



REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
HIDRAULICOS MULTISECTORIALES

PERFIL

PROYECTO MEJORAMIENTO DEL CANAL DE LA M.I. RIO TUMBES TRANO INICIAL 9 Km



VOLUMEN II ESTUDIOS BASICOS

**ANEXO 1: GEOLOGÍA
ANEXO 2: AGROLOGÍA
ANEXO 3: INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL**

Lima, Abril del 2010

INDICE DEL INFORME FINAL
GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL CANAL DE LA
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES (APROXIMADAMENTE 9.0Km).

- 1.0 INTRODUCCION
- 2.0 REVISION DE INFORMACION EXISTENTE
- 3.0 GEOLOGIA GENERAL
 - 3.1 GEOMORFOLOGIA
 - 3.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA
 - 3.2.1 *Intrusivo Higuero*
 - 3.2.2 *Formación Zorritos*
 - 3.2.3 *Formación Cardalitos*
 - 3.2.4 *Formación Tumbes*
 - 3.2.5 *Depósitos Cuaternarios*
 - 3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL
 - 3.4 PROCESOS GEODINAMICOS
 - 3.5 SISMICIDAD
- 4.0 CARACTERISTICAS 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 PRETAMOS Y CANTERAS
 - 7.1 AGREGADOS - LA PEÑA
 - 7.1.1 *Características Físico - Mecánicas*
 - 7.1.2 *Análisis Químicos*
 - 7.1.3 *Interpretación Geotécnica*
 - 7.2 AGREGADOS - LA JARDINA
 - 7.2.1 *Características Físico-Mecánicas*
 - 7.2.2 *Análisis Químicos*
 - 7.2.3 *Interpretación Geotécnica*

7.3 AGREGADOS: LOS INCAS - CORRALES

7.3.1 *Características Físico-Mecánicas*

7.3.2 *Análisis Químicos*

7.3.3 *Interpretación Geotécnica*

7.4 MATERIAL DE RELLENO - SAN JACINTO

7.4.1 *Características Físico-Mecánicas*

7.4.2 *Análisis Químicos*

7.4.3 *Interpretación Geotécnica*

8.0 PROGRAMA DE INVESTIGACIONES - NIVEL DE FACTIBILIDAD

9.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

9.2 RECOMENDACIONES

ANEXOS

- ANEXO N° 1.- CUADROS Y FIGURAS
- ANEXO N° 2.- PLANOS (GEOLOGIA Y UBICACIÓN DE PRESTAMOS).

INFORME FINAL
GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL CANAL DE LA
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES (APROXIMADAMENTE 9.0Km).

1.0 INTRODUCCION

Por encargo del ANA, se realizó la interpretación y adecuación de las investigaciones geotécnicas existentes del área de estudio, orientada a proporcionar la información geológica e Ingeniero Geológica requerida para elaborar el Perfil Técnico del Proyecto de Revestimiento del Canal de la Irrigación de la Margen Izquierda del río Tumbes (Aproximadamente 09Km). En tal sentido, se realizaron las siguientes etapas y/o actividades:

- Revisión de la Información Técnica existente
- Descripción de la Geología Regional (Aproximadamente 23Km)
- Geología y Geotecnia del Canal (Aproximadamente 09Km)
- Determinación de Areas de Préstamos.
- Elaboración de Programas de Investigaciones geológicas y geotécnicas para futuras etapas del proyecto.

La información técnica de más valor, corresponde al Estudio Geotécnico realizado a lo largo del Canal de la Margen Izquierda del río Tumbes, en las ubicaciones de los cruces de quebradas. Investigaciones ejecutadas por la Consultora SISA en el año 2000, que se orientó con fines de evaluación del área de cimentación de las estructuras de cruce y de los materiales de construcción a emplearse.

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 primeros 09Km del canal principal de la Margen Izquierda, considerando el inicio a continuación del corte cerrado La Peña.

De la evaluación y correlación de la información geotécnica existente, se procedió a elaborar los Cuadros de Sectorización Ingeniero Geológica de la Conducción (longitud total de 09 Km de canal), delimitando los tramos con similares características geológicas y geotécnicas. Adicionalmente, se incluyen las características físicas mecánicas de las principales áreas de préstamo localizadas próximas al desarrollo del canal.

2.0 REVISION DE INFORMACION EXISTENTE

La zona ha sido objeto de estudios geológicos y geotécnicos anteriores en tal sentido se procedió a la revisión y evaluación de la información geológica y geotécnica existente en el Archivo Técnico del Proyecto Binacional Puyango Tumbes en la Ciudad de Tumbes. A continuación se hará una breve descripción de cada estudio revisado:

- Geología de los Cuadrángulos de Paita, Talara, Sullana, Lobitos, Zorritos, Tumbes y Zarumilla. Oscar Palacios - 1994. Serie 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, delimitando las áreas de ocurrencia de las diferentes formaciones y los límites o contactos geológicos.

La zona materia del presente estudio se localiza en los cuadrángulos de Tumbes y Zorritos, sector en donde predominan las formaciones sedimentarias del terciario (Areniscas, conglomerados y lutitas) y los depósitos cuaternarios de origen aluvial; a lo largo del canal predominan los depósitos aluviales.

- Geología y Geotecnia para la Rehabilitación de las Irrigaciones Higuera, Casa Blanqueada y El Oidor. Estudio a Nivel Definitivo - PIPT (1998). Se acompaña una evaluación de áreas de préstamo y canteras, fundamentada con excavaciones exploratorias, ensayos de laboratorio (Mecánica de suelos y concreto) y análisis químicos de agua y suelos. En el presente caso se puede utilizar la información referida al préstamo Los Incas - Corrales.

- Estudio Geotécnico del Proyecto de Rehabilitación de la Infraestructura Principal de Riego de la Margen Izquierda del río Tumbes. Estudio a Nivel Definitivo - SISA (2000). que formó parte de los alcances del "Estudio Definitivo para la Reconstrucción de la Infraestructura Hidráulica afectada por el Fenómeno El Niño en el Departamento de Tumbes"; investigaciones realizadas con fines de cimentación en las ubicaciones de las estructuras de cruces de quebradas y de evaluación de materiales de construcción

Las Investigaciones Geotécnicas han sido desarrollados en 25 quebradas en donde se ubican las principales estructuras de cruce y se realizaron con el suficiente detalle, lo que permitió establecer las condiciones de la estratigrafía del suelo, con sus respectivos parámetros geotécnicos de la cimentación y adicionalmente determinar las características físico mecánicas de los materiales de préstamos y canteras.

Resulta de interés para el presente caso, la caracterización geotécnica realizada en las principales quebradas existentes a lo largo del canal y la evaluación de las siguientes áreas de préstamos para la obtención de agregados: La Peña, La Jardina y Los Incas (Corrales).

Los parámetros geotécnicos y características de los materiales de cimentación y de los préstamos se sustentan con los resultados de las investigaciones de Mecánica de Suelos: Excavaciones exploratorias, barrenos con SPT, ensayos In Situ, ensayos de laboratorio (Estándar y/o especial y análisis químicos).

3.0 GEOLOGIA GENERAL

La importancia de las obras proyectadas plantea la necesidad de conocer las características geológicas regionales del área que faciliten la interpretación y descripción a lo largo del canal a revestir; en tal sentido se ha utilizado la información técnica existente: INGEMMET, Proyecto Puyango Tumbes y Petrolera Fiscal. Se incluye al informe, el Plano de Geología de Superficie del Canal de la Irrigación Margen Izquierda del río Tumbes (Aproximadamente 23Km).

3.1 GEOMORFOLOGIA

A nivel regional el área del presente estudio se localiza en la llanura costanera en el sector norte del país en el departamento de Tumbes; la región es divisible en cuatro unidades geomórficas principales:

- **Litoral .-** Corresponde al sector de playa comprendido entre la línea de alta y baja marea; se trata de una estrecha faja cubierta de arena. En esta zona se ubican los cordones litorales que corresponden a acumulaciones de sedimentos que se alinean paralelamente al litoral.
- **Llanura Costanera.-** Parte de la costa que se encuentra entre el borde litoral y los flancos occidentales de los Amotapes; incluye el abanico fluvial y terrazas del río Tumbes; se incluye en esta unidad las terrazas marinas (Tablazos). La planicie costera incluye suaves superficies aluviales, superficies ligeramente erosionadas y áreas de manglares.
- **Montañas y colinas.-** Las montañas y colinas que varían desde cerca de 50m hasta cerca de los 3000m de elevación para formar las Cordilleras de Tahuín, Celica y Chilla; mayormente constituidos por rocas paleozoicas que se prolongan de Los Amotapes al territorio ecuatoriano. Algunas de las superficies han sido suavizadas por una meteorización profunda de las rocas infrayacentes, mientras que otras son rugosas e irregulares por haberse desarrollado en formaciones rocosas resistentes.

Los drenajes superiores de las cuencas de los ríos más importantes están caracterizados por gradientes fuertes y altos declives (Cuenca superior del Tumbes). La topografía se caracteriza por descensos bruscos a partir de los flanco de la Cordillera de la Costa hacia la Llanura Costanera.

- **Cauce del río Tumbes.-** El cauce del Tumbes es característico de un río en edad madura; en el sector de estudio antiguamente formaba dos meandros (Entre Pampa Grande y Puente Viejo). Actualmente como consecuencia del Fenómeno El Niño ha sufrido un acortamiento de dos meandros conformando uno solo y determinando zonas con acumulaciones de llanura de inundación; efectos originados por las variaciones en función del incremento de los caudales y la poca pendiente longitudinal. El mayor desarrollo de la curva externa del meandro se da en la margen izquierda, coincidiendo con el Cauce antiguo denominado El Piojo y dejando abandonada una curva antigua de meandro en el sector Cauce Viejo (Puente Cauce Viejo).

El Valle del Puyango - Tumbes, fue cortado profundamente durante la época del nivel oceánico más bajo, cuando la línea costera estaba más hacia el oeste; con el deshielo de los glaciares y el levantamiento del nivel oceánico, el valle del Puyango - Tumbes y Zarumilla ha sido aluviado a la superficie costera actual.

A lo largo del recorrido del Canal de la Margen Izquierda, se aprecian numerosas quebradas afluentes, de las que 23 cruzan el canal existente en la margen izquierda del río Tumbes que se inicia en la bocatoma La Peña y termina cerca de Caleta La Cruz; mayormente emplazadas en la unidad geomorfológica denominada "Llanura Costanera".

Las quebradas principales tienen una amplia cuenca de recepción y son las siguientes: Francos, La Jardina, Cristales, Urcos y Corrales que en general corren de Oeste a Este: las quebradas que se encuentran más debajo de Corrales muestran una dirección hacia el Norte-Noreste.

Morfológicamente el primer grupo de quebradas hasta Corrales, presentan un cauce amplio de poca pendiente, con presencia de terrazas, a diferencia del segundo grupo de quebradas, este comportamiento se debe a un control estructural ya que en el primer caso son casi paralelas al rumbo de los estratos de las formaciones terciarias, hecho que facilita su erosión.

La mayor parte de las áreas de los cruces de las quebradas están cubiertas por depósitos cuaternarios y por las acumulaciones de arenas y gravas extraídas durante la limpieza del canal y/o por el material colocado como defensas de los terrenos de cultivo.

El relieve en la zona del presente estudio está caracterizado por presentar morfologías diferenciadas en la que se han determinado las siguientes sub unidades: Laderas de montañas, cauces fluviales, llanuras aluviales y conos de los depósitos coluviales.

