observan suelos coluvioresiduales constituídos por arcillas limosas y arenas limosas. Dado su relieve llano y uniforme su riesgo geodinámico es bajo.

3) Tramo Km 0+880 a 0+2+590

Formación Geológica : Formación Vivian
Clasificación SUCS : SC a CL
Indice de Plasticidad : Mediana Plasticidad
% Roca Suelta : 20%
% Suelo : 80%
Observaciones : Intercalaciones de arenas arcillosas y arcillas con contenido de gravas, de baja a mediana plasticidad.

4) Tramo Km 2+590 a 2+770

Formación Geológica	:	Formación Yahuarango
Clasificación SUCS	:	CL a SM
Indice de Plasticidad	:	Mediana Plasticidad
% Roca Suelta	:	15%
% Suelo	:	85%
Observaciones	:	Intercalación de arcillas limosas y arenas limosas, predominan los taludes inferiores a 5°, por lo que se considera aceptable su estabilidad en las condiciones actuales.

5) Tramo Km 2+770 a 2+980

Formación Geológica	:	Formación Vivian
Clasificación SUCS	:	SC a CL
Indice de Plasticidad	:	Mediana Plasticidad
% Roca Suelta	:	20%
% Suelo	:	80%
Observaciones	:	Predominan las arenas arcillosas y arcillas con contenido de gravas.

6) Tramo Km 2+980 a 4+695

Formación Geológica	:	Formación Yahuarango
Clasificación SUCS	:	CL a SM
Indice de Plasticidad	:	Mediana Plasticidad

% Roca Suelta	:	15%
% Suelo	:	85%
Observaciones	:	Se observan arcillas limosas y arenas limosas, de mediana plasticidad. Dado su relieve llano y uniforme no hay riesgo geodinámico de caídas de rocas o derrumbes.

7) Tramo Km 4+695 a 7+445

Formación Geológica	:	Depósitos aluviales
Clasificación SUCS	:	GP a SC
Indice de Plasticidad	:	Baja Plasticidad
% Roca Suelta	:	30%
% Suelo	:	70%
Observaciones	:	Predominan los materiales gravosos con arenas y pocos finos. Su riesgo geodinámico es bajo por encontrarse en terrenos de relieve llano. El canal atraviesa la Quebrada Cocopa cerca al Km 7+000.

8) Tramo Km 7+445 a 8+060

Formación Geológica	:	Formación Yahuarango
Clasificación SUCS	:	CL a SM
Indice de Plasticidad	:	Mediana a Alta Plasticidad
% Roca Suelta	:	15%
% Suelo	:	85%
Observaciones	:	Predominan los suelos coluvioresiduales de arcillas limosas y arenas limosas. Dado su relieve llano y uniforme no hay riesgo geodinámico de caídas de rocas o derrumbes.

9) Tramo Km 8+060 a 12+975

Formación Geológica	:	Depósitos aluviales
Clasificación SUCS	:	GP a SC
Indice de Plasticidad	:	Baja Plasticidad
% Roca Suelta	:	30%
% Suelo	:	70%
Observaciones	:	Predominan los materiales gravosos con arenas y pocos finos. El canal atraviesa la Quebrada Mishquiyacu cerca al Km 9+500.

10) Tramo Km 12+975 a 13+125

Formación Geológica	:	Formación Pozo
Clasificación SUCS	:	ML a CL
Indice de Plasticidad	:	Baja a Mediana Plasticidad
% Roca Suelta	:	15%
% Suelo	:	85%
Observaciones	:	Constituido por limos arcillosos intercalados con delgados estratos de calizas. Se observan terrenos de relieve suave por lo que su riesgo geodinámico es bajo.

11) Tramo Km 13+125 a 14+550

Formación Geológica	:	Depósitos aluviales
Clasificación SUCS	:	GP a SC
Índice de Plasticidad	:	Baja Plasticidad
% Roca Suelta	:	30%
% Suelo	:	70%
Observaciones	:	Intercalación de gravas con arenas y pocos finos. El riesgo geodinámico es bajo por encontrarse en terrenos de topografía suave.

12) Tramo Km 14+550 a 14+650

Formación Geológica	:	Formación Chambira
Clasificación SUCS	:	CL a SC
Índice de Plasticidad	:	Baja a Mediana Plasticidad
% Roca Suelta	:	20%
% Suelo	:	80%
Observaciones	:	Predominan las arcillas arenosas y en ocasiones arcillas con material gravoso. El terreno es de pendiente suave, y su riesgo geodinámico bajo.

13) Tramo Km 14+650 a 14+835

Formación Geológica	:	Depósitos aluviales
Clasificación SUCS	:	GP a SC
Índice de Plasticidad	:	Baja Plasticidad
% Roca Suelta	:	30%
% Suelo	:	70%
Observaciones	:	Intercalación de gravas con arenas y pocos finos. El riesgo geodinámico es bajo por encontrarse en terrenos de topografía suave.

Observaciones :

14) Tramo Km 14+835 a 15+042

Formación Geológica : Formación Chambira
Clasificación SUCS : CL a SC
Indice de Plasticidad : Baja a Mediana Plasticidad
% Roca Suelta : 20%
% Suelo : 80%
Observaciones : Predominan las arcillas arenosas y en ocasiones arcillas con material gravoso. El riesgo geodinámico en este tramo es bajo debido a que el terreno presenta topografía suave y algo uniforme.

15) Tramo Km 15+042 a 16+530

Formación Geológica : Depósitos aluviales
Clasificación SUCS : GP a SC
Indice de Plasticidad : Baja Plasticidad
% Roca Suelta : 30%
% Suelo : 70%
Observaciones : Intercalación de gravas con arenas y finos (limos y arcillas). El riesgo geodinámico es bajo por encontrarse en terrenos de topografía suave.

16) Tramo Km 16+530 a 18+052

Formación Geológica	:	Formación Chambira
Clasificación SUCS	:	CL a SC
Indice de Plasticidad	:	Baja a Mediana Plasticidad
% Roca Suelta	:	20%
% Suelo	:	80%
Observaciones	:	Lo constituyen arcillas arenosas y en ocasiones arcillas con material gravoso. Predominan los taludes inferiores a 5° por lo que se considera aceptable su estabilidad en las condiciones actuales. El canal atraviesa la Quebrada Chupishiña cerca de los Kms 17+200 y 18+000.

17) Tramo Km 18+052 a 24+000

Formación Geológica	:	Depósitos aluviales
Clasificación SUCS	:	GP a SC
Indice de Plasticidad	:	Baja Plasticidad
% Roca Suelta	:	30%
% Suelo	:	70%
Observaciones	:	Intercalación de material gravoso con arenas y finos (limos y arcillas). El canal atraviesa la Quebrada Chupishiña cerca al Km 19+000.

18) Tramo Km 24+000 a 29+040

Formación Geológica	:	Formación Ucayali
Clasificación SUCS	:	SM a GM

Indice de Plasticidad	:	Baja Plasticidad
% Roca Suelta	:	25%
% Suelo	:	75%
Observaciones	:	Predominan las arenas limosas con gravas limosas semiconsolidadas, de baja plasticidad. De relieve llano, considerando su riesgo geodinámico bajo.

19) Tramo Km 29+040 a 29+185

Formación Geológica	:	Formación Chambira
Clasificación SUCS	:	CL a SC
Indice de Plasticidad	:	Baja a Mediana Plasticidad
% Roca Suelta	:	20%
% Suelo	:	80%
Observaciones	:	Intercalaciones de arcillas arenosas y en ocasiones arcillas con gravas. Predominan los taludes inferiores a 5° por lo que se considera aceptable su estabilidad en las condiciones actuales.

20) Tramo Km 29+185 a 29+290

Formación Geológica	:	Formación Ucayali
Clasificación SUCS	:	SM a GM
Indice de Plasticidad	:	Baja Plasticidad
% Roca Suelta	:	25%
% Suelo	:	75%

Observaciones : Constituido por arenas limosas con gravas limosas semiconsolidadas.

21) Tramo Km 29+290 a 29+390

Formación Geológica : Formación Chambira
Clasificación SUCS : CL a SC
Indice de Plasticidad : Baja a Mediana Plasticidad
% Roca Suelta : 20%
% Suelo : 80%

Observaciones : Intercalaciones de arcillas arenosas y en ocasiones arcillas con gravas. El terreno es de pendiente suave, por lo que el riesgo geodinámico

22) Tramo Km 29+390 a 29+985

Formación Geológica : Formación Ucayali
Clasificación SUCS : SM a GM
Indice de Plasticidad : Baja Plasticidad
% Roca Suelta : 25%
% Suelo : 75%

Observaciones : Constituido por arenas limosas con gravas limosas semiconsolidadas. Con relieves de pendientes inferiores a 5°.

23) Tramo Km 29+985 a 30+070

Formación Geológica : Formación Chambira

Clasificación SUCS	:	CL a SC
Índice de Plasticidad	:	Baja a Mediana Plasticidad
% Roca Suelta	:	20%
% Suelo	:	80%
Observaciones	:	Intercalación de arcillas arenosas y en ocasiones arcillas con gravas. El terreno es de pendiente suave, por lo que el riesgo geodinámico es bajo.

24) Tramo Km 30+070 a 34+770

Formación Geológica	:	Formación Ucayali
Clasificación SUCS	:	SM a GM
Índice de Plasticidad	:	Baja Plasticidad
% Roca Suelta	:	25%
% Suelo	:	75%
Observaciones	:	Mezcla de arenas limosas con gravas limosas semiconsolidadas. Tramo crítico en el Km 32+000 el cual presenta grietas de socavación, se recomienda evaluar con ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, a fin de conocer las características geotécnicas a detalle de este tramo.

25) Tramo Km 34+770 a 39+160

Formación Geológica	:	Formación Ipururo
Clasificación SUCS	:	SC a CL
Índice de Plasticidad	:	Baja a Mediana Plasticidad
% Roca Suelta	:	20%

% Suelo : 80%

Observaciones : Constituido por arenas arcillosas y arcillas limosas con niveles conglomerádicos.

26) Tramo Km 39+160 a 39+770

Formación Geológica : Formación Ucayali

Clasificación SUCS : SM a GM

Índice de Plasticidad : Baja Plasticidad

% Roca Suelta : 25%

% Suelo : 75%

Observaciones : Intercalaciones de arenas limosas con gravas semiconsolidadas con escasos niveles arcillosos. Su riesgo geodinámico es bajo por presentar terrenos con relieve suave.

27) Tramo Km 39+770 a 40+580

Formación Geológica : Depósitos aluviales

Clasificación SUCS : GP a SC

Índice de Plasticidad : Baja Plasticidad

% Roca Suelta : 30%

% Suelo : 70%

Observaciones : Mezcla de gravas arenosas con contenido de finos (limos y arcillas), de baja a mediana plasticidad.

6.2 MEDIDAS CONSTRUCTIVAS

Todo el canal se desarrolla en depósitos cuaternarios principalmente de origen aluvial (SUCS = SC, SM, CL, GP Y GM), por lo que se han considerado los siguientes taludes de corte: 1:0.25 a 1:0.3 y 1:0.3 a 1:0.5.

En función de las investigaciones geotécnicas se ha inferido la presencia de suelos arcillosos con clasificación SUCS "CL y SC", que de confirmarse ser material expansivo en los estudios definitivos obligarán a reemplazar el área de cimentación del canal con material inerte seleccionado.

El rango y tipo de material de reemplazo, será definido en función de los resultados de las investigaciones definitivas. Los materiales que pueden ser utilizados como reemplazo, deben ser impermeables y de ligera plasticidad, de preferencia: Arenas arcillosas ó gravas arcillosas.

En función de las características de la zona, inicialmente se prevé durante la ejecución de las obras, retirar la parte superficial contaminada con materia orgánica y raíces; rango a determinarse previa evaluación de la zanja del canal al estado seco; a continuación densificar el material natural al 98% de la máxima densidad del ensayo proctor estándar y al contenido óptimo de humedad.

Los terraplenes con material seleccionado, deberán compactarse al 98.00% de la máxima densidad del ensayo proctor estándar.

7.0 AREAS DE PRÉSTAMO

Se han prospectado y/o verificado áreas de préstamos que aporten los materiales factibles de ser utilizados durante el proceso de rehabilitación y mejoramiento del Canal 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 el estudio a Nivel de Factibilidad, ya que a este nivel de estudio solo se ha realizado la prospección y selección de las áreas de préstamo seleccionadas.

Las investigaciones fueron orientadas con el objetivo de aportar las características físicas y mecánicas de los materiales a utilizar para la rehabilitación y mejoramiento del canal.

Áreas para la explotación de agregados se han localizado en el río Cumbaza; como material de relleno se plantea la utilización de material existente a lo largo del canal.

Las zonas para explotación de agregados, se localizan próximos a los cauces actuales, por lo que su explotación sería en la época de estiaje; en algunos presentan un alto porcentaje

de cantos rodados en su composición, que pueden incluso proporcionar materiales para enrocados.

Durante la ejecución del presente estudio, se procedió a las siguientes fases de investigación:

- Exploración de áreas de préstamos
- Ubicación de las áreas en los planos existentes

La correlación, evaluación y análisis geotécnico de la información técnica obtenida en el campo, permitió caracterizar las principales propiedades físicas de cada área. Además se contó con información técnica existente del Proyecto de Construcción e Infraestructura de Riego en la Irrigación Chupishiña en la provincia y Región San Martín (Plano de Ubicación de Canteras).

Se incluye al informe, el plano N° PG - 03 con la Ubicación de las Áreas de Préstamos - Canal Cumbaza.

7.1 AGREGADOS SECTOR GUILLERMO ARCE

Corresponden a depósitos Fluvio-aluviales que se distribuyen a lo largo del cauce del Río Mayo; las principales áreas se localizan en Guillermo Arce.

Los depósitos aluviales corresponden a una mezcla de arenas y gravas, con cantos rodados y bolones; los clastos varían de subangulosos a subredondeados, que se han derivado litológicamente de rocas intrusivas y sedimentarias. Los materiales evaluados, presentan una aceptable distribución granulométrica, forma de sus elementos, similar origen litológico y grado de conservación de sus elementos.

7.1.1 PROPIEDADES FISICAS

Basado en la evaluación de campo, se procederá a describir las principales características de los depósitos fluvio-aluviales encontrados en este sector:

- Geología : Depósitos Fluvio-aluviales, mezcla de arenas y gravas, con presencia de bolonería y/o cantos rodados. Los clastos varían de subangulosos a subredondeados.
- Clasificación SUCS : GP (Arenas gravosas mal gradadas).
- Porcentaje de gravas : Superior a 50%

- Porcentaje de arenas : Inferior a 35%
- Porcentaje de finos : Inferior a 15%

7.1.2 INTERPRETACION GEOTECNICA

Los depósitos fluviales y aluviales a lo largo del cauce del Río Mayo reúnen similares características granulométricas, formas de clastos, origen litológico, grado de conservación de sus elementos y reúnen aceptables condiciones por su grado de resistencia.

Como volumen de explotación se estima un porcentaje de utilización del 75.00%; considerando una potencia de explotación mínima de 1.5 m. El área de explotación se puede ampliar en función de los resultados de investigaciones geotécnicas complementarias.

Se deberán realizar ensayos estándar y análisis especiales de Mecánica de Suelos y agregados durante el Estudio a Nivel de Factibilidad para determinar las propiedades físicas y mecánicas a detalle.

7.2 AGREGADOS SECTOR JUAN GUERRA

Se localizan a lo largo del cauce del Río Cumbaza Sector Juan Guerra a la altura de la progresiva 38+000 y 33+000 del Canal Cumbaza y distante unos 10 Km. de la ciudad de Tarapoto.

Los materiales prospectados corresponden a depósitos aluviales mezcla de arenas y gravas con contenido de finos (limos y arcillas), los cuales se han derivado principalmente de rocas sedimentarias presentes en la zona.

7.2.1 PROPIEDADES FISICAS

Las áreas prospectadas se localizan en la parte baja del valle del Cumbaza. A continuación se indicarán las principales características de las áreas evaluadas en función del trabajo de campo:

- Geología : Depósitos aluviales.
- Clasificación SUCS : Predominan suelos tipo SC y GP
- Porcentaje de gravas : Superior a 45.00%
- Porcentaje de arenas : 30.00%

- Porcentaje de finos : 25.00%

7.2.2 INTERPRETACION GEOTECNICA

Los depósitos aluviales a lo largo del cauce del Río Cumbaza Sector Juan Guerra reúnen similares características granulométricas, formas de clastos, origen litológico, grado de conservación de sus elementos y reúnen aceptables condiciones por su grado de resistencia.

Como volumen de explotación se estima un porcentaje de utilización del 60%; considerando una potencia de explotación mínima de 2.0 m.

Además se deberán realizar ensayos estándar y análisis especiales de Mecánica de Suelos y agregados durante el Estudio a Nivel de Factibilidad para determinar las propiedades físicas y mecánicas a detalle.

7.3 AGREGADOS SECTOR LAS PALMERAS

Localizadas en el cauce del Río Cumbaza Sector Las Palmeras, a la altura de la progresiva 4+000 del Canal Cumbaza y a 2.5 Km de la ciudad de Tarapoto.

Los materiales prospectados corresponden a depósitos aluviales mezcla de arenas y gravas con contenido de finos (limos y arcillas), los cuales se han derivado principalmente de rocas sedimentarias presentes en la zona.

7.3.1 PROPIEDADES FISICAS

El área prospectada se localiza próxima a la población de Las Palmeras; reúnen las siguientes características:

- Geología : Depósitos aluviales
- Clasificación SUCS : GP y SC
- Porcentaje de gravas : Superior a 45.00%
- Porcentaje de arenas : 30.00%
- Porcentaje de finos : 25.00%

7.3.2 INTERPRETACION GEOTECNICA

Los depósitos aluviales a lo largo del cauce del Río Cumbaza reúnen similares características granulométricas, formas de clastos, origen litológico, grado de conservación de sus elementos y reúnen aceptables condiciones por su grado de resistencia.

Como volumen de explotación se estima un porcentaje de utilización del 70%; considerando una potencia de explotación mínima de 1.5 m. El área de explotación se puede ampliar en función de los resultados de investigaciones geotécnicas complementarias.

La explotación debe ser selectiva, localizándose las mejores áreas en cuanto a extensión y volumen.

7.4 AGREGADOS CANAL CUMBAZA

Localizado en el Km 20+850 del canal Cumbaza Sector de Santa Rosa, a 5 Km de la ciudad de Tarapoto.

Los materiales prospectados corresponden a depósitos aluviales mezcla de arenas y gravas, los cuales se han derivado principalmente de las rocas intrusivas y sedimentarias presentes en la zona.

7.4.1 PROPIEDADES FISICAS

A continuación se procederá a la descripción de las principales características de los depósitos granulares:

- Geología : Depósitos aluviales
- Clasificación SUCS : GP y SM
- Porcentaje de gravas : Superior a 50.00%
- Porcentaje de arenas : 35.00%
- Porcentaje de finos : 15.00%

7.4.2 INTERPRETACION GEOTECNICA

En función de los resultados de la prospección realizada en campo en el Sector Santa Rosa, se puede afirmar que puede proporcionar materiales tipo agregados para las obras de

revestimiento del canal.

Se estima un porcentaje de utilización del 75%; considerando una potencia de explotación mínima de 3.5 m. El área de explotación se puede ampliar en función de los resultados de investigaciones geotécnicas complementarias

7.5 MATERIAL DE RELLENO - SECTOR NUEVA FORTUNA

Se localizan en los depósitos cuaternarios derivados de rocas sedimentarias tipo: Lodolitas y Arcillitas del terciario correspondientes a la Formación Yahuarango; suelos que gradan entre arcillas limosas y arenas limosas, de mediana plasticidad. Se encuentra cerca al Km 12+000 del canal Cumbaza Sector de Nueva Fortuna, a 9.5 Km de la ciudad de Tarapoto.

7.5.1 PROPIEDADES FISICAS

El área prospectada reúne las siguientes características:

- Geología : Formación Yahuarango
- Clasificación SUCS : CL a SM
- Porcentaje de gravas : Inferior a 25.00%
- Porcentaje de arenas : 40.00%
- Porcentaje de finos : 35.00%

7.5.2 INTERPRETACION GEOTECNICA

Materiales de ligera plasticidad que se podrían utilizar como material de terraplén y como material impermeable; en tal sentido se deberán compactar al 98% de la máxima densidad del ensayo proctor estándar y al óptimo contenido de humedad.

Se estima un porcentaje de utilización del 70%; considerando una potencia de explotación mínima de 1.5 m. El área de explotación se puede ampliar en función de los resultados de investigaciones geotécnicas complementarias

8.0 PROGRAMA: INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS

A continuación se indicarán las investigaciones geológicas y geotécnicas, requeridas para el Nivel de Factibilidad; el mayor detalle de las investigaciones con fines de cimentación

del canal; estas se apoyarán en:

- Levantamientos geológicos de Superficie.- Corresponden a los planos geológicos de planta y las respectivas secciones ó perfiles ingeniero geológicos. Escala 1:2000. En los perfiles ó secciones, se debe incluir los resultados de las investigaciones geotécnicas (Perfiles estratigráficos, Clasificación SUCS, niveles freáticos, etc).
- Investigaciones geotécnicas con fines de cimentación a lo largo del canal (Excavaciones manuales, muestreos representativos y ensayos de laboratorio), las excavaciones se realizarán a intervalos promedios de 0.75km, con profundidades promedios entre 2.00 a 2.50m. Investigaciones a confirmar la presencia de suelos potencialmente expansivos al nivel de cimentación del canal, así como determinar los niveles freáticos.
- Investigaciones geotécnicas en las Áreas de Préstamo y Canteras (Excavaciones exploratorias, ensayos de Mecánica de Suelos y análisis químicos), con fines de ampliar las zonas a explotar y cuantificar los volúmenes disponibles de materiales. Adicionalmente a los préstamos de agregados y material de terraplén se debe prospectar áreas para proporcionar los materiales de reemplazo de la cimentación del canal en tramos considerados potencialmente expansivos.
- Interpretación y correlación de los resultados con el objetivo de determinar los parámetros geotécnicos de los materiales de fundación y de los que se utilizarán en la construcción de las obras.

El rango de las investigaciones con fines de cimentación estará en función del nivel del estudio que se programe y sección hidráulica del canal a proyectarse; las investigaciones geotécnicas, serán definidas en base a los datos que se obtenga durante los levantamientos geológicos de superficie de detalle.

La interpretación y correlación de los resultados permitirá determinar los parámetros geotécnicos de los materiales de fundación del canal y la evaluación de áreas de préstamo y canteras.

8.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al presente nivel de estudios y basado en los resultados de las investigaciones geotécnicas ejecutadas, se tiene las siguientes conclusiones y recomendaciones.

8.1 CONCLUSIONES

A nivel regional el área del presente estudio se localiza en la Faja Subandina y Llanura Amazónica en el sector nororiental del país en el departamento de San Martín; casi

todo el canal se desarrolla sobre los depósitos semiconsolidados del Cuaternario y del Terciario (Aluviales, coluvio residuales y antrópicos).

A lo largo del Canal (Entre San Pedrito y Nuevo Shupishiña) se aprecian aproximadamente 3 quebradas afluentes, que las cruzan y que están mayormente emplazadas en el Valle de Cumbaza.

Las quebradas principales tienen una amplia cuenca de recepción y corresponden a las quebradas: Cocopa, Mishquiyacu y Shupishiña que tienen un alineamiento de NW a SE.

Considerar que los procesos de geodinámica externa, como: remoción de materiales de escombros de talud, producidos por las precipitaciones pluviales normales y excepcionales, pueden originar la colmatación a lo largo del canal, principalmente en las áreas de cruces de quebradas, sin embargo se ha considerado un riesgo geodinámico bajo en términos de caídas de rocas o derrumbes, por observar pendientes suaves con taludes inferiores a 5°.

Las estructuras geológicas en la zona de estudio (Fallas Normales), no se encuentran activas por lo que no se considera existan riesgos críticos para la seguridad de las obras; adicionalmente el canal se desarrolla íntegramente en los depósitos cuaternarios y terciarios.

La base ingeniero geológica desarrollada, es consecuencia del proceso de revisión e interpretación de la información técnica existente (Geología regional y/o local y; prospección y selección de áreas de préstamo).

En base a información técnica existente, se determinaron áreas de préstamo (Agregados y material de relleno) próximas al canal existente Cumbaza entre las que se mencionan: Guillermo Arce, Juan Guerra, Las Palmeras, Canal Cumbaza y Nueva Fortuna; las cuatro primeras son de agregados y la última de material de relleno.

8.2 RECOMENDACIONES

Inicialmente en esta etapa de estudios (Nivel de Perfil), se debe considerar las medidas constructivas que se incluyen en la Sectorización Ingeniero Geológica del Canal (Del Km 0+000 al Km 40+000), las que se complementan con las indicadas en el Rubro 6.0 Geotecnia del Canal.

Para una posterior etapa, se requiere de estudios geológicos y geotécnicos más detallados; conforme se indica en el Rubro 8.0 Programa de Investigaciones - Nivel de Factibilidad

1 CAPITULO

1 INTRODUCCION Y ALCANCES

El estudio hidrológico tiene como objeto analizar los aspectos relacionados con los recursos hídricos superficiales de la cuenca del río Cumbaza.

El estudio comprende diferentes fases en su desarrollo, que van desde la recopilación, revisión y análisis de la información hidrometeorológica disponible, determinación de la disponibilidad Hídrica del Proyecto, demanda actual y futura y cálculo del balance hídrico.

El Rio Cumbaza se ubica dentro de la vertiente del Amazonas, estos ríos se caracterizan por presentar altos caudales, debido a la alta pluviosidad de la zona.

El Perú posee tres regiones geográficas claramente definidas:

- En primer lugar la Costa (i), comprendida entre el Océano Pacífico y el flanco occidental de la Cordillera de los Andes hasta una altitud de 500 m. Esta región tiene un litoral de 2 560 km de longitud entre Ecuador y Chile, con un ancho variable de 50 a 100 km, ocupando una superficie de 136 370 km² (10,6% de la superficie del país).
- La Sierra (ii), comprendida entre el flanco occidental y oriental de los Andes, presenta elevaciones entre 500 y 6 780 m (nevado Huascarán). En esta región se encuentran los altiplanos y valles profundos, con un 70% del área sobre los 3 000 m; la región ocupa 391 980 km² (30,5% de la superficie del país).
- La Selva (iii), comprendida entre la parte oriental de los Andes hasta alcanzar la llanura amazónica, ocupando 756 860 km² (58,9% de la superficie del país). Comprende a la Selva Alta entre 400 y 1 000 m, en la cual son registradas las más altas precipitaciones del país y la Selva Baja entre 80 y 400 m; en esta última, la mayor parte de la superficie, está cubierta con selva impenetrable sin explorar.

1.2 Objetivos

El desarrollo del estudio hidrológico cumple con los siguientes objetivos:

- a) Análisis y revisión de la información hidrometeorológica, incidiendo en los caudales característicos.
- b) Determinación de la Disponibilidad Hídrica del Proyecto.
- c) Determinación de la Demanda de Agua, para la situación con y sin proyecto.
- d) Balance Hídrico de la Situación sin y con Proyecto.

1.3 Estudios Existentes y Documentación Básica Disponible

Los datos pluviométricos y climatológicos, son registrados por las estaciones de medición de SENAMHI y los datos hidrométricos son medidos por el Autoridad Local de Aguas Tarapoto. A continuación se mencionan estudios existentes en la zona del proyecto:

1. Inventario de la Infraestructura de Riego de la Junta de Usuarios Tarapoto.
Elaborado por la Junta de Usuarios Tarapoto.
2. Expediente Técnico “MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA IRRIGACION CUMBAZA, PROVINCIA SAN MARTIN, REGIÓN SAN MARTÍN”. Elaborado por la Junta de Usuarios Tarapoto (año 2006).

Adicionalmente la información Cartográfica se obtuvo del IGN, cartas nacionales 1:100,000.

2 CAPITULO

2 INFORMACIÓN BASICA

2.1 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La sub cuenca hidrográfica del río Cumbaza está ubicada en el lado Nororiente de la selva alta peruana y tiene una superficie de 574 km², que representa el 1.14 % de la superficie total de la Región San Martín y 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%.

El canal Cumbaza se ubica en el ámbito del Distrito de Riego Tarapoto, en la Región San Martín. Geográficamente se ubicada entre las coordenadas UTM: 9267500N; 9286500N; y 340000E; 353800E, al norte del país, en el flanco oriental de la cordillera de los Andes en la Ceja de Selva, cuenca baja del río Mayo y subcuenca del río Cumbaza.

Ubicación Hidrográfica:

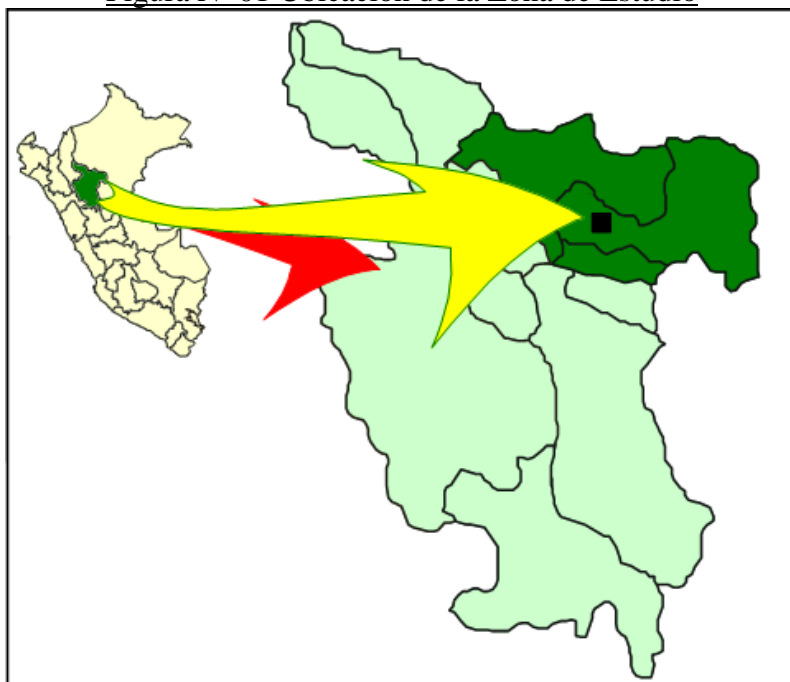
Cuenca: Rio
Mayo

Sub Cuenca: Rio Cumbaza

Distrito de Riego: Tarapoto – Bajo Mayo

Organización de Usuarios: Junta de Usuario Cumbaza

Figura N° 01 Ubicación de la Zona de Estudio



2.2 VIAS DE ACCESO

El área delimitada del proyecto donde se encuentra la Bocatoma de la Irrigación Cumbaza se ubica sobre el río del mismo nombre en el distrito de Morales, Provincia de San Martín, Región San Martín, a unos 10.00 Km. En promedio del distrito de Tarapoto por vía afirmada.

Partiendo de la ciudad de Tarapoto hacia el norte, hasta el ovalo que se localiza cerca del Puente sobre el río Cumbaza se avanza por la carretera hacia San Antonio de Cumbaza aproximadamente 1.00 Km. Para luego ir hacia la derecha por un camino carrozable paralelo al canal principal, siguiendo el camino de servicio del canal, aguas arriba hasta llegar a la bocatoma, este recorrido se realiza en aproximadamente 20 minutos, de igual manera a partir del cruce de la carretera a San Antonio con el canal principal aguas abajo existe el camino de vigilancia que servirá de acceso a las zona de trabajo y tiene un recorrido hasta el final del canal de 40 + 580 kilómetros.

Si el acceso a la zona del proyecto se realiza desde la ciudad de Lima hasta Tarapoto, esta se puede realizar por vía aérea en vuelo de 60 minutos o por vía terrestre desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta el cruce a Olmos y luego por la carretera asfaltada “Fernando Belaunde Terry” pasando por Pedro Ruiz, Nueva Cajamarca, Rioja, Moyobamba hasta llegar a Tarapoto en un recorrido de 600 Km. de longitud.

2.3 HIDROGRAFIA

El río Cumbaza tiene su origen al Noroeste de Tarapoto, en las montañas del Cerro Escalera, a más de 1,700 m de altitud. Se origina por la unión de las quebradas

Shucshuyacu y Cumbacillo. Tiene un recorrido Noroeste a Sureste, pasa por la ciudad de Tarapoto y desemboca en la margen izquierda del río Mayo.

Sus principales afluentes también se originan en el Cerro Escalera, son importantes las quebradas Yuracillo, Atunquebrada, Añaquihui, Curiyacu, Huacamaillo, Pintuyacu, Canela Ishpa, Cachiyacu, Sedamillo, Ahuashiyacu y Pucayacu por la margen izquierda; así como el río Shilcayo que pasa por la ciudad de Tarapoto. Por la margen derecha son importantes las quebradas Chumchiwi, Incato y Shupishiña que se originan en el Cerro Shiicafilo. El río Cumbaza tiene, aproximadamente, 52 Km de longitud y 140 m de ancho cerca de la desembocadura.