En el área del Proyecto los relieves del terreno están íntimamente relacionados con las formaciones geológicas:

- **Relieve de Colinas.-** Gradientes superiores a 30.0 grados; predomina en los terrenos con afloramientos de rocas sedimentarias (Conglomerados, areniscas y lutitas); en menor grado se da en los sitios con depósitos coluviales y coluvio residuales. Relieve que se observa en el sector de Higuérón - Bocatoma.
- **Relieve Moderado.-** Gradientes inferiores a 30.0 grados se observan en los depósitos coluviales y coluvio residuales, que se localizan próximos a los afloramientos de rocas sedimentarias. Se observan estos tipos de relieves en la parte inicial del Canal (Sector La Peña).
- **Relieve Suave a Llano.-** Se desarrolla en las zonas con presencia de los depósitos fluviales y aluviales; predomina una morfología subhorizontal alternándose con superficies suavemente onduladas y/o depresiones. La zona más característica se da a continuación de Corrales.

3.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

A nivel regional y basado en la información geológica existente y proceso de verificación de campo, en el área de estudio se han reconocido unidades litoestratigráficas que van del Paleozoico Inferior hasta el Cuaternario reciente, con predominancia de rocas sedimentarias y depósitos cuaternarios.

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

Intrusivo Higuierón	Rocas graníticas: Granito, granodiorita y cuarzdiorita.
Formación Zorritos	Secuencia sedimentaria constituida por intercalaciones de: Conglomerados friables, areniscas gruesas y lutitas arenosas verdes bentoníticas.
Formación Cardalitos	Predominan las lutitas abigarradas con presencia de yeso, con intercalaciones de areniscas finas a gruesas.
Formación Tumbes	Predominan las rocas sedimentarias tipo areniscas y areniscas conglomerádicas, de colores gris verdosas, con pintas amarillas y rojizas por alteración. En Tumbes se muestran intercalaciones de lutitas y tobas
Depósitos Coluviales y coluvio residuales	Mezcla de arenas, limos, arcillas y fragmentos de rocas pre existentes .
Depósitos Aluviales	- Compuestos por arenas, limos, arcillas y gravas. Eventualmente cantos rodados.
Depósitos Fluviales	- Compuestos principalmente por gravas, arenas y cantos rodados.

3.2.1 Intrusivo Higuierón

Cuerpo intrusivo de dimensión regional que aflora en el curso medio del río Tumbes (Sectores Ucumares, Higuierón, Guanabano, La Vaca y El Tigre) extendiéndose por la margen derecha de este valle hacia la quebrada Angostura.

El intrusivo, corresponden a rocas graníticas y es el causante del metamorfismo de la zona; se observan cambios en textura, estructura y composición mineralógica: Cuarzo, feldespatos, máficos y micas, conforme se aproximan al contacto con los metasedimentos; en donde se observa una foliación el cual pasa a una textura gnéisica.

El estudio al macroscópico del granito, revela textura: Fanero-cristalina, granoblástica, algunas porfídicas y en otras equigranular. Se observa cuarzo fracturado, ortosas y plagioclasas; entre las micas se encuentran principalmente biotita y muscovita.

Por correlación estratigráfica, se considera que el Intrusivo Higuierón, correspondería a una edad Paleozoico Inferior, afectando a la Serie Metamórfica Indivisa.

3.2.2 Formación Zorritos

La Formación Zorritos es la más antigua del área y aflora en la localidad del mismo nombre y se extiende al Nor - Este, entre las fallas Tronco Mocho y Colorado llegando hasta el valle del río Tumbes. Peterson (1936) la dividió en tres miembros:

- El inferior, consiste de lutitas marrón grisáceas, carbonosas, con intercalaciones de lutitas grises a verdosas, ocasionalmente con lentes de arenisca cuarzosas de grano

medio con estratificación cruzada; en la parte superior de este miembro se presentan las lutitas bentoníticas.

- El miembro medio, está constituido por horizontes de areniscas de grano fino y en partes conglomerados finos interestratificados con lutitas grises a verde olivo ó capas carbonosas, piritosas y ocasionalmente lutitas rojas.
- El miembro superior presenta areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con lutitas bentoníticas de color verde claro y lutitas carbonosas con escasa pirita.

En la Caleta Grau, la secuencia consiste de lutitas plumizas en capas delgadas, pasando hacia arriba a lutitas marrón rojiza debido a la oxidación; la parte superior presenta areniscas verdes con capas tobáceas y arcillosas de color gris blanquecino. Se observan niveles de yeso de 1 cm. paralelos a la estratificación.

En la quebrada Bocapán, la formación presenta una parte inferior de lutitas marrón ia ocre por intemperización; hacia arriba se observan areniscas terrosas poco consolidadas, lutitas tobáceas, con algunos niveles de areniscas con nódulos de chert y niveles conglomerádicos. Formación que presenta yeso relleno vetillas y nódulos silíceos de 30cm de diámetro.

La Fm. Zorritos, presenta más de 350m de espesor y ocasionalmente presenta estratos tufáceos interestratificados (Chalco 1955); localmente presenta lentes de calizas argilácea y capas de ostras.

El miembro de lutitas de la Fm. Zorritos sufrió deformación intraformacional y es rota por fallas; la formación entera fue afectada por fallamiento a la deposición de la formación Cardalitos del Mioceno Medio (Petersen 1936).

La fauna encontrada sobre todo en la parte inferior (Ingemmet - Romero.1989), indica que la Formación Zorritos pertenece a una edad Mioceno inferior.

3.2.3 Formación Cardalitos

La formación Cardalitos en el sur, sobreyace a la Fm. Zorritos; fue estudiada por Iddings y A. Olsson (1928) y aflora en la Pampa Cardalitos, Quebrada Guacura y Lomas del Sajino en la hoja de Zorritos. Se prolonga por el valle del río Tumbes hasta la localidad de Vaquerías (hoja de Tumbes).

Petersen (1936), describió a la Fm. Cardalitos de la manera siguiente: en la Base arenas, más o menos duras en capas de 0.25 á 1 m. de espesor, intercaladas con arcillas arenosas e intercalaciones de conglomerados. En la parte media presenta arcillas plumizas oscuras y claras, con intercalaciones de arenas sueltas en capas delgadas; hacia arriba las arcillas plomas se tornan yesíferas, observándose núcleos y lentes calcáreos que generalmente no son más de un metro de espesor. La parte superior está formada por arcillas con bancos de arena.

En la localidad de Lavejal, Pampa Cardalitos (Carretera Panamericana Norte, Km. 1222) la secuencia consiste de arcillitas color marrón rojiza a verde amarillenta, con macro y microfósiles, lutitas abigarradas que intemperizan a ocre o verde claro, sigue un banco grueso de arenisca con oquedades por intemperismo; encima de la arenisca se

encuentra una capa de 30 cm. de espesor de arenisca blanquecina. La parte superior está constituida por lodolitas, arcillitas marrón ocre a marrón oscuro.

En el valle del río Tumbes, en el caserío de Vaquerías (margen izquierda) y Pampas de Hospital (margen derecha), la secuencia está compuesta por lutitas arcillosas con algunos horizontes de areniscas tobáceas y areniscas de cemento calcáreo color ocre de grano medio. La Fm. Cardalitos, tiene su equivalente en la Fm. Zapallal en la cuenca Sechura.

El espesor promedio de la Fm. Cardalitos es de 300m. y se halla en aparente discordancia paralela con las unidades litoestratigráficas del mioceno inferior e infrayace con la misma relación a la Formación Tumbes en el área Zorritos y Tumbes.

La Formación Cardalitos aunque no es muy rica en fauna, contiene foraminíferos bentónicos y entre la macrofauna, Olsson (1932) determinó moluscos como: *Cancellaria Conus*, *Turritella*, *Ostrea*, *Arca*, *Eucrassatella*, *Nuculana*, etc. INGEMMET, determinó los siguientes moluscos: *Chione* (*Chione*) *variabilis* NELSON, *Arca* (*Scapharca*) var. *holstoi* SPIEKER, *corbula* cf. *C.* (*Cuncocorbula*) *propinqua* SPIEKER, *arca* sp; esta fauna indica una edad correspondiente al Mioceno inferior.

3.2.4 Formación Tumbes

La Formación de Tumbes de la región de Zarumilla - Tumbes, consiste en una secuencia de areniscas de grano grueso a fino, cuarzosas, intercaladas con capas delgadas de lutitas bentónicas, con pintas de colores verdes hasta amarillas y rojizas por alteración. En superficie, se tiene una secuencia de conglomerados, areniscas de grano grueso e intercalaciones de lutitas y tobas en el río Tumbes.

En la Caleta La Cruz, la Fm. Tumbes está constituida de abajo hacia arriba por lutitas arcillosas abigarradas, fisibles con algunos niveles muy finos de areniscas poco consolidadas y niveles amarillentos debido a la descomposición del yeso. La parte media consiste de areniscas tobáceas de grano fino a medio bien clasificadas, poco consolidadas, sigue areniscas de grano grueso beige, forma bancos compactos de 1 m. de espesor; sobre estos bancos se encuentran lutitas abigarradas con niveles delgados de areniscas, seguidas de un banco de arenisca dura. Se observan algunos niveles de conglomerados intercaladas con lutitas gris claras con tintes amarillentos y con areniscas muy finas a tobáceas.

En el sector de río Tumbes (Planta de Agua Potable) la Formación Tumbes está constituida de arriba hacia abajo por una secuencia de lutitas limosas gris verdosa (Potencia 3.00) que suprayace a un conglomerado heterogéneo intercalado por areniscas y lutitas limosas (potencia 10.00 m.); hacia la base existen areniscas conglomerádica con gravas y cantos subredondeados (de diámetros entre 2.00 á 12 cm). Los afloramientos de esta formación se dan en ambas riberas del Tumbes hasta el sector de Puerto El Cura.

Las relaciones de la Fm. Tumbes, no han sido observadas, pero se considera que tanto en su contacto inferior como superior, son discordantes. El espesor de la Fm. Tumbes, varía en superficie entre 400 á 800 (Iddings y Olsson - 1928), en el subsuelo se ha registrado en numerosos pozos un espesor que varía entre 470 á 670m.

La fauna contenida en la Fm. Tumbes, está constituida por gasterópodos, en el subsuelo se han determinado restos de equinodermos foraminíferos, tales como: *Boliviana*, *elphidium*, *Hopkinsina*, *Nonion*, *trochamina*, *uvigerinal*; la Ing. Lidia Romero P. (Ingemmet -

1990), estudió la fauna recolectada en la Caleta La Cruz en Tumbes y determinó que la Formación Tumbes se depositó durante la edad: Mioceno Superior.

3.2.5 Depósitos Cuaternarios

Tienen amplia distribución en el área de estudio, se han reconocido acumulaciones de materiales que por su naturaleza y origen se considera como depósitos fluviales, aluviales y coluviales. Depósitos conformados por materiales heterogéneos, mayormente derivados litológicamente de rocas sedimentarias, variando en los tamaños de arcillas, limos, arena gruesa, gravilla, grava y eventualmente cantos rodados y bloques grandes, cuyas dimensiones reflejan la capacidad de transporte y erosión sufrida.