El sector alto de la cuenca en estudio y las demás áreas de las partes altas del Cerro Escalera presenta mejor estado de conservación del bosque, sin embargo en la parte baja de este sector existe una alta tasa de deforestación debido al avance de la frontera agrícola. El río Cumbaza es un río de agua clara con pobre caudal. Durante el periodo de muestreo, en este sector hasta antes de la Bocatoma, el caudal del río Cumbaza fue de 0.709 a 1.464 m³/s, presenta profundidad promedio 0.23 a 0.47 m, con ancho de 12.6 a 17.7 m y el tipo de fondo es predominantemente pedregoso. La velocidad de corriente media fue de 0.129 a 1.827 m/s con velocidad máxima de 0.667 m/s (Tabla 2). En este sector las áreas inundables son muy estrechas.

El sector medio de la cuenca en estudio, después de la Bocatoma hasta el río Shilcayo, considerando el sector alto del Cerro Shicafilo, presenta altos niveles de deforestación a causa del avance de la frontera agrícola, muy intensa en la zona; solo en las partes altas del Cerro Escalera el bosque está mejor conservado. Igualmente el río Cumbaza es de agua clara con muy pobre caudal, puesto que gran parte del mismo es desviado hacia las áreas de cultivo, especialmente para el cultivo de arroz. Durante el periodo de muestreo, en el sector después de la Bocatoma, el caudal del río Cumbaza se reduce ostensiblemente a 0.555 m³/s, presenta profundidad promedio 0.56 m, con ancho de 8.6 m y el tipo de fondo es predominantemente pedregoso. La velocidad de corriente media fue de 0.094 m/s con velocidad máxima de 0.129 m/s. Río abajo a la altura de Tarapoto las condiciones hidrológicas cambiaron rotundamente en el río Cumbaza debido a que se cerró las compuertas de la Bocatoma para que el agua del Cumbaza fluyera libremente río abajo. En estas condiciones se realizaron muestreos obteniéndose niveles de caudal de 1.509 a 1.853 m³/s, con profundidad media de 0.23 a 0.36 m y velocidad de corriente media de 0.352 a 0.391 m/s y velocidad máxima de 0.910 m/s (Tabla 2). En este sector las áreas inundables también son muy estrechas.

El sector bajo de la cuenca en estudio, después del río Shilcayo hasta la desembocadura en el río Mayo, está intensamente deforestado, al igual que el sector del Cerro Shicafilo; solo en las partes altas del Cerro Escalera el bosque está mejor conservado. En este sector el río Cumbaza presenta aguas turbias amarronadas oscuras. Durante el periodo de muestreo, en este sector hasta su desembocadura, el caudal del río Cumbaza es de 1.027 m³/s, presenta profundidad promedio 0.56 m, con ancho de 28.9 m y el tipo de fondo es predominantemente arenoso y pedregoso. La velocidad de corriente media fue de 0.053 m/s con velocidad máxima de 0.084 m/s (Tabla 2). En este sector las áreas inundables son amplias y durante el periodo de creciente puede cubrir grandes áreas de cultivos.

La red hidrográfica de la cuenca del Cumbaza está constituida por el río Cumbaza, como eje principal, siendo sus afluentes principales por la margen izquierda el río Shilcayo y las quebradas Ahuashiyacu y Pucayacu y por la margen derecha la quebrada Shupishiña.

Cuadro N° 2.1 Principales características hidrológicas de la cuenca del río Cumbaza

Estación	Lugar	Fecha	X	Y	Area sección transversal	Prof. Media	Ancho	Caudal	Velocidad media	Velocidad máxima
						m	m	m3/s	m/s	m/s
Río Cumbaza	San Roque	19/09/2007	341206	9293750	7,78	0,44	16,60	0,709	0,129	0,250
Río Cumbaza	arriba San Roque	19/09/2007	340673	9293816	4,35	0,29	12,60	1,275	0,294	0,415
Río Cumbaza	San Antonio	19/09/2007	343858	9291600	7,44	0,47	14,00	1,827	0,249	0,668
Río Cumbaza	arriba bocatoma	20/09/2007	347014	9286198	6,74	0,23	17,72	1,464	0,134	0,667
Río Cumbaza	abajo Bocatoma	20/09/2007	347385	9285710	6,90	0,56	8,65	0,555	0,094	0,129
Río Cumbaza	arriba puente Cumbaza	21/09/2007	346481	9284419	4,65	0,23	17,90	1,853	0,391	0,633
Río Cumbaza	Puente Cumbaza	21/09/2007	346285	9283851	4,96	0,36	11,70	1,509	0,352	0,910
Río Cumbaza	Juan Guerra	22/09/2007	352248	9271578	18,77	0,59	28,90	1,027	0,053	0,084

2.3.1 Tributarios de río Cumbaza

Son 27 los tributarios del río Cumbaza (Cuadro N° 2.2) identificados por IICA (s/f), los cuales fueron clasificados por su caudal en:

- 4 quebradas pequeñas con caudal entre 0 a 10 l/s, representa el 15%
- 8 quebradas medianas con caudal entre 10 a 50 l/s, representa el 29%
- 4 quebradas regulares con caudal entre 50 a 100 l/s, representa el 15%
- 7 quebradas grandes con caudal entre 100 a 500 l/s, representa el 26%
- 4 quebradas bien grandes con caudal > de 500 l/s, representa el 15%.

Cuadro N° 2.2 Principales fuentes tributarias del río Cumbaza.

Tomado de IICA (s/f)

FUENTE	MARGEN	ALTITUD* (msnm)	CAUDAL (l/s)	FECHA	OBSERVACION
Quebrada Pucayacu	Izquierda	228	627	24-12-03	Bien grande
Quebrada Uchpayacu	Izquierda	280	8	04-01-04	Pequeña
Qda. Ahuashiyacu	Izquierda	252	400	11-01-04	Grande
Río Shilcayo	Izquierda	400	174	24-01-04	Grande
Quebrada Minero	Derecha	252	85	17-02-04	Regular
Quebrada Shupishiña	Derecha	255	495	17-01-04	Grande
Qda. Atumpampa	Izquierda	269	1,32	16-02-04	Pequeña
Quebrada Sedamillo	Izquierda	310		07-03-04	Mediana
Quebrada Cachiyacu	Izquierda	395	1 114	15-01-04	Bien grande
Quebrada Trancayacu	Derecha	381	2	12-01-04	Pequeña
Qda. Canela ishpa	Izquierda	520	19	12-01-04	Mediana
Quebrada Pintoyacu	Izquierda	475	12	14-01-04	Mediana
Qda. Huacamaillo	Izquierda	485	270	14-01-04	Grande
Quebrada Curiyacu	Izquierda	503	466	14-01-04	Grande
Quebrada Cachizapa	Derecha	450	13	14-01-04	Mediana
Qda. Wischowaqui	Derecha	440	26	14-01-04	Mediana
Quebrada Pavorarca	Derecha	434	0,7	14-01-04	Pequeña
Quebrada Incato	Derecha	595	11	14-01-04	Mediana
Qda. Mishquiyacu	Izquierda	605	10	14-01-04	Mediana

Qda. Poloponta	Derecha	590	54	14-01-04	Regular
Qda. Alto	Izquierda	597	52	14-01-04	Regular
Mishquiyacu					
Quebrada Chunchiwi	Derecha	620	178	14-01-04	Grande
Quebrada Bombonaje	Izquierda	640	11	14-01-04	Mediana
Qda. Atunquebrada	Izquierda	645	51	14-01-04	Regular
Quebrada Yuractillo	Izquierda	687	203	14-01-04	Grande
Qda. Shucshuyacu	Derecha	740	1 530	14-01-04	Bien grande
Qda. Añaquihui	Izquierda	560	954	15-01-04	Bien grande
Curso río Cumbaza**		316	2 320	25-01-03	Antes bocatoma
Boca río Cumbaza		211	8 030	24-12-03	Juan Guerra

Durante los trabajos de campo se obtuvieron los siguientes resultados de las características hidrológicas de los principales tributarios de la cuenca del río Cumbaza (Tabla 4).

a. Río Shilcayo

El río Shilcayo es un afluente principal por la margen izquierda del río Cumbaza; tiene su origen en las montañas del Cerro Escalera, al oeste de Tarapoto, a 1,500 m de altitud. Tiene un recorrido Noreste a Suroeste, pasa por la ciudad de Tarapoto y desemboca en la margen izquierda del río Cumbaza.

El río Cumbaza tiene, aproximadamente, 13.7 Km de longitud y 4 a 5 m de ancho. El sector alto de la cuenca en estudio, adyacente al Cerro Escalera presenta mejor estado de conservación del bosque y del agua, sin embargo en la parte baja de este sector existe una alta tasa de deforestación debido al avance de la frontera agrícola y al crecimiento de 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 servidas de la ciudad. Durante el periodo de muestreo, el caudal del río Shilcayo es de 0.021 m³/s, presenta profundidad promedio 0.05 m, con ancho de 4.40 m y el tipo de fondo es predominantemente pedregoso. La velocidad de corriente media fue de 0.0997 m/s con velocidad máxima de 0.155 m/s (Tabla 2). Presenta áreas inundables son muy estrechas.

b. Quebrada Ahuashiyacu

La quebrada Ahuashiyacu es un afluente principal del río Cumbaza por la margen izquierda; tiene su origen en las montañas del Cerro Escalera, a más de 1,100 m de altitud. Tiene un recorrido Noreste a Suroeste y desemboca en el sector bajo y en la margen izquierda del río Cumbaza.

La quebrada Ahuashiyacu tiene, aproximadamente, 17 Km de longitud y 4 a 6 m de ancho. El sector alto de la cuenca en estudio, adyacente al Cerro Escalera presenta mejor estado de conservación del bosque y del agua, sin embargo en la parte baja de este sector existe una

alta tasa de deforestación debido al avance de la frontera agrícola. La quebrada Ahuashiyacu es de agua clara con pobre caudal. Durante el periodo de muestreo, en el sector alto el caudal de la quebrada fue de 0.07 m³/s, con profundidad media de 0.12 m y ancho de 4.8 m; la velocidad de corriente media fue de 0.046 m/s y velocidad de corriente máxima de 0.075 m/s. En el sector bajo de la quebrada el caudal fue de 0.086 m³/s, presenta profundidad promedio de 0.23 m, con ancho de 6.10 m; la velocidad de corriente media es de 0.063 m/s y la máxima es de 0.091 m/s (Tabla 2). La quebrada presenta áreas inundables estrechas, siendo el fondo predominantemente pedregoso.

c. Quebrada Pucayacu

La quebrada Pucayacu es un afluente principal del río Cumbaza 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 desemboca en el sector bajo y en la margen izquierda del río Cumbaza, muy cerca de su desembocadura.

La quebrada Pucayacu tiene, aproximadamente, 18.8 Km de longitud.

El sector alto de la cuenca en estudio, adyacente al Cerro Escalera presenta mejor estado de conservación del bosque y del agua, sin embargo en la parte baja de este sector existe una alta tasa de deforestación debido al avance de la frontera agrícola. La quebrada Pucayacu es de agua clara con pobre caudal., con velocidad de corriente media de 0.206 m/s. La quebrada presenta áreas inundables estrechas, siendo el fondo predominantemente pedregoso. Su principal afluente es la quebrada Polish.

d. Quebrada Shipishiña

La quebrada Shupishiña es un 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 un recorrido Noreste a Suroeste y desemboca en el sector bajo y en la margen izquierda del río Cumbaza.

La quebrada Shupishiña tiene, aproximadamente, 28 Km de longitud y 4 m de ancho.

En la cuenca existe una alta tasa de deforestación debido al avance de la frontera agrícola.

La quebrada Shupishiña es un río de agua clara con caudal muy reducido. Durante el periodo de muestreo, en el sector alto el caudal de la quebrada fue de 0.099 m³/s, con profundidad media de 0.08 m y ancho de 4 m; la velocidad de corriente media fue de 0.22 m/s y velocidad de corriente máxima de 0.322 m/s (Tabla 2). La quebrada presenta áreas inundables estrechas, siendo el fondo predominantemente pedregoso. Sus principales afluentes son las quebradas Tole, Shuchshuyacu, Mishquiyacu y Mishquiyaquillo.

2.3.2 Lagunas

En la cuenca del Cumbaza existen lagunas pequeñas de origen tectónico, como la Laguna Andiviella 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 de forma de “ele” invertida. Entre otras lagunas se reportan a Cuchipampa, Maronilla, Kerman, Venecia, Banda, Lagartococha, Durjan, Cuchiyacu, entre otras como se muestra en la Tabla 5.

Cuadro N° 2.3 Registro de lagunas y embalses.

Tomado de IICA (s/f)

LAGUNA Y EMBALSES	ALTITUD (msnm)	DISTRITO	ESPEJO DE AGUA (ha)	OBSERVACION
Totorillayco ¹	271	Juan Guerra	0,00	Se seco hace 7 años
Venecia ¹	406	Banda de Shilcayo	1,00	Recreativo y turístico
Cuchiyacu ¹	337	Banda de Shilcayo	0,05	Desprotegido
Lagartococha ²	270	Banda de Shilcayo	8,50	Turístico y piscícola
Durjan Mayo ¹	304	Banda de Shilcayo	0,50	Desprotegido
Kerman ¹	410	Banda de Shilcayo	0,50	Riesgo contaminación
Maronilla ¹	700	Banda de Shilcayo	0,50	Uso Piscícola
Alvarado 1 ²	326	Banda de Shilcayo	1,00	Piscícola y turismo
Alvarado 2 ²	351	Banda de Shilcayo	2,00	Piscícola y turismo
Pesquería 1 ¹	292	Banda de Shilcayo	1,50	Cubierto de totora
Pesquería 2 ¹	292	Banda de Shilcayo	2,50	Sin uso
Ricuricocha ¹	316	Morales	40,00	Peligro de desaparecer
Andiviella ¹	428	Morales	7,00	Doméstico y Piscícola
Cuchipampa ¹	550	Tarapoto		Protegido en ACR CE
Partido Alto ¹	370	Tarapoto	0,50	Turismo
Gunter ²	353	Morales – FONAVI	0,05	Uso piscícola

¹ Laguna

² Embalse

2.3.3 Manantiales

En la cuenca del Cumbaza se han identificado otras fuentes de agua provenientes de manantiales que son usados como fuente de agua de consumo por parte de la población como agua de uso doméstico, para piscigranjas, pecuaria, agricultura entre otras. En la Tabla 6 se reporta una relación de dichos manantiales (IICA, s/f).

Cuadro N° 2.4 Principales manantiales

Tomado de IICA (s/f)

MANANTIAL	CENTRO POBLADO	ALTITUD (msnm)	CAUDAL (l/s)	FECHA	USO
02 de Mayo 1	Tarapoto	259	0,93	17-02-04	Doméstico
02 de Mayo 2	Tarapoto	257	1,23	17-02-04	Doméstico
10 de Agosto	Tarapoto	259	0,18	16-02-04	Doméstico
Actual 1	Tarapoto	335		24-01-04	Doméstico
Actual 2	Tarapoto	343	0,25	24-01-04	Doméstico
Fondero	Tarapoto	350	0,18	24-01-04	Doméstico
Atunpampa	Tarapoto	271	1,32	16-02-04	Doméstico
Achual	Morales	209		02-01-04	Agrícola y piscig
Patquinayacu	Morales	549	0,31	02-01-04	Doméstico
El Pozo	Morales	291	1,10	02-01-04	Doméstico
Leguia	Morales			02-01-04	Doméstico
Maronilla	Morales	287		04-03-04	Recreativo
Cliver	Morales – Bocatoma	331	0,86	25-01-04	Proy.Recreación
Bocatoma	Morales – Bocatoma	350	0,17	25-01-04	Doméstico
Sachapuquio	Morales – FONAVI	371	0,40**	04-03-04	Doméstico
Ramón Yacu	La Banda de Shilcayo	340	0,47	06-01-04	Doméstico
El Poyo	La Banda de Shilcayo	345	0,60	06-01-04	Doméstico
Chontamuyo	La Banda de Shilcayo	254	0,95	08-04-04	Doméstico
Uchpayacu 1	Uchpayacu	260		04-01-04	Doméstico
Uchpayacu 2	Uchpayacu	284	0,16*	04-01-04	A. potable 3Oct.
Achupa	Las Flores Pucayacu	250		27-12-03	Cría de porcinos
CHONTAL	La Unión de Sanirarca	485	Captación	05-01-04	A.Potable Unión
Fundo México	La Unión de Sanirarca	526	0,34	05-01-04	Doméstico
Churoyacu	La Unión de Sanirarca	495	0,60	05-01-04	Doméstico
Cunchiyacu	La Unión de Sanirarca	480	0,25	05-01-04	Doméstico
Loshnito	Bello Horizonte	293		28-12-03	Doméstico
Mishquiyacu	Las Palmas	280	Captación	11-01-04	A.Potable L.Palm
Cuchiyacu	S.Fernando	310	2,1	27-12-03	Cría de porcinos

	Pucayacu					
Mishquiyacu	San Antonio de Cumb	493	Captación	14-01-04	Doméstico	
Azulillo	Cacatachi	317		15-01-04	Recreativo	
Maronilla	Cacatachi	525		15-01-04	A.Potable Cacat	
Chorrobamba	Cacatachi	517		15-01-04	A.Potable Cacat	
Mishquiyaquillo	Cacatachi	316		15-01-04	Doméstico	
Mishquiyacu	Cacatachi	310		15-01-04	Doméstico	
Jagua	Lamas	694		14-02-03	Piscina y pollo	
Pacchilla	Pacchilla	775		14-02-04	A.Potable Pacch	
Chunchiwi	C.N. Chunchiwi	857		14-02-04	Doméstico	
Trancayacu	C.N. Chirikyacu	1050		14-01-04	Doméstico	
Shapumba	Shapumba	515	4.00	15-01-04	A.Potable Shap	
Shucshuyacu "El aguajal"	Shucshuyacu	525		15-01-04	A.Potable Shuc	

2.4 Zonas de Vida

Bosque seco Tropical (bs-T)

La zona de vida bosque seco tropical se ubica en la parte baja de la subcuenca del cumbaza, incluyendo los distritos de Tarapoto, Morales y parte del Distrito de Cacatachi. El área tiene mucha influencia de la vegetación y el clima del Huallaga Central. Cuenta con una estación invernal corta (hasta 4 meses del año) y un periodo de ausencia de lluvias que determina la presencia de especies xerofíticas y suculentas.