- **Depósitos Fluviales**

Suelos de textura granular gruesa a fina que gradan entre arenas gravosas a gravas arenosas, se localizan a lo largo del río Tumbes y quebradas principales; en donde forman extensas acumulaciones de suelos granulares: Arenas gravosas y gravas arenosas, en el caso del río Tumbes y en concordancia con la evolución alcanzada se nota la presencia de intercalaciones de arenas con limos.

- **Depósitos Aluviales**

Depósitos que ocupan la zona de inundación y conforman las terrazas en ambos márgenes del río Tumbes; están formados básicamente por mezclas de arenas, limos y arcillas, eventualmente gravas, con estratificación algo definida y horizontes lenticulares.

Las terrazas mayormente gradan entre suelos arenos arcillosos y arcillo arenosos, con inclusiones de gravas. Las zonas más representativas de estos depósitos, se observan a continuación del Túnel La Peña.

- **Depósitos Coluviales**

Constituyen los depósitos de escombros que se localizan en la base de las laderas de los cerros; en algunos se ha complementado el traslado y depósito por la acción del agua; predominan los suelos arenosos con limos y/o arcillas, eventualmente con fragmentos rocosos en su composición.

- **Depósitos Coluviales Residuales**

Depósitos de ambiente mixto, con posterior acción del intemperismo químico, mayormente formados mayormente por suelos arenos limosos con arcillas y eventualmente con inclusiones de fragmentos rocosos de sedimentarias (Areniscas y lutitas). El contenido de arcillas en los suelos depende de la proporción de lutitas de las que se han derivado, en estos casos predominan los arcillo arenosos.

3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las cuencas Talara y Tumbes, se encuentran cubriendo una extensa depresión alargada de rumbo Noreste - Suroeste, paralela al frente andino; comprende parte del continente y de la plataforma marina,

La cuenca de Tumbes, es en realidad una sub cuenca de la de Talar, encontrándose que sus ejes deposicionales muestran una orientación Este - Oeste, diferente a la Cuenca Talara (Orientación Noreste - Suroeste). El rasgo estructural delimitante entre las dos cuencas es la Falla Colorados.

En el área del proyecto, la tendencia estructural de la Cordillera Andina es Noreste, con variaciones Este Noreste en el segmento denominado la Deflexión de Huancabamba, en donde las unidades principales de rocas afloran en bandas, las cuales siguen tendencias similares. De la misma manera, algunas fallas de importancia tienen rumbos aproximadamente Este - Noreste a Este-Oeste. La foliación en las rocas paleozoicas parece tener la orientación preferencial que se aproxima a la misma tendencia estructural.

En el Noroeste peruano, se tiene fallamientos longitudinales de rumbo NE-SO y transversales de rumbo ENE-OSO. La intensidad de la Fase Incaica, debida a la subsidencia de la Placa Oceánica de los Cocos y Nazca por debajo de la Placa Continental Sudamericana, se ve complicada por el hecho de encontrarse dentro del radio de acción de la Deflexión de Huancabamba.

Estructuralmente, se distinguen dos provincias estructurales con características diferentes: (1) Mancora - Bocapán con desarrollo de fallamientos en bloques de rumbo Suroeste a Noreste y con importante desplazamiento horizontal y la de (2) Tumbes - Zarumilla caracterizada mayormente por un fallamiento normal que originó los anticlinales de desplazamiento (Roll - Over).

Si bien la zona de estudio presenta evidencias directas sobre la presencia de estructuras geológicas de importancia: Fallas en Horst y Graven; estas no se encuentran activas por lo que no se considera existan riesgos críticos para la seguridad de las obras.

3.4 PROCESOS GEODINAMICOS

La ocurrencia de fenómenos de Geodinámica externa observados en el área, están relacionados a la topografía, geología (Litología, grado de meteorización, rasgos estructurales, etc.) y principalmente al factor climático.

Generalmente los procesos de geodinámica externa, están asociados a los períodos de fuertes precipitaciones que activan las quebradas existentes y originan la inestabilidad de los cortes naturales; proceso en el que influye la magnitud de las precipitaciones, pendientes del terreno, acumulaciones de materiales sueltos, grado de resistencia de las unidades litoestratigráficas, etc.

Los procesos de geodinámica externa a lo largo de la margen izquierda del río Tumbes, originan procesos de erosión en las riberas de los ríos y quebradas (Río Tumbes y sus afluentes) originando desbordes hacia las áreas de cultivo. Las quebradas laterales acarrear gran volumen de material debido a la poca compactación de las formaciones geológicas Zorritos, Cardalitos y Tumbes, del Terciario, que afloran a lo largo del curso bajo del río Tumbes que es el colector principal.

Los principales eventos geodinámicos observados en el área, consisten en procesos de: Erosión, inundaciones, acumulaciones de material granular y pequeños deslizamientos, como consecuencia del último Fenómeno de El Niño.

En general, en la zona, de originarse fuertes precipitaciones pueden ocurrir perturbaciones geodinámicas por la reactivación de las pequeñas quebradas, movilización de los escombros rocosos de las laderas y las inundaciones por efecto de las crecidas del río Tumbes. Acción que fue notoria en todos los proyectos de riego ubicados en la margen izquierda del río Tumbes; los sectores que coinciden con quebradas, evidenciaron una gran acumulación de materiales que colmataron la infraestructura de riego existente y terrenos agrícolas (Potencias entre 0.20 a 1.20m.).

3.5 SISMICIDAD

Según el Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, el área del proyecto se localiza en la Zona 3 (Observar Figura N° G - 1 "Zonificación Sísmica del Perú), que corresponde a una sismicidad alta, considerada como activa durante todo el período histórico, basados en los registros que comenzaron en la época colonial española.

Se han reportado tres terremotos destructivos con fechas 24/07/1912, 12/12/1953 y 10/12/1970, que afectaron seriamente al noreste del Perú, con una intensidad de Grado VII a VIII de la Escala MM. que ocasionó gran destrucción en Tumbes y Corrales.

Los movimientos sísmicos en la región han sido anotados desde la magnitud 7.8 (Richter) y los epicentros han sido agrupados de acuerdo a la profundidad de origen: Someros (0 - 70km), intermedios (70 - 200km) y profundos (más de 200km).

Al suroeste del Tumbes y costa adentro, un enjambre de terremotos someros han sido identificados, en un área aproximada de 5,000km²; la mayor actividad sísmica de la región está relacionada a la subducción de la placa de Nazca, la cual es una parte del fondo del Océano Pacífico debajo de la Placa Continental Sudamericana. El volcanismo en la región, así como la ocurrencia sísmica, está relacionado al mismo proceso de subducción.

Para los diseños de las obras de cruce de quebradas del Canal de la Margen Izquierda del río Tumbes, se adoptó un valor equivalente a un coeficiente pseudoestático de 0.20 g de aceleración horizontal y 0.10 g para la aceleración vertical.

4.0 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL CANAL

A lo largo del canal, el basamento rocoso, está conformado por los sedimentos de las formaciones Zorritos, Cardalitos y Tumbes que en general están constituidos de lutitas, areniscas con algunos horizontes de toba volcánica, vetillas de yeso y algunos niveles de conglomerados; sobre estas formaciones geológicas se encuentran los depósitos cuaternarios que constituirán la cimentación del canal de la Irrigación de la Margen Izquierda del río Tumbes.

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

Formación Zorritos	Secuencia sedimentaria constituida por intercalaciones de: Conglomerados friables, areniscas gruesas y lutitas arenosas verdes bentoníticas.
Formación Cardalitos	Predominan las lutitas abigarradas con presencia de yeso, con intercalaciones de areniscas finas a gruesas.
Formación Tumbes	Predominan las rocas sedimentarias tipo areniscas y areniscas conglomerádicas, de colores gris verdosas, con pintas amarillas y rojizas por alteración. En Tumbes se muestran intercalaciones de lutitas y tobas
Depósitos Coluviales y coluvio residuales.	Mezcla de arenas, limos, arcillas y fragmentos de rocas pre existentes .
Depósitos Aluviales	- Compuestos por arenas, limos, arcillas y gravas. Eventualmente cantos rodados.
Depósitos Fluviales	- Compuestos principalmente por gravas, arenas y cantos rodados.
Depósitos Antrópicos	- Material acumulado de la limpieza del canal: Arenas y arenas con gravas pequeñas.

La geología del área de estudio no presenta mayores cambios ya que todo el canal de la Margen Izquierda del río Tumbes, se desarrolla sobre los depósitos inconsolidados del Cuaternario (Aluviales, fluviales, coluvio residuales y antrópicos); en casos muy reducidos se desarrolla próximo a los afloramientos de las formaciones del terciario.

Entre los depósitos cuaternarios se ha distinguido dos tipos de aluviales (Qr - fl y Qr - al); el primero es el más reciente y corresponden a los depósitos granulares que se encuentran rellenando las quebradas que cruzan al canal.

Próximo a las formaciones geológicas terciarias, se tienen los depósitos coluviales y coluvio residuales, que conforman suelos de variada plasticidad; materiales que se consideran potencialmente expansivos, cuando están relacionados a los afloramientos de la Formación Cardalitos ó corresponden a depósitos residuales con restos de lutitas alteradas.

Adicionalmente, se observan depósitos antrópicos; que principalmente corresponden a las acumulaciones de arenas y gravas formadas con el material extraído del canal, durante su limpieza, y adicionalmente por el material depositado como defensas de terrenos de cultivo; depósitos que distorsionan el relieve natural, ya que se han acumulado en ambas márgenes de la plataforma del canal existente.

A lo largo del Canal (Entre la Captación y La Cruz), se aprecian aproximadamente 23 quebradas afluentes, que las cruzan y que están mayormente emplazadas en la unidad geomorfológica denominada "Llanura Costanera".

Las quebradas principales tienen una amplia cuenca de recepción y corresponden a las quebradas: Francos, La Jardina, Cristales, Urcos y Corrales que tienen un alineamiento de Oeste a Este: las quebradas que se encuentran a continuación de Corrales siguen una dirección hacia el Norte - Noreste.

Morfológicamente el primer grupo de quebradas hasta Corrales, presentan un cauce amplio de poca pendiente, con presencia de terrazas, a diferencia del segundo grupo de quebradas, este comportamiento se debe a un control estructural ya que en el primer caso son casi paralelas al rumbo de los estratos de las formaciones terciarias, hecho que facilita su erosión.

A nivel local, la mayor parte de los procesos de geodinámica externa pertenecen a la dinámica fluvio-aluvial, que se presentan permanentemente y se acentúan en los períodos de grandes precipitaciones causando cambios sustanciales en la capacidad de remoción con las consecuencias previsibles en ambos márgenes del río Tumbes. Se manifiesta por procesos de erosión, socavación, inundación y remoción de masas por arrastre causando cambios en el modelado geomorfológico tanto del fondo como de los márgenes del valle.

Los procesos de geodinámica externa, como: remoción de materiales de escombros de talud, producidos por las precipitaciones pluviales normales y excepcionales, originan colmatación a lo largo del canal, principalmente en las áreas de cruces de quebradas.

Estructuralmente los estratos de la Formación Cardalitos, constituidos de lutitas, arenas poco consolidadas y horizontales de conglomerado, se presentan subhorizontales en el sector cercano a la bocatoma La Peña y con alguna inclinación más hacia el Sur, hacia el Puente Francos.

Las estructuras geológicas en la zona de estudio (Fallas en Horst y Graven), 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.

Se adjunta al Informe, el Plano GG - 01 "Geología de Superficie del Canal de la Irrigación Margen Izquierda del río Tumbes", desde la captación La Peña hasta la quebrada Cerezos (Aproximadamente 23Km).

5.0 SECTORIZACION INGENIERO GEOLOGICA DEL CANAL

Basado en la información técnica existente se ha realizado una Sectorización Ingeniero Geológica (Nivel Preliminar) de los primeros 9.0Km del canal Margen Izquierda del río Tumbes, que se fundamenta en la interpretación y adecuación de los resultados obtenidos en las investigaciones geotécnicas anteriormente ejecutadas (SISA - 2000). La información técnica procesada, se incluye en los siguientes cuadros:

- Cuadro N° G - 01 "Investigaciones Geotécnicas ejecutadas en el año 2000 (SISA)".
- Cuadros N° G - 02 "Resumen de Ensayos de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación. SISA año 2000".
- Cuadros N° G - 06 y G - 07 "Resumen de Ensayos de Mecánica de Suelos con fines de Evaluación de Préstamos. SISA año 2000".

En tal sentido, se han delimitado tramos con similares características Ingeniero Geológicas (Geología, morfología, clasificación SUCS, valorización de pendientes, procesos geodinámicos, tipo de excavación, niveles freáticos, tipos de materiales etc.).

Según la revisión de la información técnica, se infiere la presencia de tramos críticos relacionados a la ocurrencia de sedimentos ó suelos con alto contenido de finos y alta plasticidad (SUCS = CL, CH y MH); materiales que se consideran potencialmente expansivos, que en la mayoría de los casos están relacionados a los afloramientos de la Formación Cardalitos ó depósitos residuales con restos de lutitas alteradas.

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 acuñamientos; 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.

La Sectorización del Canal Margen Izquierda del Río Tumbes, se acompañan en los Cuadros del N° G - 03 al G - 05, con indicación de los tramos con suelos problemáticos.

6.0 GEOTECNIA DEL CANAL

Basado en la información técnica existente, se han inferido las características geotécnicas de los materiales de cimentación del canal en los primeros 9Km.

6.1 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

- **Del Km 0+000 al 0+145m.**

Clasificación SUCS : CH y SC, predominan las arcillas arenosas plásticas.

Indice de Plasticidad : Mediana plasticidad

Densidad Natural : 1.55 a 1.60gr/cm³.

Carga admisible : Superior a 0.75Kg/cm²

Comportamiento : Materiales potencialmente expansivos.

- **Del Km 0+145 al 0+850m**

Clasificación SUCS : SM - SP

Indice de Plasticidad : No plásticos

Densidad Natural : 1.40 a 1.45gr/cm³.

Carga admisible : Superior a 1.25Kg/cm²

Comportamiento : Mediana a baja resistencia a la erosión.

- **Del Km 0+850 al 2+850m.**

Clasificación SUCS : CH y SC.

Indice de Plasticidad : Mediana y Alta plasticidad

Densidad Natural : 1.56 a 1.58gr/cm³.

Carga admisible : Superior a 0.75Kg/cm²

Comportamiento : Se alternan materiales potencialmente expansivos.

- **Del Km 2+850 al 3+800m.**

Clasificación SUCS : SM - SP.

Indice de Plasticidad : No Plásticos.

Densidad Natural : 1.50 a 1.60gr/cm³.

Carga admisible : Superior ó igual a 1.25 Kg/cm²

Comportamiento : Suelos semi permeables y erosionables.

- **Del Km 3+800 al 4+050m.**

Clasificación SUCS : CH a SC.

Indice de Plasticidad : Ligera a Mediana Plasticidad

Densidad Natural : 1.50 a 1.60gr/cm³.

Carga admisible : Superior a 0.75 Kg/cm²

Comportamiento : Se alternan suelos potencialmente expansivos.

- **Del Km 4+050 al 6+050m.**

Clasificación SUCS : CL a SC; predominan las arcillas arenosas.

Indice de Plasticidad : Ligera Plasticidad

Densidad Natural : 1.45 a 1.55 gr/cm³.

Carga admisible : Superior a 0.75 Kg/cm²

Comportamiento : Suelos de baja permeabilidad.

- **Del Km 6+050 al 6+150m.**

Clasificación SUCS : SC a CL; predominan las arenas arcillosas.

Indice de Plasticidad : Ligera Plasticidad

Densidad Natural : 1.50 a 1.56 gr/cm³.

Carga admisible : Superior a 0.75 Kg/cm²

Comportamiento : Suelos de mediana a baja permeabilidad.

- **Del Km 6+150 al 7+350m.**

Clasificación SUCS : CL a SC.

Indice de Plasticidad : Ligera Plasticidad

Densidad Natural : 1.45 a 1.55 gr/cm³.

Carga admisible : Superior a 0.75 Kg/cm²

Comportamiento : Suelos de mediana a baja permeabilidad.

- **Del Km 7+350 al 7+975m.**

Clasificación SUCS : SM - SC.
Índice de Plasticidad : Baja a Ligera Plasticidad
Densidad Natural : 1.56 a 1.59 gr/cm³.
Carga admisible : Igual ó superior a 1.00 Kg/cm²
Comportamiento : Suelos de mediana permeabilidad.

- **Del Km 7+975 al 8+075m.**

Clasificación SUCS : CH a SC.
Índice de Plasticidad : Alta a Mediana Plasticidad
Densidad Natural : 1.55 a 1.60gr/cm³.
Carga admisible : Superior a 0.75 Kg/cm²
Comportamiento : Se intercalan suelos potencialmente expansivos.

- **Del Km 8+075 al 8+450m.**

Clasificación SUCS : SM - SC; predominan las arenas limosas.
Índice de Plasticidad : Baja a Nula Plasticidad
Densidad Natural : 1.56 a 1.59 gr/cm³.
Carga admisible : Superior ó igual a 1.00 Kg/cm²
Comportamiento : Suelos erosionables de mediana permeabilidad.

- **Del Km 8+450 al 9+200m.**

Clasificación SUCS : CL a ML.
Índice de Plasticidad : Ligera a Mediana Plasticidad.
Densidad Natural : 1.45 a 1.54gr/cm³.
Carga admisible : Superior a 0.75 Kg/cm²
Comportamiento : Suelos de baja a mediana permeabilidad.

6.2 MEDIDAS CONSTRUCTIVAS

Todo el canal se desarrolla en depósitos cuaternarios principalmente de origen aluvial (SUCS = SP, SM, SC, CL y CH), por lo que se han considerado los siguientes taludes de corte: 0.75 : 1.00 a 0.50 : 1.00 (H : V).

En función de las investigaciones geotécnicas anteriormente ejecutadas (SISA. 2000) se ha inferido la presencia de suelos potencialmente expansivos con clasificación SUCS "CH", que de confirmarse 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 preve 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 PRESTAMOS Y CANTERAS

Las zonas de Tumbes, Corrales, Higuerón y La Cruz, han sido objeto de estudios geotécnicos a Nivel de Prefactibilidad y Factibilidad, que incluyen investigaciones de áreas de préstamos y canteras, la que ha sido revisada y evaluada. En tal sentido, las características de los materiales de préstamos, se determinaron en base a los resultados de los ensayos estándar y especiales de laboratorio, ejecutados en las anteriores investigaciones.

Investigaciones, que determinaron áreas de explotación de agregados y material impermeable ó de relleno, que se puedan utilizar en el Proyecto de Revestimiento del Canal de la Margen Izquierda del río Tumbes; en la mayoría de los casos las áreas se encuentran en explotación y se localizan a lo largo de vías existente y/o adyacentes a ella, lo que facilitará las fases de explotación.

Se incluye al informe, el plano N° G - 02 con la Ubicación y Características de las Areas de Préstamos - Canal Margen Izquierda del río Tumbes, que se complementa con el Cuadro N° G - 08 "Características de las Areas de Préstamos".

7.1 AGREGADOS - LA PEÑA

Materiales que se localizan a los largo del cauce de la quebrada La Peña (Aproximadamente en la Progresiva Km 1+050m del canal de la Margen izquierda del río Tumbes) y que han sido explotados. Sector que ha sido investigado (SISA - 2000) mediante ensayos estándar y especiales de mecánica de suelos y agregados.

7.1.1 Características Físico - Mecánicas

- Geología : Depósitos aluviales del cauce, mezcla de arenas y gravas, derivados de rocas intrusivas y sedimentarias.
- Clasificación SUCS : GP a GW (Gravas arenosas y arenas gravosas con mala a buena gradación).
- Porcentaje de gravas : 63.38%
- Porcentaje de arenas : 34.70%
- Porcentaje de finos : 1.92%
- Módulo de fineza : 2.584
- Peso específico de gravas : 2.57 a 2.59
- Absorción de Gravas : Inferior a 1.75%
- Peso específico

- de arenas : 2.63 a 2.66
- Absorción de arenas : Inferior 0.75%
- Abrasión Los Angeles : 32.00%
- Utilización : Se estima un porcentaje de utilización del 75.00%, con una potencia de explotación de 1.75m. Los volúmenes de explotación estimados son inferiores a 40,000 m³.

7.1.2 Análisis Químicos

Los análisis químicos efectuados con muestras representativas, indican los siguientes resultados:

- SST = 262.40 ppm
- Sulfatos = 69.55 ppm
- Cloruros = 88.20 ppm
- Ph = 6.99

Los porcentajes de sales encontrados, representan un grado de ataque al concreto clasificado como Leve (Referencia: Norma ACI-201.2R.77); lo que no implicará procedimientos especiales durante el proceso constructivo.

7.1.3 Interpretación Geotécnica

Los depósitos aluviales y fluviales a lo largo de la quebrada, conforman acumulaciones de material granular, aparentes para ser utilizados como agregados finos y gruesos.

Las áreas prospectadas, reúnen aceptables a regulares condiciones técnicas y la distribución granulométrica, se considera aceptable con módulos de fineza de 2.584 (Valores recomendables entre 2.2 a 2.8).

Las pérdidas en el ensayo de abrasión alcanzan valores de 32% (Según las Normas Técnicas, los valores máximos permisibles alcanzan el 40%).

Los pesos específicos (s.s.s) de gravas y arenas, alcanzan valores entre 2.57 a 2.61 (Mínimo recomendable es de 2.58); se estima que la mayoría de los valores serán superiores a 2.57.

Los resultados de los ensayos químicos indican una leve a nula agresividad al concreto.

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

7.2 AGREGADOS - LA JARDINA

Corresponden a depósitos aluviales que se distribuyen a lo largo del cauce

de la quebrada Jardina I (Aproximadamente Km 3+600m del canal margen izquierda del río Tumbes). Sector anteriormente investigado (SISA. Año 2000), mediante excavaciones exploratorias, muestreos representativos y los respectivos ensayos de laboratorio: Mecánica de suelos, agregados y químicos.

7.2.1 Características Físico-Mecánicas

- Geología : Depósitos fluvio-aluviales, mezcla de arenas y gravas; predominan las formas sub-redondeadas a sub-angulosas.
- Clasificación SUCS : SP a GP (Arenas gravosas y gravas arenosas con mala gradación)
- Porcentaje de gravas : 18.30 a 55.70%
- Porcentaje de arenas : 43.33 a 74.10%
- Porcentaje de finos : 0.91 a 2.30%.
- Peso específico de arenas : 2.64 a 2.69
- Absorción de arenas : Inferior 1.10%
- Peso específico de gravas : 2.60 a 2.63
- Absorción de gravas : Inferior 1.20%
- Durabilidad : Agregado grueso = 12.20%
Agregado fino = 5.84%
- Abrasión Los Angeles : 25.80%
- Volúmenes de Explotación : Se estima un porcentaje de utilización del 75%, con una explotación de 1.75m, los volúmenes estimados son superiores a 55,000 m³; área de explotación que puede ser ampliada en base a investigaciones complementarias.