Las especies encontradas corresponden a los géneros Calycophyllum, Bursera, Melia, Calliandra, Tabebuia, Curatella (C. amazonica), Croton sp., y leguminosas espinosas propias de este tipo de clima (Ver Cuadro N° 03), sin embargo, la mayor parte de la vegetación predominante en esta zona de vida ha desaparecido, principalmente la especie Manilkara bidentata "Quinilla".

Bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PT)

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.

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

En esta zona de vida se encuentran tanto especies de bosque seco como de bosque húmedo. Es la zona de vida donde 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.

Bosque seco tropical con influencia del BST del Huallaga

En la cuenca del Cumbaza los bosques de esta zona de vida prácticamente han desaparecido en su totalidad, existiendo solamente los pequeños parches aislados de bosque primario residual altamente intervenido, en los que han permanecido solamente las especies arbóreas sin valor comercial y bosques secundarios o purmas con especies

arbóreas de crecimiento rápido adaptadas a condiciones xéricas. Las especies arbóreas remanentes en esta zona de vida son la Quinilla (*Manilkara bidentata*), Tangarana (*Triplaris americana*), *Capparis* sp., Acacia, *Prosopis*

2.5 Formaciones Vegetales

Bosque estacionalmente seco

Correspondiente a la Zona de Vida “Bosque Seco Premontano Tropical” según la clasificación de Holdridge (1947)

Comprende las áreas más bajas de la cuenca, cercanas a la desembocadura del río, hasta la ciudad de Tarapoto. La mayor parte de esta formación vegetal ha desaparecido debido a las actividades agrícolas y a la expansión de los tres principales centros poblados ubicados en la subcuenca: Morales, Tarapoto, Banda de Shilcayo.

Bosque Seco de colinas bajas y Vegetación subxerofítica del Tipo Sabana

Ubicado dentro de la misma zona de vida natural que el anterior, formado por la actividad antrópica en bosques con colinas moderadas, en la zona de transición entre el bosque seco y el bosque húmedo premontano. Estas formaciones vegetales se caracterizan por la predominancia de un estrato herbáceo conformado por gramíneas conocidas como “Cashucsha” (*Imperata brasiliensis*) ó por helechos del género *Pteridium* o “Shapumba”, en medio del cual se encuentra un estrato arbóreo y arbustivo con poco desarrollo vertical, con especies generalmente resistentes al fuego y de rápido crecimiento.

La ocurrencia periódica de incendios es el factor que determina esta estructura de la vegetación tipo Sabana, resistente a la sequía favoreciendo la proliferación de las herbáceas mencionadas.

Los suelos de esta formación son ácidos, con altos niveles de saturación de aluminio, lo que, junto con los incendios periódicos, dificultan su recuperación.

Bosques con árboles de gran desarrollo

Ubicados en el sector alto de la cuenca del cumbaza, caracterizado por la presencia de árboles de 15 a 20 m de altura, en suelos más profundos y fértiles.

Bosques enanos

Bosques con árboles de porte mediano y arbustos densos, predominan especies de la familia CLUSIACEAE y MELASTOMATACEAE.

Se forman en la cima de las montañas, sobre sustrato de arenisca blanca o roja, suelos muy poco profundos

Aguajales

Áreas pequeñas conformadas por poblaciones más o menos homogéneas de aguaje (*Mauritia flexuosa*) de gran desarrollo vertical (15-20m) generalmente ubicados sobre suelos arcillosos de drenaje pobre y en zonas inundables o cerca de quebradas.

Esta formación ha venido desapareciendo tanto por tala selectiva como con fines agrícolas y por la expansión urbana. Es el caso de los aguajales mixtos del distrito de Cacatachi, que han sido totalmente reemplazados por áreas para el cultivo de arroz.

Las poblaciones más importantes se encontraron en el distrito de cacatachi, parte baja de la microcuenca del Shupishiña, en la margen derecha del Cumbaza (entre el sector

“Retobado” y Puente Cumbaza), Río Shilcayo (entre los sectores “Achual” y “Fondero”, fuentes permanentes de agua para las poblaciones aledañas.

A lo largo del río Cumbaza, se pueden encontrar poblaciones mixtas, pequeñas y dispersas de aguaje, junto con otras especies de árboles.

Áreas deforestadas

Corresponde a la mayor parte del área de la cuenca, corresponde a los valles más productivos y con infraestructura de riego, utilizada principalmente con fines agrícolas.

2.6 Parámetros Geomorfológicos ó Físicos de la Cuenca

Las características físicas de la cuenca procuran medir numéricamente las influencias de dichas características sobre el sistema de drenaje, respuesta de la cuenca, etc; al mismo tiempo estos índices ayudan a realizar comparaciones entre regiones hidrológicas. En el mapa N° 01 se observa las cuencas referentes al estudio y sus características.

En el presente estudio se identifica una cuenca y una sub cuenca:

1. Cuenca del Río Cumbaza.
2. Sub cuenca Vertiente a la Bocatoma Cumbaza.

2.6.1 Área de Drenaje y Perímetro:

En el Cuadro N° 2.5 se presenta el área de drenaje y perímetro de la cuenca en estudio:

Cuadro N° 2.5 Características físicas de las sub cuencas en Estudio.

NOMBRE	Area (Km²)	Perímetro (m)
Cuenca Cumbaza	574.5	122122.9
Sub Cuenca Bocatoma Cumbaza	177.3	66956.1

2.6.2 Forma de las Cuencas - Coeficiente Compacidad y Factor de Forma

El coeficiente de compacidad indica la característica de redondez de una cuenca, tal es así que los coeficientes cercanos a 1, indican una igual distribución de áreas, tanto en largo como en ancho. Respecto al rango de variación de este coeficiente, se puede decir que está en función de la forma de la cuenca y de su magnitud. Así, cuencas muy alargadas pueden dar coeficientes de compacidad mayores a 2.

A continuación se presentan los valores de coeficiente de compacidad y factores de forma para las regiones en estudio:

Cuadro N° 2.6 Factores de Forma e Índice de Compacidad

NOMBRE	FACTOR DE FORMA	INDICE DE COMPACIDA
Cuenca Cumbaza	0.15	1.43
Sub Cuenca Bocatoma Cumbaza	0.17	1.41

El factor de forma indica en cierta manera la tendencia de las avenidas en el cauce, un factor de forma bajo, próximo a cero tiene menos tendencia a concentrar la intensidad de lluvia una cuenca de igual área pero con factor mas alto.

2.6.3 Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración se calculó para las cuencas de estudio, este valor numérico (en horas) es el tiempo en que se estabilizan los aportes de la sub cuenca vertiente, momento en el cual se hará máximo el caudal para una determinada intensidad de lluvia.

La fórmula para obtener el tiempo de concentración recomendada es una modificación de la del US Army Corps of Engineers, cuya expresión es la siguiente:

$$Tc = 0.3(L/S^{0.25})^{0.76}$$

Donde:

$$Tc = \text{Tiempo de concentración (hr)}$$

$$L = \text{Longitud del curso principal (km)}$$

$$S = \text{Pendiente (m/m)}$$

Cuadro N° 2.7 Tiempo de Concentración (Hr)

NOMBRE	Area (Km²)	Cota Menor	Cota Mayor	Longitud Reccorrido (m)	Pendiente Media (m/m)	Tc Concentracion
Cuenca Cumbaza	574.5	198	1810	61236.8	0.026	13.7
Sub Cuenca Bocatoma Cumbaza	177.3	315	1810	32522.4	0.046	7.6

2.6.4 Altitud Media de la Cuenca

Corresponde a la ordenada media de la curva hipsométrica, y su cálculo obedece a un promedio ponderado: elevación - área de la cuenca. La altura ó elevación media tiene importancia principalmente en zonas de selva baja donde influye en el escurrimiento y los suelos se encuentran saturados en épocas de lluvia. La altitud media de la cuenca del río Cumbaza es de 740 msnm.

3 CAPITULO

3 INFORMACIÓN METEOROLOGICA E HIDROMETRICA

Para el presente estudio a nivel de perfil para un proyecto de irrigación mediante el mejoramiento del canal Cumbaza, se considera información meteorológica necesaria para el cálculo de la evapotranspiración potencial y precipitación efectiva y demanda de cultivos y la información hidrométrica para definir la disponibilidad hídrica del proyecto. Dentro del ámbito de estudio se identificaron algunas estaciones de control; en el mapa N°01 se observa la ubicación de la estación Meteorológica e Hidrométrica.

3.1 Parámetros Meteorológicos

Las variables climatológicas como precipitación, temperaturas máximas y mínimas, radiación solar, horas de sol, velocidad del viento, humedad relativa son parámetros necesarios para el cálculo de la demanda de los cultivos por lo tanto la estación meteorológica debe estar dentro ó próxima al área de riego. La estación Meteorológica seleccionada es la de Tarapoto (Climatológica Ordinaria).

Estación CO Tarapoto

Latitud: 6° 28'

Longitud: 76° 22'

Altitud: 310 msnm

Biot. x: 25.3 °C

Zona de vida: bs-T

Prov. Humedad: Húmedo

Ubicación Política: Distritos de Rumisapa, la Provincia de San Martín.

La estación cuenta con Información Meteorológica a partir del año 1976 al 2005.

3.2 Parámetros Hidrométricos

Los caudales del río son medidos en la estación Bocatoma Canal Cumbaza (lugar del proyecto) los registros con los que se cuenta datan del año 2002 al 2009.

- **Estación Hidrométrica Bocatoma Cumbaza**

Distrito : Morales

Provincia : San Martín

Coordenadas UTM : 18M 0347821 9284873

Altitud : 315 msnm

La estación hidrométrica cuenta con registros del 2002 al 2009.

4 CAPITULO

4 OFERTA HIDRICA

4.1 Registros Históricos

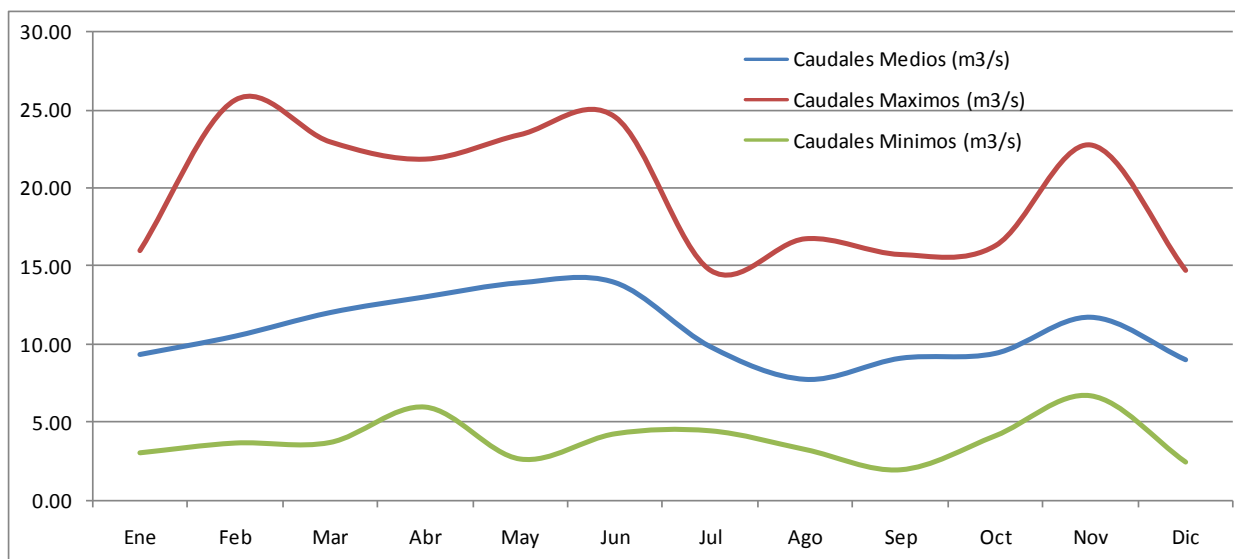
La oferta hídrica del proyecto es aportada por el río Cumbaza, cuyas aguas son captadas por la bocatoma del mismo nombre, donde también se encuentra la estación Hidrométrica denominada Bocatoma Cumbaza, que cuenta con registros de caudales a partir del año 2002. En el mapa N° 01 se presenta la ubicación de la Estación Hidrométrica.

A continuación se presenta la serie histórica de caudales medios mensuales del año 2002 al 2009.

Cuadro N° 4.1 Serie Histórica de Caudales (m³/s) – Estación Bocatoma Cumbaza

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2002	5.69	4.55	3.65	6.57	6.71	4.21	9.35	3.72	8.23	7.54	13.59	10.26
2003	12.33	9.55	13.69	9.69	23.46	24.58	9.66	5.45	5.79	4.08	9.27	8.07
2004	5.91	6.74	10.18	10.46	15.40	19.20	13.54	11.51	10.86	11.49	8.39	6.91
2005	9.25	8.48	10.36	15.92	11.16	8.05	4.61	3.19	1.89	5.67	6.66	2.38
2006	2.98	8.24	7.15	5.93	2.58	6.50	4.40	4.33	3.93	5.61	6.94	6.31
2007	8.40	3.61	11.38	12.63	17.36	13.84	14.74	8.95	15.75	16.32	22.79	11.98
2008	16.00	25.67	22.99	20.69	15.13	16.25	8.31	7.51	10.25	9.56	12.64	10.85
2009	13.63	16.74	16.30	21.88	19.21	18.43	13.59	16.76	15.55	14.50	13.04	14.73
Media	9.27	10.45	11.96	12.97	13.88	13.88	9.78	7.68	9.03	9.35	11.66	8.94
Max	16.00	25.67	22.99	21.88	23.46	24.58	14.74	16.76	15.75	16.32	22.79	14.73
Min	2.98	3.61	3.65	5.93	2.58	4.21	4.40	3.19	1.89	4.08	6.66	2.38
75%	5.74	5.09	7.91	7.35	7.82	6.89	5.54	3.87	4.40	5.62	7.30	6.46

Gráfico N° 4.1 Caudales Históricos Medios, Máximos y Mínimos



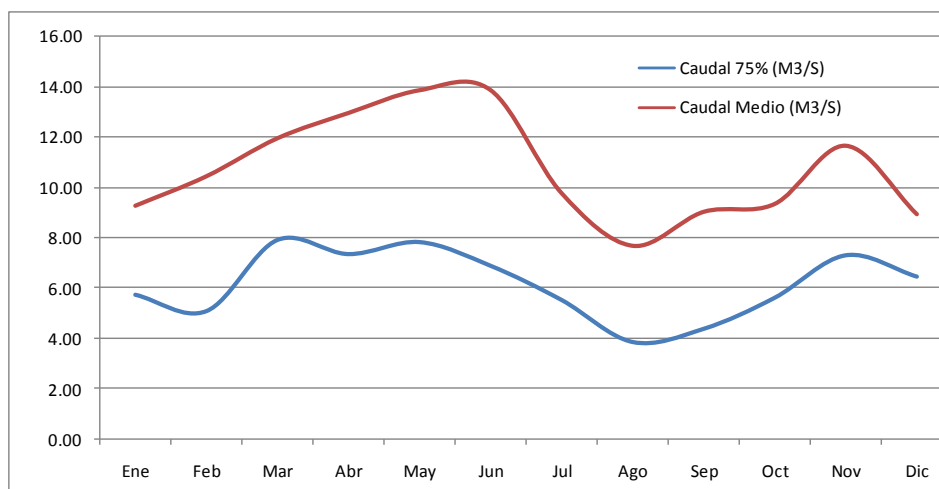
4.2 Oferta Hídrica al 75% de Persistencia

La oferta hídrica del proyecto es la oferta del río Cumbaza al 75% de probabilidad ó persistencia.