7.2.2 Análisis Químicos

Con una muestra representativa del sector de la quebrada La Jardina, se realizaron análisis químicos para definir el grado de agresividad al concreto; los resultados obtenidos son los siguientes:

- SST = 192.00 ppm
- Sulfatos = 3.84 ppm
- Cloruros = 63.00 ppm
- Ph = 8.27

Los porcentajes de sales encontrados, indican que los suelos presentan un grado de ataque al concreto clasificado como Leve a Despreciable (Referencia: Norma ACI-201.2R.77).

7.2.3 Interpretación Geotécnica

Los depósitos fluviales y aluviales a lo largo del cauce de la quebrada La Jardina I reúnen aceptables condiciones para la obtención de agregados y de material permeable, por su grado de resistencia, conservación y estabilidad química, aseveración que se confirma con los ensayos de abrasión, pesos específicos y grado de absorción.

La distribución granulométrica, se considera aceptable, los módulos de finiza alcanzan valores promedios de 3.00.

Los pesos específicos (s.s.s) de las arenas y gravas, alcanzan valores entre 2.63 a 2.69 (Mínimo recomendable es de 2.58); los valores de absorción se estiman inferiores a 1.20% (Baja absorción).

Las pérdidas en el ensayo de abrasión son inferiores al 25.80%, lo que esta entre los límites permisibles según las Normas del ACI (Americano).

Los resultados de los ensayos químicos indican una nula a débil agresividad al concreto (Referencia: Norma ACI – 201.2R.77).

7.3 AGREGADOS: LOS INCAS - CORRALES

Se localizan a lo largo del cauce de la quebrada Corrales, Sector Los Incas con un ingreso aproximadamente a la altura de la progresiva Km 10+800m del canal de la Margen Izquierda del río Tumbes y distante unos 9.5 Km. de la ciudad de Tumbes.

Los materiales prospectados corresponden a depósitos aluviales mezcla de arenas y gravas; investigaciones anteriormente ejecutadas ene al año 2000, han determinado las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, en base a ensayos estándar y especiales de Mecánica de suelos y agregados.

7.3.1 Características Físico-Mecánicas

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

- Geología : Depósitos fluvio-aluviales, mezcla de arenas y gravas, predominan las arenas. Los clastos se han derivado litológicamente de rocas intrusivas y sedimentarias.
- Clasificación SUCS : SP a GP (Arenas gravosas y gravas arenosa, mala gradación. Predominan las arenas gravosas.
- Porcentaje de gravas : 36.00 a 57.00%

- Porcentaje de arenas : 42.30 a 63.00%
- Porcentaje de finos : Inferior a 1.00%
- Módulo de fineza : 2.40 a 2.75
- Peso esp. de gravas : 2.58 a 2.60
- Absorción de Gravas : Inferior a 1.85%
- Peso específico de arenas : 2.59 a 2.61
- Absorción de arenas : Inferior 1.80%
- Durabilidad : Inferior al 10% (Dato estimado)
- Abrasión Los Angeles : 28%
- Volúmenes de Explotación : Se estima un porcentaje de utilización del 85.00%; considerando una potencia de explotación mínima de 1.5 m. Se estima un volumen de explotación superior a 75,000 m³. El área de explotación se puede ampliar en función de los resultados de investigaciones geotécnicas complementarias

7.3.2 Análisis Químicos

Se realizaron análisis químicos con una muestra representativa; los resultados son los siguientes:

- SST = 215.00 ppm
- Sulfatos = 30.00 ppm
- Cloruros = 75.00ppm
- Ph = 7.80

Los porcentajes de sales encontrados, indican que los suelos presentan un grado de ataque al concreto clasificado como Leve a Despreciable (Referencia: Norma ACI-201.2R.77).

7.3.3 Interpretación Geotécnica

En función de los resultados de las investigaciones ejecutadas en el Sector Los Incas (Corrales), se puede afirmar que puede proporcionar materiales tipo agregados para las obras de revestimiento del canal.

Los depósitos aluviales prospectados, reúnen similares características granulométricas, formas de clastos, origen litológico, grado de conservación de sus elementos y reúnen aceptables condiciones por su grado de resistencia y estabilidad química.

La distribución granulométrica, se considera aceptable con módulos de fineza entre 2.40 a 2.75 (Valores recomendables entre 2.2 a 2.8).

Los pesos específicos (s.s.s) de las gravas y arenas, alcanzan valores superiores a 2.58 (Mínimo recomendable es de 2.58) los que se consideran aceptables para su utilización como agregados.

Los valores del ensayo de abrasión Método Los Angeles alcanzaron una pérdida de 28.00% (Valor que se encuentra dentro de las normas del ASTM).

7.4 MATERIAL DE RELLENO - SAN JACINTO

Se localizan en los depósitos cuaternarios derivados de rocas sedimentarias tipo: Areniscas y lutitas del terciario; suelos que gradan entre arenas arcillosas y gravas arcillosas, con plasticidades ligeras.

7.4.1 Características Físico-Mecánicas

El área prospectada se localiza próxima a la población de San Jacinto y reúnen las siguientes características:

- Geología : Coluvio residuales, mezcla de gravas arenas, arcillas y limos.
- Clasificación SUCS : GC (Gravas areno arcillosas).
- Porcentaje de gravas : 48.80%
- Porcentaje de arenas : 30.60%
- Porcentaje de finos : 20.60%
- Límite Líquido : 26.52
- Límite Plástico : 14.42
- Índice de Plasticidad : 12.10 (Ligera plasticidad)
- Densidad Proctor : 1.880 gr/cm³.
- Humedad Proctor : 13.75%
- Utilización : Relleno de terraplén y como material impermeable.

7.4.2 Análisis Químicos

Se realizaron análisis químicos con muestras representativas; los resultados son los siguientes:

- SST = 2,720.00 ppm
- Sulfatos = 76.80 ppm
- Cloruros = 1,067.50 ppm
- Ph = 5.86

Los porcentajes de sulfatos encontrados, indican que los suelos presentan un grado de ataque al concreto clasificado como Leve (Referencia: Norma ACI-201.2R.77); el contenido de cloruros se considera alto.

7.4.3 Interpretación Geotécnica

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.

Los porcentajes de sulfatos encontrados, indican un grado de ataque al concreto clasificado como Leve (Referencia: Norma ACI-201.2R.77); lo que no implica procedimientos especiales durante el proceso constructivo.

Para utilizarse como material de reemplazo de la cimentación en los tramos potencialmente expansivos, se requieren de ensayo especiales de permeabilidad y expansión controlada, que garantice su idoneidad.

Los resultados de los ensayos químicos indican un contenido de cloruros alto, obligaría a proteger los elementos de acero de las estructuras

8.0 PROGRAMA DE INVESTIGACIONES – NIVEL DE FACTIBILIDAD

En el presente acápite se indican las investigaciones geológicas y geotécnicas, requeridas para el Nivel de Factibilidad; el mayor detalle de las investigaciones geotécnicas se aplicarán con fines de cimentación de la estructuras.

- 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 Areas de Préstamos 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 los tramos 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.

9.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

9.1 CONCLUSIONES

A nivel regional el área del presente estudio se localiza en la llanura costanera en el sector norte del país en el departamento de Tumbes; casi todo el canal de la Margen Izquierda del río Tumbes, se desarrolla sobre los depósitos inconsolidados del Cuaternario (Aluviales, fluviales, coluvio residuales y antrópicos), los cuales hacia las laderas, yacen, en discordancia, al basamento rocoso.

A lo largo del Canal (Entre la Captación y La Cruz), se aprecian aproximadamente 23 quebradas afluentes, que las cruzan y que están mayormente emplazadas en la unidad geomorfológica denominada "Llanura Costanera".

Las quebradas principales tienen una amplia cuenca de recepción y corresponden a las quebradas: Francos, La Jardina, Cristales, Urcos y Corrales que tienen un alineamiento de Oeste a Este: las quebradas que se encuentran a continuación de Corrales siguen una dirección hacia el Norte - Noreste.

Los procesos de geodinámica externa, como: remoción de materiales de escombros de talud, producidos por las precipitaciones pluviales normales y excepcionales, originan colmatación a lo largo del canal, principalmente en las áreas de cruces de quebradas.

Las estructuras geológicas en la zona de estudio (Fallas en Horst y Graven), 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.

La base ingeniero geológica desarrollada, es consecuencia del proceso de revisión e interpretación de la información técnica existente (Geología regional y/o local, Geotecnia de las zonas de cruces de quebradas y evaluación de áreas de préstamos). La información técnica de más valor, corresponde al Estudio Geotécnico realizado a lo largo del Canal de la Margen Izquierda del río Tumbes, en las ubicaciones de los cruces de quebradas. (Consultora SISA - Año 2000).

De la evaluación y correlación de la información geotécnica existente, se procedió a elaborar los Cuadros de Sectorización Ingeniero Geológica de la Conducción (Longitud total de 09Km de canal), delimitando los tramos con similares características geológicas y geotécnicas.

Todo el canal se desarrolla en depósitos cuaternarios principalmente de de origen aluvial (SUCS = SP, SM, SC, CL y CH); en función de las investigaciones geotécnicas anteriormente ejecutadas (SISA. 2000) se ha inferido la presencia de suelos potencialmente expansivos con SUCS CH (Progresivas del Km 0+000 a 0+145m, del Km 0+850 al 2+850m, del Km 3+800 al 4+050 y del Km 7+975 al 8+075m), que de confirmarse en los

estudios definitivos obligarán a reemplazar el área de cimentación del canal con material inerte seleccionado (Impermeable y no expansivo).

En base a información técnica existente, se determinaron áreas de préstamos (Agregados y terraplenes) próximas al canal existente: La Peña, La Jardina, Corrales y San Jacinto; las tres primeras son de agregados y la última de material de relleno. Entre los agregados, las más extensas corresponden a las denominadas como La Jardina y Corrales (Los Incas).

9.2 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 9+000m), 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".

**MEJORAMIENTO DEL CANAL DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO
TUMBES**

**ESTUDIO AGROLÓGICO DEL ÁREA BAJO EL ÁMBITO DEL
CANAL DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO TUMBES
(EXPLORATORIO)**



Cultivo de plátano en la margen izquierda del río Tumbes

MEMORIA DESCRIPTIVA Y PLANOS

Lima, Abril 2010

ESTUDIO AGROLÓGICO DE LAS TIERRAS UBICADAS BAJO EL ÀMBITO DEL CANAL DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO TUMBES (Exploratorio)

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
2.3 Ecología	5
2.4 Vías de comunicación	6
3.0 MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1 Criterios básicos	7
3.2 Unidades de mapeo y taxonómicas	7
3.3 Símbolos utilizados en los mapas de suelos	7
3.4 Materiales utilizados	8
3.5 Metodología	9
4.0 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SUELOS	10
4.1 Distribución de los suelos	11
4.2 Unidades cartográficas y taxonómicas	11
4.3 Uso actual de la tierra	16
4.4 Consideraciones agronómicas	17
5.0 CLASIFICACIÓN DE TIERRAS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR	17
5.1 Generalidades	17
5.2 Metodología	17
5.3 Clases de tierras según su capacidad de uso mayor	17
6.0 CONCLUSIONES	21
7.0 RECOMENDACIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	21
 <u>CUADROS</u> 	
Nº 1 Leyenda Fisiográfica – Pedológica	4
Nº 2 Superficie de los suelos	10
Nº 3 Categorías y clases de Uso actual de la tierra	16
Nº 4 Clases de tierras según su capacidad de uso mayor	19

ESTUDIO AGROLÓGICO DE LAS TIERRAS UBICADAS BAJO EL ÁMBITO DEL CANAL DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO TUMBES (Exploratorio)

1.0 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El Estudio Agrológico a nivel exploratorio del área comprendida bajo el ámbito del canal de la margen izquierda del río Tumbes, tiene como objetivos: i) Determinar preliminarmente, el potencial edáfico de las tierras y ii) Definir las características físicas y morfológicas de los suelos.

2.0 CARACTERÍSTICAS GENERALES

2.1 Ubicación y extensión

El área del proyecto se localiza bajo el dominio del canal de la margen izquierda del río Tumbes y pertenece a la cuenca del río Tumbes. Políticamente, se ubica en los distritos de Corrales, San Jacinto, La Cruz, provincia de Tumbes, departamento de Tumbes, Región Tumbes.

Constituye un área agrícola desarrollada, cultivada desde hace muchos años y bajo riego permanente. Los predios actualmente cultivados, han sido acondicionados progresivamente, y las tierras se han incorporado gradualmente a la agricultura bajo riego, mediante obras de captación y conducción.

El área total bruta del proyecto es de 6 804,0 ha, distribuidas bajo y sobre el canal. Las áreas cultivadas actualmente, ocupan una superficie de 6 484,1 ha y las áreas denominadas misceláneas que corresponden a tierras no agrícolas ocupan una superficie de 319,9 ha.

El cultivo predominante es el arroz que ocupa 4 933,3 ha, que constituye el 76% del área cultivada del proyecto, el plátano es otro cultivo de importancia, ocupa una superficie de 1 428,6 ha (21%), se cultivan las variedades IC2, Dominicó y Montecristo.

La superficie bajo riego se distribuye en cuatro subsectores de riego: La Peña, Malval, La Variante y La Cruz. El mayor número de predios se localiza en los subsectores La Variante y Malval, sin embargo, la mayor superficie cultivada se localiza en La Cruz.

2.2 Fisiografía

En el área del proyecto, se han identificado tres (3) paisajes: i) Llanura fluvial actual del río Tumbes; ii) Llanura aluvial de piedemonte, y iii) Llanura marina.

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 durante las avenidas del río Tumbes. En el Análisis Fisiográfico del valle, 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 génesis de los suelos.

Cuadro 1 Leyenda Fisiográfica - Pedológica

PAISAJE	SUBPAISAJE	CONSOCIACIÓN/ ASOCIACIÓN
Llanura fluvial actual del río Tumbes.	Terraza baja	Tumbes
Llanura aluvial de piedemonte	Depósitos	San Jacinto -
	Depósitos	Corrales – San Jacinto
Llanura fluvio marina	Terraza plana	La Cruz

Fuente: Elaboración propia

a) Llanura fluvial actual del río Tumbes

Esta unidad se caracteriza por presentar una litología integrada por acumulación de materiales de origen fluvial, recientes, transportados y depositados por acción de las avenidas del río Tumbes. Estos depósitos, se localizan principalmente en las terrazas bajas del río Tumbes, originando perfiles de suelos estratificados con escaso o nulo desarrollo genético, poco estructurados. Este paisaje se divide en subpaisajes conformados por terrazas bajas con pendientes planas, con riesgo temporal de inundabilidad.

Subpaisaje: Terraza baja

Esta unidad fisiográfica se encuentra constituida por aquellas tierras formadas por la acumulación de materiales aluviales recientes, transportados y depositados por acción de las corrientes mayores del río Tumbes; la cual, por efecto de su ubicación cerca al litoral presenta intrusión de materiales de origen marino, constituyendo un segundo nivel de terrazas generalmente no inundables de relieve plano, con pendientes planas a ligeramente inclinadas (0 - 4%). Estas unidades en épocas del "Niño" pueden ser excepcionalmente inundables.

b) Llanura aluvial de piedemonte.

Esta unidad fisiográfica se caracteriza por presentar una litología conformada por materiales heterométricos gruesos, medios y finos de variada composición litológica, transportados en grandes masas, por acción del agua y posteriormente

depositados en las partes bajas de los flancos colinosos, a través de eventos extraordinarios de alta pluviosidad ocurridos en épocas anteriores, que han permitido modelar el relieve de las zonas bajas de la región. Esta unidad se distribuye en las superficies vecinas al canal de la margen izquierda, principalmente.

Dentro de esta unidad se ha determinado un sólo Subpaisaje:

- Depósitos

Subpaisaje: Depósitos

Esta unidad fisiográfica se encuentra constituida por aquellas tierras conformadas por depósitos de materiales aluvionales, depositados en el Cuaternario reciente; se caracterizan por presentar un relieve plano a ligeramente ondulado, que actualmente conforman las terrazas medias y altas, cuya estratificación es generalmente desordenada. Esta unidad, presenta un relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes planas a ligeramente inclinadas (0-5%).

c) Llanura fluvio marina

Esta unidad fisiográfica se caracteriza por presentar una litología conformada por materiales heterométricos mayormente finos: limos, arcillas y arenas finas; y por materiales medios a gruesos, conformados por arenas medias, gruesas y gravillas finas de variada composición litológica, de origen fluvial y marino; que se distribuye en forma localizada en la parte baja del valle del río Tumbes cerca al litoral, entre Caleta Cruz y la ciudad de Tumbes.

Dentro de esta unidad se ha determinado un sólo Subpaisaje:

- Terrazas Planas

Subpaisaje: Terraza Plana

Esta unidad fisiográfica se encuentra constituida por aquellas tierras formadas **por la acumulación de materiales aluviales recientes, transportados y** depositados por acción de las corrientes mayores del río Tumbes; la cual, por efecto de su ubicación cerca al litoral presenta intrusión de materiales de origen marino. Esta unidad presenta pendientes planas a ligeramente inclinadas (0 - 4%).

2.3 Ecología

Según el Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1 995), el área de estudio, se localiza en la zona de vida: Matorral desértico - premontano tropical.

Esta zona de vida, se ubica en la región latitudinal tropical del país y se extiende a lo largo de la región costera como una faja continua entre el departamento de Tumbes y el río Santa y luego se distribuye en pequeñas áreas discontinuas hacia el interior de los valles encajonados de la vertiente occidental hasta el paralelo 15° 55' de latitud sur a una altitud que varía desde el nivel del mar hasta cerca de 1 900 m de altitud.

La biotemperatura media anual máxima es de 25,5 °C (Rica Playa, Tumbes) y la media anual mínima de 22,3 °C; el promedio máximo de precipitación total por año es de 242,1 mm (Zorritos, Tumbes) y el promedio mínimo de 100,9 mm.

Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año en esta zona de vida, varía entre 4 y 8 veces el valor de la precipitación, por lo que se ubica en la provincia de humedad: ÁRIDO.

El relieve topográfico varía entre ondulado y quebrado con algunas áreas de pendientes suaves (parte central de los valles costeros). Los suelos por lo general son profundos, arcillosos.

La vegetación natural está conformada por árboles pequeños, algunas veces muy achaparrados como el “sapote” (*Capparis angulata*); “algarrobo” (*Prosopis juliflora*) y arbustos como el “bichayo” (*Capparis ovalifolia*), así como una vegetación herbácea rala en su mayoría, como gramíneas pequeñas y de corto periodo vegetativo. Las cactáceas se encuentran presentes, principalmente y como indicador el *Cereus macrostibas*, cactus columnar gigante. Otras especies muy comunes, especialmente en los valles encajonados de la vertiente occidental son el “molle” (*Schinus molle*); “tara” (*Caesalpinia tinctoria*); “faique” (*Acacia* sp); “caña brava” (*Gynerium* sp); y el “pájaro bobo” (*Tessaria integrifolia*).

La mayor parte de los terrenos de esta zona de vida, es utilizada para el pastoreo de ganado caprino, aprovechando los pastos estacionales que prosperan durante el período de lluvias veraniegas. En los terrenos con dotación de riego, se lleva a cabo una agricultura en pequeña escala, muchas veces solamente con carácter de subsistencia. El aprovechamiento del bosque como recurso maderero ha estado centrado a la extracción del “algarrobo” para la producción de carbón vegetal y construcciones rurales así como para la utilización de las vainas, de alto contenido proteico, para la alimentación del ganado vacuno y caprino. Asimismo, la madera “hualtaco” (*Loxopterygium husango*) para la fabricación de parquet; árboles pequeños y “carrizo” (*Arundo donax*) para la construcción de casas de campo y la “caña brava” (*Gynerium sagittatum*) para la fabricación de canastas y esteras.

En base a la intensa explotación maderera a que ha sido sometida esta Zona de vida, talándose en forma indiscriminada grandes manchales de algarrobo y hualtaco, se han originado extensas áreas desérticas que requieren acciones de arborización con especies nativas.

2.4 Vías de comunicación

El acceso al área del proyecto se puede realizar mediante dos medios de transporte: i) Aéreo, a través de un servicio de aviación comercial, establecido entre Lima, Piura y Tumbes, y ii) Terrestre, por la carretera Panamericana Norte, que copnstituye una carretera de primer orden, siendo este medio el de mayor importancia, tanto para el transporte de pasajeros como de carga, a los principales centros de producción y consumo de la zona y gran parte del país

Asimismo, se cuenta con el aeropuerto “Capitán FAP Pedro Canga Rodríguez” administrado por CORPAC, ubicado en el distrito de Tumbes a una altitud de 25msnm, con una pista de aterrizaje del tipo TSB (Tratamiento Superficie Bituminoso), con una longitud de 2 500m y 45m de ancho, cuya capacidad máxima de aterrizaje es hasta un avión tipo B-737.

Internamente, desde Tumbes al área del proyecto, se puede trasladar vía terrestre por autos colectivos que se dirigen a Corrales.

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 valle y de las características del perfil.

3.2 Unidades de mapeo y taxonómicas

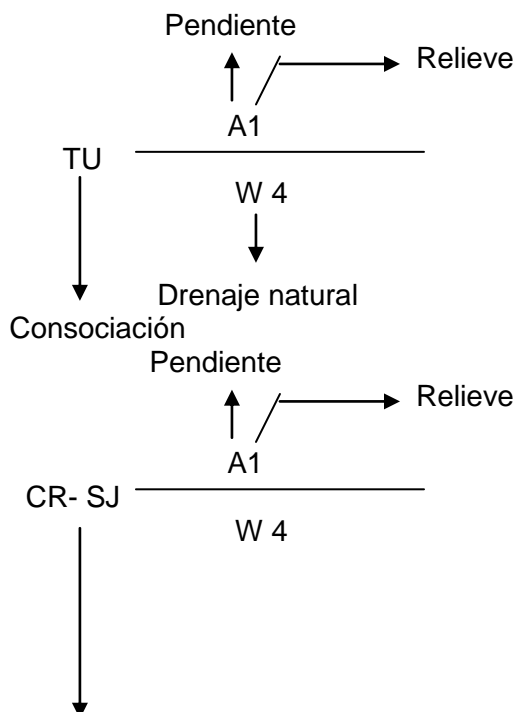
Las unidades de mapeo utilizadas en este estudio son: i) Consociación y ii) Asociación.