Cuadro N° 4.2 Oferta Hídrica al 75 % de Probabilidad (m3/s)

Orden	Persistencia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	0.11	16	25.67	22.99	21.88	23.456	24.58	14.74	16.76	15.75	16.32	22.79	14.73
2	0.22	13.63	16.74	16.3	20.69	19.21	19.197	13.59	11.512	15.55	14.5	13.587	11.98
3	0.33	12.329	9.547	13.689	15.917	17.36	18.43	13.543	8.95	10.863	11.49	13.04	10.85
4	0.44	9.25	8.483	11.38	12.63	15.396	16.25	9.658	7.51	10.25	9.56	12.64	10.258
5	0.56	8.4	8.24	10.355	10.455	15.13	13.84	9.35	5.447	8.233	7.543	9.269	8.07
6	0.67	5.909	6.738	10.181	9.685	11.161	8.049	8.31	4.33	5.79	5.667	8.386	6.905
7	0.78	5.687	4.547	7.15	6.57	6.71	6.5	4.611	3.722	3.93	5.61	6.94	6.31
8	0.89	2.98	3.61	3.648	5.93	2.58	4.21	4.4	3.192	1.886	4.082	6.66	2.384
	75%	5.74	5.09	7.91	7.35	7.82	6.89	5.54	3.87	4.40	5.62	7.30	6.46

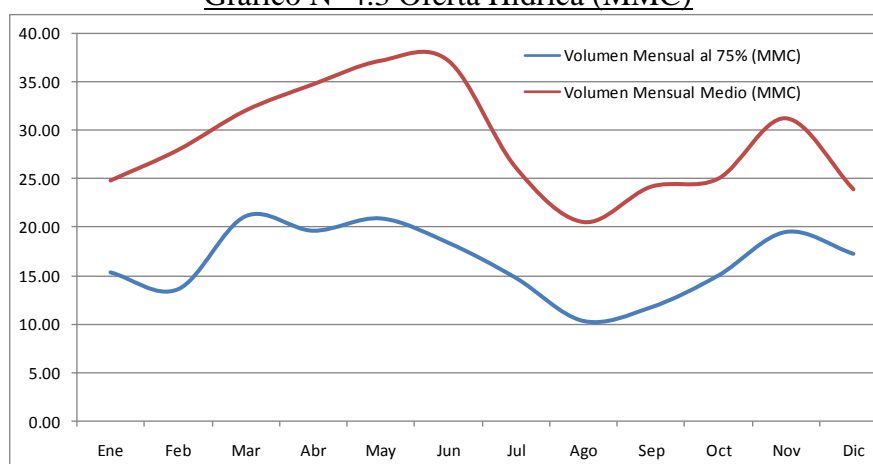
Gráfico N° 4.2 Caudales Medios, Máximos y Mínimos (m3/s)



Cuadro N° 4.3 Oferta Hídrica al 75 % de Probabilidad (MMC)

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2002	15.23	12.18	9.77	17.60	17.97	11.28	25.04	9.97	22.05	20.20	36.39	27.48
2003	33.02	25.57	36.66	25.94	62.82	65.84	25.87	14.59	15.51	10.93	24.83	21.61
2004	15.83	18.05	27.27	28.00	41.24	51.42	36.27	30.83	29.10	30.77	22.46	18.49
2005	24.78	22.72	27.73	42.63	29.89	21.56	12.35	8.55	5.05	15.18	17.84	6.39
2006	7.98	22.07	19.15	15.88	6.91	17.41	11.78	11.60	10.53	15.03	18.59	16.90
2007	22.50	9.67	30.48	33.83	46.50	37.07	39.48	23.97	42.18	43.71	61.04	32.09
2008	42.85	68.75	61.58	55.42	40.52	43.52	22.26	20.11	27.45	25.61	33.85	29.06
2009	36.51	44.84	43.66	58.60	51.45	49.36	36.40	44.89	41.65	38.84	34.93	39.45
Media	24.84	27.98	32.04	34.74	37.16	37.18	26.18	20.56	24.19	25.03	31.24	23.93
Max	42.85	68.75	61.58	58.60	62.82	65.84	39.48	44.89	42.18	43.71	61.04	39.45
Min	7.98	9.67	9.77	15.88	6.91	11.28	11.78	8.55	5.05	10.93	17.84	6.39
75%	15.38	13.65	21.18	19.68	20.95	18.45	14.83	10.38	11.77	15.06	19.56	17.30

Gráfico N° 4.3 Oferta Hídrica (MMC)



5 CAPITULO

5 DEMANDA DE AGUA

La determinación de la demanda de agua del valle de Cumbaza, tiene como principal objetivo el cálculo de los volúmenes de agua que necesita el valle para fines agrícolas, los mismos que intervienen en la determinación del balance hídrico.

El cálculo de la demanda por uso agrícola para la situación sin proyecto y con proyecto considera las áreas agrícolas bajo riego comprendidas entre el canal Cumbaza y el Rio Cumbaza (Margen Derecho). Actualmente bajo riego se atienden 4,100 ha y para la situación con proyecto se plantea beneficiar 4,500 ha, incorporándose 400 ha bajo riego.

5.1 Cédula de Cultivo y Kc de Cultivos

A continuación se presentan las cédulas de cultivo para la situación Sin Proyecto y Con Proyecto y los valores de Kc de los cultivos.

Cuadro N° 5.1 Tabla de Kc de los Cultivos

Cultivo	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Arroz	1.2	1.4	1.5	1.3	1.2	1	1.8	1.4	1.5	1.3	1.2	1
Maiz		0.55	0.6	0.75	0.5			0.55	0.6	0.75	0.5	
Frutales	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

Cuadro N° 5.2 Cedula de Cultivo Situación Sin Proyecto (4100 ha)

Cultivo/Has	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Arroz	3100.0	3950.0	3950.0	3950.0	3950.0	850	1500.0	1900.0	1900.0	1900.0	1900.0	400
Maiz		150.0	150.0	150.0	150.0			50.0	50.0	50.0	50.0	
Area Total (Has)	3100.0	4100.0	4100.0	4100.0	4100.0	850.0	1500.0	1950.0	1950.0	1950.0	1950.0	400.0

Cuadro N° 5.3 Cedula de Cultivo Situación Con Proyecto (4500 ha)

Cultivo/Has	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Arroz	3000.0	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0	800	2500.0	2900.0	2900.0	2900.0	2900.0	400
Maiz		200.0	200.0	200.0	200.0			180.0	180.0	180.0	180.0	
Frutales (Sacha Inchi, Cacao y Papayo)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0		500.0	500.0	500.0
Area Total (Has)	3500.0	4500.0	4500.0	4500.0	4500.0	1300.0	3000.0	3580.0	3080.0	3580.0	3580.0	900.0

5.2 Evapotranspiración Potencial (ETO)

Se utilizaron los datos meteorológicos de la estación Climatológica Ordinaria Tarapoto, de valores medios mensuales con una serie de registros de 1976 a 2005, el cálculo de la evapotranspiración potencial se realizó mediante el método de

Penman Monteith, utilizando el software Cropwat de la FAO, en el cuadro 5.4 se observan los valores de los parámetros meteorológicos y los resultados de cálculo de la ETo.

Cuadro N° 5.4 Evapotranspiración Potencial – Estación CO Tarapoto

MES	Temp. Min (C°)	Temp. Max (C°)	% Humedad	Velocidad Viento (Km/día)	Horas de Sol	Rad. Solar (MJ/m2/día)	Eto (mm/día)
Enero	17.4	31.3	68	35	5.1	17.6	3.62
Febrero	16.5	30.9	71	35	4.8	17.2	3.54
Marzo	16.6	30.8	75	61	3.7	15.3	3.33
Abril	16.8	30.4	78	35	4.5	15.5	3.13
Mayo	16.5	30.6	76	61	4.7	14.6	3.04
Junio	15.8	30.8	78	61	5.4	14.9	3.01
Julio	15.3	30.4	76	61	5.8	15.7	3.11
Agosto	15.7	31	73	61	5.9	17	3.43
Septiembre	16.8	31.5	73	61	5.4	17.5	3.66
Octubre	16.3	31.2	76	61	4.7	16.9	3.58
Noviembre	16.7	31.4	77	61	4.7	16.9	3.6
Diciembre	17.4	30.2	70	61	5	17.3	3.64

5.3 Precipitación Efectiva (PP Efec.)

La Precipitación Efectiva se ha calculado a partir de la precipitación media mensual de la estación Tarapoto la cuales se encuentra próxima a las áreas bajo riego del proyecto y en el mismo piso altitudinal.

Para el cálculo de la precipitación efectiva se utilizó el método USDA del Soil Conservation Service (Software Cropwat). En el Cuadro N° 5.5 se presenta el cálculo de la precipitación efectiva.

Cuadro N° 5.5 Precipitación Efectiva (mm/mes)

Station: TARAPOTO Eff. rain method: USDA S.C. Method

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	93.0	79.2
February	120.0	97.0
March	138.0	107.5
April	127.0	101.2
May	94.0	79.9
June	60.0	54.2
July	43.0	40.0
August	45.0	41.8
September	58.0	52.6
October	95.0	80.6
November	84.0	72.7
December	81.0	70.5
Total	1038.0	877.1

5.4 Eficiencia de Riego

La eficiencia de riego considerada para la situación con proyecto, en el área bajo riego por gravedad, es de 39%. Para la situación sin proyecto se considera 20 % de eficiencia.

Cuadro N° 5.6 Eficiencia de riego de la situación Sin Proyecto (%)

Eficiencia de Riego	%
Ef. Conduccion	80
Ef. Distribucion	63
Ef. Aplicación	40
Ef. Riego	20.16

Cuadro N° 5.7 Eficiencia de riego de la situación Con Proyecto (%)

Eficiencias	%
Ef. Conduccion	93
Ef. Distribucion	93
Ef. Aplicación	45
Ef. Riego	39

5.5 Cálculo de la demanda Agrícola

De acuerdo a las cédulas de cultivo propuestas para las situaciones sin proyecto y con proyecto, se presentan en los cuadros 5.8 y 5.9 las demandas mensuales de agua. Para la situación sin proyecto se tiene una demanda anual de 79.90 MMC/AÑO; para la situación con proyecto, incrementando la eficiencia de riego y ampliando la frontera agrícola, se tiene una demanda anual de 52.23 MMC/AÑO.

Cuadro N° 5.8 Demanda por Uso Agrícola de la Situación Sin Proyecto (MMC)

Descripción	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Area Bajo Riego Gravedad	3100.0	4100.0	4100.0	4100.0	4100.0	850.0	1500.0	1950.0	1950.0	1950.0	1950.0	400.0
Eficiencia de Riego	0.2016	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202
Kc Pond.	1.20	1.37	1.47	1.28	1.17	1.00	1.80	1.38	1.48	1.29	1.18	1.00
Eto (mm/día)	3.62	3.54	3.33	3.13	3.04	3.01	3.11	3.43	3.74	3.58	3.6	3.64
Etr (mm/día)	4.34	4.85	4.89	4.01	3.57	3.01	5.60	4.73	5.52	4.60	4.26	3.64
Pp efectiva (mm/día)	2.55	3.46	3.50	3.37	2.58	1.80	1.30	1.33	1.76	2.60	2.42	2.27
Requerimiento Neto (M3/Seg)	0.64	0.66	0.66	0.30	0.47	0.12	0.75	0.77	0.85	0.45	0.41	0.06
Requerimiento Bruto (M3/Seg)	3.18	3.25	3.26	1.49	2.34	0.59	3.70	3.80	4.21	2.24	2.05	0.31
Requerimiento Bruto (MMC)	8.53	7.87	8.73	3.86	6.26	1.53	9.91	10.19	10.92	6.01	5.32	0.84
Modulo de Riego (L/Seg/Ha)	1.03	0.79	0.80	0.36	0.57	0.69	2.47	1.95	2.16	1.15	1.05	0.78
DEMANDA TOTAL DE RIEGO (MMC)	8.53	7.87	8.73	3.86	6.26	1.53	9.91	10.19	10.92	6.01	5.32	0.84

Cuadro N° 5.9 Demanda por Uso Agrícola de la Situación Con Proyecto (MMC)

Descripción	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Area Bajo Riego Gravedad	3500.0	4500.0	4500.0	4500.0	4500.0	1300.0	3000.0	3580.0	3080.0	3580.0	3580.0	900.0
Eficiencia de Riego	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
Kc Pond.	1.13	1.28	1.37	1.20	1.12	0.88	1.62	1.26	1.45	1.18	1.10	0.83
Eto (mm/día)	3.6	3.5	3.3	3.1	3.0	3.0	3.1	3.4	3.7	3.6	3.6	3.6
Etr (mm/día)	4.09	4.55	4.57	3.77	3.40	2.66	5.03	4.32	5.41	4.24	3.96	3.03
Pp efectiva (mm/día)	2.55	3.46	3.50	3.37	2.58	1.80	1.30	1.33	1.76	2.60	2.42	2.27
Requerimiento Neto (M3/Seg)	0.62	0.56	0.56	0.21	0.43	0.13	1.29	1.24	1.30	0.68	0.64	0.08
Requerimiento Bruto (M3/Seg)	1.59	1.45	1.42	0.53	1.10	0.33	3.32	3.18	3.34	1.74	1.63	0.20
Requerimiento Bruto (MMC)	4.26	3.50	3.81	1.37	2.94	0.86	8.89	8.51	8.66	4.66	4.23	0.54
Modulo de Riego (L/Seg/Ha)	0.45	0.32	0.32	0.12	0.24	0.26	1.11	0.89	1.08	0.49	0.46	0.23
DEMANDA TOTAL DE RIEGO (MMC)	4.26	3.50	3.81	1.37	2.94	0.86	8.89	8.51	8.66	4.66	4.23	0.54

6 CAPITULO

6 BALANCE HIDRICO

6.1 Generalidades

El balance hídrico es la comparación entre la oferta y demanda hídrica de una cuenca, en el presente estudio se ha realizado dentro del valle de Cumbaza. La ecuación general para el balance hídrico a utilizarse, es la siguiente:

$$BALANCE\ HIDRICO = Q - D$$

Donde:

Q = caudal (oferta hídrica) en el río.
 D = demandas hídricas (usos de agua).

Variables de balance hídrico de la cuenca

A. Caudal (oferta hídrica)

La Oferta Hídrica del Proyecto es el caudal del río al 75% de persistencia, teniendo como límite máximo la capacidad de la bocatoma Cumbaza, de 3.5 m³/s.

B.- Demandas hídrica (Uso Agrícola)

La demanda de agua es el requerimiento de los usuarios para satisfacer una necesidad. Para el presente proyecto la demanda de agua es para fines de riego.

6.2 Balance Hídrico Situación Actual ó Sin Proyecto

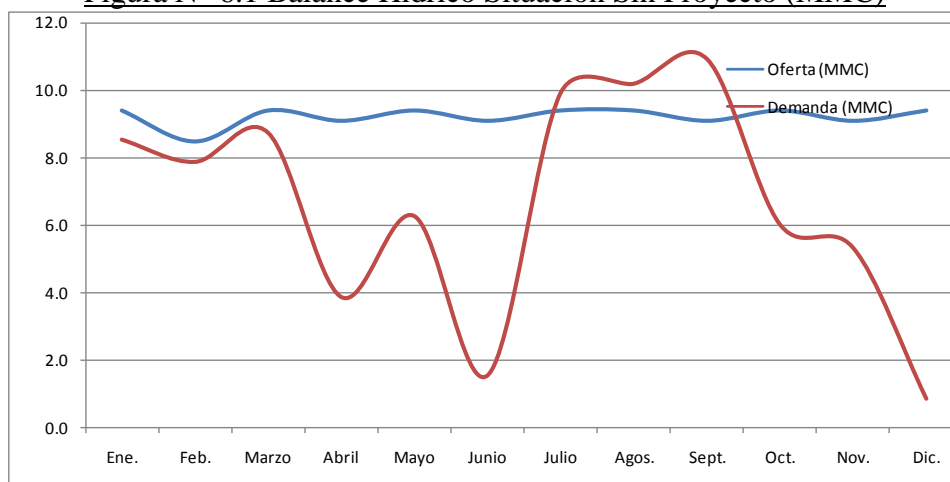
Se presenta el balance Hídrico de la situación actual, regando 4100 has bajo riego y con una eficiencia de riego de 20%. La disponibilidad hídrica está dada por la oferta del río al 75% y por la capacidad de la bocatoma Cumbaza 3.5 m³/s, la cual se encuentra en buen estado.