La Consociación es una unidad de mapeo que tiene un componente dominante, el cual puede ser suelo o áreas misceláneas, pudiendo tener inclusiones las que no deben representar más del 15% de la unidad..

La Asociación es una unidad que tiene dos o más componentes en forma dominante, los cuales pueden ser suelos, áreas misceláneas o ambos. Las inclusiones de otras unidades de suelos o áreas misceláneas no deben exceder del 15% de la unidad. Esta unidad es nominada por los nombres de las unidades edáficas o áreas misceláneas que la conforman.

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.





Drenaje natural

Asociación

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 Quick bird, 2008
- Carta Nacional topográfica a escala 1:100 000 del IGN.
- Mapa físico político y departamental del Perú, del IGN..
- Mapa ecológico del Perú.

b) Material temático

- Mapa Ecológico del Perú a escala 1:1 000 000, de la ONERN.
- Estudio semidetallado de suelos del Proyecto Binacional Puyango Tumbes
- Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos (Decreto Supremo N° 033-85-AG) del MINAG.
- Reglamento de Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor, aprobado por Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG.

c) Material de campo

- Posicionador satelital GPS
- Cámara fotográfica
- Tarjetas de lectura, libreta de campo
- Logística de campo.

3.5 Metodología

La metodología utilizada en el presente Estudio, ha consistido en la identificación de las unidades cartográficas existentes, así como el mapeo de suelos teniendo en cuenta la fisiografía y la topografía del paisaje circundante.

Para tal efecto, teniendo como base la información procedente de estudios anteriores y utilizando la imagen satelital, se ha efectuado un recorrido del área comprendida bajo el ámbito del canal de derivación de la margen izquierda, efectuando el estudio de la fisiografía y la delimitación de las áreas misceláneas.

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), áreas afectadas por salinidad y mal drenaje.

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.

Se describieron aspectos relacionados con el paisaje: pendiente, relieve, presencia de pedregosidad superficial, grado de disección, tipo de erosión.

➤ 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

En el área del proyecto, se han determinado cuatro (4) unidades cartográficas de suelos; que ocupan una superficie bruta total de 6 804,0 ha. La distribución de los suelos, se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 2
SUPERFICIE DE LOS SUELOS**

SECTOR		SUELOS	SÍMBOLO	AREA (ha)	%	
CANAL MARGEN IZQUIERDA RÍO TUMBES	AREAS BAJO EL CANAL	Tumbes	TU	1 939,2	28,5	
		Corrales – San Jacinto	CR - SJ	3 032,4	44,6	
		San Jacinto - Corrales	SJ - CR	1 151,3	16,9	
		La Cruz	LC	244,7	3,6	
		SUB – TOTAL			6 367,6	93,6
		Misceláneos	M	142,4	2,1	
		Centros poblados	CP	37,1	0,5	
		SUB - TOTAL			179,5	2,6
	TOTAL AREA BAJO CANAL			6 547,1	96,2	
	AREAS SOBRE EL CANAL	Corrales – San Jacinto	CR - SJ	231,2	3,4	
		Misceláneos	M	23,0	0,3	
		Centros Poblados	CP	2,7	0,1	
		TOTAL AREA SOBRE CANAL			256,9	3,8
	TOTAL AREA DEL PROYECTO			6 804,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Cada una de estas unidades, presenta características propias y ocupan paisajes fisiográficos definidos. Los suelos predominantes corresponden a la Asociación Corrales – San Jacinto que ocupan 3 032,4 ha, y representan el 44,6 % del área total del proyecto.

4.1 Distribución de los suelos

Los diferentes suelos se han determinado en función de sus características genéticas y físico – morfológicas, así como por su posición fisiográfica.

4.2 Unidades cartográficas y taxonómicas

a) Consociación TUMBES (TU)

Ocupa una superficie de 1 939,2 ha, que constituyen el 28,5 % del área total del proyecto. Está conformada predominantemente por el suelo Tumbes, pudiendo contener inclusiones de los suelos Corrales y San Jacinto. Se distribuye en forma

dominante en la llanura fluvial actual del río Tumbes, en un paisaje de terrazas bajas, con riesgo de inundabilidad.

Son suelos originados a partir de materiales fluviales recientes, depositados sobre sedimentos más antiguos. Son estratificados, sin desarrollo genético, de perfil tipo A/C, con epipedón ócrico y sin subhorizontes de diagnóstico; con matices pardos a pardo oscuros; profundos; textura media; con drenaje natural bueno a moderado.

De reacción neutra a ligeramente alcalina; alta saturación de bases; fertilidad natural media; con potencial para cultivos anuales bajo riego.

Se presenta en superficies de relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes planas a ligeramente inclinadas (0 - 4%).

Serie TUMBES Typic torrifluvents

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

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 – 15	Franco limoso; pardo (10YR 5/3), en húmedo; granular medio, débil; ligeramente duro; reacción ligeramente alcalina (pH 7.74); conductividad eléctrica 0.24 dS/m; contenido medio de materia orgánica (2.0%); raíces finas medias y gruesas, comunes; permeabilidad moderada. Límite de horizonte gradual al
A2	15 – 40	Franco limoso; pardo (10YR 5/3), en húmedo; granular medio, débil; friable; reacción moderadamente alcalina (pH 7.90); conductividad eléctrica 0.14 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.9%); raíces finas medias y gruesas, comunes; permeabilidad moderada. Límite de horizonte difuso al
AC	40 - 70	Franco arenoso; pardo amarillento (10YR 5/4), en húmedo; granular fino, débil a masivo; friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.52); conductividad eléctrica 0.08 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.9%); raíces finas medias y gruesas, comunes; permeabilidad moderadamente rápida. Límite de horizonte gradual al
C1	70 - 95	Franco limoso; pardo amarillento (10YR 5/4), en húmedo; masivo; friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.37); conductividad eléctrica 0.11 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.2%); raíces medias y gruesas,

pocas; permeabilidad moderada. Limite de horizonte claro al

C2 95 - 110 Franco; pardo amarillento (10YR 5/4), en húmedos; masivo; muy friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.71); conductividad eléctrica 0.11 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.9%); raíces medias y gruesas, pocas; permeabilidad moderada.

b) Consociación LA CRUZ (LC)

Ocupa una superficie de 244,7 ha, que constituyen el 3,6 % del área total del proyecto. Está conformado predominantemente por el suelo La Cruz, pudiendo contener inclusiones de Misceláneo Playa. Se distribuye en forma localizada cerca al litoral marino, en áreas vecinas a Caleta La Cruz.

Esta Consociación se distribuye en una fisiografía de llanura marina; de relieve planos, con pendientes planas.

Son suelos desarrollados a partir de materiales arenosos de origen marino. Presenta un perfil estratificado, sin desarrollo genético tipo A/C, con epipedón ócrico y sin sub-horizontes de diagnóstico; con matices pardo amarillentos a pardo grisáceos claros a blancos; profundos; textura gruesa; con drenaje natural excesivo.

De reacción ligeramente alcalina; alta saturación de bases; fertilidad natural baja; con potencial para cultivos anuales con riego permanente.

Serie LA CRUZ Typic Ustorthents

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

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 – 10	Arena; blanco (10YR 8/2), en húmedo; grano suelto; suelto; reacción ligeramente alcalina (pH 7.46); conductividad eléctrica 0.14 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.3%); raíces finas y medias, abundantes; permeabilidad muy rápida. Limite de horizonte gradual al
CA	10 – 30	Arena; blanco (10YR 8/2), en húmedo; grano suelto; suelto; reacción ligeramente alcalina (pH 7.65); conductividad eléctrica 0.15 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.2%); raíces medias y gruesas, comunes; permeabilidad muy rápida. Límite de horizonte claro al

C1	30 - 70	Arena; blanco (10YR 8/2), en húmedo; grano suelto; suelto; reacción ligeramente alcalina (pH 7.75); conductividad eléctrica 0.13 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.1%); raíces medias y gruesas, comunes; permeabilidad muy rápida. Limite de horizonte gradual al
C2	70 > 120	Arena; blanco (10YR 8/2), en húmedo; grano suelto; suelto; reacción ligeramente alcalina (pH 7.66); conductividad eléctrica 0.16 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.1%); raíces medias y gruesas, pocas; permeabilidad muy rápida.

c) Asociación CORRALES – SAN JACINTO (CR - SJ)

Ocupa una superficie total de 3 263,6 ha, distribuidas en 3 032,4 ha bajo el canal y 231,2 ha, sobre el canal. Está conformada predominantemente por los suelos Corrales y San Jacinto, en una proporción de 60 y 40%, respectivamente, pudiendo contener inclusiones del suelo Tumbes. Se distribuye en forma considerable en el subsector La Cruz.

Esta Asociación se distribuye en una fisiografía de llanura aluvial, de relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes planas.

Las características edáficas de ambos componentes de esta Asociación, se describen a continuación:

Serie CORRALES Typic Ustorthents

Son suelos profundos, de textura fina, con un horizonte superficial franco arcilloso que descansa sobre un horizonte de características similares y un tercer horizonte franco limoso.

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0 –20	Franco arcillo arenoso; pardo oscuro (7.5YR 3/4), en húmedo; granular, grueso, moderado; muy duro; reacción ligeramente ácida (pH 6.09); conductividad eléctrica 3.89 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.1%); raíces finas y medias, comunes; permeabilidad moderadamente lenta. Limite de horizonte claro al
AB	20 – 35	Franco arcillo arenoso; pardo (10YR 5/3), en húmedo; bloques subangulares, medios, moderados; muy duro; reacción neutra (pH 6.82); conductividad eléctrica 5.44 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.1%); raíces finas y medias, pocas; permeabilidad

		moderadamente lenta. Límite de horizonte gradual al
Bw	35- 60	Franco arcillo arenoso; pardo grisáceo (2.5Y5/2), en húmedo; bloques subangulares, medios a gruesos, moderados; muy duro; reacción ligeramente alcalina (pH 7.57); conductividad eléctrica 5.28 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.1%); raíces finas y medias, pocas; permeabilidad moderadamente lenta. Limite de horizonte gradual al
BC	60 - 80	Franco arcillo arenoso; pardo grisáceo (2.5Y 5/2), en húmedo; masivo; muy duro; reacción ligeramente alcalina (pH 7.66); conductividad eléctrica 5.42 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.1%); permeabilidad moderadamente lenta. Limite de horizonte claro al
C	80 - 120	Franco arcillo arenoso; amarillo pardusco (5Y 7/3), en húmedo; masivo; muy duro; reacción ligeramente alcalina (pH 7.75); conductividad eléctrica 5.90 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.1%); permeabilidad moderadamente lenta.

Serie SAN JACINTO

Typic Ustorthents

Son suelos profundos, de textura fina, con un horizonte superficial franco arcilloso que descansa sobre un horizonte de características similares y un tercer horizonte franco limoso.