En el Cuadro N° 6.1 se observa un déficit hídrico durante los meses de Julio a Septiembre, esto debido a la baja eficiencia de riego de la situación actual.

Cuadro N° 6.1 Balance Hídrico Situación Sin Proyecto (MMC) (al 75%)

DESCRIPCION	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
DEMANDA (MMC)	8.5	7.9	8.7	3.9	6.3	1.5	9.9	10.2	10.9	6.0	5.3	0.8
OFERTA RIO CUMBASA 75%(MMC)	15.4	13.6	21.2	19.7	21.0	18.4	14.8	10.4	11.8	15.1	19.6	17.3
OFERTA DEL CANAL 3.5 M3/S (MMC)	9.4	8.5	9.4	9.1	9.4	9.1	9.4	9.4	9.1	9.4	9.1	9.4
OFERTA DEL PROYECTO (MMC)	9.4	8.5	9.4	9.1	9.4	9.1	9.4	9.4	9.1	9.4	9.1	9.4
BH SIN PROYECTO (MMC)	0.8	0.6	0.6	5.2	3.1	7.5	-0.5	-0.8	-1.8	3.4	3.8	8.5

Figura N° 6.1 Balance Hídrico Situación Sin Proyecto (MMC)



6.3 Balance Hídrico Con Proyecto

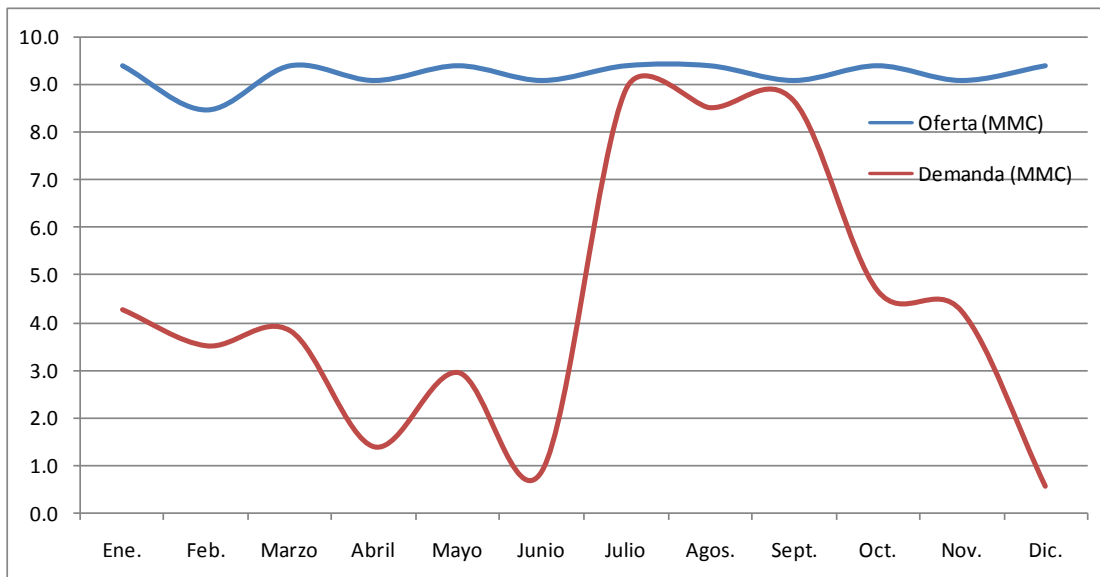
Se presenta el balance Hídrico de la situación con proyecto, para beneficiar 4,500 has bajo riego, con una eficiencia de riego de 39%. La disponibilidad hídrica no cambia respecto a la situación actual.

En el Cuadro N° 6.2 del balance hídrico en la situación con proyecto se observa la cobertura de la demanda al 100%, al incrementar la eficiencia de riego.

Cuadro N° 6.2 Balance Hídrico Situación Con Proyecto (MMC)

DESCRIPCION	Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
DEMANDA (MMC)	4.3	3.5	3.8	1.4	2.9	0.9	8.9	8.5	8.7	4.7	4.2	0.5
OFERTA RIO CUMBASA 75%(MMC)	15.4	13.6	21.2	19.7	21.0	18.4	14.8	10.4	11.8	15.1	19.6	17.3
OFERTA DEL CANAL 3.5 M3/S (MMC)	9.4	8.5	9.4	9.1	9.4	9.1	9.4	9.4	9.1	9.4	9.1	9.4
OFERTA DEL PROYECTO (MMC)	9.4	8.5	9.4	9.1	9.4	9.1	9.4	9.4	9.1	9.4	9.1	9.4
BH CON PROYECTO (MMC)	5.1	5.0	5.6	7.7	6.4	8.2	0.5	0.9	0.4	4.7	4.8	8.8

Figura N° 6.2 Balance Hídrico Situación Con Proyecto (MMC)



7 CAPITULO

7 CONCLUSIONES

1. El estudio hidrológico y Balance Hídrico del proyecto: Rehabilitación y Mejoramiento de la Irrigación Cumbaza demuestra que incrementando la eficiencia de riego al 39% se satisface la demanda, considerando la incorporación de 400 ha de área agrícola.
2. La cuenca de Cumbaza se ubica en la Región San Martín, provincia San Martín y pertenece a la Junta de Usuarios de Tarapoto, tiene un área total de 574 km². En la parte intermedia y baja de la cuenca se localiza la Irrigación Cumbaza, cuyo canal de riego actualmente se encuentra deteriorado. La bocatoma se encuentra en buen estado.
3. Las áreas bajo riego del proyecto pertenecen a las Comisiones de Regantes de Cumbaza y Bajo Cumbaza (Junta de Usuarios de Tarapoto).
4. El Río Cumbaza, a la altura de la bocatoma tiene una oferta anual media de 345 MMC y de 198.2 MMC al 75% de persistencia. La Oferta Hídrica del proyecto está limitada por la bocatoma de 3.5 m³/s, obteniéndose una oferta anual de 110 MMC para el presente proyecto.
5. La demanda hídrica es principalmente para uso agrícola, en la situación actual ó sin proyecto se cultivan 4000 has con una demanda anual de 79.9 MMC y en la situación con Proyecto ó Futura se benefician 4400 has con una demanda de 52.23 MMC. El principal cultivo es el arroz.
6. El balance hídrico de la situación actual nos presenta déficits de agua entre los meses de Julio a Septiembre con una eficiencia de riego del 20%, en la situación con proyecto se garantiza la cobertura de la demanda incrementando la eficiencia de riego al 39%.

PROYECTO: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CANAL PRINCIPAL CUMBAZA

ESTUDIO AGROLÓGICO DEL ÁREA BAJO EL CANAL CUMBAZA (Reconocimiento)



Cultivo de arroz en el área del proyecto

MEMORIA DESCRIPTIVA Y PLANOS

Lima, Septiembre 2010

ESTUDIO AGROLÓGICO DEL ÁREA BAJO EL CANAL CUMBAZA (Reconocimiento)

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
1.0 OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
2.0 CARACTERÍSTICAS GENERALES	3
2.1 Ubicación y extensión	3
2.2 Fisiografía	3
2.2.1 Unidades Fisiográficas	3
2.3 Ecología	4
2.4 Vías de comunicación	5
3.0 MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1 Criterios básicos	5
3.2 Unidades cartográficas y taxonómicas	6
3.3 Símbolos utilizados en los mapas de suelos	6
3.4 Materiales utilizados	7
3.5 Metodología	7
4.0 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SUELOS	8
4.1 Distribución de los suelos	9
4.2 Unidades cartográficas y taxonómicas	9
4.3 Consideraciones agronómicas de los suelos	16
5.0 CLASIFICACIÓN DE TIERRAS SEGÚN SU CAPACIDAD USO MAYOR	16
5.1 Generalidades	16
5.2 Metodología	16
5.3 Descripción de las tierras según su capacidad de uso mayor	17
6.0 CONCLUSIONES	20

7.0	RECOMENDACIONES	21
	BIBLIOGRAFÍA	21

CUADROS

Nº 1	Leyenda Fisiográfica – Pedológica	4
Nº 2	Superficie de los suelos	9
Nº 3	Clases de tierras según su capacidad de uso mayor	18

ESTUDIO AGROLÓGICO DEL ÁREA BAJO EL CANAL CUMBAZA (Reconocimiento)

1.0 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El Estudio Agrológico, a nivel de reconocimiento, del área comprendida bajo el ámbito del canal Cumbaza, tiene como objetivos: i) Determinar preliminarmente, el potencial edáfico de las tierras y ii) Caracterizar física y morfológicamente, los suelos ubicados bajo el ámbito del canal Cumbaza.

La irrigación Cumbaza, tiene una superficie bajo riego de 1 950 ha, y adicionalmente tiene una superficie potencial de tierras que no son atendidas con riego. Dicha irrigación, constituye un área agrícola desarrollada, cultivada principalmente con arroz desde el año 1984 en que se concluyó la construcción del canal principal.

2.0 CARACTERÍSTICAS GENERALES

2.1 Ubicación y extensión

El área del proyecto tiene una superficie bruta total de 4 597 ha y comprende las tierras ubicadas bajo el dominio del canal Cumbaza, desde la bocatoma ubicada en Morales, el río Cumbaza, hasta su entrega al río Mayo.

Geográficamente, se localiza entre las coordenadas UTM: Norte 9267500 y 9286500, y Este 340000 y 353800. Políticamente, el área de estudio se localiza entre los distritos de Morales, San Martín y Juan Guerra, provincia de San Martín, Región San Martín.

Pertenece al distrito de riego Tarapoto - Cuenca Bajo Mayo, al sector de riego Cumbaza, a la Junta de Usuarios Tarapoto, Comisión de Regantes Cumbaza.

2.2 Fisiografía

En el área del proyecto, se han identificado dos (2) paisajes: i) Llanura fluvial actual del río Cumbaza y ii) Llanura aluvial. Estas unidades están bien definidas por las formas, características del relieve así como por los factores y procesos de

formación. Las formas de tierra y la topografía varían desde superficies planas a ligeramente inclinadas.

El método utilizado en la determinación de las diferentes formas de tierra ha sido el Análisis Fisiográfico, que se fundamenta en la delimitación de unidades naturales basado en rasgos del paisaje identificables en la imagen satelital Quick Bird. Es posible, encontrar incluidas otras unidades fisiográficas con características similares o diferentes a las determinadas en el presente estudio, las que podrían ser cartografiadas con mayor precisión en estudios más detallados y a mayor escala.

2.2.1 Unidades Fisiográficas

Las diferentes formas de tierra existentes en el ámbito del estudio, son el resultado de la interacción de factores climáticos, procesos erosivos y deposicionales, especialmente de los ríos Cumbaza y Mayo que circundan el área del proyecto. En el Análisis Fisiográfico de la irrigación Cumbaza, se ha determinado la existencia de algunas diferencias, especialmente a nivel de subpaisaje como resultado de los factores y procesos que han intervenido en la formación de los suelos.

Cuadro Nº 1
Leyenda Fisiográfica - Pedológica

PAISAJE	SUBPAISAJE	CONSOCIACIÓN
Llanura fluvial actual del río Cumbaza	Terraza baja ocasionalmente inundable	Cumbaza (CU) Tingama (TI)
	Terraza baja no inundable	Pastizal (PT)
Llanura aluvial	Abanico aluvial	Pucayacu (PU) Aeropuerto (AE) Porvenir (PR)

Fuente: Elaboración propia

a) Llanura fluvial actual del río Cumbaza

Esta unidad se caracteriza por presentar una litología integrada por materiales finos y moderadamente finos, depositados durante las diferentes avenidas. Estos depósitos, se localizan principalmente en las terrazas bajas del río Cumbaza, originando perfiles de suelos estratificados con escaso o nulo desarrollo genético, poco estructurados. Este paisaje se divide en subpaisajes conformados por terrazas bajas con riesgo variable de inundabilidad.

b) Llanura aluvial

Esta unidad fisiográfica se caracteriza por presentar una litología conformada por materiales heterométricos medios y finos de variada composición litológica, transportados en grandes masas por acción del agua y posteriormente depositados en áreas extensas, en las partes más bajas del área. Los eventos extraordinarios de alta pluviosidad ocurridos en épocas anteriores, han permitido modelar el relieve de las zonas bajas del área del proyecto.

2.3 Ecología

Según el Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1 995), el área de estudio, se localiza en dos (2) zonas de vida: bosque seco – tropical y bosque seco premontano tropical.

- Bosque seco - Tropical (bs - T)

Su centro geográfico más importante se ubica en áreas vecinas al río Huallaga, comprendiendo las localidades de Tarapoto, Bellavista, Juanjui; a una altitud que varía entre los 300 y 850 msnm.

La biotemperatura media anual máxima es de 25,1 °C y la media anual mínima de 23,9 °C; el promedio máximo de la precipitación total por año es de 1 391 mm, y el promedio mínimo de 1 020 mm.

Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año en esta zona de vida, varía entre 1 y 2 veces el valor de la precipitación, por lo que se ubica en la provincia de humedad: SUBHUMEDO. El relieve topográfico varía desde suave a colinado hasta empinado, predominando los terrenos ondulados o colinados. Los suelos por lo general son profundos, arcillosos y de naturaleza calcárea, integrados al grupo de los vertisoles.

- Bosque seco – Premontano Tropical (bs - PT)

Se localiza en la región latitudinal Tropical; su centro geográfico más importante se ubica en el departamento de Tumbes, así como las vertientes occidentales de los Andes hasta el paralelo 8° de latitud sur, se distribuyen a una altitud de 1000 – 2250 msnm.

La biotemperatura media anual máxima es de 25,1 °C y la media anual mínima de 17,4°C, el promedio máximo de la precipitación total por año es de 1 727,5 mm, y el promedio mínimo de 411 mm.

Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año en esta zona de vida, varía entre 1 y 2 veces el valor de la precipitación, por lo que se ubica en la provincia de humedad: SUBHUMEDO. El relieve topográfico es predominantemente inclinado ya que se ubica sobre las laderas que enmarcan gran parte de los valles interandinos. Los suelos por lo general son

relativamente profundos, arcillosos y de naturaleza calcárea y susceptibles a la erosión.

La vegetación natural está conformada por un bosque alto que conviene en ser asociaciones de árboles y/o arbustos y graminales pluviofolias.

2.4 Vías de comunicación

La comunicación desde la ciudad de Lima a Tarapoto, se puede efectuar por vía aérea en un vuelo de una (1) hora en la aviación comercial y por vía terrestre, utilizando la carretera Panamericana Norte hasta el desvío de Olmos hacia la carretera Fernando Belaunde, que conduce a Tarapoto.

La bocatoma se ubica en el distrito de Morales, cerca a la ciudad de Tarapoto, con vías de acceso afirmadas, y por un camino carrozable se recorre el canal Cumbaza.

3.0 MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1 Criterios básicos

El Estudio Agrológico, se ha desarrollado teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

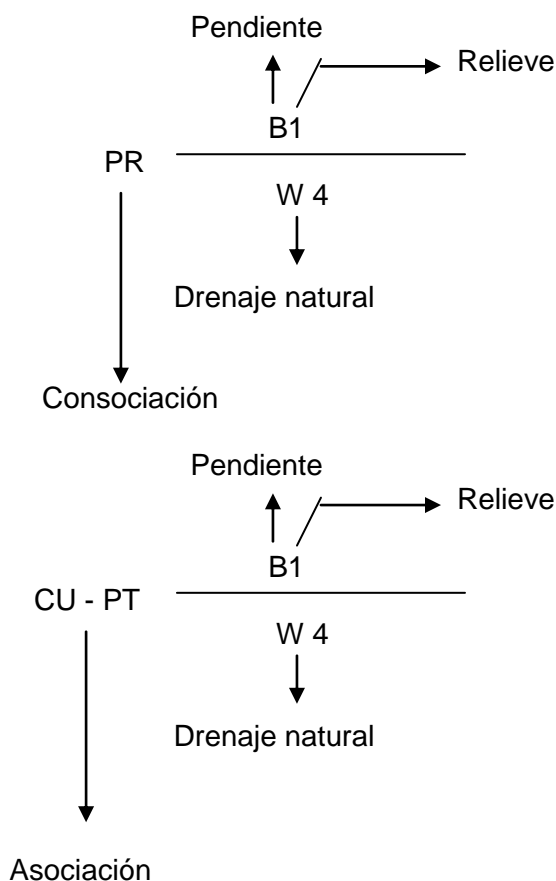
- Caracterización del ambiente físico (paisajes) a través de la naturaleza edáfica y de las características morfológicas del material originario, del cual se derivaron los suelos del área de estudio. Esta caracterización, ha permitido elaborar una Leyenda Fisiográfica que establece la relación suelo – paisaje y constituye la base sustantiva de las unidades de mapeo.
- Caracterización morfológica y física de los suelos así como la clasificación taxonómica hasta el nivel de subgrupo.
- Consideraciones agronómicas de los suelos, en función de las condiciones climáticas predominantes en el área de estudio y de las características edafológicas.

3.2 Unidades cartográficas y taxonómicas

Las unidades cartográficas utilizadas en este estudio son la Consociación y la Asociación. La Consociación, es una unidad que tiene un componente en forma dominante, el cual puede ser edáfico o área miscelánea, pudiendo además contener inclusiones. La Asociación, es una unidad que tiene dos o más componentes en forma dominante, los cuales pueden ser edáficos, áreas misceláneas o ambos. La unidad taxonómica es la serie de suelo que constituye la categoría más baja de la taxonomía.

3.3 Símbolos utilizados en los mapas de suelos

En los mapas de suelos, se han utilizado símbolos que representan diferentes parámetros que permiten identificar cartográficamente las unidades de mapeo delimitadas.



Los parámetros usados para la definición de las fases de suelos, son:

Pendiente (%)

0 – 2 -	Plano o casi a nivel (A)
2 – 5 -	Ligeramente Inclinado (B)
5 – 10 -	Moderadamente inclinado (C)
10 – 15 -	Fuertemente inclinado (D)

Relieve

Sin símbolo =	Plano
1 =	Ligeramente ondulado
2 =	Ondulado
3 =	Fuertemente ondulado

Drenaje Natural

W1 =	Pobre
W2 =	Imperfecto

W3	=	Moderado
W4	=	Bueno
W5	=	Algo excesivo
W6	=	Excesivo

3.4 Materiales utilizados

Se ha utilizado la siguiente información:

a) Material cartográfico

- Imagen satelital Quickbird
- Planos topográficos del IGN.
- Mapa político a nivel distrital.
- Mapa ecológico del Perú.

b) Material de campo

- Herramientas para excavación de calicatas
- Posicionador satelital GPS
- Tabla Munsell de colores
- Cámara fotográfica
- Tarjetas de lectura, libreta de campo
- Equipo de descripción de perfiles: picota, cuchillo, etc.
- Logística de campo y personal obrero.

3.5 Metodología

Teniendo en cuenta la topografía del paisaje circundante, se han identificado las unidades de suelos existentes, así como efectuado el mapeo de suelos.

Utilizando la imagen satelital, se ha realizado un recorrido del área comprendida bajo el ámbito del canal Cumbaza, efectuando observaciones así como el estudio de la fisiografía y la delimitación de las áreas misceláneas.

Para la descripción de las unidades de mapeo y taxonómicas, se ha considerado la información básica procedente del documento “Estudio de Factibilidad del Proyecto Cumbaza Bajo Mayo”, efectuado por el Programa de Pequeñas y Medianas Irrigaciones en 1 978.

La metodología utilizada para el levantamiento de los suelos, ha seguido las normas establecidas en el Soil Survey Handbook, USDA (2003); la clasificación taxonómica se ha efectuado sobre la base de la Soil Taxonomy, Second Edition (2006) y la descripción de perfiles utilizando el Field Book for describing and sampling soils, USDA (2002).

El presente Estudio, se ha desarrollado en las siguientes etapas:

➤ *Etapa de Gabinete 1*

En esta fase preliminar, se ha efectuado la recopilación, análisis e interpretación de los estudios anteriores realizados en el ámbito del proyecto, así como la obtención de la información cartográfica y satelital existente.

Asimismo, durante esta etapa, se efectuó el análisis fisiográfico e interpretación de la imagen satelital, delineando los diferentes paisajes y sub paisajes. Como resultado de este trabajo, se elaboró la Leyenda Fisiográfica preliminar.

➤ *Etapa de campo*

Esta etapa comprendió inicialmente un reconocimiento general del área de estudio, verificándose las unidades fisiográficas delimitadas preliminarmente, la accesibilidad a los diferentes predios y centros poblados, las características topográficas (pendiente y relieve).

Durante esta fase, se afinaron las unidades fisiográficas caracterizándolas inicialmente hasta el nivel de paisaje, así como la delimitación de los diferentes niveles de terrazas.

➤ *Etapa de Gabinete 2*

Con la información obtenida de la etapa de campo, se realizó el trabajo final de gabinete que consistió en las siguientes actividades:

- Trazo definitivo de los límites de las unidades de mapeo.
- Análisis de la información recopilada en campo y descripción de las unidades de mapeo y taxonómicas. Se ha efectuado una correlación de los diferentes suelos identificados, agrupándolos a nivel de series y fases.
- Elaboración de los mapas temáticos de suelos a escala 1:25 000.
- Elaboración de la memoria descriptiva del Estudio Agrológico, acompañada de cuadros que permiten que la memoria sea lo suficientemente explicativa y comprensible para ser utilizada fácilmente en estudios posteriores. Asimismo, se presentaron las conclusiones y recomendaciones en forma sumariada y concreta.

4.0 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SUELOS

El área del proyecto tiene una superficie total de 4 597 ha, distribuidas entre el canal Cumbaza y el río del mismo nombre.

De dicha superficie, 4 503 ha, representan el área irrigable y cultivable bajo el dominio del canal Cumbaza y 94 ha, constituyen las áreas misceláneas: quebradas, centros poblados.

4.1 Distribución de los suelos

Las unidades edáficas, se han determinado en función de sus características genéticas y físico – morfológicas, así como por su posición fisiográfica.

4.2 Unidades cartográficas y taxonómicas

Se han identificado y cartografiado tres (3) consociaciones y seis (6) Asociaciones de suelos, cuyas áreas y porcentajes de distribución se muestran en el cuadro N° 2, y su distribución espacial se presenta en el Mapa de Suelos. Las características físicas y químicas de estas unidades, corresponden a las descritas en el “Estudio de Factibilidad del Proyecto Cumbaza – Bajo Mayo”, ejecutado por el Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones.

La Asociación Cumbaza – Pastizal con 2 685 ha (58,4%), constituyen los suelos predominantes en el área del proyecto. Estos suelos se caracterizan por presentar un perfil de textura media a fina o muy fina, profundo, bien a moderadamente drenados.

En el siguiente cuadro, se muestran las superficies de las unidades edáficas determinadas en el ámbito de dominio del canal Cumbaza.

**Cuadro N° 2
SUPERFICIE DE LOS SUELOS
AREA BAJO EL CANAL CUMBAZA**

SECTOR	SUELOS	SÍMBOLO	AREA (ha)	%
AREA BAJO EL CANAL CUMBAZA	Cumbaza	CU	17	0,4
	Tingama	TI	11	0,2
	Porvenir	PR	209	4,5
	Cumbaza - Pastizal	CU – PT	2685	58,4
	Cumbaza - Tingama	CU – TI	430	9,4
	Porvenir - Pastizal	PR – PT	360	7,8
	Porvenir - Pucayacu	PR – PU	125	2,7

	Pastizal - Aeropuerto	PT – AE	257	5,6
	Pucayacu - Porvenir	PU - PR	409	8,9
	SUB – TOTAL		4503	98,0
	Áreas misceláneas	M-Q	62	1,4
	Centros poblados	CP	32	0,6
	TOTAL		4597	100,0

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Consociaciones

Se han identificado tres (3) consociaciones, las que se describen a continuación.

a) Consociación CUMBAZA (CU)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 17 ha, y representa el 0,4 % del área del proyecto; se distribuyen en las terrazas bajas ocasionalmente inundables de la llanura fluvial actual del río Cumbaza. Presenta una topografía uniforme, con pendientes planas, relieves ligeramente ondulados, con drenaje bueno. Está conformada por un 80% de suelos Cumbaza y un 20% de inclusiones pertenecientes a los suelos Tingama y Pastizal.

Serie CUMBAZA Ustifluvents

Son suelos profundos, de textura media a moderadamente fina, con un horizonte superficial franco arenoso que descansa sobre horizontes subsuperficiales franco a franco arenoso.

<u>Horizonte</u>	<u>Profundidad (cm)</u>	<u>Descripción</u>
Ap	0 – 25	De color pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo, franco arenoso, granular fina, débil, friable ligeramente adhesivo, escasas raíces, reacción neutra, contenido medio de materia orgánica, límite de horizonte claro al AC.
AC	25 – 55	De color pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, franco arenoso, masivo, friable, ligeramente adhesivo, sin raíces, reacción ligeramente alcalina, contenido bajo de materia orgánica, límite de horizonte claro al C1.
C1	55 – 145	De color pardo rojizo (5YR 3/3) en húmedo, franco, masivo, friable, ligeramente adhesivo, sin raíces, reacción ligeramente alcalina.

Características químicas y de fertilidad

Los niveles de fertilidad son medianos, el fósforo asimilable es alto en los horizontes superiores e inferiores, siendo muy bajo en los intermedios; el potasio asimilable es alto; su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es baja en todo el perfil y presenta una alta saturación de bases.

b) **Consociación TINGAMA (TI)**

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 11 ha, y representa el 0,2% del área del proyecto; se distribuyen en las terrazas bajas ocasionalmente inundables de la llanura fluvial actual del río Cumbaza. Presenta una topografía uniforme, con pendientes planas, relieves ligeramente ondulados, con drenaje moderado a imperfecto. Está conformada por un 80% de suelos Tingama y un 20% de inclusiones pertenecientes a los suelos Cumbaza y Pastizal.

Serie TINGAMA Ustifluvents

Son suelos profundos, de textura fina a moderadamente fina, con un horizonte superficial franco arcilloso, que descansa sobre un segundo horizonte franco arcilloso y un tercer horizonte franco.

<u>Horizonte</u>	<u>Profundidad (cm)</u>	<u>Descripción</u>
Ap	0 – 35	De color pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares, firme, adhesivo, escasas raíces, reacción ligeramente alcalina, contenido medio de materia orgánica, límite de horizonte claro al AC.
AC	35 – 70	De color pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares medios, firme, adhesivo, sin raíces, reacción neutra, contenido medio de materia orgánica, límite de horizonte claro al C1.
C1	70 – 150	De color pardo (10YR 4/3) en húmedo, franco, arcilloso, masivo, firme, adhesivo, sin raíces, reacción ligeramente alcalina, contenido bajo de materia orgánica.

Características químicas y de fertilidad

Los niveles de fertilidad son medianos, el fósforo asimilable es alto en todo el perfil; el potasio asimilable es bajo; su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es alta en todo el perfil y presenta una alta saturación de bases.

c) Consociación PORVENIR (PR)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 209 ha, y representa el 4,5% del área del proyecto; se distribuyen en los abanicos aluviales de la llanura aluvial. Presenta una topografía variable, con pendientes ligeramente inclinadas a inclinadas, relieves ligeramente ondulados, con drenaje bueno. Está conformada por un 80% de suelos Porvenir y un 20% de inclusiones pertenecientes a los suelos Cumbaza y Tingama.

Serie PORVENIR Haplusterts

Son suelos profundos, de textura media a fina, con un horizonte superficial franco arenoso a franco que descansa sobre dos horizontes de textura franco arcilloso. No presenta limitaciones en su profundidad,

<u>Horizonte</u>	<u>Profundidad (cm)</u>	<u>Descripción</u>
Ap1	0 – 25	De color pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, franco arenoso, bloques subangulares medios, firme, adhesivo, escasas raíces, reacción neutra, contenido alto de materia orgánica, límite de horizonte claro al Ap2.
Ap2	25 – 45	De color gris oscuro (7.5YR 4/1) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares medios, firme, adhesivo, sin raíces, reacción neutra, a ligeramente alcalina, contenido bajo de materia orgánica, límite de horizonte claro al C1.
C1	45 – 130	De color pardo grisáceo (10YR 3/4) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares gruesos, firme, adhesivo, sin raíces, reacción neutra a ligeramente alcalina, contenido bajo de materia orgánica.

Características químicas y de fertilidad

Los niveles de fertilidad son altos, el fósforo asimilable es alto en todo el perfil; el potasio asimilable es alto; su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es alta en todo el perfil y presenta una alta saturación de bases.

4.2.2 Asociaciones

Se han identificado y cartografiado seis (6) Asociaciones las que se describen a continuación:

a) Asociación CUMBAZA - PASTIZAL (CU – PT)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 2 685 ha, y representa el 58,4% del área del proyecto. Está conformada predominantemente por los suelos Cumbaza y Pastizal, en una proporción de 50% y 50%, respectivamente, pudiendo contener inclusiones de suelos Tingama y Pucayacu.

Esta Asociación, se distribuye en una fisiografía de terrazas bajas de la llanura fluvial actual del río Cumbaza. Su topografía es uniforme con pendientes planas a ligeramente inclinadas, relieves ligeramente ondulados. La asociación se presenta en su fase por pendiente:

- Plana a casi a nivel (0 – 2%).
- Ligeramente inclinada (2 – 5%)

Las características edáficas del suelo Cumbaza fueron descritas anteriormente; a continuación se describen las características del suelo Pastizal.

Serie PASTIZAL Haplusterts

Son suelos profundos, de textura fina a muy fina, con un horizonte superficial franco arcilloso a arcilloso que descansa sobre dos horizontes de textura franco arcilloso. No presenta limitaciones en su profundidad,

<u>Horizonte</u>	<u>Profundidad (cm)</u>	<u>Descripción</u>
Ap	0 – 40	De color pardo (7.5YR 3/3) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares medios, firme, adhesivo, escasas raíces, reacción ligeramente alcalina, contenido alto de materia orgánica, límite de horizonte claro al AC.
AC	40 – 70	De color pardo rojizo (5YR 4/3) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares medios, firme, adhesivo, sin raíces, reacción neutra, a moderadamente alcalina, contenido bajo de materia orgánica, límite de horizonte claro al C1.
C1	70 – 150	De color pardo rojizo (5YR 4/3) en húmedo, franco arcilloso, masivo, firme, adhesivo, sin raíces, reacción alcalina, contenido bajo de materia orgánica.

Características químicas y de fertilidad

Los niveles de fertilidad son medianos, el fósforo asimilable es alto en los horizontes superiores e inferiores, siendo muy bajo en los intermedios; el potasio asimilable es alto; su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es baja en todo el perfil y presenta una alta saturación de bases.

b) Asociación CUMBAZA - TINGAMA (CU – TI)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 430 ha, y representa el 9,4% del área del proyecto. Está conformada predominantemente por los suelos Cumbaza y Tingama, en una proporción de 60% y 40%, respectivamente, pudiendo contener inclusiones de los suelos Pastizal, Pucayacu y Aeropuerto.

Esta Asociación, se distribuye en una fisiografía de terrazas bajas de la llanura fluvial actual del río Cumbaza, de relieves ligeramente ondulados, con pendientes planas a inclinadas (1 - 10%) con drenaje bueno a imperfecto. La asociación se presenta en sus fases por pendiente:

- Plana a casi a nivel (0 – 2%).
- Ligeramente inclinada (2 – 5%)
- Inclinada (5 – 10%)

Las características edáficas de los componentes de esta Asociación ya fueron descritas anteriormente dentro de las Consociaciones.

c) Asociación PORVENIR - PASTIZAL (PR – PT)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 360 ha, y representa el 7,8% del área del proyecto.. Está conformada predominantemente por los suelos Porvenir y Pastizal, en una proporción de 60% y 40%, respectivamente, pudiendo contener inclusiones de los suelos Cumbaza, Tingama y Pucayacu.

Esta Asociación, se distribuye en una fisiografía de terrazas bajas y abanico aluvial, de relieves planos a ligeramente ondulados, con pendientes ligeramente inclinadas (2 - 5%). La asociación se presenta en su fase por pendiente:

- Ligeramente inclinada (2 – 5%).

Las características edáficas de los componentes Porvenir y Pastizal ya fueron descritas anteriormente.

d) Asociación PORVENIR - PUCAYACU (PR – PU)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 125 ha, y representa el 2,7% del área del proyecto; se distribuyen en los abanicos aluviales de la llanura aluvial. Está conformada predominantemente por los suelos Porvenir y Pucayacu en una proporción de 50% y 50%, respectivamente, pudiendo contener inclusiones de suelos Aeropuerto y Pastizal.