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 – 30	Franco arcilloso; pardo amarillento oscuro (10YR 4/4), en húmedo; granular medio, moderado; ligeramente duro; reacción ligeramente alcalina (pH 7.48); conductividad eléctrica 2.27 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.5%); raíces finas y medias, comunes; permeabilidad moderadamente lenta. Limite de horizonte gradual al
AC	30 – 55	Franco arcilloso; pardo amarillento (10YR 5/4), en húmedo; granular fino, débil; ligeramente duro; reacción ligeramente alcalina (pH 7.70); conductividad eléctrica 0.92 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.4%); raíces finas y medias, comunes; permeabilidad moderadamente lenta. Límite de horizonte gradual al

C1	55 - 65	Franco; pardo amarillento (10YR 5/4), en húmedo; masivo; ligeramente duro a duro; reacción ligeramente alcalina (pH 7.69); conductividad eléctrica 1.31 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.2%); raíces medias, escasas; permeabilidad moderada. Limite de horizonte difuso al
C2	65 - 120	Franco arcilloso; pardo amarillento (10YR 5/4), en húmedo; masivo; ligeramente duro; reacción ligeramente alcalina (pH 7.51); conductividad eléctrica 2.72 dS/m; contenido bajo de materia orgánica (0.4%); permeabilidad moderadamente lenta.

d) Asociación SAN JACINTO - CORRALES (SJ - CO)

Ocupa una superficie de 1 151,3 ha, que constituyen el 16,9 % del área total del proyecto. Está conformada predominantemente por los suelos San Jacinto y Corrales, en una proporción de 60 y 40%, respectivamente, pudiendo contener inclusiones del suelo Tumbes. Se distribuye en forma considerable en el subsector La Variante.

Esta Asociación se distribuye en una fisiografía de llanura aluvial, de relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes planas.

Las características edáficas de ambos componentes de esta Asociación, se han descrito en el ítem anterior.

AREAS MISCELANEAS

Ocupan una superficie de 165,4 ha, distribuidas bajo y sobre el canal.

Están conformadas por superficies que no tienen aptitud agronómica como los caminos, drenes, cauces antiguos, canal, pozas de oxidación, grifos, estación experimental, etc.

Asimismo, se han delimitado 39,8 ha, ocupadas por los centros poblados: Pueblo Nuevo, Corrales y otros caseríos.

4.3 Uso actual de la tierra

El uso de la tierra proporciona información que permite determinar, evaluar y clasificar las diferentes formas de utilización de la tierra, en el ámbito bajo el dominio del canal de la margen izquierda del río Tumbes. El resultado de este trabajo, representa la información básica para la realización de programas y proyecto de incorporación, reordenamiento, conservación y/o recuperación de tierras.

La determinación y descripción del uso de la tierra por categorías, clases y unidades se ha realizado, siguiendo los lineamientos de clasificación propuesta por la Comisión sobre Inventario Mundial del Uso de la Tierra de la Unión Geográfica Internacional, (UGI) efectuada en 1956 en Río de Janeiro Brasil, el mismo que fue adaptado a las condiciones del área del proyecto.

Categorías y clases de uso encontrados

Con la participación del personal técnico de la Comisión de Regantes “Canal de la margen izquierda del río Tumbes”, se ha efectuado la recolección de información en campo por cada subsector de riego, habiéndose definido los distintos tipos de ocupación territorial, los mismos que fueron clasificados mediante la clave propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI), y adaptados a nuestras condiciones, la que se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 3 Categorías y clases de Uso actual de la tierra

Categorías	Clases	Extensión aprox.	
		ha	%
1. Terrenos urbanos y/o instalaciones o lugares públicos y privados	Urbano	39,9	0,6
2. Terrenos con cultivos anuales	Agrícolas arroz	4 933,3	72,5
	Agrícolas pan llevar	122,2	1,8
3. Terrenos con cultivos permanentes	Agrícolas plátano	1 428,6	21,0
4. Terrenos con matorrales	Arbustos	114,6	1,7
5. Terrenos sin uso y/o improductivos	Sin uso	165,4	2,4
TOTAL		6 804,0	100,00

Fuente: Elaboración propia

El primer grupo comprende Áreas dedicadas a **usos urbanos** y/o instalaciones gubernamentales públicas y/o privados. Las siguientes categorías están referidas a áreas destinadas a los diferentes usos agrícolas, comprendiendo los ocupados por los cultivos de arroz, pan llevar, plátano.

La penúltima categoría corresponde a las tierras ocupadas por matorrales, con vegetación arbustiva y la última categoría pertenece a terrenos improductivos o sin uso agrícola, que corresponden a áreas misceláneas.

4.4 Consideraciones agronómicas de los suelos

Estos suelos por sus características edafoclimáticas, son aptos para el establecimiento de una agricultura intensiva. Son aptos principalmente para cultivos anuales como: arroz, frijol, soya, yuca, melón, maíz; cultivos permanentes como: cacao, plátano, papayo, cocotero, limón, etc.

En las tierras ubicadas en las terrazas bajas ocasionalmente inundables (vecinas al río Tumbes), se sugiere el establecimiento de cultivos transitorios, para evitar que durante la época de avenida del río Tumbes, se ocasionen daños por las inundaciones que se producen durante esa época.

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.

Tratándose de un estudio a nivel exploratorio, se han considerado las siguientes características edáficas: pendiente, profundidad efectiva, textura, fragmentos gruesos, 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 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 de uso mayor
- Clases de capacidad de uso mayor
- Subclases de capacidad de uso mayor

Los *grupos de capacidad* representan la más alta categoría del sistema, y agrupa tierras de acuerdo a su vocación máxima de uso. Los 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). En el presente estudio se han determinado tres (3) grupos de capacidad: A, C, X.

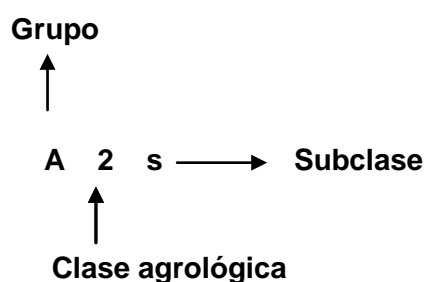
El segundo nivel categórico es la *clase de tierra*. Reúne a unidades de suelos según su *calidad agrológica* dentro de cada grupo. Estas clases se establecen en base a la calidad agrológica de los suelos y se diferencian unas de otras por el grado de limitaciones permanentes o riesgos que involucra el uso de los suelos. La clase de capacidad representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir cultivos bajo un definido conjunto de prácticas de manejo.

Se han establecido tres (3) clases agrológicas: Alta (1), media (2), baja (3). En el presente estudio, se han determinado las clases media y baja.

La tercera categoría corresponde a la subclase de tierras y se establece en función de los factores limitantes. Riegos 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.

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



5.3 Descripción de las clases de tierras según su capacidad de uso mayor

En el ámbito del proyecto se han determinado tres (3) grupos de capacidad de uso mayor: i) Tierras aptas para cultivo en limpio: A; ii) Tierras aptas para cultivos permanentes. C; iii) Tierras de protección: X.

Las unidades cartografiadas en el Mapa de Clases de tierras según su capacidad de uso mayor, se presentan en forma no asociada.

Cuadro Nº 4
CLASES DE TIERRAS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

CLASES DE TIERRA SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR					
GRUPO	CLASE	SUBCLASE	COLOR	AREA (ha)	(%)
A	A2	A2s		3931.8	57.8
		A2se		1464.1	21.5
		A2sw		727.0	10.7
	A3	A3se		244.7	3.6
TOTAL GRUPO A				6367.6	93.6

C	2	C2se	231.2	3.4
TOTAL GRUPO C			231.2	3.4
X		s	205.2	3.0
TOTAL GRUPO X			205.2	3.0
TOTAL MARGEN IZQUIERDA RÍO TUMBES			6804.0	100.0

Fuente: Elaboración propia

Tierras aptas para cultivos en limpio (símbolo A)

Estas tierras ocupan 6 367,6 ha y constituyen el 93,6 % del área del proyecto.

Son aquellas tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas 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 (frutales), pastos, producción forestal, 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 media (A2)

Esta clase de tierra, ocupa una superficie de 6 122.8 ha, que representan el 90 % del área total del proyecto.

Estas tierras presentan moderada calidad para la producción de cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden climático, edáfico, relieve o 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 media a fina, presentan topografía plana a ligeramente ondulada, con pendientes planas a ligeramente inclinadas, con drenaje natural bueno a moderado. Las principales limitaciones se refieren a la topografía: relieves ligeramente ondulados y drenaje natural moderado.

Clase de calidad agrológica baja (A3)

Esta clase de tierra, ocupa una superficie de 244,7 ha, que representan el 3,6 % del área total del proyecto.

Estas tierras presentan baja calidad para la producción de cultivos en limpio con limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve que reducen un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas intensas 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 arenosa, presentan topografía plana, con pendientes planas a ligeramente inclinadas, con drenaje natural bueno. Las principales limitaciones se refieren a la topografía: relieves ligeramente ondulados y textura gruesa.

Tierras aptas para cultivos permanentes (símbolo C)

Estas tierras ocupan 231.2 ha y constituyen el 3,4 % del área del proyecto.

Son aquellas tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas no apropiadas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, podrán dedicarse a otros fines: pastos, producción forestal, por ejemplo, cuando de esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo permanentes.

Clase de calidad agrológica media (C2)

Esta clase de tierra, ocupa una superficie de 231,2 ha, que representan el 3,4 % del área total del proyecto.

Agrupar suelos no aptos para cultivos en limpio pero que presentan limitaciones moderadas de orden edáfico-climático principalmente, que restringen el cuadro de cultivos perennes. Las condiciones físicas de estas tierras exigen de prácticas de conservación y mejoramiento moderados a fin de obtener rendimientos económicos continuados.

Tierras de protección (X)

Ocupan una superficie de 205,2 ha, que representan el 3,0 % del área total del proyecto.

Estas tierras no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos en limpio, permanentes, pastoreo o producción forestal. Se incluye dentro de esta categoría: cuerpos de agua, drenes, canales, caminos, centros poblados.

6.0 CONCLUSIONES

- a) El área del proyecto está constituida por las tierras ubicadas bajo el dominio del canal de la margen izquierda del río Tumbes y algunas superficies sobre el canal. Tiene una superficie bruta total de 6 804 ha.
- b) El arroz representa el cultivo predominante en el área del proyecto, ocupa una superficie total de 4 933.3 ha, que representa el 72, 5% del área total. El plátano es el segundo cultivo de importancia, ocupa 1 428,6 ha y se localiza principalmente en las áreas vecinas al río Tumbes.
- c) Se han determinado cuatro (4) unidades cartográficas; dos consociaciones y dos asociaciones. El suelo predominante es la Asociación Corrales – San Jacinto con una superficie de 3 263,6 ha, de las cuales 3 032,4 ha se localizan bajo el canal y la diferencia sobre el canal.

- d) Los suelos predominantes se caracterizan por presentar textura fina, franco arcillo arenoso a franco arcilloso, profundos, sin modificador textural.
- e) Se han determinado tres paisajes fisiográficos: llanura fluvial actual del río Tumbes, llanura aluvial de piedemonte y llanura marina.
- f) En general, los suelos de toda el área del proyecto, presentan características físicas y morfológicas adecuadas para el establecimiento de una agricultura intensiva bajo riego.
- g) Los cultivos recomendables para el área del proyecto, son: i) Cultivos anuales: arroz, frijol, soya, yuca, melón, maíz; ii) Cultivos semipermanente y permanentes: cacao, plátano, papayo, cocotero, limón.

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 aplicado y los fertilizantes químicos.
- b) Implementar un programa de reconversión de cultivos, para ir reemplazando el arroz por otros cultivos de mayor rentabilidad y menor demanda de agua: frutales, cacao.
- c) Las tierras ubicadas en las áreas vecinas al río Tumbes, por el riesgo a ser inundadas en épocas de avenida, podrían ser destinadas a cultivos transitorios.
- d) 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