Esta Asociación, se distribuye en una fisiografía de llanura aluvial, de relieves ligeramente ondulados, con pendientes inclinadas. La asociación se presenta en su fase por pendiente:

- Inclinada (5 – 10%).

Las características edáficas del componente Porvenir fue descrita anteriormente, a continuación se describen las características del componente Pucayacu.

Serie PUCAYACU Haplusterts

Son suelos profundos, de textura fina a muy fina, con un horizonte superficial franco arcilloso a franco que descansa sobre dos horizontes de textura franco arcilloso. No presenta limitaciones en su profundidad,

<u>Horizonte</u>	<u>Profundidad (cm)</u>	<u>Descripción</u>
Ap	0 – 30	De color rojizo (5YR 4/3) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares medios, firme, adhesivo, escasas raíces, reacción ácida, contenido bajo de materia orgánica, límite de horizonte claro al AC.
AC	30 – 50	De color rojo oscuro (5YR 3/2) en húmedo, franco arcilloso, masivo, firme, adhesivo, sin raíces, reacción moderadamente ácida, contenido bajo de materia orgánica, límite de horizonte claro al C1.
C1	50 – 150	De color pardo grisáceo (10YR 3/4) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares gruesos, firme, adhesivo, sin raíces, reacción neutra, contenido bajo de materia orgánica.

Características químicas y de fertilidad

Los niveles de fertilidad son bajos, el fósforo asimilable es bajo en los horizontes superiores e inferiores; el contenido de potasio asimilable es medio; su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es media a baja en todo el perfil y presenta una mediana saturación de bases.

e) Asociación PASTIZAL - AEROPUERTO (PT - AE)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 257 ha, y representa el 5,6% del área del proyecto. Está conformada predominantemente por los suelos Pastizal y Aeropuerto, en una proporción de 60% y 40%, respectivamente, pudiendo contener inclusiones de los suelos Pucayacu y Porvenir.

Esta Asociación, se distribuye en una fisiografía de terrazas bajas del río Cumbaza y los abanicos aluviales de la llanura aluvial; presenta relieves ligeramente ondulados, con pendientes planas a ligeramente inclinadas (1 - 5%). La asociación se presenta en sus fases por pendiente:

- Plana a casi a nivel (0 – 2%).
- Ligeramente inclinada (2 – 5%)

Las características edáficas del componente Pastizal ya fue descrita anteriormente, a continuación se describe el componente Aeropuerto.

Serie AEROPUERTO Ustifluvents

Son suelos profundos, de textura media a fina a muy fina, con un horizonte superficial franco arenoso a franco que descansa sobre un segundo horizonte franco arenoso y un tercer horizonte de textura fina, franco arcilloso. No presenta limitaciones en su profundidad,

<u>Horizonte</u>	<u>Profundidad (cm)</u>	<u>Descripción</u>
Ap	0 – 18	De color pardo (7.5YR 4/2) en húmedo, franco arenoso, masivo, firme, ligeramente adhesivo, escasas raíces, reacción moderadamente ácida, contenido bajo de materia orgánica, límite de horizonte claro al AC.
IIB	18 – 100	De color pardo amarillento (10YR 5/6) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares finos y débiles, adhesivo, sin raíces, reacción moderadamente ácida, contenido alto de materia orgánica, límite de horizonte claro al C1.
IIC	100 – 150	De color pardo amarillento (10YR 5/4) en húmedo, franco arcilloso, granular, firme, adhesivo, sin raíces, reacción neutra, contenido bajo de materia orgánica.

Características químicas y de fertilidad

Los niveles de fertilidad son bajos, el fósforo asimilable es bajo en los horizontes superiores e inferiores; el contenido de potasio asimilable es medio; su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es media a baja en todo el perfil y presenta una mediana saturación de bases.

f) *Asociación PUCAYACU – PORVENIR (PU – PR)*

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 409 ha, y representa el 8,9% del área del proyecto; se distribuyen en los abanicos aluviales de la llanura aluvial. Está conformada predominantemente por los suelos Pucayacu y Porvenir en una proporción de 50% y 50%, respectivamente, pudiendo contener inclusiones de suelos Aeropuerto y Pastizal.

Esta Asociación, se distribuye en una fisiografía de llanura aluvial, de relieves ligeramente ondulados, con pendientes inclinadas. La asociación se presenta en su fase por pendiente:

- Inclinada (5 – 10%).

Las características edáficas de los componentes de esta Asociación ya fueron descritas anteriormente.

4.2.3 Áreas misceláneas

Ocupan una superficie de 94 ha, y están conformadas por superficies que no tienen aptitud agronómica como los centros poblados, quebradas, etc.

4.3 Consideraciones agronómicas de los suelos

En general, las tierras ubicadas bajo el canal Cumbaza, presentan buena aptitud para el riego y para el establecimiento de una agricultura intensiva. Por las características físicas y químicas de los suelos, sumadas a las condiciones climáticas predominantes en el área del proyecto, se sugiere disminuir la superficie cultivada de arroz para reemplazarlo por cultivos de mayor adaptabilidad y rentabilidad como: sachá inchi, cacao, caña de azúcar, papayo, etc.

Será necesario implementar un programa intensivo de fertilización para incrementar los niveles de fertilidad del suelo, especialmente de materia orgánica, nitrógeno y fósforo.

5. CLASIFICACIÓN DE TIERRAS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

5.1 Generalidades

El sistema de Clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor, representa un sistema interpretativo de clasificación derivado de los estudios de suelos, y consiste en valorar las tierras de acuerdo a su capacidad para ser usadas en la agricultura, es decir, de acuerdo a la vocación de las tierras, sin deterioro de las mismas y de los otros recursos naturales.

La capacidad de uso mayor de la tierra es definida como su aptitud natural para producir en forma constante, bajo tratamientos continuos y usos específicos. Constituye un sistema técnico interpretativo, cuyo objetivo es asignar a cada unidad de suelo, su uso y manejo más adecuado.

Para el presente estudio, se han considerado las siguientes características edáficas: profundidad efectiva, textura, fragmentos gruesos y otras como: pedregosidad superficial, drenaje interno, erosión, peligro de anegamiento. Asimismo, se han considerado las características climáticas predominantes en el área de estudio: temperatura, precipitación.

5.2 Metodología

La metodología utilizada se basa en el Sistema de Clasificación de Tierras establecido en el "Reglamento de Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor", aprobado por Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG, a nivel de grupos, clases y subclases de capacidad de uso mayor, con adaptaciones a las condiciones propias del área del proyecto.

Conceptualmente, este sistema se basa en la interpretación de las características y propiedades intrínsecas del suelo, del medio físico y del nivel tecnológico de los agricultores, con el objetivo de obtener clases homogéneas de tierras, y definir su máxima capacidad de uso sin riesgos de degradación del suelo, especialmente con relación a la erosión acelerada. De esta forma, el sistema toma en cuenta las limitaciones permanentes de la tierra, relacionándolas con las posibilidades y limitaciones de uso de la misma.

El sistema básico de clasificación comprende las siguientes categorías:

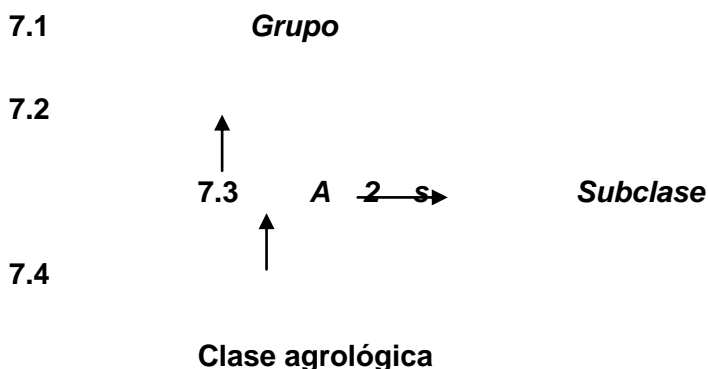
- Grupos de capacidad
- Clases agrológicas
- Subclases

Los *grupos de capacidad* representan la más alta categoría del sistema, y agrupa suelos de acuerdo a su vocación máxima de uso. Estos grupos, son cinco: i) Tierras aptas para cultivos en limpio (A); ii) Tierras aptas para cultivos permanentes (C); iii) Tierras aptas para pastos (P); iv) Tierras aptas para producción forestal (F), y, v) Tierras de protección (X). Los grupos de capacidad comprenden categorías menores de clasificación, que son las clases de capacidad.

Las clases se establecen en base a la calidad agrológica de los suelos y se diferencian unas de otras por el grado de limitaciones permanentes o riesgos que involucra el uso de los suelos. La clase de capacidad representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir cultivos bajo un conjunto definido de prácticas de manejo. Se han establecido tres (3) clases agrológicas: Alta (1), media (2), baja (3)

La tercera categoría corresponde a la subclase de tierras y se establece en función de los factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase agrupa tierras de acuerdo al tipo de limitación o problemas en su uso, pudiendo ser: i) limitaciones por suelo; ii) limitaciones por topografía; iii) limitaciones por erosión, iv) limitaciones por drenaje.

La expresión utilizada en el mapa de Clasificación de tierras es la siguiente:



7.5 5.3 Descripción de los grupos de tierras según su capacidad de uso mayor

En el ámbito del proyecto, se han determinado dos (2) grupos de capacidad de uso mayor: i) Tierras aptas para cultivo en limpio: (A); ii) Tierras de protección: (X).

Las unidades cartografiadas en el Mapa de Capacidad de uso mayor, se presentan en forma no asociada.

7.6 Tierras aptas para cultivos en limpio (símbolo A)

Estas tierras ocupan 4 503 ha que representan el 98% del área del proyecto.

Son aquellas tierras que presentan características climáticas, topográficas y edáficas adecuadas para la producción de cultivos en limpio, que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras por su alta calidad agrológica, podrán dedicarse a otros fines: cultivos permanentes, por ejemplo, cuando de esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo en limpio.

Clase de calidad agrológica alta (A1)

Esta clase de tierra, ocupa una superficie de 2 722 ha, que representan el 59,2% del área del proyecto.

Estas tierras son la de más alta calidad, con ninguna o muy ligeras limitaciones que restrinjan su uso intensivo y continuado, las que por sus excelentes características y cualidades climáticas, de relieve o edáficas permiten un amplio cuadro de cultivos, requiriéndose practicas sencillas de manejo y conservación de suelos para mantener su productividad sostenible y evitar su deterioro.

Los suelos son generalmente profundos, de textura media a fina, presentan topografía plana a ligeramente ondulada, con pendientes planas a ligeramente inclinadas, buen drenaje natural.

Cuadro Nº 3

CLASES DE TIERRAS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR AREA BAJO EL CANAL CUMBAZA

GRUPO	CLASE	SUBCLASE	AREA (ha)	%
A	A1		2722	59,2
	A2	A2s	781	17,0
		A2e	542	11,8
		A2w	368	8,0
	A3	A3e	87	1,9
		A3sew	3	0,1
SUBTOTAL GRUPO A			4503	98,0
X		Xs	94	2,0
TOTAL			4597	100,0

Fuente: Elaboración propia

Clase de calidad agrológica media (A2)

Esta clase de tierra, ocupa una superficie total de 1 691 ha, que representan el 36 8% del área del proyecto.

Estas tierras presentan moderada calidad para la producción de cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden edáfico, topográfico o de drenaje, que reducen un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas moderadas de manejo y de conservación de suelos, a fin de evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

Los suelos son generalmente profundos, de textura fina, presentan topografía plana a ligeramente ondulada, con pendientes planas a inclinadas, con drenaje natural bueno a moderado. Las principales limitaciones se refieren a los factores: suelo y drenaje.

Dentro de esta clase, se han determinado tres (3) subclases de capacidad de uso mayor: A2s, A2e y A2w.

Subclase A2s

Tiene una superficie de 781 ha, y comprende tierras de calidad agrologica media; cuyas limitaciones en forma moderada están referidas al factor edáfico, principalmente.

Las unidades edáficas que conforman esta Subclase, son las asociaciones de suelos Cumbaza – Pastizal; Porvenir – Pastizal, en sus fases por pendientes ligeramente inclinadas y ligeramente onduladas, bien drenados.

Subclase A2e

Tiene una superficie de 542 ha, y comprende tierras de calidad agrologica media; cuyas limitaciones en forma moderada están referidas al factor edáfico, principalmente.

Las unidades edáficas que conforman esta Subclase, son la Consociación Porvenir en su fase inclinada y las asociaciones de suelos Porvenir – Pucayacu y Pucayacu – Porvenir, en sus fases por pendientes inclinadas y ligeramente onduladas, bien drenados.

Subclase A2w

Tiene una superficie de 368 ha, y comprende tierras de calidad agrologica media, cuya limitación en forma moderada está referida al factor drenaje.

Las unidades edáficas que conforman esta Subclase, son las Consociaciones Tingama y Cumbaza en su fase plana e imperfectamente drenada y la asociación de suelos Cumbaza - Tingama, en su fase por pendiente plana y moderada a imperfectamente drenados.

Clase de calidad agrológica baja (A3)

Esta clase de tierra, ocupa una superficie total de 90 ha, y representa el 2% del área del proyecto.

Agrupar tierras que presentan una calidad agrologica baja para la fijación de cultivos en limpio o intensivos, con fuertes limitaciones, por lo que requieren de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, a fin de asegurar una producción económica y continuada. Agrupa suelos profundos, de textura fina a moderadamente fina, con drenaje natural moderado a imperfecto; fertilidad natural baja, relieve ligeramente ondulado, con pendientes planas a ligeramente inclinadas.

Dentro de esta clase, se han determinado dos (2) subclases de capacidad de uso mayor: A3e y A3sew.

Subclase A3e

Tiene una superficie de 87 ha, y comprende tierras de calidad agrologica baja; cuyas limitaciones intensas están referidas al factor topografía.

La unidad edáfica que conforma esta Subclase, es la asociación de suelo Pucayacu – Porvenir, en sus fases por pendientes inclinadas y onduladas, bien drenados.

Subclase A3sew

Tiene una superficie de 3 ha, y comprende tierras de calidad agrologica baja; cuyas limitaciones intensas están referidas a los factores: 1) Edáfico, 2) Topografía, y 3) Drenaje.

La unidad edáfica que conforma esta Subclase, es la asociación de suelo Cumbaza - Tingama, en sus fases por pendiente inclinada, moderadamente drenados.

7.7 Tierras de protección (X)

Ocupan una superficie de 94 ha, y estas tierras no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos en limpio, permanentes, pastoreo o producción forestal. Se incluye dentro de esta categoría: quebradas, centros poblados.

6.0 CONCLUSIONES

- a) El área total del proyecto tiene una superficie de 4 597 ha, distribuidas en 4 503 ha, que constituye el área bajo el canal Cumbaza y 94 ha, que representan las áreas misceláneas.
- b) El arroz representa el cultivo principal que se conduce en el área del proyecto, ocupa aproximadamente el 90% del área total.
- c) Se han identificado y cartografiado tres (3) consociaciones y seis (6) Asociaciones. En general, los suelos se caracterizan por ser profundos, de textura media a fina, franco arenosos a franco arcillosos.
- d) Se han determinado dos paisajes fisiográficos: llanura fluvial actual del río Cumbaza y la llanura aluvial.
- e) Existen laderas vecinas al canal Cumbaza que presentan riesgos de erosión.
- f) En general, los suelos de toda el área del proyecto, presentan características físicas y morfológicas adecuadas para el riego, sin embargo existen áreas que

presentan problemas de drenaje, especialmente en las áreas vecinas al río Cumbaza.

- g) Por sus características físicas, morfológicas y químicas, las tierras del proyecto se han clasificado según su capacidad de uso mayor, dentro del grupo: Aptos para cultivos intensivos (A). Sin embargo, estas tierras podrán destinarse también a cultivos permanentes, si es que éstos tuvieran mayor rentabilidad.

7. RECOMENDACIONES

- a) El monocultivo predominante en el área del proyecto, resulta perjudicial para los suelos, especialmente cuando se cultiva arroz, por el volumen de agua consumido y los fertilizantes químicos aplicados, por lo que se debería optar por implementar una programa de reconversión del arroz, para ir reemplazándolo por otros cultivos de mayor rentabilidad y menor demanda de agua: sachá inchi, frutales, cacao.
- b) Desarrollar labores de conservación de suelos, especialmente en las laderas vecinas al canal Cumbaza, para evitar procesos de erosión que causen daños a la infraestructura.
- c) Incluir obras de drenaje para eliminar el agua en exceso como resultado del riego en arroz.

BIBLIOGRAFÍA

- Mapa Ecológico del Perú, INRENA, 1994
- Soil Taxonomy, Second Edition, USDA, 2006
- Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG